



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA E
INGENIERÍA METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA CON EMULSIÓN
QUÍMICA, PARA EL MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN
VIAL DEL CORREDOR VIAL, JULIACA – DESVIÓ PUTINA,
(TRAMO I PE-34H)**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MECHE NELIDA CENTENO TACO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

En memoria a mis padres: Juan de Dios y Sabina, por su abnegado sacrificio por brindarme su apoyo moral y emocional, con dedicación, que han hecho posible la culminación con éxito mi formación académica.

A mi hijo: Gabriel Rodrigo, por ser mi ángel de la tierra, mi motivación para salir adelante, el único ser que me da fuerza para salir adelante.

A mi hermana y hermanos: Miriam, Brayan y Herson, por todo el amor y apoyo, y por todos los gratos momentos que hemos compartido.

Meche Nélica



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por concederme la vida y salud, por ser la guía que ilumina mi sendero.

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, a la Facultad de Ingeniería Geológica y Metalúrgica; a la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, por haberme cobijado en sus claustros y permitir mi formación profesional.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, quienes con sus sabios consejos formaron en mi persona un carácter de esfuerzo y dedicación

A mi asesor de tesis, Dr. Sc. Raúl Machaca Condori, por sus consejos y su apoyo para elaborar la presente tesis; a mis jurados de tesis, por sus observaciones para una correcta presentación de la presente tesis.

A la empresa ICCGSA, en especial a los señores de la especialidad de suelos y pavimentos, por facilitarme la información necesaria.

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización de esta tesis.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

RESUMEN..... 14

ABSTRACT..... 15

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 17

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 18

1.2.1. Problema general 18

1.2.2. Problemas específicos..... 18

1.3. JUSTIFICACIÓN 19

1.4. HIPÓTESIS DEL TRABAJO 19

1.4.1. Hipótesis general..... 19

1.4.2. Hipótesis específicos..... 20

1.5. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN 20

1.5.1. Objetivo general..... 20

1.5.2. Objetivos específicos 20

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 21

2.2. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL..... 27

2.2.1. Cordillera occidental..... 27

2.2.2. Cordillera oriental 27

2.2.3. Cuenca del Titicaca..... 28

2.3. GEOLOGÍA REGIONAL 28

2.3.1. Paleozoico..... 28

2.3.2. Mesozoico..... 29

2.3.3. Cenozoico 31

2.3.4. Unidades cuaternarias 32



2.4. MECÁNICA DE SUELOS	35
2.5. SUELOS	35
2.5.1. Origen del suelo	35
2.5.2. Tamaño de partículas	35
2.5.3. Forma de las partículas	36
2.5.4. Modelo del suelo y propiedades básicas.....	37
2.5.5. Propiedades de los suelos	38
2.5.6. Clasificación de suelos.....	43
2.6. EMULSIÓN ASFÁLTICA	51
2.6.1. Componentes de las emulsiones asfálticas	52
2.6.2. Clasificación de las emulsiones asfálticas	56
2.6.3. Elaboración de emulsión asfáltica.	60
2.6.4. Uso generales de las emulsiones.....	63
2.6.5. Ensayos sobre emulsiones asfálticas.....	63
2.7. ESTABILIZACIÓN DE BASES CON EMULSIÓN ASFÁLTICA	64
2.7.1. Campo de aplicación.....	65
2.7.2. Materiales.....	65
2.7.3. Equipo.....	69
2.7.4. Ejecución de los trabajos	69
2.8. DISEÑO DE MEZCLAS	76
2.8.1. Fórmula de trabajo	77
2.8.2. Contenido óptimo de agua de envuelta.....	78
2.8.3. Contenido óptimo de agua de compactación	78
2.8.4. Estabilidad y resistencia conservada.....	79
2.8.5. Métodos de diseño y prescripciones que deben cumplir las mezclas .	80
2.9. DISEÑO ESTRUCTURAL	81
2.9.1. Método AASHTO para el diseño del pavimento.....	81
2.10. PROCESO CONSTRUCTIVO	82
2.10.1. Preparación de la base granular	83
2.10.2. Elaboración y mezclado.....	84
2.10.3. Compactación	85
2.10.4. Nivelación.....	85
2.11. CONTROL DE CALIDAD.....	86



CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	87
3.2. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	87
3.2.1. Tipo de investigación.....	87
3.2.2. Diseño de la investigación	87
3.2.3. Definición de variables	88
3.2.4. Población, muestra y análisis.....	88
3.2.5. Enfoque del trabajo.....	89
3.3. ETAPAS DE INVESTIGACIÓN.....	89
3.3.1. Etapa de gabinete I.....	89
3.3.2. Etapa de campo I.....	89
3.3.3. Etapa de campo II	90
3.3.4. Ensayos de laboratorio.....	90
3.3.5. Etapa de gabinete II	90
3.3.6. Etapa de informe final.....	91
3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	91

CAPÍTULO IV CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1. UBICACIÓN.....	93
4.1.1. Ubicación geográfica y política	93
4.1.2. Accesos y distancia.....	93
4.1.3. Clima y temperatura.....	94
4.1.4. Hidrología	94
4.1.5. Flora y fauna	94
4.2. GEODINÁMICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	95
4.2.1. Geodinámica interna	95
4.2.2. Geodinámica externa	95
4.3. GEOMORFOLOGÍA LOCAL	96
4.3.1. Unidades geomorfológicas	96
4.4. GEOLOGÍA LOCAL.....	99
4.4.1. Paleozoico.....	99
4.4.2. Mesozoico.....	99



4.4.3. Cenozoico	100
------------------------	-----

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL CORREDOR VIAL.....	104
5.1.1. Investigación del sub-suelo.....	104
5.1.2. Análisis del suelo de fundación	107
5.2 COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DEL MATERIAL DE PRÉSTAMO	110
5.2.1 Canteras asumidas para el pavimento	110
5.2.2 Cantera Ticani.....	110
5.2.3 Cantera Ramis.....	113
5.2.4. Fuentes de agua.....	115
5.2.5 Botaderos	116
5.2.6. Evaluación hidráulica	116
5.3. ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIÓNICA DEL TIPO DE ROTURA LENTA CCS-1H.	117
5.3.1. Clasificación de suelos con emulsión asfáltica.....	118
5.3.2. Diseño de suelos	119
5.3.3. Material reciclado del terraplén	121
5.3.4. Material para base estabilizada	124
5.3.5. Control de calidad en laboratorio y campo	127
5.3.6. Ensayos realizados en la base estabilizada	130
5.3.7. Análisis de la base granular mejorada	141
VI. CONCLUSIONES	143
VII. RECOMENDACIONES.....	145
VIII. REFERENCIAS	146
ANEXOS	150

ÁREA: Ingeniería Geotécnica

TEMA: Conservación vial

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 19 de marzo 2021



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa geológico regional.....	34
Figura 2: Angulosidad de las partículas.	37
Figura 3: Tres fases separadas de un elemento de suelo.	38
Figura 4: Curva granulométrica de algunos suelos.	41
Figura 5: Plasticidad de Aashto.	49
Figura 6: Sistema de clasificación de suelos Aashto.....	51
Figura 7: Diagrama esquemático de una emulsión.....	52
Figura 8: Diagrama de una planta de elaboración de emulsión asfáltica.	61
Figura 9: Resistencia conservada.	80
Figura 10: Estructura del pavimento flexible.	82
Figura 11: Escarificado utilizando la maquina recicladora.	84
Figura 12: Mapa geomorfológico local.	98
Figura 13: Mapa geológico local.....	102
Figura 14: Exploración de cantera Ticani.	113
Figura 15: Exploración de cantera Ramis.....	115



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Columna estratigráfica regional.	33
Tabla 2: Clasificación granulométrica internacional de suelos.	40
Tabla 3: Clasificación granulométrica internacional de suelos.	40
Tabla 4: Clasificación por el tamaño de las partículas.	43
Tabla 5: Símbolos utilizados en la clasificación de sucs.	45
Tabla 6: Sistema de clasificación sucs.	46
Tabla 7: Equivalencias entre el sistema de clasificación Aashto-Sucs.	51
Tabla 8: Composición de las emulsiones asfálticas.	56
Tabla 9: Usos más frecuentes de las emulsiones.	59
Tabla 10: Gradaciones de agregados para construcción de base estabilizada con emulsión asfáltica.	66
Tabla 11: Requisitos de los agregados pétreos para la construcción de bases estabilizados con emulsión asfáltica.	67
Tabla 12: Requisitos de suelos aptos para la construcción de bases estabilizados con emulsión asfáltica.	68
Tabla 13: Gradación de suelos para la construcción de bases estabilizados con emulsión asfáltica.	68
Tabla 14: Factor de superficie específica.	78
Tabla 15: Relación entre el peso por unidad de longitud generatriz y el espesor de capa más adecuado.	85
Tabla 16: Variables de la investigación.	88
Tabla 17: Ensayos estándares y especiales.	90
Tabla 18: Coordenadas del tramo I.	93
Tabla 19: Ubicación política.	93



Tabla 20: Accesos y distancias.	94
Tabla 21: Columna estratigráfica local.	101
Tabla 22: Número calicatas de acuerdo a las progresivas.	105
Tabla 23: Sistema de clasificación de suelos.	107
Tabla 24: Resultados de CBR en las calicatas.	109
Tabla 25: Gradación de material granular triturado	110
Tabla 26: Características físico – mecánicas de cantera Ticani.	112
Tabla 27: Características físico – mecánicas de cantera Ramis.	115
Tabla 28: Ensayos según el nivel de tolerancia.	116
Tabla 29: Ubicación de la fuente de agua para el tramo I.	116
Tabla 30: Normativa para el reciclado.	117
Tabla 31: Proporciones de mezcla para la base estabilizada.	119
Tabla 32: Dosificación de estabilización con emulsión asfáltica.	121
Tabla 33: Coeficiente estructural para suelo estabilizado con emulsión.	121
Tabla 34: Granulometría de agregados reciclados en frío.	122
Tabla 35: Tolerancias en la granulometría y en el espesor del material por reciclar. .	123
Tabla 36: Especificaciones técnicas del porcentaje de suelo estabilizado.	127
Tabla 37: Ensayos específicos y frecuencias.	128
Tabla 38: Resumen de la base reciclada con emulsión asfáltica.	129
Tabla 39: ensayo para determinar el porcentaje de pérdida de estabilidad después del saturado método Illinois.	131
Tabla 40: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos.	132
Tabla 41: El ensayo de Marshall.	133
Tabla 42: El ensayo de proctor modificado.	134
Tabla 43: Ensayo del índice de plasticidad.	135



Tabla 44: Resumen granulométrico de muestras.....	137
Tabla 45: Resumen del índice de consistencia de las muestras.....	138
Tabla 46: Resumen de ensayo de Marshall de las muestras.....	139
Tabla 47: Resumen de ensayo de contenido de residuo de asfalto.....	140
Tabla 48: Resumen de la comparación de las calicatas & y los resultados en obra....	141
Tabla 49: Comparación del proctor modificado calicatas & resultados de obra.....	142



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

Siglas:

AASHTO	: American Association State Highway and Transportation Officials
ASTM	: American Standards and Testing Materials
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
NTP	: Normas Técnicas Peruanas
SUCS	: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
INEI	: El Instituto Nacional de Estadística e Informática

Unidades de medida:

cm	: Centímetro
°C	: Grados Celcius
g	: Gramo
km	: Kilómetro
lb	: Libras
m	: Metro
m ³	: Metro cúbico
ml	: Mililitro
mm	: Milímetro
m.s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar
Ma	: Millones de años
hP	: Medida de ácidos y alcalinidad

Abreviaturas:

E	: Este
Fm.	: Formación
Gr.	: Grupo
N	: Norte
DV	: División
I.P.	: Índice de plasticidad
L.L.	: Limite líquido
L.P.	: Limite plástico
PE-34H	: Eje transversal en el sur Perú.
SS-1	: Emulsión asfáltica anicónica de quiebre lento.



- INEI : Instituto nacional de estadística e informática.
M-1, 2,3, : Muestra 1, 2,3.
C-1,2,3. : Calicata 1,2,3.
NW : Norte Oeste
SE : Sur Este
N : Norte
MDF : Tablero de fibra de densidad media.



RESUMEN

La investigación se ubica en la Región Puno, Provincias de San Román y Huancané, Juliaca - desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000 y pasa por los centros poblados Ayabacas, Samán y Taraco. Las infraestructuras de tránsito actualmente no reciben el mantenimiento correcto, en algunas zonas no tienen carpeta asfáltica por las condiciones climáticas, variación de cargas; estas limitan severamente el tránsito y como consecuencia se ven afectados aspectos sociales y económicos tales como educación, salud, recreación y derivados de la propia actividad productiva. El objetivo es emplear un producto derivado del asfalto como lo es la emulsión asfáltica para mejorar las características geotécnicas del corredor vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000, obteniéndose una estabilización química con emulsión asfáltica de rotura lenta CSS-1. La metodología del estudio de investigación es de tipo descriptivo y analítico, mediante el cual se establecieron las secuencias de la información a través de varias etapas de estudio para la interpretación y el diseño del proyecto del corredor vial. En el área de estudio se tienen dos afloramientos de influencia indirecta en puntos específicos de influencia al corredor vial correspondientes a la formación Ayabacas compuesta por calizas grises y formación Muni conformada por calizas grises y lutitas; la presencia de depósito aluvial del cuaternario, beneficia en el diseño de la distribución lineal del tramo en estudio, los materiales de préstamo se obtuvieron de dos canteras que son: Ticani y Ramis, en el diseño de la base estabilizada con emulsión asfáltica se usó, un 3.3 % de emulsión asfáltica, con el material de reciclado de 10 cm y el material de aporte de 5 cm. Con el aporte de material de piedra chancada y la emulsión asfálticas el material mejora de un SM-SC (A-1-b), GM-GP (A-1-a), GM (A-1-a), GM-GC (A-1-b), GM (A-1-b), GM-GC (A-2-4), SM-SC (A-1-b), SM (A-1-b). Clasificación SUCS y AASHTO. Mejora a GM-SW (A-1-a) en su mayoría, la estabilidad de los suelos estabilizados cumple con las específicas técnicas los resultados son mayores a 230 kg, un promedio de los resultados 1832 kg, 1120 kg, 900 los resultados adoptan los beneficios para su estabilización.

Palabras Clave: Estudio geotécnico, carretera, emulsión química, suelo estabilizado.



ABSTRACT

The investigation is located in the Puno Region, Provinces of San Román and Huancané, Juliaca - Putina deviation section I PE-34H - km 15 + 000 to km 27 + 000 and passes through the populated centers Ayabacas, Samán and Taraco. The traffic infrastructures currently do not receive the correct maintenance, in some areas they do not have an asphalt layer due to weather conditions, load variations; these severely limit traffic and as a consequence social and economic aspects such as education, health, recreation and derivatives of the productive activity itself are affected. The objective is to use a product derived from asphalt such as asphalt emulsion to improve the geotechnical characteristics of the road corridor, Juliaca - Putina detour, section I PE-34H - km 15 + 000 to km 27 + 000, obtaining a chemical stabilization with emulsion slow-break asphalt CSS-1. The research study methodology is descriptive and analytical, through which the information sequences were established through various study stages for the interpretation and design of the road corridor project. In the study area there are two outcrops of indirect influence at specific points of influence to the road corridor corresponding to the Ayabacas formation composed of gray limestones and the Muni formation made up of gray limestones and shales; The presence of alluvial deposit of the quaternary, benefits in the design of the linear distribution of the section under study, the loan materials were obtained from two quarries that are: Ticani and Ramis, in the design of the base stabilized with asphalt emulsion was used, 3.3% asphalt emulsion, with the recycling material of 10 cm and the filler material of 5 cm. With the contribution of crushed stone material and asphalt emulsion, the material improves a SM-SC (A-1-b), GM-GP (A-1-a), GM (A-1-a), GM- GC (A-1-b), GM (A-1-b), GM-GC (A-2-4), SM-SC (A-1-b), SM (A-1-b). SUCS and AASHTO classification. It improves to GM-SW (A-1-a) mostly, the stability of stabilized soils meets the technical specifications, the results are greater than 230 kg, an average of the results 1832 kg, 1120 kg, 900 the results adopt the benefits for its stabilization.

Key Words: Geotechnical study, road, chemical emulsion, stabilized soil.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación geotécnica, corresponde al tramo del corredor vial “Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000. En la actualidad en la región es necesario promover la aplicación de nuevas técnicas constructivas orientadas a la estabilización con emulsión asfáltica en bases y subbase en caminos de mediano a alto tránsito. Ya que estos en su mayor parte de la infraestructura de tránsito, lo constituye una red de caminos con pavimento existente, que no tienen carpeta asfáltica, que sufrieron agrietamientos y hundimientos. Es así que la investigación describe la técnica para la estabilización de la base, empleando emulsión asfáltica catiónica del tipo de rotura lenta CCS-1h, debida a las ventajas de este tipo de emulsión. La base estabilizada es protegida con una imprimación y al final es el elemento estructural de soporte de un pavimento como capa de rodadura.

El trabajo de investigación geotécnica que se realizó sobre el mejoramiento de la base con emulsión asfáltica y material de piedra chancada, sirvió para mejorar el material de relleno del corredor vial. Asimismo, este estudio complementó los tipos de suelos que se tiene en todo el corredor vial y el mejoramiento que se debe dar a cada tramo.

El objetivo principal de este trabajo es evaluar las características geotécnicas del corredor vial y realizar el mejoramiento de la base con emulsión asfáltica catiónica del tipo de rotura lenta CCS-1h, y los objetivos secundarios son determinar características geotécnicas del material de préstamo y demostrar que la estabilización química con emulsión asfáltica catiónica del tipo de rotura lenta CCS-1h mejora las características geotécnicas de los materiales del corredor vial. Todo lo anterior, involucra el



cumplimiento de los parámetros de las especificaciones técnicas referentes al mantenimiento periódico del corredor vial. Como corresponde, los trabajos guardan concordancia con nuestra normativa vigente y están previstos para su desarrollo bajo los lineamientos de las correspondientes especificaciones técnicas y con las normas actualmente vigentes.

En el presente documento se describen algunos antecedentes del uso de emulsiones asfálticas como capa de rodadura en caminos rurales del país Chile, así como también algunas experiencias de uso de emulsiones asfálticas en bases en nuestro país.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en las carreteras del sur del Perú se hace necesario promover la aplicación de nuevas técnicas constructivas orientadas a la estabilización de suelos, pues la mayor parte de la infraestructura de tránsito no reciben el mantenimiento correcto, además no es el más adecuado, tanto desde el punto de vista técnico como económico. Constituye una red de caminos con pavimento existente, que ya no tienen carpeta asfáltica por condiciones climáticas, variación de cargas y presenta deterioros tales como agrietamientos, hundimientos. Tomando en cuenta que estos caminos son de circulación mediana y alto tránsito.

El problema que se enfrenta es la falta de suelos competentes ya que son materiales pétreos de origen volcánico sedimentario en sus diferentes variedades o suelos naturales con baja plasticidad, estos suelos no son aptos para la construcción de la infraestructura vial, así como la presencia de suelos orgánicos, los cuales no permiten la utilización de estos; por lo cual la presente investigación se realiza para aplicar nuevas técnicas con emulsiones asfálticas que son utilizadas para mejorar el tipo de suelo en la capa de base de una carreteras y tienen ventajas entre ellas que son más económicas y que permitirá la vida óptima de la carretera.



Una solución en las estabilizaciones, consiste en aplicar nuevas técnicas como son agregar productos químicos, la aplicación de tratamientos físicos o realizar un proceso mecánico, logrando así modificar las características de los suelos mejorando las propiedades físicas químicas del material a estabilizar, como bases o sub bases. Corrigiendo el material elegido para darle mayor resistencia y disminuyendo su plasticidad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

- ¿Se logrará determinar las características geotécnicas del corredor vial, Juliaca – desvío Putina (Tramo I PE-34H – Km 15+000 al Km 27+000) y realizar una estabilización química con emulsión asfáltica catiónica del tipo de rotura lenta CCS-1h?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Será posible determinar las características físicas mecánicas en el área de estudio donde se construirá el Corredor Vial?
- ¿Se logrará evaluar las características geotécnicas del material de préstamo para la construcción del corredor vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000?
- ¿Se lograra demostrar que la estabilización química con emulsión asfáltica catiónica del tipo de rotura lenta CCS-1h mejora las características geotécnicas de los materiales del corredor vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000?.



1.3. JUSTIFICACIÓN

El principal motivo de esta investigación es realizar un estudio geotécnico del mejoramiento bases con emulsión asfáltica, que signifique reducir el costo de las capas de pavimento, puesto que exigen la mayor calidad de los materiales cuando se trata de una capa de rodadura. La capa de base puede ser mejorara hasta que alcance el comportamiento técnico de una base de mejor calidad.

Al mejorar el material de la base granular con emulsión asfáltica trae como consecuencia algunas ventajas como:

- Se consigue mejorar las características geotécnicas, estos mejoran los coeficientes estructurales, lo cual permite mayor soporte de carga.
- El uso de las emulsiones asfálticas es una alternativa técnica y económica factible para el mejoramiento de bases ya que esta técnica supone el aprovechamiento de los suelos en el lugar lo cual genera un menor impacto ambiental al disminuir la explotación de bancos de material de préstamo y al mismo tiempo reduce los costos de transporte de materiales por lo tanto aumenta los rendimiento, y puede ser considerando como base de excelente soporte para la construcción de pavimentos.

1.4. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

1.4.1. Hipótesis general

- Es factible evaluar las características geomecánicas de los materiales del corredor vial, con el uso de emulsión química en el material de base, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – Km 15+000 al Km 27+000.



1.4.2. Hipótesis específicos

- Es posible identificar las características físicas mecánicas en el área de estudio donde se construirá el Corredor Vial.
- Es posible evaluar las características geotécnicas del material de préstamo para la construcción del Corredor Vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000
- Es posible demostrar que la estabilización química con emulsión asfáltica catiónica del tipo de rotura lenta CCS-1h mejora las características geotécnicas de los materiales del corredor vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000.

1.5. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

- Evaluar las características geotécnicas del corredor vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – Km 15+000 al Km 27+000 y realizar el mejoramiento de la base con emulsión asfáltica catiónica del tipo de rotura lenta CCS-1h.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físico mecánicas del corredor vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000.
- Evaluar las características geotécnicas del material de préstamo para la construcción del Corredor Vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000.
- Demostrar que la estabilización química con emulsión asfáltica catiónica del tipo de rotura lenta CCS-1h mejora las características geotécnicas de los materiales del corredor vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Gonzalez, et.al, (2007), afirman en su proyecto de investigación denominado “Guía básica para el uso de emulsiones asfálticas en la estabilización de bases en caminos de baja intensidad en el Salvador” describe en su trabajo de investigación un método alternativo de estabilización de bases para caminos de bajo volumen de tránsito, el método se fundamenta principalmente en el diseño de una mezcla que puede ser un suelo así como también agregados pétreos o una combinación de ambos utilizando como aglutinante la emulsión asfáltica de tipo rompimiento lento. En el desarrollo de su trabajo de investigación caracterizamos las propiedades de los materiales a ser utilizados en los diseños de las mezclas, mencionadas en las especificaciones generales de construcción de carreteras del instituto nacional de vías de Colombia en el artículo 340, referente a la estabilización de bases con emulsión asfáltica. También describe un estudio básico de los elementos de diseño de mezclas en frío usando emulsión asfáltica y del diseño estructural. Describiendo el análisis del suelo con sus respectivos ensayos de laboratorio como: Análisis granulométrico, límites de consistencia, gravedad específica, prueba de proctor estándar, prueba de relación de soporte del suelo (CBR), estos ensayos serán la base en las decisiones del diseño para la mezcla en frío. El procedimiento de ensayo por el método inmersión- compresión describe la preparación de la mezcla.

(Sánchez & Shoji, 2020), en su estudio de investigación, definen su la finalidad de lograr la estabilización de pavimentos, por lo cual, surgen nuevas tecnologías de agentes estabilizadores como el asfalto espumado y la emulsión asfáltica. En el proyecto



del corredor vial Dv-Humajalso-Desagüadero y Tacna-Capazo-Mazocruz, se tenía como solución técnica aplicar en el tramo 7 Tarata-Capazo el asfalto espumado. Sin embargo, la condición termodinámica es fundamental para el asfalto espumado y esto se evidencia en el tramo 7, donde a temperaturas de 5°C en descenso, las partículas de asfalto no se dispersan sobre el mástic, éstas caen sobre otras partículas de asfalto, provocando una aglomeración de asfalto en forma de chicles e imposibilitando la compactación de la capa del pavimento. Frente a esta problemática, se plantearon estabilizar el material granular con emulsión asfáltica, donde las partículas de asfalto están dispersas en una solución acuosa a 25°C y no se requiere calentar al asfalto a elevadas temperaturas. El objetivo de su tesis es lograr la estabilización del pavimento utilizando emulsión asfáltica. Para el diseño de la mezcla asfáltica en frío, utilizaron la metodología Illinois y una emulsión catiónica de rotura lenta como ligante. Finalmente, lograron validar la estabilización del pavimento en campo con los controles de compactación y deflectometría, quedando demostrado la versatilidad de la emulsión como mezcla asfáltica en frío frente a las condiciones termodinámicas críticas del proyecto.

(Lopez , 2018), en su proyecto de investigación denominado influencia del reciclado de pavimento flexible para mejorar la conservación vial entre calles 6 y 7 de Ventanilla Alta, 2018, desarrolló su tesis con la finalidad de ayudar a la conservación vial y ambiental como también contribuir con los ciudadanos para que tengan unas vías seguras. Determinó de qué manera el reciclado de pavimento flexible mejorará la conservación vial entre las calles ya mencionadas. La metodología empleada para este estudio tuvo un procedimiento siguiente: En su investigación aplicó el método científico, de tipo aplicado, de un nivel explicativo, de diseño pre- experimental, la población del distrito de Ventanilla según el INEI es de 372 mil 899 habitantes, la población se resumió a los habitantes que se encuentran entre las calles ya mencionadas lo cual son 348



habitantes. Las áreas del estudio abarcó parte del acceso de las calles 6 y 7 de Ventanilla Alta en el distrito de Ventanilla-Callao, teniendo un área de 16387.770 m² de terreno, la muestra se resumió en un área de 2112.02 m² de vías para reciclar in-situ en frío con emulsiones asfálticas. Se realizó un estudio de tráfico vehicular de 8 horas durante 7 días, que tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizaron en las calles mencionadas, ante esto el autor realizó una inspección en las calles para identificar las fallas de pavimento basado en el manual de carreteras del MTC en el ítem 4.4 de Pavimento flexible- calzada y berma, tipos de deterioros/ fallas y niveles de gravedad. EL autor concluyó que el reciclado de pavimento flexible influye en la conservación vial ya que los resultados obtenidos son favorables al utilizar el método del reciclaje, ya que genera ganancias, da buen servicio y contribuye a la mitigación del medio ambiente.

(Zegarra, 2018), en su tesis de pregrado, menciona que su investigación está dirigida a la Rehabilitación de pavimentos flexibles para la conservación vial empleando mezclas asfálticas en caliente en la carretera Puerto Bermúdez, San Alejandro, a fin de devolverle sus características originales y adecuarla a su nuevo período de servicio, mediante actividades que requieran realizarse de manera preventiva para evitar el deterioro prematuro de los elementos que conforman esta vía. En el trabajo de campo obtuvo información sobre el estado actual de la carretera, su clasificación, así como las características técnicas. Asimismo, para determinar sus propiedades físicas y mecánicas, realizó los ensayos correspondientes para la clasificación de suelos por el método SUCS y por el método american association state highway and transportation officials (AASHTO), así como los ensayos que permitieron determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las solicitaciones de carga. Para poder realizar el mejoramiento, el autor realizó análisis de los suelos en ambos lados de la vía a ampliar,



las calicatas fueron a ejecución de “pozos a cielo abierto” con un espaciamiento de 250 m y a una profundidad mínima de 1.5 m, llegando mayormente a los 1.70, debido a que se realizaron con equipo mecánico (retroexcavadora), identificando los estratos, sus espesores y algunas propiedades físicas, identificándose suelos finos blandos. Encontrándose, además que el terreno de fundación está conformado por suelos finos con CBR menores al 6%, por lo cual requieren mejoramiento, por ser suelos pobres a muy pobres de capacidad portante, habiéndose considerado un coeficiente de drenaje de 0.9 debido a que las características físico mecánicas de los materiales que compone la capa de mejoramiento son de menor calidad que las requeridas por las capas de sub-base y base granular, siendo el número estructural requerido para el pavimento con sub rasante muy pobre, regular, buena o buena el calculado con el método AASHTO 1993 – 20 años. Finalmente, mediante la presente investigación el autor logró determinar que es necesario realizar mejoramientos en casi todo el tramo en un espesor promedio de 0.90 m, por haberse encontrado material inadecuado para la conformación de la sub rasante.

(Maron, 2015), en su estudio menciona que sus objetivos de investigación están orientados a conocer la importancia del estudio geológico - geotécnico de las carreteras y su mantenimiento respectivo a fin de determinar la conservación de la vía respecto a su intervención a cargo del Instituto Vial Provincial de San Antonio de Putina, y las entidades autónomas impulsadas por el proceso de descentralización del Ministerio de Transporte y Comunicaciones a través de Provias Descentralizado. El autor identificó que los suelos de fundación, en las Progresiva: 00+000 al 01+000, corresponden a suelos gravosos, identificados en la clasificación SUCS como GP, y en la clasificación AASHTO como A-1-a (0), de baja humedad y no plásticos. El terreno de fundación de este tramo de la progresiva: 01+000 al 2+500 corresponden a los identificados como:



arenas arcillosas, limos con arcillas y arenas limosas, identificadas como CL-ML, SM y SC se acuerdo a la clasificación SUCS y A-2-6, A-4 y A-6 según la clasificación AASHTO, En la progresiva: 05+500 al 17+640, los suelos de fundación de este sector corresponden a suelos granulares tales como gravas pobremente graduadas identificados según la clasificación SUCS como GP y según la clasificación AASHTO como un A-1-a. Estos suelos presentan humedad baja y son no plásticos. La resistencia de estos suelos es alta llegando a registrar según el ensayo de C.B.R. hasta 65.6% al 95% de la máxima densidad seca. Tenemos que para arcillas con un índice de liquidez cercano a la unidad la resistencia está variando entre 0.8 y 1.5 Kg/cm² y aquellas con índice de liquidez cercanos a 0 la resistencia está entre 1 y 3.2 Kg/cm². El material de la cantera km 14 + 380 (material de río), corresponde a una conformación de suelos granulares, específicamente mezcla natural de grava con arena (GW), según AASHTO como A1-a (O), de color gris, con grava de forma sub-redondeada, con índice de plasticidad no plástico. Este material de acuerdo a sus características geotécnicas puede utilizarse en afirmados mezclados con materiales granulares. Para subrasantes, los suelos más peligrosos se han determinado que son aquellos que tienen la granulometría más fina y con presencia de agua, las arcillas poco plásticas, arena limosa son susceptibles con los que se deberá tener mucho cuidado en zona de congelamiento. En su estudio se abordó también las descripciones del uso de GEMA (Gestión de Mantenimiento), y los instructivos de Provias Descentralizado para mantenimiento vial rutinario de las carreteras, para el desarrollo de las diversas comunidades dentro de los cuales los beneficiados son los pobladores rurales con caminos que conecten a los diversos centros comerciales, aldeas y/o la red de vías clasificados de acuerdo al decreto de clasificador de rutas D.S. N° 036-2011- MTC.

(Paquita, 2015) En su presente investigación el presente trabajo se localiza en los poblados de los distritos de Chucuito, Platería y Acora, y se enmarca dentro de la política



sectorial de Infraestructura vial del Gobierno Regional de Puno. El tramo en su totalidad comprende 49+190 km , sin embargo el presente proyecto abarca solo 10 km, iniciando en la progresiva 0+000, considerando luego proseguir en los restantes 39+190 km, hacia Charcas punto final del tramo. Los estudios de evaluación geológica y geotécnica en el tramo de la carretera son favorables, la capacidad de valor relativo de soporte (CBR) del Suelo de fundación clasifican de regular a muy buena (11.3% a 58.2 %), con índice de plasticidad tolerable (20.3% y 7.1%). La cantera Quipata como material de relleno y de mezcla, cumple con las exigencias de calidad de acuerdo a las especificaciones técnicas (LL.= 29.2%, IP.= 7.8%, CBR.= 48.1%) y lo propio con la cantera Carucaya (IP.= NP, abrasión = 80.27%) y el material “piedra triturada” de 1” a ¼” (abrasión los angeles 81.00%, caras de fractura 85%, partículas planas y alargadas 12.4%). El tramo de la progresiva 2+200 al 3+900 es una zona inundable, pero su impacto no tiene mayores consecuencias. Así mismo, a lo largo del tramo de la vía geológicamente es estable (clasifican GC, CL). Las progresivas 1+980 y 6+400 son áreas propensas a deslizamientos en posibles eventos sísmicos. El diseño de suelos para sub-base granular: 45% de ligante, y 55% de agregado, para base granular: 20% de ligante, 60% de agregado y 20% de piedra triturada. Los controles de densidad de campo in-situ se desarrollaron conforme a las especificaciones técnicas, llegando a los resultados satisfactorios de 100% de su máxima densidad seca. El control final de calidad de la estructura, se complementó con el ensayo no destructivo utilizando el equipo de Viga Benkelman, con un camión de 8.2 toneladas, presión de inflado de 80 psi; los resultados fueron satisfactorios alcanzando una deflexión máxima de 48.40 mm, prog. 4+580, y una mínima de 13.20 mm, prog. 0+120, dichos resultados se encuentran por debajo de la deflexión admisible que es igual a 109 mm.



2.2. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

(Gonzales, 2015) , indica que la región de Puno se ubica en la cadena de los andes sur orientales de Perú. Según los pisos altitudinales está comprendida principalmente entre las regiones Suní y Puna.

2.2.1. Cordillera occidental

(Palacios, et. al, 1993), mencionan que la cordillera occidental es una cadena de montañas de dirección NO-SE, con picos que sobrepasan los 6000 m.s.n.m., siendo la más alta el nevado Ampato, y están ligadas a la altiplanicie conocida como puna. Esta cordillera fue glaciada durante el pleistoceno. El altiplano es una planicie con algunas llanuras bajas al E de Juliaca.

2.2.2. Cordillera oriental

(Cediel, 1968), define a la cordillera oriental como la prolongación peruana que inicia desde Argentina pasa a Bolivia haciendo un nudo en la cordillera central del país, dicha cordillera ha sufrido diversos movimientos orogénicos por lo que se puede observar diversas geo forma nítidamente individualizada con dirección SE y NO, de acuerdo a los estudios realizados. Así mismo comprende varios macizos de grandes glaciares que llegan cerca de los 6000 msnm, por lo que se puede mencionar que dichas formaciones pertenecen al paleozoico inferior y superior así como grandes intrusiones de rocas en el periodo pérmico. La cordillera oriental es la prolongación peruana de la cordillera real. Se trata de una zona morfo estructural nítidamente individualizada, bordeada con dirección al SO y al NE por grandes fallas de zócalo, durante el, mesozoico dicha zona se comportó siempre como una zona positiva, lo que explica la ausencia de depósitos mesozoicos.



2.2.3. Cuenca del Titicaca

(Roche, et.al, 1991), en su estudio mencionan que la cuenca del Titicaca se ubica al sur este del territorio peruano, forma parte de la meseta andina conocido como meseta del collao y forma parte de esta cuenca las sub cuencas de los ríos Ramis, Huancané, suches en el sector norte, ríos Ayabacas, Juliaca Coata y Illpa al noreste, y los ríos de Illave y Desaguadero en el sur, tiene una extensión en el territorio peruano de 48 775 km², incluyendo la porción del lago, que se halla a una altura promedio de 3810 msnm, constituye la divisoria del sistema hidrográfico del amazonas y del vertiente del pacifico. Los cursos individuales de los ríos y sub afluentes, están condicionadas a los factores climáticos, morfológicos litológicos y control estructural; se caracterizan por ser de corto recorrido con fuerte pendiente en su curso alto y poca pendiente en su curso bajo.

2.3. GEOLOGÍA REGIONAL

(Gonzales, 2015), en su informe final, menciona que en la Región de Puno, en su geología se distinguen rocas con orígenes metamórficos, ígneos y sedimentarios, los cuales varían en edad de formación, estos afloramientos tienen edades que van desde el paleozoico, pasan por el mesozoico y finalmente llegan al cenozoico (época en que vivimos actualmente). Las unidades estratigráficas que se presentan a nivel regional constan de distintas características geológicas existentes en el tiempo geológico y su descripción está ligada a los estudios realizados con anterioridad para lograr evidenciar los afloramientos y sus interacciones propias de acuerdo a sus características que muestran diversos ambientes de formación.

2.3.1. Paleozoico

a) Formación Chagrapi



Aflora en el sector central de la región, en el cual se presenta en tres lugares distintos; cerro Pachapunta cerca del centro poblado Jayuni, cerro Turpani cerca del centro poblado de Pararani, alrededores de Cuchuchamarca y Churulaya en la Provincia de Huancané. (Palacios, et.al, 1993), menciona que al norte del Lago Arapa predominan lutitas negras de grano fino, finamente laminadas que presentan nódulos sideríticos bandeados en forma concéntrica de 30 cm de diámetro.

2.3.2. Mesozoico

a) Formación Sipin

Esta formación aflora en el cuadrángulo de Huancané, cerca del campo petrolífero Pirín-Pusi, sobre el borde suroeste del Lago Titicaca. Fue descrita primero por (Newell, 1949) con una sección tipo en el cerro Sipín (3982, 82925) 2.5 km al suroeste de Pusi. Su litología está constituida por calizas pardas amarillentas con niveles de arenisca calcárea con laminación interna y niveles brechosos, arenisca de grano grueso, color ante claro, con laminación cruzada, lutita limolítica, rojo ladrillo, con intercalaciones de arenisca lajosa.

b) Formación Muni

Unidad estratigráfica que ocurre con afloramientos dispersos en la zona central de la región, tienen una orientación noroeste-sureste el mejor conjunto de afloramientos se ubica en el cuadrángulo de Azángaro (Cerro Soseyapunta, Cerro Tacuni, Cerro Cuchilluni, Cerro Alcamarine). Fue mencionada por primera vez por (Newell, 1949). Su litología consta de capas de color lila (cerca de 10 cm. de grosor) están generalmente endurecidas y con cimentación calcárea; caliza colorante, intemperizada cristalizada con clastos angulosos de limolita marrón rojizo; lutita abigarrada, principalmente colorante y



gris; caliza gris, cristaliza de grano fino masiva, parcialmente descalcificada intemperizada en algunas partes.

2.3.2.2. Cretácico

a) Formación Huancané

Esta unidad estratigráfica aflora en el sector central de la región (Cerro Caycate, Cerro Colquehuanca, Cerro Pacahuacha), al igual que las formaciones descritas anteriormente tiene cuerpos alargados de tamaños kilométricos con orientaciones noroeste-sureste. Fue descrita por, en profundidad parece estar solapada por las formaciones Moho y arenisca Cotacucho (Newell, 1949). La formación está dividida en tres unidades litológicas principales; conglomerados con estratificación de canal que generalmente yacen en la parte media de la secuencia; areniscas cuarzosas con estratificación cruzada con conjuntos asintóticos arreglados en unidades de 2 a 5 m. de grosor; areniscas lajosas con estratificación de canal con conjuntos de menos de 2 m de grosor, la presencia de capas cruzadas es usada para determinar la polaridad de capas de la mayoría de las exposiciones (Palacios, et. al, 1993).

b) Formación Ayabacas

Asignada como formación por (Palacios, et. al, 1993) pero descrita por (Newell, 1949). Esta formación estratigráfica tiene cuerpos de roca con formas alargadas disgregados en el sector central de la región (entre las cordilleras Occidental y Oriental) con orientación noroeste-sureste, la litología tipo deriva de la localidad de Ayabacas en el cuadrángulo de Juliaca en la carretera Juliaca – Taraco. (Palacios, et. al, 1993) basado en (Palacios, et.al, 1993) hace la siguiente descripción litológica. Lutita limolítica roja con caliza impura; caliza masiva gris ante, con numerosos huecos tabulares intemperizada



con una superficie muy áspera, la parte superior es azulina; caliza de grano fino, en bloques, estratificación regular, escasamente fosilífera, los últimos 2 m son lutíticas.

c) **Formación Muñani**

Sus afloramientos se ubican de forma muy dispersa en la zona central de la región, reposando concordantemente sobre la formación Vilquechico, como ocurre al NW del poblado de Vilquechico y en el Cerro Cerazo a 5 km. al N de Moho. Fue descrita por primera vez por (Newell, 1949) y (Palacios, et. al, 1993), menciona que consiste en areniscas anaranjadas a marrón rojizo, friables de grano grueso a fino con estratificación cruzada de canal y con un desarrollo irregular de cuarzo secundario como cemento que da lugar a rasgos escarpados. En algunos lugares la arenisca se halla completamente recristalizada a una cuarcita purpura azulina (NE de la laguna Huajracota), (Palacios, et. al, 1993).

2.3.3. **Cenozoico**

a) **Grupo Puno**

Descrito por primera vez por (Newell, 1949), la unidad aflora de forma dispersa en la parte central y sur de la región.

(Palacios, et. al, 1993), menciona que la constitución litológica es de areniscas con conglomerados comunes, limolitas subordinadas, calizas y horizontes de tufos. Las areniscas en todo lugar son feldespáticas, las cuales pueden ser clasificadas como arcosas, subarcosas y como sedimentos arenosos feldespáticos, son de color rosado a marrón rojizo bien clasificadas, masivas bien estratificadas de tamaño de grano muy variable, con granos de cuarzo monocristalino angular a subredondeado.

(Palacios, et. al, 1993), dice que, a 10 kilómetros de Juliaca el Grupo consiste de areniscas masivas interestratificadas con algunos lentes de conglomerados; areniscas laminares bien estratificadas y mal clasificadas, areniscas limoníticas que contienen granos de cuarzo subangular a subredondeado en una matriz limolítica.

b) Grupo Tacaza – Andesita

Término empleado fue publicado formalmente por (Newell, 1949). Esta unidad estratigráfica aflora en la zona sur y suroeste de la región. Estratigráficamente reposan encima del grupo Puno y debajo de la formación Maure, en ambos casos con discordancias angulares.

Se definen tres miembros. El miembro inferior consiste mayormente de sedimentos clásticos continentales. El miembro medio (Tufi Carumas) está representado, por tufos de naturaleza riolítica. El miembro superior incluye coladas de andesitas y tufos brechoides, porciones que varían en los diferentes afloramientos. Las intercalaciones de escasos sedimentos entre los derrames nos indican que existieron periodos de quietud en la actividad volcánica, en las cuales se efectuaba una rápida denudación de las áreas elevadas y la consiguiente acumulación de clásticos gruesos en pequeñas artesas, (Palacios, et. al, 1993).

2.3.4. Unidades cuaternarias

En las unidades cuaternarias tenemos el depósito aluvial, depósito fluvial, travertinos y el depósito palustrino reciente.

En la siguiente tabla 1 se describe las unidades litoestratigráficas de los alrededores de lugar de estudio así como también tenemos la figura 1 un mapa geológico regional donde se ven las formaciones geológicas que abarcan el área de estudio.

Tabla 1: Columna estratigráfica regional.

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRAESTIGRÁFICA		DESCRIPCIÓN
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Dep. Palustrino reciente	Qh-pr	Compuesta litológicamente por areniscas, limoarcillitas, turba y algunos con niveles de diatomitas.
			Travertino	Qh-t	Consta de grandes paquetes de carbonato de calcio, por precipitación química y evaporación de aguas lacustrinas.
			Dep. Fluvial	Qh-fl	Compuestos por gravas y arenas ubicados en los lechos de los ríos.
			Dep. Aluvial	Qh-al1	Compuesta por arcillas y limos, arenas y gravas no consolidadas depositadas por la corriente de los ríos.
	NEÓGENO	MIOCENO	Gpo Tacaza	PN-ta	Compuesta por andesitas bien estratificadas, lavas de andesitas basálticas y tufos de bloques.
	PALEÓGENO	OLIGOCENO	Gpo Puno	P-pu	Compuesta de areniscas con conglomerados comunes, limolitas subordinadas, calizas y horizontes de tufos.
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	Fm. Muñani	P-mu	Consiste en areniscas anaranjadas a marrón rojizo, friables de grano grueso a fino.
			Fm. Ayabacas	Kis-ay	Consta de lutitas limolítica roja con caliza impura; caliza masiva gris.
		INFERIOR	Fm. Huancané	Ki-hn	Compuesta por conglomerados, areniscas cuarzosas, areniscas lajosas.
	JURÁSICO	SUPERIOR	Fm. Muni	JsKi-mu	Consta de caliza colorante, lutita abigarrada, caliza gris, lutita abigarrada de color gris.
			Fm. Sipin	Js-si	Constituida por calizas pardas amarillentas con niveles de arenisca calcárea con laminación interna y niveles brechosos.
PALEOZOICO	DEVÓNICO	INFERIOR	Fm. Chagrapi	SD-ch	Constituida por lutitas areniscosas nodulares, lutitas negras de grano fino, finamente laminadas que presentan nódulos sideríticos bandeados en forma concéntrica de 30 cm de diámetro.
	SILÚRICO	SUPERIOR			

Fuente: INGEMMET, cartas geológicas del Perú.

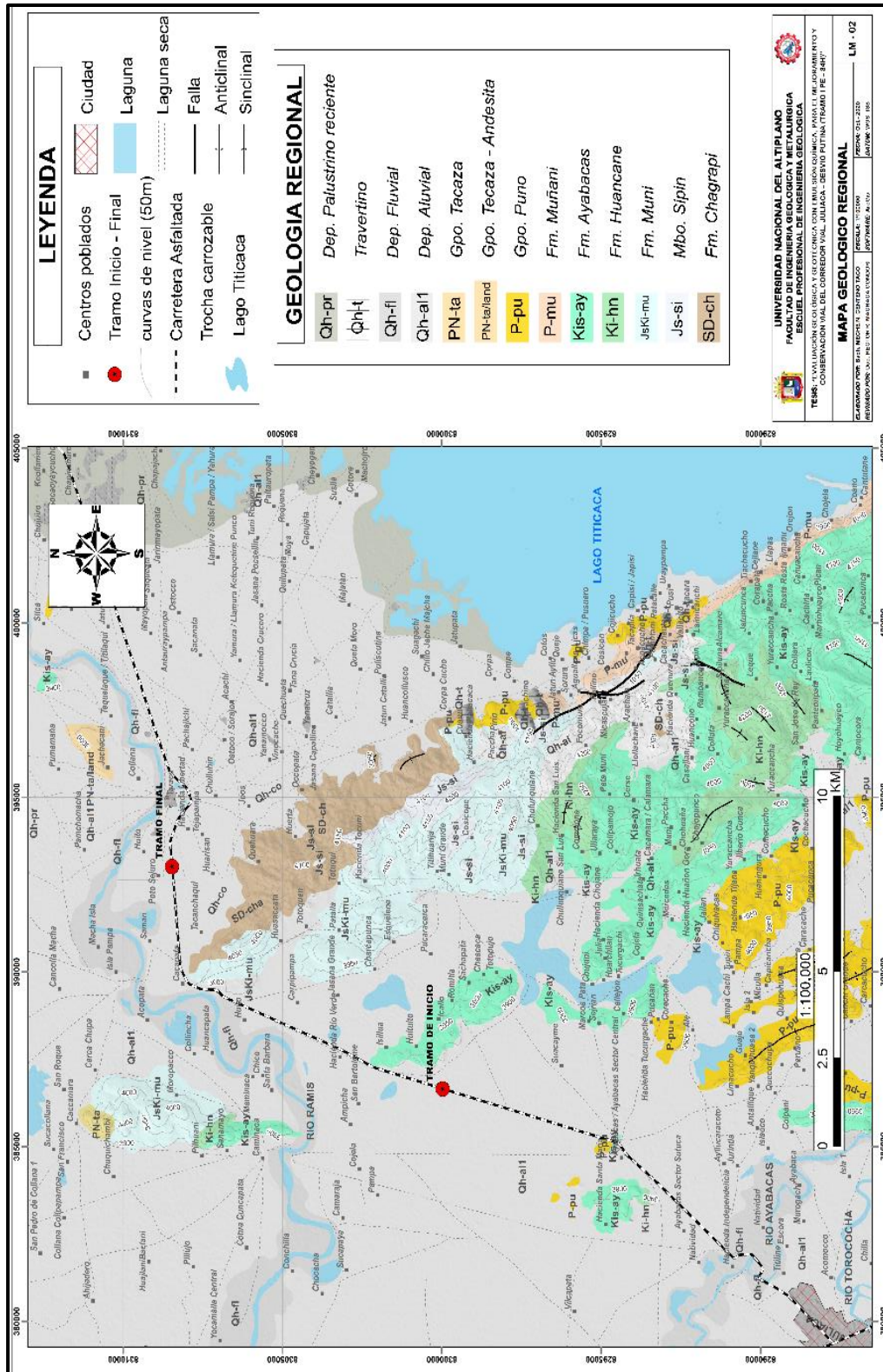


Figura 1: Mapa geológico regional.

Fuente: INGENMET, cartas geológicas del Perú.



2.4. MECÁNICA DE SUELOS

(Escobar & Potes, 2002), definen la mecánica de suelos como la disciplina que se ocupa de la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas geotécnicos del terreno, estudia las propiedades, el comportamiento y la utilización del suelo como material estructural, de tal manera que las deformaciones y resistencia de este ofrezcan seguridad, durabilidad y estabilidad a las estructuras. Estudia, además, la firmeza del suelo, su deformación y el flujo de agua hacia su interior y hacia el exterior a través de su masa, tomando en cuenta que resulte económicamente factible usarlo como material de construcción.

2.5. SUELOS

(Crespo, 2005), describe el suelo como cualquier material no consolidado compuesto de distintas partículas sólidas con gases o líquidos incluidos, producto de la desintegración mecánica o la descomposición química de rocas preexistentes, estas pueden acumularse o ser transportadas y depositadas en otros sitios.

2.5.1. Origen del suelo

El suelo constituye una interface entre las rocas del sustrato continental y la atmosfera, formándose como consecuencia de los fenómenos físico-químicos y biológicos de intercambio que ahí se producen. El concepto de suelo es, por tanto, un concepto evolutivo. Este se forma como consecuencia de un proceso dinámico, que implica un cambio progresivo desde que la roca se pone en contacto con la atmosfera como consecuencia de la erosión, hasta su desarrollo completo.

2.5.2. Tamaño de partículas

Por su tamaño los suelos se dividen en:



- a) **Gravas.** Son acumulaciones sueltas de fragmentos de roca que varían en su tamaño entre 2 mm. y 7.62 cm. de diámetro. Si estas son acarreadas por las aguas, tienen forma redondeada. Suele encontrarse en forma suelta en los lechos, en los márgenes y conos de deyección de los ríos, también en depresiones de terreno rellenados. (Gonzalez, et. al , 2007)
- b) **Arenas.** Están formadas por granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, sus partículas varían entre 0.05 mm y 2mm de diámetro. El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. Las arenas estando limpias no sufren contracciones al secarse, no son plásticas y al aplicárseles carga se comprimen casi instantáneamente. (Gonzalez, et. al , 2007).
- c) **Limos.** Son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, estos pueden ser inorgánicos como el producido en canteras, o limo orgánico como el que se encuentra en los ríos. El diámetro de las partículas varía entre 0.005 mm y 0.05 mm. Su color varía desde gris claro a muy oscuro, su permeabilidad es muy baja y la compresibilidad es muy alta en los limos orgánicos. (Gonzalez, et. al, 2007).
- d) **Arcillas.** Son partículas sólidas con diámetro menor a 0.005 mm y cuya masa se vuelve plástica al ser mezclada con agua, químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en pocas ocasiones contiene silicatos de hierro o de magnesio hidratados. La estructura de éstos minerales es cristalina y complicada, sus átomos están dispuestos en forma laminar (Gonzalez, et. al, 2007).

2.5.3. Forma de las partículas

Esfericidad: Grado de isometría de un clasto, que cuantifica el grado de evolución alcanzada por este en su tendencia, por desgaste durante su transporte, a alcanzar la forma de esfera.

Redondez: Parámetro que define la agudeza de las aristas de los vértices, independiente de su forma.

La angulosidad o redondez, es una medida de la agudeza de los vértices de las partículas. Para medir la angulosidad de las partículas se describe cualitativamente en la figura 2.

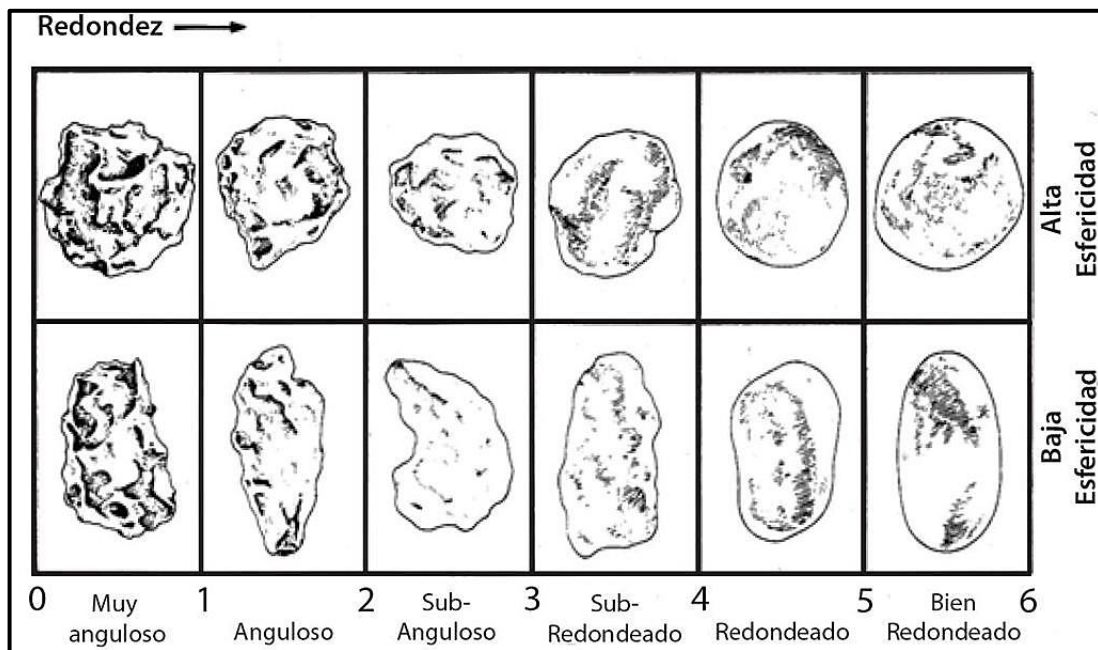


Figura 2: Angulosidad de las partículas.

Fuente: (Power, 1953)

2.5.4. Modelo del suelo y propiedades básicas

Las propiedades físicas básicas de un suelo son las que requieren para definir su estado físico. Para los propósitos del análisis y diseño de ingeniería, es necesario cuantificar las tres fases constituyentes (sólida, líquida y gaseosa) y poder expresar las relaciones entre ellas en términos numéricos.

Por ejemplo, el contenido de humedad de un suelo es simplemente la relación de la masa de agua a la masa de sólido. Las densidades, esto es las relaciones entre la masa y el volumen, también son medidas importantes del estado físico de un suelo. En un suelo

típico, el sólido, el líquido (agua) y el gas (aire) están entremezclados en forma natural, por lo que resulta difícil visualizar sus proporciones relativas.

El modelo unitario de volumen de sólido está basado en una unidad de volumen por ejemplo, 1 m^3 de material sólido.

La figura 3, representa un modelo de una muestra de suelo, en el que aparecen sus partes principales. (Gonzalez, et. al , 2007).

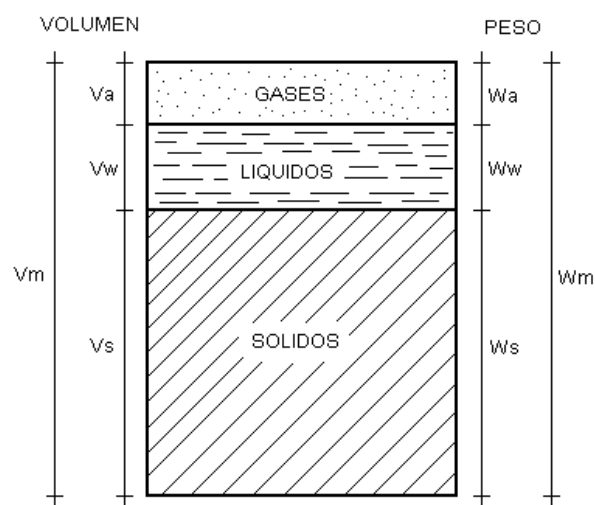


Figura 3: Tres fases separadas de un elemento de suelo.

Fuente: (Das, 1984).

2.5.5. Propiedades de los suelos

Las propiedades de los suelos, sean estas físicas o mecánicas, varían con su graduación, su contenido de humedad, su posición vertical con relación a la superficie y su localización geográfica. (Gonzalez, et. al , 2007).

Entre las propiedades físicas de los suelos que más interesan, están: variación volumétrica, resistencia mecánica, granulometría, plasticidad, entre otras.



a) Variación volumétrica

Muchos suelos se expanden y se contraen debido a los cambios en su contenido de humedad. Las presiones de expansión que se desarrollan debido a incrementos en la humedad deben ser controladas, ya que estas presiones pueden levantar pavimentos, inclinar postes, fracturar muros, romper tubos de drenaje, etc., por lo cual es de suma importancia detectar a los suelos expansivos, su composición y el tratamiento más adecuado para evitar las contracciones y la expansividad (Gonzalez, et. al , 2007).

b) Resistencia mecánica

En los suelos la humedad es muy importante porque determina la capacidad de estos para resistir las cargas y mantener su estructura en condiciones estables de trabajo hasta ciertas humedades (por ejemplo: limos 10% a 25%; arcillas 20% a 30%), los suelos pueden mantener resistencias aceptables pero cuando hay excesos de humedad se debilitan y pierden la resistencia que se manifiesta en hundimientos, grietas, cuarteamientos, hinchamientos, etc. En la época lluviosa los suelos se vuelven débiles, ya que el agua que absorben los hace perder resistencia hasta llegar a la saturación.

En la época seca pierden humedad y se vuelven muy duros o muy resistentes pero en la superficie donde los vehículos circulan, la acción abrasiva de las llantas hace que se genere la soltura de las partículas del suelo abundantemente para producir capas de polvo, con lo cual el deterioro superficial llega a ser severo. (Gonzalez, et. al , 2007).

c) Granulometría

El análisis granulométrico, se refiere a la determinación de la cantidad de los diversos tamaños (como porcentaje de peso total) de las partículas que constituyen el suelo. Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos son función directa de su

granulometría y su determinación es fundamental para establecer su comportamiento mecánico, principalmente cuando se somete a cargas directamente. (Gonzalez, et. al , 2007).

Algunas clasificaciones granulométricas de los suelos según sus tamaños son los siguientes, tabla 2 y 3:

– **Clasificación internacional.**

Tabla 2: Clasificación granulométrica internacional de suelos.

Clasificación internacional (mm)				
2	0.2	0.02	0.002	0.0002
Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla	Ultra-Arcilla (Coloides)

Fuente: extraído, Instituto de tecnología de Massachusetts (s.f.).

– **Clasificación M.I.T (instituto tecnológico de massachsetts).**

Tabla 3: Clasificación granulométrica internacional de suelos.

Clasificación Mit (Instituto Tecnológico De Massachusetts) (Mm)								
2	0.6	0.2	0.06	0.02	0.006	0.002	0.0006	0.0002
Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	Grueso	Media	Fina (Coloides)
Arena			Limo			Arcilla		

Fuente: Instituto de tecnología de Massachusetts (s.f.).

– **Procedimiento de tamizado por método mecánico según norma ASTM D-422.**

Es un buen método por el cual se puede representar la composición granulométrica de un suelo; los distintos tamaños de los granos se dibujan en escala logarítmica en la abscisa y los porcentajes en pesos de los granos más finos que un tamaño determinado, en escala natural en las ordenadas. A esta figura 4 se le conoce como curva granulométrica, la cual se forma

por la línea que une todos los puntos que representan los diferentes tamaños de que está compuesto un suelo. Si la curva es vertical el suelo está constituido por partículas de un solo tamaño, si la curva es suave o muy tendida se está en presencia de un suelo bien graduado, o sea, con una gran variedad en los tamaños de las partículas.

Como medida simple de la uniformidad del suelo Allen Hazen propuso el coeficiente de uniformidad:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Donde:

D_{60} : Es el tamaño de partículas al 60% del porcentaje de peso que pasa.

D_{10} : Es el tamaño de partículas al 10% del porcentaje de peso que pasa.

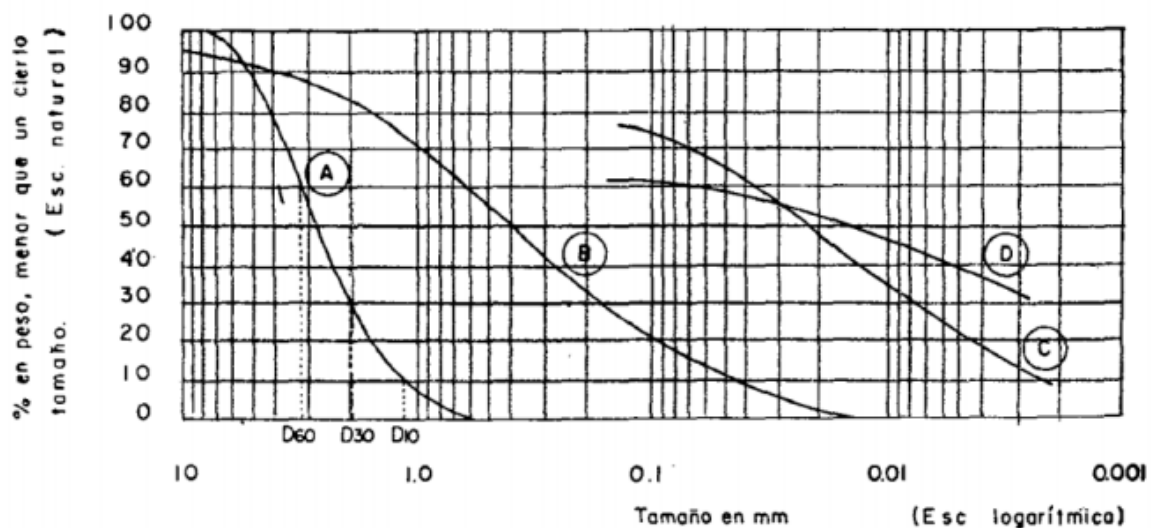


Figura 4: Curva granulométrica de algunos suelos.

Fuente: (Rigoberto, s.f.).



- (A) Arena muy uniforme, de ciudad Cuauhtémoc, México.
- (B) Suelo bien graduado, Puebla, México.
- (C) Arcilla del valle de México (curva obtenida con hidrómetro).
- (D) Arcilla del valle de México (curva obtenida con hidrómetro).

d) Plasticidad

La plasticidad es la propiedad que tiene un suelo por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas (dentro de un rango de humedad dado), sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse, ni romperse cuando se somete a fuerza de compresión. Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los límites de Atterberg, quien por medio de ellos separa los cuatro estados de consistencia de los suelos cohesivos. (Gonzalez, et. al , 2007).

e) Límites de atterberg

- **Límite líquido (L.L.).** Es el contenido de humedad expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico.
- **Límite plástico (L.P.).** Es el contenido de humedad máximo expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semi-sólido a un estado plástico.
- **Límite de contracción (L.C.).** Es el porcentaje de humedad con respecto al peso seco de la muestra, con el cual una reducción de agua ya no ocasiona disminución en el volumen del suelo.
- **Índice de plasticidad (I.P.).** Es la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico, y representa el margen de humedad dentro del cual se encuentra en estado plástico un determinado suelo y se calcula así: $I.P. = L.L. - L.P.$

- **Índice de contracción (I.C.).** Señala el rango de humedad para el cual el suelo tiene una consistencia semi-sólida y se calcula así: $I.C. = L.P. - L.C.$

2.5.6. Clasificación de suelos.

La geología, su amplio conocimiento y entendimiento sobre la naturaleza y comportamiento de los suelos, aporta valiosos datos que sirven de base y punto de partida a la ingeniería civil. Conocer sobre que suelo se realizará una edificación o construcción es vital.

La necesidad de agrupar, entender y dar solución a problemas, generó la clasificación de suelos como un medio para resolver dichos inconvenientes.

2.5.6.1. Clasificación geológica de los suelos.

Esta se realiza con respecto a la forma de deposición e historia geológica de un suelo.

2.5.6.2. Clasificación por el tamaño de las partículas.

De acuerdo con el tamaño de las partículas que forman los suelos, estas pueden tomar los siguientes nombres tabla 4:

Tabla 4: Clasificación por el tamaño de las partículas.

TIPO DE SUELOS	TAMAÑO DE PARTÍCULAS
Guijarros	Mayores de 3 pulg. (7.5 cms.)
Grava	Entre 3 pulg. y el claro de la malla No. 4
Grava Gruesa	De 3 pulg. a ¾ pulg. (7.5 cm. a 1.9 cm.)
Grava Fina	De ¾ pulg. al claro de la malla No. 4 (1.9 cm. A 4.8 mm.)
Arena	Del claro de la malla No 4 al claro de la malla No. 200 (4.8 mm a 0.075 mm)
Arena Gruesa	De la malla No. 4 a la malla No. 10 (4.8 mm a 2.0 mm)
Arena Media	De la malla No. 10 a la malla No. 40 (2.0 mm a 0.4 mm)
Arena Fina	De la malla No. 40 a la malla No. 200 (0.4 mm a 0.075 mm)
Finos (limos y arcillas)	Menor que la malla No. 200 (menor que 0.07 mm).

Fuente: (Rigoberto, s.f.).



La clasificación del suelo por el tamaño es la más simple, pero tiene el inconveniente de que su relación con las principales características físicas es indirecta, pues el tamaño es uno de los diferentes factores del que dependen ciertas propiedades físicas importantes de los suelos.

2.5.6.3. Sistemas de clasificación de suelos en ingeniería

a) Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

El sistema unificado de clasificación de suelos Unified Soil Classification System (SUCS), fue presentado por (Casagrande, 1948), usado para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se puede clasificar suelos con tamaños menores de tres (3) pulgadas; se representa mediante un símbolo con dos letras.

Los suelos de granos grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz N°. 200. Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos a los que lo pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz N° 200 y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz.

Esta clasificación divide los suelos en:

- **Suelos gruesos.** Se dividen en gravas y arena, y se separan con el tamiz N° 4, de manera que un suelo pertenece al grupo de grava si más del 50% retiene el tamiz No 4 y pertenecerá al grupo arena en caso contrario.

Suelos finos. El sistema unificado considera los suelos finos divididos entre grupos: limos inorgánicos (M), arcillas inorgánicas (C) y limos y arcillas orgánicas (O). Cada uno de estos suelos se subdivide a su vez según su límite líquido, en dos grupos cuya

frontera es $L_I = 50\%$. Si el límite líquido del suelo es menor de 50 se añade al símbolo general la letra L. (low compressibility). Si es mayor de 50 se añade la letra H (high compressibility). Obteniéndose de este modo los siguientes tipos de suelos:

ML : Limos Inorgánicos de baja compresibilidad.

OL : Limos y arcillas orgánicas.

CL : Arcillas inorgánicas de baja compresibilidad.

CH : Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad.

MH : Limos inorgánicos de alta compresibilidad.

OH : Arcillas y limos orgánicas de alta compresibilidad.

- **Suelos orgánicos.** Constituidos fundamentalmente por materia orgánica. Son inservibles como terreno para cimentación. En la siguiente tabla 5 la simbología según SUCS.

Tabla 5: Símbolos utilizados en la clasificación de sucs.

G : Grava	(Gravel)	W : Bien graduado.	(well)
S : Arena	(Sand)	P : Mal graduado.	(poor)
M : Limo	(Moh)	H : Alta plasticidad.	(high)
C : Arcilla	(Clay)	L : Baja plasticidad.	(low)
g:		O : Orgánico.	(organic)

Fuente: extraído, (Casagrande, 1948).

- **Suelos gruesos.**

Para que el suelo sea una grava debe cumplirse lo siguiente: retiene el tamiz N° 4 $> 1/2$ FG, retiene el tamiz N° 4: 100 menos lo que pasa el tamiz N° 4

Para que el suelo sea una arena debe cumplirse lo siguiente: retiene el tamiz N° 4 $< 1/2$ FG.

Las gravas con 5 a 12% de finos requieren el uso de símbolos dobles:

- GW -GM grava bien gradada con limo;
- GW-GC grava bien gradada con arcilla;
- GP-GM grava mal gradada con limo;
- GP-GC grava mal gradada con arcilla.

Las arenas con 5 a 12% de finos requieren el uso de símbolos dobles:

- SW -SM arenas bien gradada con limo
- SW -SC arenas bien gradada con arcilla
- SP-SM arena mal gradada con limo
- SP-SC arena mal gradada con arcilla

Tabla 6: Sistema de clasificación sucs.

SISTEMA CLASIFICACION USCS							
GRUESOS (< 50 % pasa 0.08 mm)							
Tipo de Suelo	Símbolo	% pasa 5 mm.***	% pasa 0.08 mm.	CU	CC	** IP	
Gravas	GW	< 50	< 5	> 4	1 a 3		
	GP			≤ 6	<1 ó >3		
	GM		> 12				< 0.73 (wl-20) ó <4
	GC						> 0.73 (wl-20) ó >7
Arenas	SW	> 50	< 5	> 6	1 a 3		
	SP			≤ 6	<1 ó >3		
	SM		> 12				< 0.73 (wl-20) ó <4
	SC						> 0.73 (wl-20) y >7
* Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC.							
*** respecto a la fracción retenida en el tamiz 0.080 mm							
** Si $IP \geq 0.73 (wl-20)$ ó si IP entre 4 y 7 e $IP > 0.73 (wl-20)$, usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC.							
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej: GW-GM en vez de GW-GC.							
$C_U = (D_{60}) / (D_{10})$				$C_C = (D_{30}^2) / (D_{60} \cdot D_{10})$			

Fuente: (Casagrande, 1948).

b) Sistema unificado de clasificación de suelos (AASHTO)



La American Association of State Highway Officials adoptó este sistema de clasificación de suelos (AASHTO M 145), tras varias revisiones del sistema adoptado por el Bureau of Public Roads de Estados Unidos, en el que los suelos se agrupan en función de su comportamiento como capa de soporte o asiento del firme. Es el sistema más utilizado en la clasificación de suelos en carreteras. (Gonzalez, et. al , 2007).

En esta clasificación los suelos se clasifican en siete grupos (A-1, A-2,..., A-7), según su granulometría y plasticidad. Más concretamente, en función del porcentaje que pasa por los tamices nº 200, 40 y 10, y de los Límites de Atterberg de la fracción que pasa por el tamiz nº 40. Estos siete grupos se corresponden a dos grandes categorías de suelos, suelos granulares (con no más del 35% que pasa por el tamiz nº 200) y suelos limo-arcillosos (más del 35% que pasa por el tamiz nº 200). (Gonzalez, et. al , 2007).

La categoría de los suelos granulares; gravas, arenas y zahorras; está compuesta por los grupos A-1, A-2 y A-3, y su comportamiento en explanadas es, en general, de bueno a excelente, salvo los subgrupos A-2-6 y A-2-7, que se comportan como los suelos arcillosos debido a la alta plasticidad de los finos que contiene, siempre que el porcentaje de estos supere el 15%. Los grupos incluidos por los suelos granulares son los siguientes:

- A-1: Corresponde a una mezcla bien graduada de gravas, arenas (gruesa y fina) y finos no plásticos o muy plásticos. También se incluyen en este grupo las mezclas bien graduadas de gravas y arenas sin finos.
 - A-1-a: Incluye los suelos con predominio de gravas, con o sin material fino bien graduado.
 - A-1-b: Incluye suelos constituidos principalmente por arenas gruesas, con o sin material fino bien graduado.



- A-3: Corresponde, típicamente, a suelos constituidos por arena fina de playa o de duna, de origen eólico, sin finos limosos o arcillosos o con una pequeña cantidad de limo no plástico. También incluyen este grupo, los depósitos fluviales de arena fina mal graduada con pequeñas cantidades de arena gruesa o grava. (Gonzalez, et. al , 2007).
- A-2: Este grupo comprende a todos los suelos que contienen un 35% o menos de material que pasa por el tamiz n° 200 y que no pueden ser clasificados en los grupos A-1 y A-3, debido a que el porcentaje de finos o la plasticidad de estos (o ambas cosas) están por encima de los límites fijados para dichos grupos. Por todo esto, este grupo contiene una gran variedad de suelos granulares que estarán entre los correspondientes a los grupos A-1 y A-3 y a los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7.
 - A-2-4 y A-2-5: En estos subgrupos se incluyen los suelos que contienen un 35% o menos de material que pasa por el tamiz n° 200 y cuya fracción que pasa por el tamiz n° 40 tiene las características de los grupos A-4 y A-5, de suelos limosos. En estos subgrupos están incluidos los suelos compuestos por grava y arena gruesa con contenidos de limo o índices de plasticidad por encima de las limitaciones del grupo A-1, y los suelos compuestos por arena fina con una proporción de limo no plástico que excede la limitación del grupo A-3.
 - A-2-6 y A-2-7: En estos subgrupos se incluyen suelos como los descritos para en los subgrupos A-2-4 y A-2-5, excepto que los finos contienen arcilla plástica con tienen las características de los grupos A-6 y A-7. (Gonzalez, et. al , 2007).

La categoría de los suelos limo-arcillosos está compuesta por los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7, cuyo comportamiento en explanadas va de regular a malo. En esta categoría

los suelos se clasifican en los distintos grupos atendiendo únicamente a su límite líquido y a su índice de plasticidad, según las zonas de plasticidad. De esta forma se clasifican también los suelos del grupo A-2 en los distintos subgrupos. En la figura 5 se aprecia la interpretación del índice de plasticidad según la granulometría. (Gonzalez, et. al , 2007).

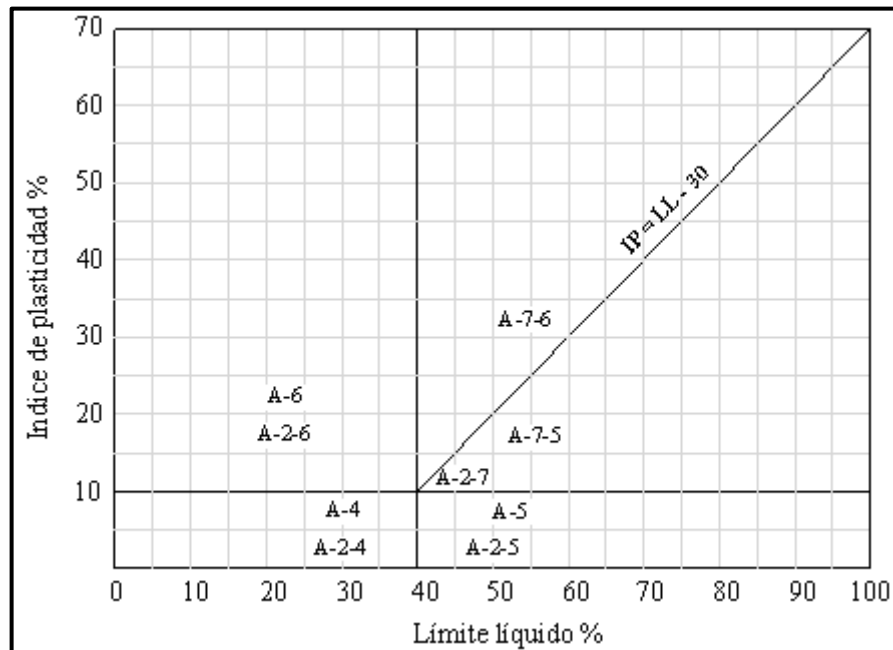


Figura 5: Plasticidad de Aashto.

Fuente: (Casagrande, 1948).

Los grupos incluidos en los suelos granulares son los siguientes:

- **A-4:** El suelo típico de este grupo es un suelo limoso no plástico o moderadamente plástico, que normalmente tiene un 75% o más de material que pasa por el tamiz n° 200. También se incluyen en este grupo los suelos constituidos por mezclas de suelo fino limosos y hasta un 64% de gravas y arenas.
- **A-5:** El suelo típico de este grupo es similar al descrito en el grupo A-4, salvo que suele tener carácter diatomáceo o micáceo, y pueden ser muy compresibles, como indica su elevado límite líquido.



- **A-6:** El suelo típico de este grupo es un suelo arcillosos plástico, que normalmente tiene un 75% o más de material que pasa por el tamiz n° 200. También se incluyen en este grupo las mezclas de suelo fino arcilloso y hasta un 64% de gravas y arenas. Estos suelos, experimentan generalmente grandes cambios de volumen entre los estados seco y húmedo.
- **A-7:** El suelo típico de este grupo es similar al descrito en el grupo A-6, salvo que tiene las características de elevado límite líquido del grupo A-5, y puede ser elástico y estar sujeto a grandes cambios de volumen.
 - **A-7-5:** Se incluyen en este subgrupo los suelos con un índice de plasticidad moderado en relación con el límite líquido y que pueden ser altamente compresibles, además de estar sujetos a importantes cambios de volumen.
 - **A-7-6:** Se incluyen en este subgrupo los suelos con un índice de plasticidad elevado en relación con el límite líquido y que están sujetos a cambios de volumen muy importantes.
- La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.
- El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que L.L. - 30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que L.L. - 30.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.	N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Figura 6: Sistema de clasificación de suelos Aashto.

Fuente: (Casagrande, 1948).

Las equivalentes entre el sistema de clasificación AASHTO y el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), son las siguientes, tabla 7.

Tabla 7: Equivalencias entre el sistema de clasificación Aashto-Sucs.

Grupo AASHTO	Grupo SUCS
A-1	GW, GM, GP y SW
A-2	SC
A-3	SP y SM
A-4	ML
A-5	CL, OL y MH
A-6	CH
A-7	OH y Pt

Fuente: (Casagrande, 1948).

2.6. EMULSIÓN ASFÁLTICA

Las emulsiones asfálticas son una mezcla de asfalto con agua que con el emulsificante forman una emulsión estable que permite tender las carpetas asfálticas "en

frío", es decir, a temperaturas menores a 100°C. Las desventajas de las emulsiones asfálticas son principalmente el tiempo de fraguado que estas requieren, la complicada química y tecnología que se desarrolla en las emulsiones, pues los compuestos químicos presentes en el asfalto como los asfaltenos y málenos son variables y de diferente naturaleza química. Estas se presentan en sus diferentes fases figura 7.

Debido al mecanismo de fraguado, estas emulsiones comúnmente no logran una estabilidad aceptable con el agregado pétreo del asfalto, por ello son aplicables principalmente a caminos secundarios en los que la carga vehicular no es regular ni posee alto peso.

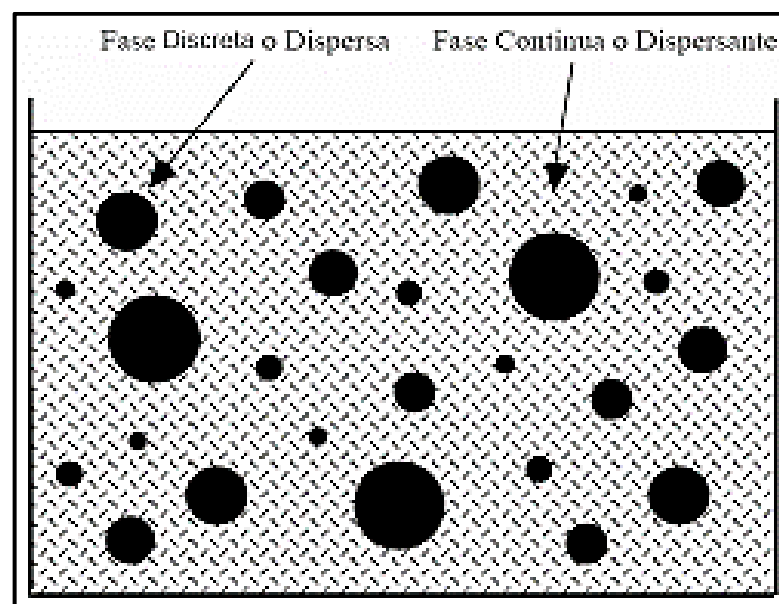


Figura 7: Diagrama esquemático de una emulsión.

Fuente: Extraído (Sanfandila, 2001).

2.6.1. Componentes de las emulsiones asfálticas

Las emulsiones tienen tres ingredientes básicos: como son el asfalto, el agua y un agente emulsificante. En algunas ocasiones agente emulsificante puede contener un estabilizador. En aplicaciones especiales como es el caso del micropavimento se agrega un ingrediente más, el polímero. Es bien sabido que el agua y el asfalto no se mezclan,



excepto bajo condiciones cuidadosamente controladas, usando equipo especializado y aditivos químicos. La mezcla de betún asfáltico ó cemento asfáltico y agua es algo análoga al caso de un mecánico de automóviles que trata de quitarse la grasa de sus manos con agua. Únicamente, hasta cuando use un detergente o agente jabonoso le será posible remover la **grasa con éxito**. Se aplican principios físicos y químicos similares para la formulación y producción de las emulsiones asfálticas. (Asphalt, , 2010).

El propósito es conseguir una dispersión de betún asfáltico en agua, suficientemente estable para el bombeo, almacenamiento prolongado y mezclado. Además, la emulsión deberá romper rápidamente al entrar en contacto con el agregado en el mezclador o después de ser esparcida sobre la superficie de la vía. Una vez curado, el asfalto residual conserva todas las propiedades de adhesividad, durabilidad y resistencia al agua del betún asfáltico usado para producirla. En casos de micropavimento la emulsión utilizada es la misma, solo sé que se añade un polímero el cual le proporciona su características particulares. (Asphalt, 2010).

2.6.1.1. Betún asfáltico

Es el ingrediente básico de una emulsión y en la mayoría de los casos, representa del 55 al 70 % de la emulsión. No existe relación exacta entre las propiedades del betún asfáltico y la facilidad con la cual el asfalto puede emulsificarse. No obstante que la dureza del betún asfáltico puede elegirse a voluntad, la mayor parte de las emulsiones se hacen con asfaltos situados dentro un intervalo de penetración de 100 a 250. A veces, las condiciones climáticas pueden determinar el uso de un asfalto más blando o más duro. En cualquier caso, es esencial la compatibilidad del agente emulsificante con el betún asfáltico para producir una emulsión estable (Asphalt, 2010).



El asfalto es un coloide compuesto de varias fracciones, siendo las principales los asfáltenos y los máltenos. La constitución coloidal del asfalto depende de la naturaleza química, el porcentaje de fracciones y sus relaciones entre ellas. Los asfáltenos son la fase dispersa del asfalto, mientras que los máltenos son la fase continua. Se ha establecido que los asfáltenos suministran la dureza, mientras que los máltenos confieren las propiedades de adhesividad y ductilidad (Asphalt, 2010).

2.6.1.2. Agua

El segundo ingrediente en cantidad es el agua. No puede restarse importancia a su contribución para dotar al producto final de propiedades deseables. El agua humedece y disuelve; se adhiere a otras sustancias; y modera las reacciones químicas; estos factores permiten la producción de una emulsión satisfactoria. Por otro lado, el agua puede contener minerales u otras sustancias que afecten a las propiedades de la emulsión, son inadecuadas las aguas sin tratar a causa de sus impurezas, especialmente las que tienen iones de calcio y magnesio. El agua usada para preparar emulsiones deberá ser razonablemente pura y libre de materias extrañas. (Sanfandila, 2001).

2.6.1.3. Agentes emulsificantes.

Las propiedades de una emulsión dependen notablemente del producto químico usado como emulsificante. Dicho químico es un agente con actividad de superficie, comúnmente llamado “surfactante”, que determina si la emulsión se clasificará como aniónica, catiónica o no iónica. El emulsificante, también mantiene los glóbulos de asfalto en suspensión estable y permite su rotura oportuna. El surfactante cambia la tensión superficial en la interface, es decir en el área de contacto entre los glóbulos de asfalto y el agua. Hay gran disponibilidad de emulsificantes químicos. Deben seleccionarse por su compatibilidad con el betún asfáltico usado. Los emulsificantes aniónicos más



frecuentemente usados son los ácidos grasos derivados de la producción maderera, tales como aceites de tallos, resinas y ligninas. Los emulsificantes aniónicos son saponificados (vuelto jabón) por reacción con hidróxidos de sodio o potasio. La mayoría de los emulsificantes catiónicos son aminas grasas (diaminas, imidazolininas y amidoaminas). Las aminas son convertidas en jabón por reacción con un ácido, generalmente clorhídrico. Otro tipo de agente emulsificante es la sal cuaternaria de amonio, que se usa para producir emulsiones catiónicas. En la mayor parte de los casos, el agente se combina con el agua antes de introducirlo en el molino coloidal. En otros casos puede combinarse con el betún asfáltico antes de su ingreso al molino. A continuación se muestra una relación porcentual del contenido aproximado de los distintos ingredientes que componen una emulsión asfáltica, ver tabla 8 (Sanfandila, 2001).

Tabla 8: Composición de las emulsiones asfálticas.

Elemento	Emulsión normal	Emulsión modificada con polímero
Betón asfáltico	40 – 70	50 – 70
Emulsificante	0,2 – 1,5	0,2 – 1,5
Agua	40 – 60	35 – 45
Polímero	0	1 – 4

Fuente: (Asphalt, 2010)

2.6.1.4. Polímero

El polímero es un elemento modificador de la emulsión en forma de Látex, que tiene la propiedad de dar mayor flexibilidad al asfalto, evitar la penetración de los rayos ultravioletas, retardando su oxidación, evitando su deterioro prematuro y alargando su vida útil. El polímero se agrega a la solución jabonosa antes de ingresar al molino coloidal, es un material de fácil dispersión en agua. (Sanfandila, 2001).

2.6.2. Clasificación de las emulsiones asfálticas

Según la concentración de cada fase se tienen las emulsiones directas, en las cuales la fase hidrocarbonatada se encuentra dispersa en la fase acuosa continua; y las inversas o emulsiones de alta flotación, donde la fase continua la constituye el asfalto. Si bien las emulsiones asfálticas son clasificadas generalmente de acuerdo al tipo de surfactante utilizado (según la carga eléctrica que rodea la partícula de asfalto), también se considera una característica importante al caracterizar las emulsiones: la tasa de sedimentación, que cuantifica la rapidez con la cual coalescen las partículas suspendidas de asfalto o cuán rápido se rompe la emulsión por evaporación del agua, y que es afectada por el tipo de concentración de emulsificante y las condiciones atmosféricas. (Asphalt, 2010)

2.6.2.1. Las emulsiones de ruptura rápida (RS)

Se utilizan principalmente en tratamiento de superficies. Estas emulsiones interactúan rápidamente con el agregado, y revierten la emulsión a asfalto. Este tipo de



emulsiones produce películas resistentes y algunos grados (RS-2 y CRS-2) tienen altas viscosidades, para prevenir el escurrimiento, y que una vez formada la capa, esta no se desprende con facilidad. Estas propiedades le hacen ideal para aplicaciones de rociado, tales como en bacheos, sellos arenosos y tratamientos superficiales (Asphalt, 2010).

2.6.2.2. Las Emulsiones modificadas con polímeros

Son superiores a las de grado convencional, debido a la adición de un polímero. La base asfáltica en estas emulsiones es más adhesiva y elástica que los cementos asfálticos convencionales. Se obtienen buenos resultados en tratamientos de superficies con menos pérdida de agregados, y mejora la resistencia al corrimiento y al agrietamiento a bajas temperaturas (Asphalt, 2010).

2.6.2.3. Las Emulsiones de rotura media (MS)

Son diseñadas para ser mezcladas con agregados, ya sea en frío o en caliente, y también para el tratamiento de superficies. Estas emulsiones no se rompen inmediatamente al contacto con el agregado, y por esta razón, algunas pueden ser elaboradas en una planta y la mezcla resultante, transportada al lugar de la pavimentación. Las emulsiones de grado abierto, en reciclado de pavimentos y en mezclas en frío en plantas centrales (Asphalt, 2010).

2.6.2.4. Las emulsiones HF (De alta flotación)

Tienen una calidad específica que permita una densa película asfáltica sobre el agregado y baja susceptibilidad a la humedad. Las emulsiones HF crean una estructura de gel en el asfalto residual, que reduce la susceptibilidad a la temperatura del producto final. Estas presentan una espesa película de asfalto para mantener alta rigidez en un clima caliente y menor rigidez (más elástico) en climas fríos. Las HF son buenas para sellos



baratos (bacheos) donde el cubrimiento del agregado es completo. En las emulsiones HF modificados con polímeros, el rendimiento de las emulsiones HF es incrementado. El asfalto residual de estas emulsiones provee una mezcla con alta fuerza adherente de una buena capacidad para soportar cargas al ser el pavimento un poco más flexible.

2.6.2.5. Las emulsiones catiónicas del tipo de rotura lenta (CCS-1h)

Son diseñadas para un tiempo máximo de mezcla con los agregados. Su largo tiempo para la manipulación aseguró buen cubrimiento con grados densos, de agregados con un alto contenido de finos. Su aplicación se extiende, además de la pavimentación, a otros usos industriales. Para tales propósitos, la viscosidad de las emulsiones es baja y puede ser reducida aún más con la adición de agua. Si se desea aumentar la velocidad de ruptura, puede ser añadido un pequeño porcentaje de cemento Portland o cal hidratada, durante la producción de la mezcla. Otras aplicaciones de estas emulsiones incluyen bases de grado denso y bases para estabilización. Una aplicación diferente a la pavimentación ha sido en el tratamiento de suelos que han sido sembrados y fertilizados.

El asfalto forma una película delgada que retiene las semillas en su lugar, absorbe y conserva el calor solar requerido para la germinación. Con respecto a la nomenclatura para la identificación de las emulsiones, se utiliza el prefijo C en las emulsiones de tipo catiónicas, por ejemplo CCS y CRS representan emulsiones catiónicas de sedimentación lenta y rápida, respectivamente. Cuando no aparece la letra C se asume que la emulsión de acuerdo al grado de viscosidad que posee. De esta manera, se utilizan los sufijos 1 y 2 para designar a emulsiones cuyas viscosidades Saybolt Furol, a 122°F, se encuentran en los rangos 20-100 y 100-400 s, respectivamente. Cuando se ha utilizado un asfalto duro (penetración de 40-50 a 77° F) en la manufactura de la emulsión, se suele colocar la letra h como sufijo. Cuando no aparece la letra h se sobreentiende que se ha utilizado un asfalto

con penetración entre 100-200. Por ejemplo, CSS-1h representa a una emulsión catiónica de sedimentación lenta con viscosidad entre 20 y 100 s, en la que se ha utilizado un asfalto con penetración 10 a 90. En la Tabla 9 se describen las aplicaciones en las cuales las emulsiones asfálticas pueden ser utilizadas dependiendo de la rapidez de ruptura, viscosidad y el tipo de asfalto empleado. (Asphalt, 2010).

Tabla 9: Usos más frecuentes de las emulsiones.

Tipo de Construcción	ASTM D977 / AASHTO M208							ASTM D2397 / AASHTO M 140							
	RS-1	RS-2	HFRS-2	MS-1, HFMS-1	MS-2, HFMS-2	MS-2h, HFMS-2h	HFMS-2s	SS-1	SS-1h	CRS-1	CRS-2	CMS-2	CMS-2h	CSS-1	CSS-1h
Mezclas de asfalto y agregados:															
Mezcla en Planta (en caliente)						X ^a									
Mezcla en Planta (en frío)															
Granulometría abierta					X	X						X	X		
Granulometría cerrada							X	X	X					X	X
Arena							X	X	X					X	X
Mezclado In-Situ															
Granulometría abierta					X	X						X	X		
Granulometría cerrada							X	X	X					X	X
Arena							X	X	X					X	X
Suelo Arenoso							X	X	X					X	X
Aplicaciones de Asfalto y Agregado															
Tratamiento Superficiales (S/M)	X	X	X							X	X				
Sellado con Arena (Sand Seal)	X	X	X	X						X	X				
Lechada Asfáltica (Slurry Seal)							X	X	X					X	X
Micro-aglomerado (Micro-sufac.)															X ^e
Sallado Doble (Sándwich seal)		X	X							X					
Capa Seal		X								X					
Aplicaciones de Asfálticas															
Riego Pulverizado (Fog Seal)				X ^a				X ^c	X ^c					X ^c	X ^c
Imprimación (Prime coat)								X ^d	X ^d					X ^d	X ^d
Riego de Adherencia (Tack Coat)								X ^c	X ^c					X ^c	X ^c
Control de Polvo (Dust Palliative)								X ^c	X ^c					X ^c	X ^c
Protección con Asfalto (Mulch trata.)								X ^c	X ^c					X ^c	X ^c
Sellado de Fisuras (crack filler)								X	X					X	X
Mezclas de Mantenimiento															
Uso inmediato							X							X	X
Acopio							X								
^a Pueden emplearse otros grados que el HFMS- 2h cuando la experiencia demuestre que han tenido un comportamiento satisfactorio ^b Diluido en agua por el fabricante ^c Diluido con agua ^d Mezclado solo para imprimación ^e El polímero debe incorporarse durante o previamente a la emulsificación															

Fuente: extraído (Asphalt, 2010).



2.6.3. Elaboración de emulsión asfáltica.

2.6.3.1. Equipo de emulsificación.

Para preparar una emulsión asfáltica, se requiere básicamente del siguiente equipo:

- Molino coloidal. El molino debe estar provisto de medidores de flujo, temperatura y presión.
- Tanque para la solución jabonosa.
- Tanque para el asfalto caliente.
- Bombas.
- Tren de emulsión (bascula, baño María).
- Si las temperaturas de salida esperadas son mayores al punto de ebullición del agua se requerirá la instalación de un intercambiador de calor.

El molino coloidal es un dispositivo mecánico de alta velocidad y altas tensiones de corte, en este el asfalto es dividido en partículas muy pequeñas. Posee un motor de RPM con aberturas de paso de 0.25 mm – 0.50 mm. El tamaño de las gotitas de asfalto depende de la energía mecánica suministrada por el molino, generalmente tienen un diámetro que va de 1 μm – 10 μm . También pueden ser utilizados molinos con velocidades de 7000 RPM – 9000 RPM para altas tensiones de corte, para trituración de polímero en caso de que se encuentre en estado sólido o bien para la rápida dispersión de los componentes (Asphalt, 2010). Las bombas son empleadas para suministrar la solución jabonosa puede ser altamente corrosiva, puede ser necesario utilizar equipos constructivos con materiales resistentes a la corrosión o bien tanques recubiertos.

2.6.3.2. Proceso de emulsión

Preparación de la solución jabonosa. La adición del agente emulsivo al agua varía con el procedimiento de cada fabricante. Algunos emulsificantes como las aminas deben mezclarse y reaccionar con un ácido para ser solubles en agua. También tenemos otros como los ácidos grasos, deben estas mezclarse y reaccionar con un álcali. El emulsificante es adicionado al agua caliente que contenga ácido o álcali (dependiendo del tipo de emulsificante), y es agitado hasta su completa disolución y se ajusta el pH de la solución hasta el valor deseado. La solución jabonosa se alimenta al molino generalmente a una temperatura entre 30 °C y 40°C, en la figura 8 nos muestra como es una planta de emulsión. (Asphalt, 2010).

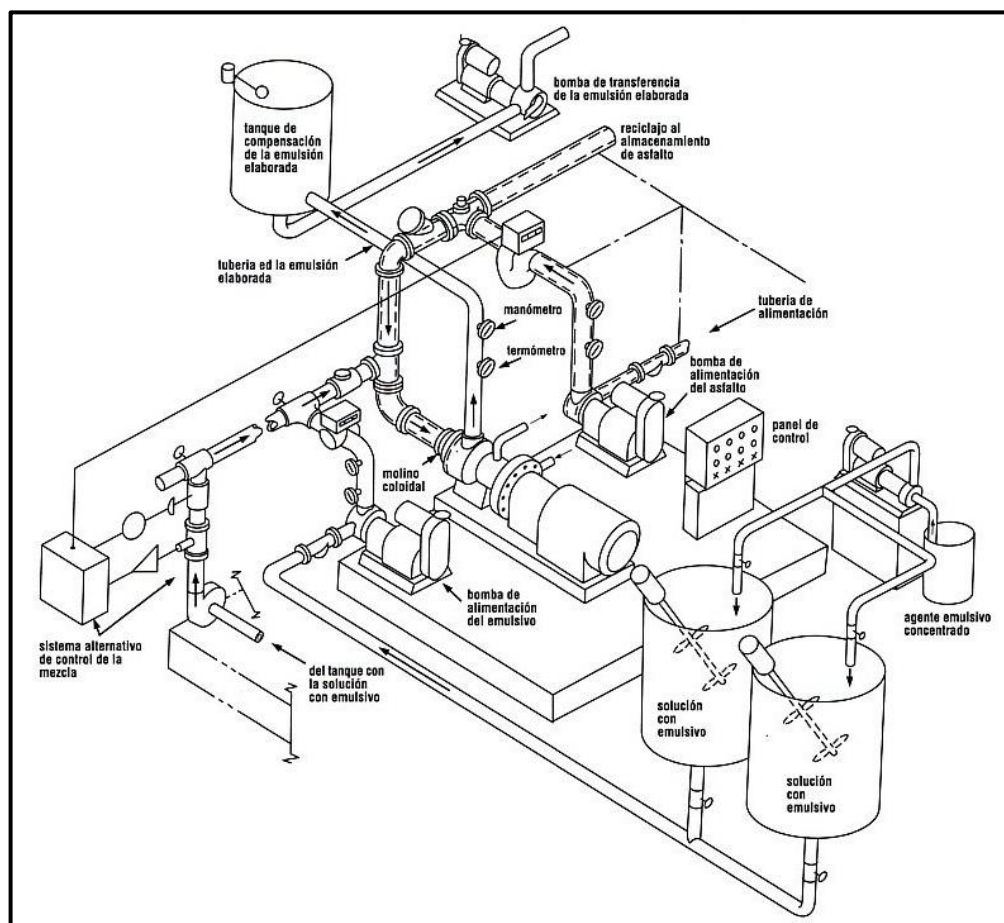


Figura 8: Diagrama de una planta de elaboración de emulsión asfáltica.

Fuente: extraído (Asphalt, 2010).



- **Preparación de asfalto.**

De manera independiente, el asfalto es calentado para bajarle la viscosidad y sea posible su manipulación. La temperatura del asfalto y de la solución jabonosa se ajusta dependiendo de las características de emulsificación del cemento asfáltico y de la compatibilidad entre el asfalto y el agente emulsivo; y debido a estas características las temperaturas de asfalto y solución jabonosa, así como de la emulsión producida, pueden tener cierta variación. Ya que la temperatura de la emulsión al abandonar el molino debe ser inferior al punto de ebullición del agua, el asfalto no se lleva a temperaturas extremadamente altas, a menos que exista un sistema de enfriamiento. La temperatura de asfalto a la alimentación del molino, por lo general va de 120 °C a 150 °C y esto depende de las características del asfalto. (Asphalt, 2010)

- **Emulsificación.**

Una vez que el asfalto y la solución jabonosa han alcanzado las condiciones de operación necesarias, son alimentados simultáneamente al molino coloidal, donde el asfalto es dividido en pequeñas gotas por la fuerza mecánica que ejerce el molino sobre él, e integrado con la solución jabonosa para dar origen a la emulsión asfáltica.

Las proporciones de asfalto y de solución jabonosa deben medirse con exactitud, mediante medidores de flujo; sin embargo, también pueden controlarse verificando la temperatura de cada fase y de la descarga del molino. Si se utiliza el método de regulación de temperatura, a partir de los componentes se calcula la temperatura de salida deseada de la emulsión ya elaborada; y así se controla el porcentaje de contenido de asfalto (Asphalt, 2010).



2.6.4. Uso generales de las emulsiones

Cada grado de emulsión asfáltica ha sido diseñado para usos específicos, usado ampliamente en la construcción, entre los que destacan:

- Juntas para pavimentos hidráulicos.
- Adhesivos.
- Selladores.
- Impermeabilizantes.
- Para tratamientos superficiales, para pavimentos asfálticos, en carreteras y
- Aeropistas.
- Lechada asfáltica o slurry seal (sólo con emulsiones asfálticas).
- Bacheo.
- Mezcla cerrada y mezcla abierta.
- Grava - emulsión y arena – emulsión.

2.6.5. Ensayos sobre emulsiones asfálticas

Una adecuada manipulación de la muestra es importante para lograr resultados de ensayos que sean válidos. La emulsiones asfálticas se laboran en caliente, algunas de las emulsiones asfálticas son almacenadas en caliente, y algunas son transportadas y aplicadas en caliente. Las muestras en caliente recogidas en campo son a menudo enviadas al laboratorio a temperatura ambiente (Asphalt, 2010).

Las muestras de emulsiones asfálticas con requisitos de viscosidad a 50°C deben ser calentadas hasta alcanzar una temperatura de 50 ± 3 °C en un baño de agua a 70°C o en una estufa. Las muestras deben ser removidas, no agitadas, para asegurar homogeneidad (Asphalt, 2010).



- Ensayo de carga de las partículas.
- Viscosidad saybolt de la emulsión asfálticas.
- Ensayo de demulsibilidad de las emulsiones asfálticas.
- Ensayo de identificación de emulsiones catiónicas de ruptura rápida.
- Identificación de emulsiones catiónicas de ruptura lenta.
- Ensayos de sedimentación y de estabilidad para almacenamiento.
- Ensayo de mezcla con cemento.
- Ensayo de tamiz.
- Capacidad de recubrimiento y resistencia al agua.
- Ensayo de recubrimiento en el campo.
- Residuo de asfalto y destilado de petróleo por destilación.
- Residuo por evaporación.

2.7. ESTABILIZACIÓN DE BASES CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

Este trabajo consiste en la construcción de una base estabilizada con emulsión asfáltica, esto de acuerdo con los alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto y las especificaciones técnicas. El material por estabilizar puede ser aquel que resulta al escarificar una capa superficial existente, un material que se adiciona o una mezcla de ambos.

También se definen a las estabilizaciones con emulsiones asfálticas como la mezcla íntima de emulsión asfáltica, es un componente mineral constituido similar o parecida a aquella de sub-base, agua y a veces aditivos, conformando un producto que se utiliza en capas de base para carretera. Por su estructura, este producto incluye dentro de las mezclas densas en frío, dando lugar a la más elemental de ellas, al tratarse de combinar el ligante asfáltico de una emulsión con material o componente mineral el estado natural



tendiendo dicha combinación como objetivo principal mejorar sus características resistentes.

Como en todas las mezclas asfálticas en frío, el ligante redistribuye en forma de película continua envolviendo parcial o totalmente el componente mineral de suelo, tratando de lograr que este material alcance una resistencia apreciable tanto en seco como después de su inmersión en agua, disminuyendo su capacidad de absorción y aumentando su capacidad de cohesión, como consecuencia de la presencia del ligante asfáltico en el conjunto del producto resultante. (Gonzalez, et.al, 2007).

2.7.1. Campo de aplicación

La técnica de las estabilizaciones con emulsión presenta grandes mejoras ventajas en las construcciones de carreteras, comparativamente consideradas con las estabilizaciones con otros productos asfálticos o de otras clases (Asphalt, 1982).

Nos confiere a un material, que quizá no tuviera aprovechamiento para su utilización en carretera, unas propiedades importantes desde el punto de vista de sus características recientes, que se, podría decirse le eleva un apreciable escalón dentro del rango de las citadas utilizaciones (Asphalt, 1982).

2.7.2. Materiales

2.7.2.1. Agregados y suelos

Los materiales por estabilizar pueden ser agregados pétreos o suelos naturales, cuyas características básicas se indican a continuación. Los agregados pétreos podrán ser utilizados en la construcción de bases estabilizadas para todo tipo de tránsito, en tanto que los suelos sólo se podrán emplear en la construcción de bases estabilizadas en proyectos con nivel de tránsito NT1 (Asphalt, 1982).

a) Agregados pétreos

Los agregados susceptibles para la estabilización con la emulsión asfáltica podrán provenir de la trituración de piedra de cantera o de grava, de fuentes de grava natural o estar constituidos por una mezcla de ambos. Independientemente de su procedencia, los agregados deberán encontrarse exentos de materia orgánica, terrones de arcilla o cualquier otra sustancia que pueda resultar ambientalmente nociva o inconveniente para el buen comportamiento de la capa estabilizada. En la tabla 10 tenemos las especificaciones técnicas que deben cumplir la gradación del material.

Tabla 10: Gradaciones de agregados para construcción de base estabilizada con emulsión asfáltica.

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
NORMAL	ALTERNO	BEE-1	BEE-2
37.5 mm	1 1/2"	100	-
25 mm	1	70-100	100
12.5 mm	1/2"	50-80	60-90
9.5 mm	3/8"	45-75	50-80
4.75 mm	N°.4	30-60	30-60
2.36 mm	N°.8	20-45	20-45
425 um	N°.40	10-27	10-27
150 um	N°.100	5-18	5-18
75 um	N°. 200	3-15	3-15

Fuente: (MTC-Perú, 2013).

En adición a los requisitos de granulometría de la tabla 10, la relación de polvo (%pasa tamiz 75 um (N° 200)) / % pasa tamiz 425 um (N°40)) esto no deberá exceder de 2/3. También además, tenemos el producto del porcentaje que pasa el tamiz de 75 um (N° 200) esto del agregado combinado por su índice de plasticidad, esto no podrá ser mayor de 72.

También, los agregados deberán cumplir estos requisitos de calidad que se indican en la Tabla 11.

Tabla 11: Requisitos de los agregados pétreos para la construcción de bases estabilizados con emulsión asfáltica.

ENSAYO		NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza			
Desgaste los Angeles (Gradacion A)	- En seco, 500 revoluciones, % maximo	E-218	50
	- En seco, 100 revoluciones, % maximo		10
	- Despues de 48 horas de inmersion, 500 revoluciones, % maximo		70
	- Relacion humedo/seco, 500 revoluciones, maximo		2
Micro-Deval	Agregado grueso, maximo	E-238	45
10% de finos	- valor en seco, kN minimo	E-224	30
	-Relacion humedo/seco, %minimo		50
Durabilidad			
Perdidas en el ensayo de solidez en sulfatos, % maximo	sulfatos de sodio sulfato de magnesio	E-220	12
			18
Limpieza			
limite liquido, % maximo		E- 125	35
indice de plasticidad, % maximo		E - 126	7
Equivalente de arena, % maximo		E- 133	20
Terrones de arcilla y particulas deleznales, % maximo		E - 211	2
Capacidad de soporte			
CBR del material sin emulsion asfaltica, % minimo Nota: porcentaje asociado al valor minimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro dias de inmersion. Metodo D.		E - 148	20

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, S.F.).

b) Suelos

Para de las construcción de las bases estabilizadas con emulsión en proyectos de transito NT1, Nos dicen que se podrán emplear suelos granulares finos de los tipos A – 1 – b y A – 2 – 4, que estas sean pulverizables o disgregables económicamente, que se encuentren libres en cantidades perjudiciales de materia orgánica, arcilla plástica, materiales micáceos y cualquier otra sustancia objetable.

Tabla 12: Requisitos de suelos aptos para la construcción de bases estabilizados con emulsión asfáltica.

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO	REQUISITO
Limpieza		
Indice de plasticidad, % maximo	E-125 E-126	7
Equivalen te arena -suelos A-1-b,% minimo -suelos A-2-4, intervalo admisible, en %	E-133	≥ 90 20-40
Capacidad de soporte		
CBR del suelo sin estabilizar, %minimo Nota: Porcentaje asociado al 95% de la densidad seca maxima, medida según la norma de ensayo INV-142	E-148	15

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, S.F.).

La granulometría de los materiales pulverizado, listo para estabilizar, deberá ajustarse a los límites señalados en la tabla 13.

Tabla 13: Gradación de suelos para la construcción de bases estabilizados con emulsión asfáltica.

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASE
NORMAL	ALTERNO	BEE-3
4.75 mm	N°. 4	100
75 um	N°. 200	5-25

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, S.F.).

c) Material bituminoso

Son emulsiones asfálticas catiónicas de rotura lenta, esta corresponde a los tipos CRL-1 o CRL-1h, que cumpla los requisitos de calidad establecidos.

d) Agua

El agua que se utilizara para la estabilización deberá ser limpia y libre de materia orgánica, álcalis y otras sustancias perjudiciales. Y su pH medido de acuerdo con las normas de ensayo establecidas ASTM D- 1993, son entre 5,5 y 8.0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO₄ y determinado según la norma ASTM



D-516, no podrá ser mayor de un gramo por litro 1 g/l, si se emplea agua potable no será necesario realizar los ensayos de verificación de sus características.

e) Aditivos

En caso de requerirse aditivos para rebajar la tensión superficial y mejorar la adherencia, éstos deberán ajustarse a lo descrito más adelante en cuanto se explica sobre el uso de aditivos.

2.7.3. Equipo

En relación con el equipo, rigen las condiciones generales. Básicamente, el equipo incluirá elementos para la explotación, cargues, transportes, eventual trituración, clasificación y extensión del material mineral; el almacenamiento, transporte y distribución del agua, de la emulsión asfáltica y del aditivo que eventualmente se requiera; para la elaboración, extensión, compactación y nivelación de la mezcla estabilizada, así como un equipo apropiado para escarificar la capa existente, en caso que su utilización esté prevista en el proyecto (Gonzalez, et. al, 2007).

2.7.4. Ejecución de los trabajos

2.7.4.1. Explotación de materiales y elaboración de agregados

En caso de que la estabilización incluya suelos o agregados diferentes de los obtenidos al escarificar la capa superficial existente. Se deberá realizar otros trabajos.

2.7.4.2. Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Una vez que se ha decidido el uso de la estabilización de la base con emulsión asfáltica, es necesario abocarse al diseño de la mezcla propiamente dicha, que en este caso, como se ha mencionado anteriormente será una mezcla de suelo de la base con emulsión asfáltica (Gonzalez, et. al, 2007).



Diseñar una mezcla para la estabilización de la base consiste en determinar las cantidades de suelo y emulsión necesaria que permitan obtener un material, que compactado dinámicamente ofrezca determinadas características de durabilidad y resistencia. El proceso de diseño consiste en una serie de ensayos de laboratorio, para determinar las cantidades de emulsión asfáltica que deben agregarse al suelo para que la mezcla endurezca adecuadamente, la cantidad de agua que se debe agregar y la densidad a la cual se debe compactar (Gonzalez, et. al, 2007).

Los ensayos a realizar tienen como objetivo obtener, el contenido óptimo de agua de preenvuelta se fijará a la vista del suelo o agregado por estabilizar, la cantidad de emulsión asfáltica necesaria para lograr un material resistente, la densidad a la cual se debe compactar.

2.7.4.3. Preparación de la superficie existente

Si el material por estabilizar es totalmente de aporte, sea que esta mezcla se realice en la vía o en planta, antes de construir la base estabilizada se comprobará que la superficie que le va a servir de apoyo se encuentre limpia, tengan una densidad y la lisura apropiadas y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor o la empresa supervisora. Todas las irregularidades que exceden las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán corregirse de acuerdo con lo indicado en ella, a plena satisfacción del Supervisor.

Si el proyecto exige la aplicación previa de un riego de imprimación, éste se efectuará. En el caso que la construcción se realice mediante el procedimiento de mezcla en la vía en varias pasadas utilizando el suelo existente, este suelo existente se deberá escarificar en todo el ancho de la capa que se va a mezclar, hasta una profundidad suficiente para que este, una vez compactada, la capa estabilizada alcance el espesor



señalado en los planos o indicado por el Supervisor. Esta operación deberá efectuarse cuando menos dos (2) días antes del proceso de pulverización del material por estabilizar.

Si se contempla la adición de un suelo de aporte para mejorar el existente, ambos se deberán mezclar uniformemente antes de iniciar la aplicación del ligante. En todos los casos en el cual el proceso involucre el suelo del lugar, en total o parcialmente, deberá comprobarse que el material que se encuentre bajo el espesor por estabilizar presente adecuadas condiciones de resistencia y, en caso de no tenerlas, el Supervisor ordenará las modificaciones previas que considere necesarias en el procedimiento de trabajo. En todo caso todos los trabajos de construcción deberán estar concluidos como las calzadas de drenaje previamente a la construcción de la base estabilizada con emulsión asfáltica.

2.7.4.4. Transporte y almacenamiento de suelos y agregados

Cuando la estabilidad de los suelos y agregados incluya de aporte, estos se transportaran a la planta de mezcla o a la vía, según lo venga conveniente, los vehículos encargados tiene que ser apropiados u protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurándolos a la carrocería, de manera de impedir que parte del material caiga sobre las vías por las cuales transitan los vehículos.

Cuando se requiera almacenar los suelos o agregados para construcción de la base estabilizada con emulsión asfáltica se deberán tener en cuenta los cuidados señalados de acuerdo a las especificaciones de dicho proyecto.

2.7.4.5. Elaboración de la mezcla

Tenemos varios tipos de elaboración, una la mezcla se podrá elaborar en la vía, en una planta central o en una planta caminera, de acuerdo a los procedimientos que se



indican a continuación. En todos los casos que se empleen los aditivos, estos aditivos se deberán unir al material granular antes de su mezcla con la emulsión asfáltica.

a) Mezcla en la vía en varias pasadas

Si la mezcla que se utilizara es con material de aporte, éste se transportará a la vía y se extenderá en el ancho y espesor adecuados que permitan que la capa, luego de mezclada y compactada, cumpla con las secciones indicadas en los planos u ordenadas por el Supervisor. Cuando este proceso se incorpore al suelo existente, éste deberá ser pulverizado previamente hasta obtener una eficacia del ochenta y cinco por ciento (85%) referida al tamiz de 9.5 mm (3/8") y del setenta y cinco por ciento (75%) referida al tamiz de 4.75 mm (N°.4), entendiendo por eficacia la relación entre los porcentajes que pasan por tamizado en seco en obra y por tamizado húmedo en laboratorio. Si el suelo es difícil de pulverizar en estado natural, la operación se puede facilitar con un humedecimiento previo, el cual no podrá rebasar la humedad óptima para la mezcla.

Inmediatamente antes de efectuar la mezcla con la emulsión, se verificará la humedad, y si fuera necesario un aumento de ella, se incorporará la cantidad debida de agua y se efectuará la mezcla correspondiente, perfilando la superficie de modo que presente, aproximadamente, la sección indicada en los planos u ordenada por el Supervisor. A continuación, se aplicará la emulsión asfáltica por medio de un carrotanque irrigador, con la dosificación y temperatura aprobadas por el Supervisor, procediendo a la mezcla con el equipo aceptado, hasta obtener un producto homogéneo, de color uniforme y exento de concentraciones de ligante. En caso de que el espesor de diseño exceda de quince centímetros (15



cm), la construcción de la base deberá fraccionarse en dos (2) capas, preferiblemente de igual espesor.

b) Mezcla en la vía en una sola pasada

Se tiene que ver el equipo que se emplee tiene que ser de paso sencillo, una vez preparada la superficie existente o extendido uniformemente el material de aporte, las operaciones de pulverización, adición de agua y emulsión y mezcla de los tres componentes se efectuarán en una sola pasada, regulando la velocidad de avance de la máquina y los caudales de agua y emulsión, de modo que la mezcla resulte homogénea y con las dosificaciones de agua y emulsión previstas en el diseño de la mezcla.

c) Mezcla en planta

Las plantas de mezcla podrán ser de un tipo continuo y deberán estar provistas de dispositivos adecuados que permitan dosificar por separado la emulsión, el agua y el material mineral, con una precisión compatible con las tolerancias aceptadas por esta especificación.

Si la planta es de tipo continuo, se introducirán en el mezclador los suelos o agregados por estabilizar y, en forma sucesiva y con intervalos de tiempo apropiados, los caudales de agua y de emulsión requeridos para cumplir con la fórmula de trabajo. Si la planta es de tipo discontinuo, una vez introducidos los suelos o agregados por estabilizar dentro del mezclador, se añadirán el agua necesaria de preenvuelta de acuerdo con la humedad de aquellos y, tras un lapso que permita el humedecimiento homogéneo del material granular, se añadirá automáticamente la cantidad de emulsión calculada para cada bachada y se continuara la operación de mezcla durante el tiempo especificado.



d) Mezcla en planta caminera

Si la mezcla se realiza en una planta caminera, los materiales por estabilizar, preparados de manera que cumplan con la granulometría exigida, serán transportados al sitio de las obras y vertidos a la tolva receptora de la planta, la cual estará provista de dispositivos dosificadores similares a los de las plantas fijas continuas. Tales dosificadores deberán ser sincrónicos para obtener las proporciones deseadas de los tres (3) ingredientes, que serán conducidos a una mezcladora continua que verterá posteriormente la mezcla en la carretera.

2.7.4.6. Transporte de la mezcla

La mezcla elaborada en planta fija se transportará a la vía en volquetas hasta una hora del día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Supervisor existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de la mezcla de manera adecuada. Durante el transporte de la mezcla se deberán tomar las precauciones necesarias para reducir al mínimo la segregación y la pérdida de humedad.

2.7.4.7. Extensión y compactación de la mezcla

Después de las operaciones de mezclado y eventual transporte, la mezcla se extenderá mecánicamente en el ancho especificado y en un espesor tal que, después de compactada, se ajuste a la sección transversal y cotas indicadas en los planos u ordenadas por el Supervisor. Una vez que se verifique que la mezcla tiene la humedad óptima de apisonado se realizará la compactación, mediante el procedimiento definido durante la fase de experimentación, hasta alcanzar los niveles de densidad exigidos.



2.7.4.8. Juntas de trabajo

Todas las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede vertical, cortando parte de la capa terminada. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad se aplicará una capa uniforme y delgada de emulsión asfáltica, antes de colocar la mezcla nueva.

2.7.4.9. Fase de experimentación

Al comienzo de los trabajos, el Constructor elaborará secciones de ensayo de longitud, ancho y espesor definidos en acuerdo con el Supervisor, donde se probarán el equipo y los materiales y se determinará el método definitivo de trabajo, de manera que se cumplan los requisitos de la presente especificación. El Supervisor tomará muestras del material estabilizado y determinará su conformidad en relación con las condiciones especificadas sobre el grado de disgregación del material mineral, espesor de capa, proporción de emulsión asfáltica, compactación y demás requisitos exigidos.

2.7.4.10. Apertura al tránsito

No se permitirá el tránsito público hasta que la mezcla compactada pueda soportar el paso de los vehículos sin que se produzcan desplazamientos. Durante las primeras cuarenta y ocho horas (48 h a partir de la apertura, la velocidad de los vehículos se deberá limitar a veinte kilómetros por hora (20 km/h) e impedir que sobre la capa se produzcan aceleraciones, frenados o giros bruscos.

2.7.4.11. Limitaciones en la ejecución

No se permitirán la extensión y compactación de mezclas para base estabilizada con emulsión asfáltica cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius (5°C) o haya lluvia o fundados temores que ella ocurra. En caso que la mezcla sin compactar o compactada sea afectada por el agua lluvia y como resultado de



ello se lave la emulsión, el Constructor deberá, a su costa, retirar la mezcla afectada y reconstruir el sector deteriorado a satisfacción del Supervisor.

2.7.4.12. Conservación

El Constructor deberá conservar la base estabilizada en perfectas condiciones, hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del proyecto. Todo daño que se presente, deberá corregirlo a su costa y a plena satisfacción del Supervisor.

2.8. DISEÑO DE MEZCLAS

Una vez que se decide el uso de la estabilización de la base con emulsión asfáltica, necesariamente se tiene que abocar al diseño de la mezcla propiamente dicha, en este caso se mencionó anteriormente que será una mezcla de suelo de la base granular existente con emulsión asfáltica.

Realizar un diseño de mezcla para la estabilización de la base consiste en determinar las cantidades de suelo y emulsión necesaria que eso permita obtener un material, que al compactarse diariamente ofrezca determinadas características de durabilidad y resistencia.

El proceso de diseño consiste en una serie de ensayos de laboratorio para determinar las cantidades de emulsión asfáltica que deben agregarse al suelo para que la mezcla endurezca adecuadamente, la cantidad de agua que se debe agregar y la densidad a la cual se debe compactar. Los ensayos a realizar tienen como objetivo obtener:

- La cantidad de emulsión asfáltica necesaria para lograr un material resistente y con propiedades que garanticen un determinado comportamiento.
- Las cantidades de agua necesarias para lograr la máxima densidad durante la compactación.



- La densidad a la cual debe compactarse la mezcla.

Los ensayos de laboratorio que son necesarios para lograr los resultados antes mencionados son numerosos y sencillos de realizar, todos ellos han sido normalizados por organismos como ASTM, AASHTO.

2.8.1. Fórmula de trabajo

2.8.1.1. Caracterización de los materiales.

Se trata de definir los agregados a través de sus características, granulometría, equivalente de arena, plasticidad y su comportamiento, enfrentados a las diferentes emulsiones para proceder a la elección de la más adecuada.

2.8.1.2. Contenido teórico del ligante

Se determinara a través de los siguientes procedimientos:

a) Método Gilly:

Para la obtención del porcentaje a emplear de emulsión se expresa de esta manera.

$$E = \frac{0.43(0.05a+0.10b+0.5c)}{L}$$

Datos:

E = % emulsión a emplear

a = % de material referido en el tamiz N° 10

b = % de material entre tamiz N° 10 y N° 200

c = % de material que pasa por el tamiz N°200

L = concentración del ligante en la emulsión.

b) Método Duriez:

Determinar porcentaje de emulsión a través del cálculo de la superficie específica del material (S) a la expresión:

$$\% L = K\sqrt[5]{S}$$

Siendo estos:

L = % ligante residual, del cual se se obtiene un porcentaje en % de emulsión dividiendo por la concentración en tanto por uno.

K = módulo de riqueza; 3-4 para estabilizaciones.

S = superficie específica del material. Esta última se obtiene a través de la siguiente expresión.

$$S = \sum \frac{(\% \text{retenido en tamiz} \times \text{F.S.E.})}{100}$$

Con los valores de S.F. (factor de superficie específica) siguiente tabla 14.

Tabla 14: Factor de superficie específica.

% RETENIDO EN TAMIZ ASTM	F.S.E
¾"	0.11
½"	0.16
3/8"	0.22
N° 4	0.35
N° 8	0.71
N° 30	1.99
N° 200	11.14
Pasa N° 200	130.0

Fuente: extraído (Gonzalez, et. al , 2007).

2.8.2. Contenido óptimo de agua de envuelta

Con diversas cantidades de agua de adición se determinaría que proporciona una vuelta uniforme y homogénea del ligamento, en estimación subjetiva.

2.8.3. Contenido óptimo de agua de compactación

El contenido óptimo de humedad de los suelos se verifica con la realización del ensayo proctor modificado para la determinación de la cantidad de fluidos



correspondientes a la máxima densidad. Esta etapa del diseño es crítica puesto que se pretende conseguir los siguientes comportamientos del suelo:

- Una distribución uniforme y homogénea de la mezcla con el ligante y el componente mineral.
- El comportamiento de la compactación mínima necesaria.
- La cohesión inicial suficiente para que no se produzca la rotura de la probeta al desmoldar.

Se puede observar que son tres condiciones contradictorias, pero con el empleo de emulsiones asfálticas catiónicas de rotura controlada es posible llegar a un compromiso, que resulta de mayor interés conseguir, tanto desde el punto de vista de calidad como de la pronta apertura al tránsito.

Por ello, resulta recomendable en éste punto, la ejecución de probeta testigos, (además del proctor) como mínimo de fluidos de compactación.

2.8.4. Estabilidad y resistencia conservada

Es estudio anterior de la variación de estabilidad en función de los fluidos iniciales, agua y emulsión, tiene un interés solamente parcial, ya que, junto con la estabilidad de la MDF. Determinada en seco, hay que valorar la estabilidad determinada después de la inmersión en agua.

Con este criterio pueden existir mezclas de alta estabilidad en seco, mucho peores que otras de menos estabilidad, pero que conservan un alto valor de la resistencia después de su inmersión. A título de simple estimación, al suponer una nueva superficie representativa de la resistencia después de la inmersión, tal como se muestra en la figura 9 (Campo, 1983).

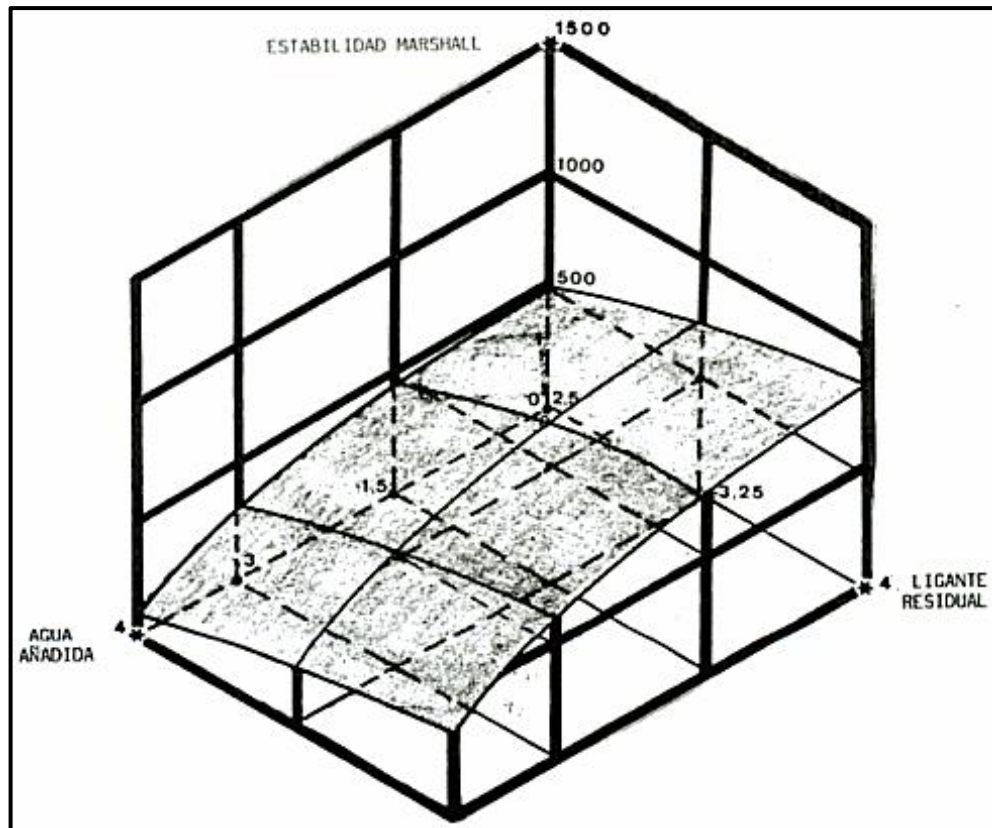


Figura 9: Resistencia conservada.

Fuente: (Campo, 1983).

2.8.5. Métodos de diseño y prescripciones que deben cumplir las mezclas

Con una suficiente antelación al inicio de los trabajos, el contratista entregara al supervisor, para su verificación, tenemos las nuestras representativas de los materiales (también tenemos el agua mezclado) y la emulsión asfáltica a emplear, estos tienen que ser avalados con los certificados de calidad y diseño de mezcla, que demuestren la conveniencia de su uso en relación al tipo de suelo a utilizarse.

Los materiales, el equipo ó el diseño de la mezcla resultan objetables, se deberá efectuar las modificaciones o reajustes necesarios. Una vez que aprobado el diseño de mezcla, éste sólo podrá reajustarse ó modificarse durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los elementos que intervienen en ella, el cual será previamente aprobado. Para el diseño se empleará el procedimiento de Illinois



del instituto del asfalto basado en la norma ASTM D-1559 o AASHTO T-245. El reporte del diseño de mezcla deberá especificar la siguiente información:

- Contenido óptimo de emulsión (%).
- Contenido óptimo de residuo asfáltico (%).
- Recubrimiento de la mezcla (%).
- Humedad óptima para compactación (%).
- Estabilidad Marshall modificado (kg).

2.9. DISEÑO ESTRUCTURAL

2.9.1. Método AASHTO para el diseño del pavimento

Para la determinación de las diferentes espesores de la estructura del pavimento, se utilizó la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO versión 1993, este es un método mecanico-empirico conocido mundialmente conocida, la cual esta metodología incluye los parámetros de diseño que serán necesarios para el cálculo de diseño estructural del pavimento.

La metodología AASHTO es bien aceptada a nivel mundial ya que se basa en una valiosa información experimental y determina un numero estructural requerido por el pavimento para el fin de soportar el volumen de transito satisfactoriamente durante el periodo de vida proyectado. En la figura 10 tenemos como es la estructura de una carretera.

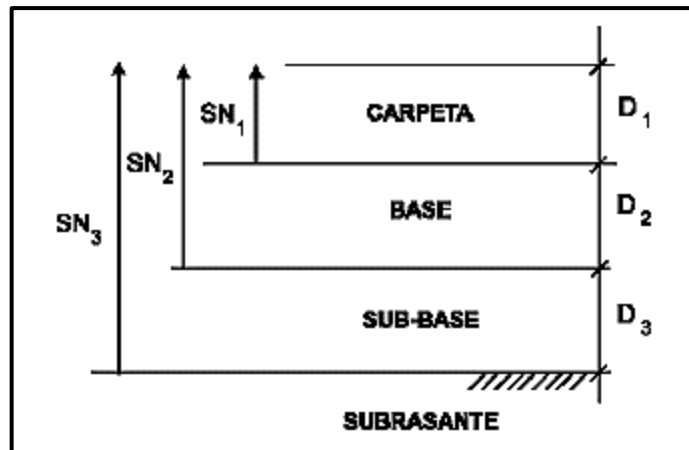


Figura 10: Estructura del pavimento flexible.

Fuente: (AASHTO, 1991)

2.10. PROCESO CONSTRUCTIVO

El procedimiento que se describe a continuación, nos explica los pasos efectuados en la construcción de una vía, con suelo estabilizado con emulsión asfáltica, la cual la conforman la estructura de una base con emulsión, la imprimación asfáltica y luego la colocación de la carpeta asfáltica en caliente. El en proceso de construcción “in situ” debemos tener controlado el estado hídrico del material a tratar y, por otro, en dosificar y mezclar correctamente la cantidad necesaria de emulsión asfáltica, a la vez que se alcanza la geometría predefinida de la capa. (Cardenas, Mejoramiento de la Base Granular adicionando estabilizador Químico CON—AID CBR Plus en Carretera Juliaca -Limite Bolivia. Km 210+750 - 263+000. Departamento de Puno, 2018).

La construcción “in situ” de bases estabilizadas con materiales granulares, en general requiere de estudios previos en laboratorio, seguidos de comprobaciones a nivel de la obra. Su ejecución está constituida por una serie de operaciones elementales que deben realizarse siguiendo un ordenamiento preciso, empleando varios equipos específicos y, exige destreza y experiencia por parte de los operadores y jefes de unidad



de la obra. De forma general, las operaciones elementales a realizar con cualquier método son las siguientes:

- Preparación de la Base Granular.
- Elaboración y Mezclado.
- Compactación.
- Nivelación.

2.10.1. Preparación de la base granular

La preparación de la base granular del suelo tiene como objetivos esenciales para facilitar la acción de los mezcladores, por un lado, homogeneizar la capa de suelo a pavimentar esto puede ser variable en función a la naturaleza de los suelos presentes. Las principales labores en realizar en la preparación del suelo es:

- Escarificado y disgregación.
- Eliminación de la fracción gruesa.
- Homogenización y pulverización.
- Ajuste de la humedad.

El escarificado y disgregación del suelo “in situ” se realiza con las recicladoras y estabilizadoras de suelos, con las recicladoras en frío se tratan las capas de asfalto in situ. Figura 11 Para ello, se granula con el rotor de fresado y mezcla la capa existente y se trata mediante la edición exacta de ligantes bituminosos, cemento y agua. Se genera así un material homogéneo que a continuación se vuelve a extender directamente. Las estabilizadoras mezclan con el rotor de fresado y mezcla ligantes previamente esparcidos,

como cal o cemento, en el suelo existente con menor capacidad de carga y lo transforman directamente in situ en un material de alta calidad (Gonzalez, et. al, 2007).

Figura 11: Escarificado utilizando la maquina recicladora.



Fuente: Elaboración propia del tesista.

2.10.2. Elaboración y mezclado

Los procedimientos normales de fabricación son los siguientes:

- Mezcla en el camino.
- Mezcla en planta fija.
- Planta caminera.

En la estabilización de suelos se presentan dos casos relativamente bien definidos, según el material, puede ser bien material grava natural, o suelo natural esto de acuerdo con las granulometrías específicas que presentan. En el caso de grava natural, deberá prestarse atención a la parte agregados finos y llenante mineral, en el sentido de que su plasticidad y humedad no dé lugar a la formación de bolas, que pueden ocasionar dificultades.

2.10.3. Compactación

Entendemos por compactación que es un proceso mecánico por el cual buscamos mejorar artificialmente las características resistentes de suelo, como son la compresibilidad y le comportamiento esfuerzo – deformación de los mismos. En general implica una reducción de los vacíos y, como consecuencia de ello, en el suelo ocurren cambios volumétricos de importancia ligados a la pérdida de aire, porque por lo común no se presenta expulsión de agua. Normalmente el esfuerzo de compactación le imparte al suelo un aumento de la resistencia al corte, un incremento en la densidad, una disminución de la contracción, una disminución de la permeabilidad y una disminución de la compresibilidad. Aquí tenemos una tabla en el cual se muestra la característica muy importante en el peso por unidad de longitud de generatriz, de acuerdo a la capa tratada. (Provias nacional, 2016).

Tabla 15: Relación entre el peso por unidad de longitud generatriz y el espesor de capa más adecuado.

Tipo de rodillo vibratorio	Peso por unidad de longitud generatriz	Espesor de capa más adecuado
Rodillos ligeros	10 – 25 Kg/cm	10 – 15 cm
Rodillos medios	25 – 35 Kg/cm	15 – 25 cm
Rodillos pesados	35 – 50 Kg/cm	25 – 40 cm
Rodillos muy pesados	>50 Kg/cm	40 – 60 cm

2.10.4. Nivelación

Es un conjunto de trabajos necesarios para determinar en el campo las elevaciones de todos los puntos característicos replanteados de las estaciones con cadenamientos cerrados a cada 20 metros, a lo especificado en el proyecto, de los puntos singulares que se caracterizan cambios en la pendiente del terreno.



2.11. CONTROL DE CALIDAD

La función del control de calidad existe primordialmente como una organización de servicio, para interpretar las especificaciones establecidas por la ingeniería del producto y proporcionar asistencia al departamento de fabricación, para que la producción alcance estas especificaciones. Como tal, la función consiste en la colección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos para iniciar una acción correctiva adecuada. (Provias nacional, 2016).

Dentro de un plan de control de calidad se realizan los siguientes controles:

- Calidad de los suelos y agregados pétreos.
- Calidad de la emulsión.
- Composición de la mezcla.
- Calidad de la mezcla
- Calidad del producto terminado.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de investigación es de tipo descriptivo y analítico, mediante el cual se establecieron las secuencias de la información a través de varias etapas de estudio para la interpretación y el diseño del proyecto del corredor vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000. El estudio de investigación se realizó en 6 etapas, de acuerdo a la secuencia de recopilación de datos e información obtenidos durante el estudio desarrollado.

3.2. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es de tipo descriptivo y analítico, en el cual se desarrollará la caracterización geológica del área de estudio, por tal motivo, se describirán las unidades estratigráficas presentes y el estudio geotécnico que se desarrollará en sus distintas etapas del desarrollo del proyecto.

3.2.2. Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación se desarrolla en función de las normas establecidas y aprobadas por el MTC-Perú y los procedimientos que establecen las normas internacionales para obtener resultados óptimos para el diseño de una red vial.

3.2.3. Definición de variables

Tabla 16: Variables de la investigación.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
INDEPENDIENTE: Evaluación geotécnica	Planificación de la reingeniería	- Diagnóstico de la ubicación de la construcción de vías.	Técnicas: Gestión estratégica contextual Instrumentos: - Brújulas, estación total (topografía). - GPS. - Cuchara casa grande. - Mallas de granulometría. - Moldes de proctor. - Moldes de CBR. - Prensa digital CBR - Moldes marshall
		- Caracterizar las características geotécnicas	
		- Identificación de las canteras y como realizar el uso de la estabilización química de suelos.	
		- Organización de la ejecución del proyecto	
	Ejecución del plan	- Sociabilización del proyecto	
		- Implementación del proyecto	
		- Desarrollo del proyecto	
		- Supervisión del proyecto	
		- Monitoreo la identificación de las características geotécnicas.	
		- Frecuencia en la que se realizan la caracterización de canteras	
DEPENDIENTE: Identificación de beneficios en la estabilización química de suelos.	Disposición de las canteras	- Frecuencia con la que se realizan los controles geotécnicos	
		- Frecuencia en la que se ubican las canteras y su formación.	
		- Frecuencia en la que serán utilizados los aditivos químicos en la estabilización de suelos.	
	Uso de aditivos química	- Frecuencia en la que se observan y se caracterizan la estabilización química de suelos.	
		- Frecuencia en la que se correlación el uso de aditivos en la estabilización química de suelos.	
	Comparación de los aditivos químicos	- Frecuencia en la que se realizaran el uso de aditivos en la estabilización química de suelos.	
- Frecuencia en la que se caracterizan la estabilización química de suelos.			

Fuente: Elaboración propia del tesista.

3.2.4. Población, muestra y análisis

3.2.4.1. Población

La población está establecida por toda el área de influencia conformada en la red vial Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000.



3.2.4.2. Muestra

Son los datos obtenidos de las calicatas y la información que se procesa de la red vial Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000.

3.2.4.3. Análisis

Los datos de las muestras obtenidas fueron analizados y corroborados en el laboratorio de suelos para determinar una interpretación eficaz de la información obtenida.

3.2.5. Enfoque del trabajo

La información se adquirió en función de las variables de investigación mediante el desarrollo de los trabajos efectuados en el estudio de manera secuencial.

3.3. ETAPAS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. Etapa de gabinete I

Es la primera etapa del estudio en el cual se inició con la recopilación de información referente a los estudios que se dieron con anterioridad y secuencialmente se inició con la evaluación de recursos bibliográficos, revisión de los mapas base relacionadas con el estudio geológico y geotécnico del área de estudio.

3.3.2. Etapa de campo I

En esta etapa del estudio se desarrolló el reconocimiento y localización del área de estudio, el mapeo geológico superficial de las unidades estratigráficas del área de influencia del proyecto para la realización de la red vial Juliaca – Desvío Putina (Tramo I PE-34H – Km 15+000 al Km 27+000).

3.3.3. Etapa de campo II

La fase de la investigación de campo consistió en la realización de excavaciones de calicatas, ensayos in situ y toma de muestras para el análisis de laboratorio. Los métodos aplicados en la investigación se desarrollaron conforme a la calidad de datos obtenidos en ésta fase de estudio.

3.3.4. Ensayos de laboratorio

Esta fase del estudio se desarrolló para determinar las características físicas y mecánicas de las calicatas, como base se realizaron los ensayos estándares que están normadas, lo cual se describen a continuación en la siguiente tabla 17.

Tabla 17: Ensayos estándares y especiales.

ENSAYOS ESTÁNDAR	ENSAYOS ESPECIALES
<ul style="list-style-type: none">- Análisis Granulométrico por tamizado.- Material que pasa la malla N° 200.- Humedad Natural.- Límites de Atterberg (Material que pasa la malla N° 40).- Clasificación de Suelos por los métodos SUCS y AASHTO.	<ul style="list-style-type: none">- Proctor modificado.- California Bearing Ratio (CBR).- Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas.- Porcentaje de Partículas con una y dos caras de fractura (relación es de 1/3: espesor/longitud).- Porcentaje de Absorción (agregado grueso y fino)- Límites de Atterberg (material que pasa la malla N° 200).- Porcentaje de partículas friables.- Equivalente de arena.- Abrasión.- Durabilidad (agregado grueso y fino)- Sales solubles totales.- Contenido de sulfatos.- Impurezas orgánicas.- Pesos volumétricos (suelto y compactado, agregado grueso y fino).- Pesos específicos (suelto y compactado, agregado grueso y fino).- Ensayos de suelos estabilizados (Marshall).

Fuente: Elaboración propia del tesista.

3.3.5. Etapa de gabinete II

Finalizado los trabajos desempeñados en campo, se realizó el análisis de los resultados y cálculos de diseño obtenidos de los ensayos de laboratorio de mecánica de



suelos y pavimentos, para la ejecución del corredor vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000.

3.3.6. Etapa de informe final

Como última fase del presente estudio, se procesaron los datos y se determinó la interpretación de los mismos para obtener los resultados ya planteados en un inicio, llegando a corroborar la hipótesis planteada y llegar a una solución anticipada. Toda esta información a su vez se plasma en la redacción del presente trabajo denominado “Evaluación geológica y geotécnica con emulsión química, para el mejoramiento y conservación vial del corredor vial Juliaca – desvío Putina, tramo I PE-34 H”.

3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos de recolección de datos para llevar a cabo el presente estudio de investigación son las siguientes:

- GPS (marca Garmín).
- Brújula Brunton.
- Martillo de Geólogo.
- Escalímetro.
- Libreta de campo.
- Tablero.
- Flexómetro.
- Lápiz rayador de dureza.
- Herramientas de excavación.
- Balanzas.
- Bolsas de muestreo.



- Precintos de seguridad.
- Equipos de Protección Personal (EPPs).

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1. UBICACIÓN

4.1.1. Ubicación geográfica y política

Geográficamente la zona de estudio se encuentra en el altiplano, con presencia de zonas extensas de llanuras y pampas, con excepcionales afloramientos de algunas formaciones geológicas resultado de la orogenia andina y la erosión fluvial. La topografía es moderadamente accidentada y presenta una gran variedad de vegetación propia de la zona de estudio.

Geopolíticamente el área del proyecto abarca el primer tramo de la red vial Juliaca – desvío Putina con coordenadas tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000.

Tabla 18: Coordenadas del tramo I.

COORDENADAS (UTM)		
ESTE	NORTE	COTA (m.s.n.m.)
381183.00	8290034.00	3825
411004.00	8315492.00	

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 19: Ubicación política.

UBICACIÓN POLÍTICA	
DEPARTAMENTO	Puno
PROVINCIA	San Román - Huancané
DISTRITO	Juliaca, Taraco
LOCALIDADES	Ayavacas, Samán, Taraco

4.1.2. Accesos y distancia

Los accesos que se tienen para el acceso del área de estudio son diversos y se encuentran en buenas condiciones de accesibilidad, las distancias y tiempo de recorrido se muestra en la siguiente tabla 20:

Tabla 20: Accesos y distancias.

VÍAS DE ACCESO	DISTANCIA (km)	TIEMPO (hrs)	TIPO DE VÍA
Lima – Arequipa	1020	14	Asfaltado
Arequipa – Juliaca	254	5	Asfaltado
Puno – Juliaca	45	0:50	Asfaltado
Juliaca – Putina	117.8	1:30	Asfaltado
Putina – Juliaca	117.8	1:30	Asfaltado

Fuente: Elaboración propia del tesista.

4.1.3. Clima y temperatura

Las características climatológicas corresponden a un clima frígido propio de altiplano con marcada influencia del Lago Titicaca. Las temperaturas son altas en los meses de verano, bajas en el otoño e invierno y de mediana a altas en la primavera. En cuanto a su temperatura media esta es de entre 4 a 10 °C, la temperatura máxima se mantiene uniforme a lo largo del año durante todos los meses con un promedio de 15 °C, no de la misma manera la temperatura mínima que tiene como un promedio los -7 °C durante el mes de julio.

4.1.4. Hidrología

Las características geológicas del área de estudio, determinan que las formaciones estratigráficas tienen una baja conductividad hidráulica por lo que el sistema hidrogeológico de mayor importancia es el superficial, ya que en la zona de estudio se presentan varias cauces de riachuelos y canales de riego que son aprovechadas directamente por los pobladores de la zona para uso doméstico y agropecuario como la crianza de animales y el cultivo diverso de productos naturales de crecimiento en la zona.

4.1.5. Flora y fauna

La zona de estudio presenta una diversidad de flora con distintas especies y variedades que se presentan de forma natural como el ichu principalmente que es



predominante en la zona de estudio, asimismo se tienen variedades de cultivos propios de la región como la papa, oca, cebada, quinua y otros, que son de uso directo para el consumo de los pobladores de la zona.

La variedad de fauna es diversa en todas sus especies como aves, mamíferos, reptiles, anfibios, insectos, y otros que se presentan con gran diversidad y también se encuentra en la zona de influencia a diversos animales de crianza propios de la zona que también es una fuente de alimento e ingreso económico para la población.

4.2. GEODINÁMICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.2.1. Geodinámica interna

La zona de estudio se ubica en una zona sísmicamente activa de acuerdo a los antecedentes históricos y la presencia de fallas activas a consecuencia de los eventos de gran magnitud presentes en la zona sur del país.

4.2.2. Geodinámica externa

Los agentes atmosféricos externos como son: viento, aguas y gravedad que influyen directamente sobre la capa superficial de la tierra, originaron distintas formas en el relieve del altiplano influyendo en el macizo rocoso y el suelo del área de estudio. En el área de estudio de la red vial, se presentan acumulaciones de sedimentos que son aprovechables como agregado de acuerdo a su selectividad de acuerdo a sus propiedades físico-mecánicas y su aprovechamiento destinado a un fin apropiado.

La meteorización y la erosión son los factores de gran repercusión en el desarrollo de dichas formas en el relieve terrestre, los cuales presentan distintas características que originan nuevos ambientes naturales de la superficie terrestre.



4.3. GEOMORFOLOGÍA LOCAL

Según el área de influencia de la zona de estudio en el proyecto del corredor vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000, se tienen varias unidades geomorfológicas, los cuales presentan diversos relieves en el terreno y también se tienen aspectos antrópicos de los últimos años.

4.3.1. Unidades geomorfológicas

4.3.1.1. Montañoso

a) Colina baja

En esta subunidad se tienen pendientes ligeramente pronunciadas en el relieve terrestre que van desde 3800 m.s.n.m. hasta los 3850 m.s.n.m., en el cual se presentan zonas de llanura y altiplanicie, se observan áreas de vegetación y de buena distribución de material cuaternario fluvial y coluvial.

b) Colina media

En promedio se presenta entre alturas de 3850 m.s.n.m. hasta 4000 m.s.n.m. en el cual se presentan relieves con pendientes pronunciadas y zonas de lomadas y la exposición de afloramientos que se presentan en muchas direcciones.

c) Colina alta

Consta de altitudes mayores a 4000 m.s.n.m. en el cual se presentan abruptas elevaciones con presencia de escarpas y formaciones de relieves muy pronunciadas y es notable su contraste en una zona de la red vial en el cual influye de manera directa con la presencia de afloramientos de macizo rocoso.



4.3.1.2. Fluvial

En el área de estudio se distinguen pequeñas lagunas temporales que son alimentadas en los meses de precipitación fluvial entre los meses de octubre y marzo, lo cual también cumple un papel importante en la formación de riachuelos y origina el transporte de sedimentos para su disposición en zonas de llanuras y partes bajas.

4.3.1.3. Antrópico

En la zona de estudio principalmente se tienen accesos principales, secundarios y auxiliares que son de uso continuo por los pobladores de la zona, asimismo, se tienen gran porcentaje de viviendas rurales, obras civiles como canales de riego, accesos; también contiguo a la vía principal, se tiene al Distrito de Taraco.



4.4. GEOLOGÍA LOCAL

La zona de estudio de la red vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000, constituye una zona de llanura muy extensa en el cual no tiene una influencia directa de las afloramientos de macizo rocoso propiamente, la presencia de material cuaternario hace una fácil identificación de la distribución lineal del tramo en estudio.

4.4.1. Paleozoico

a) Formación Chagrapi

En la zona de estudio la Fm. Chagrapi aflora en la zona del Cerro Cacapata en un tramo de la red vial, en el cual se pueden apreciar afloramiento de lutitas grises de grano fino delezables y muy meteorizadas superficialmente, tienen presencia de fósiles como los trilobites y varios nódulos fosilíferos.

4.4.2. Mesozoico

a) Formación Sipin

Ésta Formación no se verifica en la zona de estudio debido a que aflora en una zona distante ligada a la Fm. Chagrapi. Litológicamente está constituida por calizas pardas amarillentas con niveles de arenisca calcárea. El área de influencia de la Formación Sipin en el área de estudio es bajo y se presenta en la zona sureste de la red vial en estudio.

b) Formación Muni

Ésta formación en la zona de estudio está constituida de caliza gris, lutita abigarrada de color gris. En la zona de estudio se presenta un afloramiento directamente en un punto de la red vial, el cual se tuvo que definir de acuerdo a su delimitación.



a) Formación Huancané

Está compuesta por conglomerados, areniscas cuarzosas, areniscas lajosas. En la zona de estudio no se tienen influencias de manera directa para el diseño de la red vial, pero en otros tramos se divisa su influencia en el diseño de la carretera.

b) Formación Ayabacas

Consta de lutitas limolíticas de coloración rojiza con caliza impura y caliza masiva gris; se tiene un contacto de manera directa cerca al punto de inicio de nuestro estudio del corredor vial, en el cual se presenta notoriamente.

4.4.3. Cenozoico

4.4.3.1. Cuaternario

a) Depósito Aluvial

Es la formación que tiene más influencia directa en el área de estudio, en el cual se desarrollaron los estudios operativos de estudio geotécnico y comprende la afectación directa para el desarrollo del presente estudio del proyecto. Está compuesta por arcillas y limos, arenas y gravas no consolidadas depositadas por la corriente de los ríos.

b) Depósito Fluvial

Es la formación geológica que se distribuye principalmente en los lechos de los ríos y en zonas de transporte por acción del agua. Está compuesto por gravas y arenas ubicados en los lechos de los ríos.

c) Depósito Coluvial

En el área de estudio se distribuye principalmente en las laderas de los pies de montaña y las zonas escarpadas, lo cual se depositaron con acción de la gravedad.

Está compuesta litológicamente por fragmentos litológicos, material triturado y finos, correspondientes a las formaciones que se hallan in situ.

Tabla 21: Columna estratigráfica local.

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA		DESCRIPCIÓN
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENO	Dep. Coluvial	Qh-co	Compuesta litológicamente por areniscas, limoarcillitas.
			Dep. Fluvial	Qh-fl	Compuestos por gravas y arenas ubicados en los lechos de los ríos.
			Dep. Aluvial	Qh-al1	Compuesta por arcillas y limos, arenas y gravas no consolidadas depositadas por la corriente de los ríos.
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	Fm. Ayabacas	Kis-ay	Consta de lutitas limolítica roja con caliza impura; caliza masiva gris.
		INFERIOR	Fm. Huancané	Ki-hn	Compuesta por conglomerados, areniscas cuarzosas, areniscas lajosas.
	JURÁSICO	SUPERIOR	Fm. Muni	JsKi-mu	Consta de caliza colorante, lutita abigarrada, caliza gris, lutita abigarrada de color gris.
			Fm. Sipin	Js-si	Constituida por calizas pardas amarillentas con niveles de arenisca calcárea con laminación interna y niveles brechosos.
PALEOZOICO	DEVÓNICO	INFERIOR	Fm. Chagrapi	SD-ch	Constituida por lutitas areniscosas nodulares, lutitas negras de grano fino.
	SILÚRICO	SUPERIOR			

Fuente: extraído (INGEMMET).

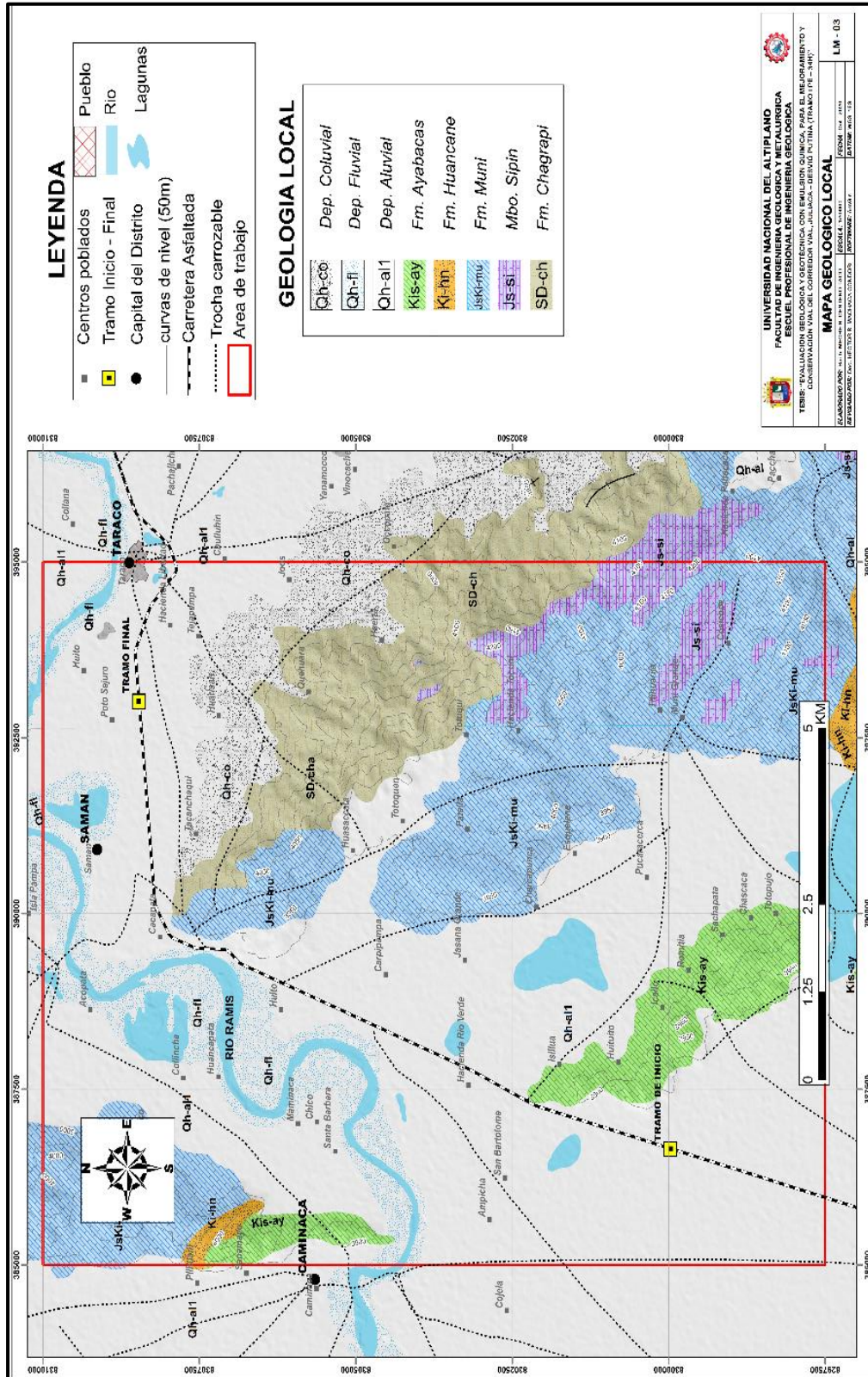


Figura 13: Mapa geológico local

Fuente: Elaboración propia del testista.



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados, en base al manual de carreteras de las especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013 y manual de ensayo de materiales EM-2016, donde se establecen las especificaciones que deben cumplir los materiales.

El desarrollo de la investigación se inicia con la revisión bibliográfica, realizadas con anterioridad por otros proyectos o buscando la similitud, para ello se hace una revisión de los materiales a emplear, se prosigue ubicando las calicatas estratégicamente para la investigación del sub-suelo con la finalidad de conocer las propiedades físico-mecánicas, también conocer la capacidad de soporte del suelo existente (CBR), a lo largo del el del tramo de la carretera.

Posteriormente se realiza el análisis e interpretación de resultados poniente a los estudios de suelo de muestras empleada, determinando sus propiedades físicas y mecánicas.

Se emplea correlaciones con propiedades de los índices de los suelos para determinar las propiedades mecánicas y las características de las muestras analizadas.



5.1. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL CORREDOR VIAL

5.1.1. Investigación del sub-suelo

5.1.1.1. Trabajos de campo

En campo se realizaron los siguientes trabajos, la primera se realizó la caracterización de los materiales existentes: se excavaron un total de 25 calicatas, seguidamente cada una de ellas a 500 metros de longitud, asimismo, definir el perfil estratigráfico y calcular valores de capacidad de soporte. Estas calicatas se ejecutaron a cielo abierto a una profundidad que oscilo entre 1.20 y 1.50 m, desde la superficie del terreno natural, lo cual nos permitió visualizar la estratigrafía y proceder con los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos, Ver tabla 22.

Posteriormente, se registró los espesores de cada una de las capas del Sub-Suelo, sus características de gradación, el nivel de humedad, la plasticidad de los finos y su estado de compactación. Las calicatas se ubicaron en las siguientes progresivas:

TRAMO I: Juliaca - Dv. Putina (km 15+000 al km 27+000)**Tabla 22:** Número calicatas de acuerdo a las progresivas.

calicata n°	progresiva	coordenadas			lado
		norte	este	altitud (m)	
1	15+000	8299975	386651	3849 m	izquierda
2	15+500	8300451	386782	3837 m	derecha
3	16+000	8300936	386922	3842 m	izquierda
4	16+500	8301413	387057	3839 m	derecha
5	17+000	8301904	387196	3842 m	izquierda
6	17+500	8302358	387369	3839 m	derecha
7	18+000	8302816	387596	3848 m	izquierda
8	18+500	8303270	387812	3838 m	derecha
9	19+000	8303731	388001	3848 m	izquierda
10	19+500	8304199	388193	3838 m	derecha
11	20+000	8304661	388383	3836 m	izquierda
12	20+500	8305125	388572	3835 m	derecha
13	21+000	8305587	388764	3845 m	izquierda
14	21+500	8306057	388953	3834 m	derecha
15	22+000	8306514	389145	3834 m	izquierda
16	22+500	8306956	389377	3839 m	derecha
17	23+000	8307418	389497	3841 m	izquierda
18	23+500	8307894	389631	3837 m	derecha
19	24+000	8308175	390040	3839 m	izquierda
20	24+500	8308252	390526	3836 m	derecha
21	25+000	8308291	391029	3843 m	izquierda
22	25+500	8308337	391522	3836 m	derecha
23	26+000	8308380	392026	3842 m	izquierda
24	26+500	8308425	392527	3836 m	derecha
25	27+000	8308469	393021	3840 m	izquierda

Fuente: Elaboración propia del tesista.

5.1.1.3. Perfil estratigráfico del eje de la carretera

De acuerdo a los trabajos realizados en campo y los ensayos de laboratorio se obtiene la siguiente información, primeramente se estableció el perfil estratigráfico de 25 calicatas, luego ver el tipo de suelo y verificar si continua con el mismo material a una profundidad determinada. El perfil estratigráfico dibujado se aprecia en el anexo 2.

5.1.1.4. Descripción del suelo de fundación

De acuerdo a los trabajos de campo y ensayos realizados en laboratorio podemos generalizar la descripción del tipo de suelo que se tiene en el tramo.



Aquí generalizamos la descripción del suelo encontrado, es notorio y evidente de la tabla 23, la preponderancia del material gravoso con matrices tanto limosa como arcillosa. Este suelo, basado en la clasificación AASHTO alcanza casi el 85% de representatividad. Mostramos a continuación las incidencias según el tipo de suelos.

Los suelos que predominan son mezclas gradadas de fragmentos de piedra o grava, arena gruesa, arena fina y un ligante de suelo no plástico o de baja plasticidad. Incluyen grava, arena gruesa. La descripción vertida corresponde a suelos del tipo A-1. El subgrupo (b) incluye aquellos materiales que consisten predominantemente de arena gruesa con o sin un ligante de suelo bien graduado. En cifras redondas enteras, hablamos de 60%. Y sobre esto un 25% de A-2-4 que es un grupo bastante amplio de variedad de materiales granulares. Se encuentra en el límite de los grupos A1 y A3, y los materiales tipo limo y arcilla que se clasifican en los grupos A-4 a A-7.

5.1.1.5. Clasificación de suelos en el corredor vial

Particularmente los suelos pueden ser clasificados solamente teniendo en cuenta las granulometrías y los límites de consistencia de Atterberg en varios sistemas de clasificación.

Particularmente, se suele usar con mayor frecuencia en la ingeniería de cimentaciones, el denominado sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), opcionalmente el sistema AASHTO.

En la siguiente tabla 23 tenemos un resumen de los suelos encontrados en las calicatas realizadas.

Tabla 23: Sistema de clasificación de suelos.

PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	LL %	IP %	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
					SUCS	AASHTO
Km. 15+000	C-1	M-2	22	3	SM-SC	A-1-b (0)
		M-3	26	6	GM-GC	A-1-b (0)
		M-4	28	8	GM-GC	A-2-4 (0)
Km. 15+500	C-2	M-2	23	3	GM-GP	A-1-b (0)
		M-3	24	4	GM-GC	A-1-b (0)
		M-4	31	9	GM	A-1-b (0)
Km. 16+000	C-3	M-2	23	2	GM	A-1-a (0)
		M-3	25	5	GC	A-2-4 (0)
		M-4	30	9	GC	A-2-4 (0)
Km. 16+500	C-4	M-2	24	5	GM-GP	A-1-a (0)
		M-3	25	3	GM	A-1-b (0)
Km. 17+000	C-5	M-2	26	4	GM-GC	A-1-b (0)
		M-3	24	4	GM-GC	A-1-b (0)
Km. 17+500	C-6	M-2	26	4	GM-GC	A-1-b (0)
		M-3	29	5	GM-GC	A-1-b (0)
		M-4	30	8	GC	A-2-4 (0)
Km. 18+000	C-7	M-2	26	5	GM-GP	A-1-a(0)
		M-3	29	5	GM-GC	A-1-b (0)
		M-4	29	7	GM-GC	A-2-4(0)
Km. 18+500	C-8	M-2	25	3	GM	A-1-b (0)
		M-3	29	5	GM	A-1-b (0)
Km. 19+000	C-9	M-2	30	5	GM-GC	A-1-b (0)
		M-3	28	4	GM-GC	A-1-b (0)
Km. 19+500	C-10	M-2	29	3	GM	A-1-b (0)
		M-3	29	5	GM-GC	A-1-b (0)
Km. 20+000	C-11	M-2	30	7	GM-GC	A-2-4(0)
		M-3	28	4	GM-GC	A-1-b (0)
Km. 20+500	C-12	M-2	26	2	GM	A-1-b (0)
		M-3	28	6	GM-GC	A-1-b (0)
Km. 21+000	C-13	M-2	28	5	GM-GC	A-1-b (0)
		M-3	30	5	GM-GC	A-1-b (0)
Km. 21+500	C-14	M-2	29	7	GM-GC	A-2-4(0)
Km. 22+000	C-15	M-2	29	7	GM-GC	A-2-4(0)
Km. 22+500	C-16	M-2	29	5	SM-SC	A-1-b (0)
		M-3	28	4	GM-GC	A-1-b (0)
Km. 23+000	C-17	M-2	29	3	SM	A-1-b (0)
		M-3	28	6	SM-SC	A-1-b (0)
Km. 23+500	C-18	M-2	30	5	SM-SC	A-1-b (0)
		M-3	29	5	GM-GC	A-1-b (0)
Km. 24+000	C-19	M-2	28	6	GM-GC	A-1-b (0)
Km. 24+500	C-20	M-2	29	4	GM-GC	A-1-b (0)
Km. 25+000	C-21	M-2	27	4	SM-SC	A-1-b (0)
Km. 25+500	C-22	M-2	27	5	GM-GC	A-2-4(0)
		M-3	29	3	SM	A-2-4(0)
Km. 26+000	C-23	M-2	29	3	SM	A-2-4(0)
Km. 26+500	C-24	M-2	28	3	SM	A-1-b (0)
Km. 27+000	C-25	M-2	32	5	GM-GC	A-1-b (0)
		M-3	27	6	SM-SC	A-2-4(0)

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

5.1.2. Análisis del suelo de fundación

5.1.2.1. Características de suelos

Se observa claramente que las causas fundamentales de falla del pavimento casi siempre se encuentran en el suelo de fundación, a pesar de que son afectados. El análisis



de los suelos son específicamente su naturaleza del suelo, el origen geológico y su comportamiento mecánico estos se realizan mediante los correspondientes estudios geotécnicos. En la zona de estudio encontramos suelos: como mezcla bien gradada de fragmentos de piedra o grava, arena gruesa, arena fina y un ligante de suelo no plástico o de baja plasticidad como grava, arena gruesa, etc.

5.1.2.2. Determinación de la capacidad de soporte del suelo de fundación “C.B.R.”

Aquí de manera resumida los valores obtenidos de capacidad de soporte de los suelos. Este parámetro está referido a la medición de la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte que evidencia un suelo dado.

El número CBR (o simplemente CBR) se obtiene como la relación de la carga unitaria (en lbs/plg²) o su equivalente métrico, es necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón (con un área de 19.4 cm²) dentro de la muestra compactada de suelo con contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado.

En las siguiente tabla 24 un resumen del porcentaje de CBR que tienen los suelos.

Tabla 24: Resultados de CBR en las calicatas.

UBICACIÓN				CBR 0.1 "		CBR 0.2 "	
Progresiva	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	95%	100%	95%	100%
Km. 15+000	C-1	M-1	0.00 - 0.019	-	-	-	-
		M-2	0.019 - 0.13	17.80	27.90	22.90	33.30
		M-3	0.13 - 0.20	-	-	-	-
		M-4	0.20 - 0.90	25.00	37.30	29.40	43.00
Km. 17+000	C-2	M-1	0.00 - 0.019	-	-	-	-
		M-2	0.019 - 0.13	20.90	33.40	26.70	40.20
		M-3	0.13 - 0.60	18.80	31.60	25.20	38.30
Km. 19+000	C-3	M-1	0.00 - 0.019	-	-	-	-
		M-2	0.019 - 0.13	21.00	33.00	26.80	39.50
		M-3	0.13 - 0.50	19.90	25.70	30.80	37.70
Km. 21+000	C-4	M-1	0.00 - 0.019	-	-	-	-
		M-2	0.019 - 0.13	17.90	31.00	22.90	37.10
		M-3	0.13 - 1.50	22.20	35.20	28.10	42.00
Km. 23+000	C-5	M-1	0.00 - 0.019	-	-	-	-
		M-2	0.019 - 0.13	15.70	24.80	20.30	30.60
		M-3	0.13 - 0.70	12.50	18.90	16.00	24.90
Km. 25+000	C-6	M-1	0.00 - 0.019	-	-	-	-
		M-2	0.019 - 0.18	21.40	31.30	25.10	35.50
Km. 27+000	C-7	M-1	0.00 - 0.019	-	-	-	-
		M-2	0.019 - 0.13	21.70	35.50	26.90	40.80
		M-3	0.13 - 1.50	7.50	13.60	9.50	16.90

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

5.2 COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DEL MATERIAL DE PRÉSTAMO

5.2.1 Canteras asumidas para el pavimento

En éste caso específico se efectuó en primer lugar el reconocimiento de la zona por donde discurre el proyecto para la ubicación de fuentes de materiales, cuyas características principales son el de tener los volúmenes de materiales necesarios, pero principalmente con las propiedades geotécnicas requeridas por las especificaciones técnicas de las actividades a efectuar y en segundo lugar el reconocimiento se amplió a zonas cercanas al proyecto.

5.2.1.1. Material de recarga granular

El material de aporte granular tiene que cumplir con los parámetros de calidad exigidos de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto. Aquí tenemos a la gradación tabla 25.

Tabla 25: Gradación de material granular triturado

GRADACIÓN DE MATERIAL GRANULAR TRITURADO	
Tamiz	Porcentaje que Pasa
1"	100
3/4"	70 - 100
1/2"	40 - 60
3/8"	10 - 35

Fuente: (MTC-Perú, 2013).

5.2.2 Cantera Ticani

5.2.2.1 Ubicación

Se ubica en el km 106+700 de la carretera Juliaca – Sandia, que corresponde a la ruta PE 34H y que pertenece a nuestro proyecto. Se encuentra al lado izquierdo. El acceso



se encuentra en regular estado y tiene una longitud aproximada de 0.70 Km. Este banco de materiales es un depósito fluvial (Río Quilcapunco).

5.2.2.2 Accesibilidad

Para acceder a la cantera, es por la carretera Juliaca –Sandia, en el km 106+700 a lado izquierdo, pues la extracción del material se ubica al mismo costado de la carretera, lo cual se muestra en el mapa de canteras ver anexo 7.

5.2.2.3 Volumen

- Volumen total: 145,895.99 m³.
- Volumen utilizable: 131,306.39 m³.

5.2.2.4 Características de materiales

Los agregados gruesos son de forma redondeada y subredondeada y de textura lisa. Estos materiales granulares no tienen plasticidad, son de color gris blanquecino, el tamaño máximo es 8 a 12”.

5.2.2.5 Usos

El uso que se le dará, así como su rendimiento es el siguiente:

- | | |
|---|-----|
| – Relleno | 75% |
| – Afirmado | 40% |
| – Estabilización de suelos con emulsión asfáltica | 50% |
| – Mortero asfáltico ó micropavimento (arena) | 50% |

5.2.2.6 Tratamiento

a) Relleno y afirmado.

Para la extracción de materiales se empleó excavadoras, cargadores frontales, y volquetes. Zarandeo para obtener los agregados requeridos.

b) Estabilización de suelos con emulsión.

Para la extracción de materiales se empleó excavadoras, cargadores frontales, y volquetes. Trituración y/o zarandeo para obtener los agregados requeridos.

c) Mortero asfáltico o micropavimento.

Zarandeo y chancado de agregado grueso para producir la arena. Se aceptó solo 25% de arena zarandeada en mortero. En micro pavimento 100% chancado.

5.2.2.7 Período de extracción

La extracción de los agregados se efectúa en período de estiaje (abril a diciembre).

5.2.2.8. Características físicas – mecánicas

Tabla 26: Características físico – mecánicas de cantera Ticani.

NOMBRE DE LA CANTERA	CARACTERÍSTICAS FISICO-MECANICAS				
	L.L. (%)	I.P. (%)	SUCS	AASHTO	ABRASION (%)
TICANI I	21	NP	GW-GM	A-1-a (0)	24.92
	21	NP	GW-GM	A-1-a (0)	22.84
	22	NP	GW-GM	A-1-a (0)	21.06
	22	NP	GW-GM	A-1-a (0)	23.34
	21	NP	GW-GM	A-1-a (0)	24.38
	21	NP	GW-GM	A-1-a (0)	22.78
	22	NP	GW-GM	A-1-a (0)	24.90
	21	NP	GW-GM	A-1-a (0)	23.14

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

En la siguiente figura 14 se observa la calicata realizada al material de préstamo.



Figura 14: Exploración de cantera Ticani.

Fuente: Elaboración propio del tesista.

5.2.3 Cantera Ramis

5.2.3.1. Ubicación

Se ubica en el tramo I, km 41+920 de la carretera Juliaca – Putina, que corresponde a la ruta PE 34H. Se encuentra al lado izquierdo. El acceso se encuentra en buen estado y tiene una longitud aproximada de 0+201 km desde el eje de la carretera. Este banco de materiales es un depósito fluvial.

5.2.3.2 Accesibilidad

Para acceder a la cantera, es por la carretera Juliaca – Putina, en el km 41+920 a lado izquierdo. Pues la extracción del material se ubica al mismo costado de la carretera a solo 201 m.

5.2.3.3. Volumen

- Volumen total: 10462.41 m³.
- Volumen utilizable: 9939.29 m³.



5.2.3.4. Características de materiales

Los agregados gruesos son de forma redondeada y subredondeada y de textura lisa. Estos materiales granulares no tienen plasticidad, son de color gris, el tamaño máximo es 8 a 12”.

5.2.3.5. Usos

El uso que se le dará, así como su rendimiento es el siguiente:

- Relleno (zarandeado) 75%
- Afirmado (zarandeado y trituración) 40%
- Estabilización de suelos con emulsión asfáltica (zarandeado y trituración) 50%
- Mortero asfáltico ó micropavimento (zarandeado y trituración) 50%

5.2.3.6. Tratamiento

a) Relleno y afirmado.

Para la extracción de materiales se debe emplear excavadoras, cargadores frontales, y volquetes. Zarandeo para obtener los agregados requeridos.

b) Estabilización de suelos con emulsión.

Para la extracción de materiales se debe emplear excavadoras, cargadores frontales, y volquetes. Trituración y/o zarandeo para obtener los agregados requeridos.

c) Mortero asfáltico o micropavimento.

Zarandeo y chancado de agregado grueso para producir la arena. Se acepta solo 25% de arena zarandeada en mortero.

5.2.3.7. Período de extracción

La extracción de los agregados puede efectuarse en período de estiaje (abril a diciembre).

5.2.3.8. Características físico – mecánicas

Tabla 27: Características físico – mecánicas de cantera Ramis.

NOMBRE DE LA CANTERA	CARACTERÍSTICAS FISICO-MECANICAS				
	L.L. (%)	I.P. (%)	SUCS	AASHTO	ABRASION (%)
RAMIS	17	NP	SP	A-1-b (0)	27.14
	18	NP	SP	A-1-b (0)	27.56
	17	NP	SP	A-1-b (0)	26.38

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

En la siguiente figura 15 se observa el material de préstamo de la cantera ramis.



Figura 15: Exploración de cantera Ramis.

Fuente: elaboración propio del tesista.

5.2.4. Fuentes de agua

A lo largo de la vía por donde discurre nuestro proyecto, se han ubicado fuentes de agua con caudal suficiente para abastecer – entre otros - los trabajos de conformación de las capas granulares.

Debe puntualizarse que los requisitos de evaluación que se han tomado como referencia son los siguientes ver tabla 28.

Tabla 28: Ensayos según el nivel de tolerancia.

CUADRO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS	
ENSAYOS	TOLERANCIA
pH	5.5 a 8.0
Sulfatos como ión SO ₄ (p.p.m)	3000 máx.
Alcalinidad HCO ₃ (p.p.m)	1000 máx
Cloruros como ión Cl ⁻ (p.p.m)	1000 máx.
Sales soluble (p.p.m)	5000 máx.
Materia Orgánica (p.p.m)	3.00 máx.

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

Se ubicaron muchas fuentes de agua, pero basado en el cumplimiento de especificaciones técnicas para su empleo en la fabricación ya sea de, mortero asfáltico, afirmado estabilizado y otros parámetros tales como su distancia de transporte y disponibilidad, se seleccionaron las que se indican a continuación tabla 31.

Tabla 29: Ubicación de la fuente de agua para el tramo I.

Nombre	Ubicación (Progresiva).	Ubicación (Coordenadas)		Distancia del Acceso	Disponibilidad de Uso (Activo o
		E	N		
Azana Grande (Rio Ramis)	km. 018+670	38617	8304117	L. IZQ. Acceso a 2220.0 m.	Todo el año.

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

5.2.5 Botaderos

Se encuentra en el tramo I, sub tramo 3 carretera Putina a Ananea. Se ubica en la progresiva 126+460 al lado izquierdo con un acceso de 180 m.

5.2.6. Evaluación hidráulica

5.2.6.1 Tramo 1: Juliaca - Dv. Putina (km 15+000 al km 27+000)

a) Alcantarillas

En el área de estudio se ha identificado 14 alcantarillas, de acuerdo al reconocimiento de campo, las alcantarillas identificadas tienen las funciones de alivio de cunetas o cruce de quebrada.

b) Cunetas

Con respecto al inventario de cunetas de concreto en el Tramo I, se ha identificado 809.0 m. de cunetas revestidas de sección triangular en buen.

5.3. ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA DEL TIPO DE ROTURA LENTA CCS-1H.

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas asfálticas, empleando mezcla asfáltica producida en frío, reutilizando materiales provenientes de capas asfálticas antiguas, con nuevos materiales de aporte, agentes rejuvenecedores y otros aditivos, con la finalidad de cumplir con las especificaciones técnicas correspondientes y de conformidad con el Proyecto.

Tabla 30: Normativa para el reciclado.

RECICLADO		
Ensayos de Reciclado en Frío	NORMA	ESPECIF.
Abrasión	MTC E 207	40% máx.
Desgaste Micro-Deval	ASTM D 7428	35% máx.
10% de finos (KN)	-	75% min
Durabilidad	MTC E 209	18% máx.
Partículas fracturadas % mínimo 1 cara	MTC E 210	50%
Angularidad (Agregado fino)	ASTM D 1252	35% min
Partículas planas y alargadas	MTC E 221	10% máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	50% mín.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.

Fuente: (MTC-Perú, 2013).



Expuesto las consideraciones normativas, se describe a continuación los bancos de materiales que se han analizado y que se tiene previsto emplear según su zona de influencia al tramo. Naturalmente, quedan abierto otras opciones que pudiesen estar determinadas por factores total y absolutamente ajenos al enfoque previsto en la presente descripción, que es el de explotar directamente nuestra producción de canteras.

5.3.1. Clasificación de suelos con emulsión asfáltica

Se efectuó de acuerdo al sistema de clasificación de suelos SUCS O AASHTO. En el lugar de estudio se halló un material gravoso con matrices tanto limosa como arcillosa, mezcla gradada de fragmentos de piedra o grava, arena gruesa, arena fina y un ligante de suelo no plástico o de baja plasticidad. Incluyen en casos muy particulares fragmentos de roca, grava, arena gruesa, ceniza volcánica, la descripción vertida corresponde a suelos del tipo A-1.

El subgrupo (b) incluye aquellos materiales que consisten predominantemente de arena gruesa con o sin un ligante de suelo bien graduado. En cifras redondas enteras, hablamos de 60%. Y sobre esto un 25% de A-2-4 que es un grupo bastante amplio de variedad de materiales granulares.

Se encuentra en el límite de los grupos A1 y A3, y los materiales tipo limo y arcilla que se clasifican en los grupos A-4 a A-7. Este suelo, basado en la clasificación AASHTO alcanza casi el 85% de representatividad.



5.3.2. Diseño de suelos

5.3.2.1 Diseño de suelos para la base estabilizada con emulsión asfáltica

Uno de los problemas más frecuentes en los trabajos de pavimentación es la mezcla de suelo, para lograr una mejor calidad que cumpla con los requisitos según la especificación técnica.

El diseño de la base estabilizada se realizó mediante los ensayos de laboratorio de suelos y pavimentos, se determinaron el comportamiento físico-mecánico del material de aporte que utilizaremos como es la piedra chancada de la cantera Ticani I y la cantera Ramis, ya que cumplen estas canteras con las especificaciones técnicas para realizar el diseño.

En nuestro diseño de la base estabilizada con emulsión asfáltica utilizamos, un 3.3 % de emulsión asfáltica, con el material de reciclado de 10 cm y el material de aporte de 5 cm.

- La tasa de la emulsión asfáltica.
- El espesor alcanzado durante el reciclado.
- El material de aporte.
- El porcentaje de compactación.

A continuación en la tabla 31 podemos ver el resultado del diseño realizado.

Tabla 31: Proporciones de mezcla para la base estabilizada.

N°	TIPO DE MATERIAL	PROPORCIÓN	PROCEDENCIA
1	Material Reciclado	10 cm	Capa de Rodadura
2	Material de aporte granular (piedra chancada)	5 cm	Cantera Ticani I y Ramis
3	Emulsión asfáltica	3.3 %	

Fuente: elaboración propio del tesista.



5.3.2.2. Materiales

a) Emulsión asfáltica

Como elemento estabilizador se empleó la emulsión asfáltica catiónica del tipo de rotura lenta (CCS-1h), el cual cumple con las especificaciones técnicas EG-2013 del MTC, en la sección 301.E (Suelos estabilizados con emulsión asfáltica).

b) Material granular de aporte

El material granular de aporte procederá de la cantera Ticani ubicado en el km 105+120 del tramo III y la cantera Ramis que está ubicado en el km 41+920 del tramo I. Este material de aporte será colocado en la superficie de la plataforma a estabilizar, con un espesor de 5 cm este material de aporte es básicamente para el mejoramiento de la base granular y mejorar las condiciones estructurales del pavimento.

5.3.2.3. Tasa y aplicación de emulsión asfáltica

La aplicación de la emulsión asfáltica, se consideró lo establecido en el diseño es de acuerdo a las especificaciones técnicas, la aplicación de la emulsión es de 3.3%.

La emulsión se aplicó en galones por metro cubico estas distribuidas uniformemente según el diseño realizado cumpliendo con lo establecido a las especificaciones técnicas, estas son tendidas en la plataforma a estabilizar. En la tabla 32 se muestra la dosificación de la emulsión asfáltica.

Tabla 32: Dosificación de estabilización con emulsión asfáltica.

DOSIFICACIÓN		VALORES ESPECIFICADOS		
		ESTABILIDAD (LB)	PERDIDA DE ESTABILIDAD (%)	RECUBRIMIENTO (%)
ASFALTO RESIDUAL (%)	EMULSIÓN ASFÁLTICA (%)	(507 lb Min)	(50% Max)	(50% - 100)
2.0%	3.3%	1507	49	50

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

5.3.2.4. Coeficientes estructurales

Para la dosificación correspondiente a 2% de asfalto residual, para la estabilización de materiales con emulsión asfáltica, que cumple satisfactoriamente con los requerimientos de las especificaciones técnicas del MTC EG-2013, se tiene tabla 33.

Tabla 33: Coeficiente estructural para suelo estabilizado con emulsión.

DOSIFICACIÓN		ESTABILIDAD MARSHALL (lb)	COEFICIENTE ESTRUCTURAL	
ASFALTO RESIDUAL (%)	EMULSIÓN ASFÁLTICA (%)		(1/pulg)	(1/cm)
2.00%	3.3%	1597	0.30	0.12

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

5.3.3. Material reciclado del terraplén

El suelo por estabilizar con la emulsión asfáltica, podrán ser material de afirmado o provenir de la escarificación de la capa superficial existente o ser un suelo natural proveniente de:

- Excavaciones o zonas de préstamo.
- Agregados locales.
- Mezclas de ellos.

a) Agregados pétreos

Los agregados pétreos serán los resultantes de la trituración mecánica de las capas de pavimento en el espesor indicado, los cuales deben cumplir con la granulometría indicada en las especificaciones técnicas ver tabla 34.

Tabla 34: Granulometría de agregados reciclados en frío.

Granulometría de los agregados reciclados en frío in situ empleando cemento asfáltico		
TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
NORMAL	ALTERNO	
37.5 mm	1 1/2"	100
25.0 mm	1"	75-100
19.0 mm	3/4"	65-100
9.5 mm	3/8"	45-75
4.75 mm	N° 4	30-60
2.00 mm	N° 10	20-45
425 um	N° 40	10-30
75 um	N° 200	5-20

Fuente: (MTC-Perú, 2013).

b) Materiales bituminosos

Para los reciclados en frío efectuados en el mismo lugar, con emulsión asfáltica catiónica del tipo de rotura lenta, del tipo CCS-1h, deberán ser compatible con los agregados pétreos y cumplir con los requisitos de calidad. Si se requiere una emulsión de diferentes características, para rejuvenecer el asfalto por ejemplo, deberá ser objeto de una especificación especial. Se deberá comprobar, además, la compatibilidad de la emulsión asfáltica con el material fresado mediante el ensayo de recubrimiento y resistencia al desplazamiento sin adición de carbonato de calcio, según la norma de ensayo MTC E 409.

5.3.3.1 Controles

a) Calidad de los materiales

Se tomaron muestras representativas de los materiales existentes, comprobando el espesor y tipo de material en las diferentes capas. Se tomaron muestras de material fresado en el espesor previsto para el reciclado, empleando una máquina fresadora de iguales o similares características o que produzca un fresado adecuado o semejante a la máquina que exijan las especificaciones técnicas. Sobre las muestras de cada material fresado se determinó la granulometría, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 204. Los resultados del reconocimiento del terreno, los ensayos de granulometría permitieron verificar que el tramo es suficientemente homogéneos en relación con los objetivos pretendidos para el reciclado. Se consideró que no hay homogeneidad en un tramo, cuando los resultados de los ensayos individuales de granulometría y los espesores de las capas por reciclar presenten respecto del promedio de los valores encontrados variaciones superiores a las tolerancias establecidas tabla 35, o cuando se detecte una variación manifiesta en el tipo de agregados.

Tabla 35: Tolerancias en la granulometría y en el espesor del material por reciclar.

CARACTERISTICA		TOLERANCIA
Granulometria (tolerancia respecto de la masa total del material por reciclar)	porcentaje que pasa por el tamiz de 2 mm y mayores (n°	±6
	Porcentaje que pasa tamiz de 425 um (n° 40)	±4
	Porcentaje que pasa tamiz de 75 um	±3
Espesor (variacion en el espesor de la capa, en mm)	Capas asfálticas	25
	Capas granulares	50

Fuente: (Instituto Nacional de Vías, S.F.)



b) Compactación (densidad de campo)

El ensayo que determina la densidad de campo in-situ de cada capa compactada se realiza a los tramos por aprobar, los sitios para las mediciones se elegirán al azar. Las densidades individuales del tramo deberán ser como mínimo el 95 % de su máxima densidad seca obtenida en el ensayo de laboratorio proctor modificado, de referencia para la base y cuerpo del terraplén mayor a 95 % con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la corona del terraplén. Este ensayo de la determinación de la densidad se realizara con el método nuclear a profundidad reducida.

5.3.4. Material para base estabilizada

5.3.4.1. Aspectos generales

La base estabilizada es la capa que se encuentra localizada entre la sub-base y el pavimento flexible. El material a utilizar en esta capa granular debe seguir estos parámetros. Cumpliendo con lo establecido, de acuerdo a la colocación de la capa estabilizada con emulsión asfáltica, se realizó el tramo de prueba correspondiente; y cumpliendo con los parámetros exigidos en la normativa vial vigente

5.3.4.2. Ejecución de la base estabilizada

Empleando el equipo y los procedimientos aprobados durante la ejecución del tramo, se fresará la capa bituminosa existente y la mezclará en una sola operación con parte de la base de acuerdo al espesor de diseño. Todo material mayor al tamaño máximo especificado en el huso granulométrico que no haya sido reducido durante el proceso, será retirado y dispuesto en el lugar apropiado.

La máquina recicladora deberá tener la posibilidad de introducir los aditivos líquidos de manera uniforme y precisa. Deberá, además, estar equipada con un tacómetro



acoplado al control de la bomba de caudal variable, que asegure que el material bituminoso sólo es adicionado cuando la máquina está en marcha. El sistema de medida debe incluir un totalizador que permita conocer la cantidad de producto bituminoso que se está utilizando en cualquier período y un medidor de caudal que indique la cantidad instantánea de flujo durante la operación de mezclado. El mezclador deberá garantizar una mezcla homogénea y uniforme en todo el ancho y profundidad del reciclado. El suministro de la emulsión asfáltica y del agua se realizará desde depósitos móviles, de manera que no se produzcan paradas innecesarias de la máquina recicladora.

La base estabilizada se deberá construirse con capas de espesores compactado $e=15$ cm (reciclado $e=10$ cm + aporte de material granular $e=5$ cm), el material extendido debe ser de una granulometría homogénea, no debiendo presentar bolsones o nidos (grumos) de materiales finos o gruesos.

La construcción de la base estabilizada, en estos trabajos no se permite trabajos de reciclado en frío en el lugar con productos bituminosos cuando la temperatura ambiental sea inferior a 6° C o en presencia de precipitaciones pluviales. También con antelación a la disgregación del pavimento, se deberá efectuar los bacheas en las zonas que se especifique, las cuales deberán corresponder a fallas de origen profundo que requieran corrección previa, con el fin de evitar deficiencias en el soporte de la capa reciclada.

Las excavaciones se deben rellenar con material de base granular hasta el nivel de la rasante existente, colocándolo y compactándolo en espesores que permitan obtener las densidades exigidas para dicho material. Todo material mayor al tamaño máximo especificado en el huso granulométrico que no haya sido reducido durante el proceso, será retirado y dispuesto en el lugar apropiado.



Cuando el ancho de la superficie por reciclar sea mayor que el de operación de la recicladora, el trabajo se realizará por franjas paralelas que se traslaparán en un ancho aproximado de 30 cm, para no dejar materiales sin mezclar en los bordes.

5.3.4.3. Compactación

Extendida la mezcla, se procederá a su compactación con el equipo y procedimiento aprobados durante la ejecución del tramo de prueba, hasta lograr los niveles de compactación exigidos. Sin embargo, no podrá transcurrir más de media hora desde su extensión hasta el inicio de la compactación.

La compactación se realizará longitudinalmente, comenzando por el borde más bajo de la franja que se esté tratando, de manera continua, hasta alcanzar la masa unitaria especificada en este artículo.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz hacia el frente; los cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. De ser necesario, se aplicarán riegos de agua durante el proceso de compactación para compensar las pérdidas por evaporación y para cerrar la textura de la capa.

5.3.4.4. Culminaciones de la base

Cualquier área de la base estabilizada terminada cuyo espesor compactado sea inferior al indicado o tenga ondas, irregularidades que excedan de 1 cm. deberán corregirse mediante escarificación de la superficie, perfilando, re-compactando la respectiva área en cuestión. La superficie de la base terminada, no debe tener ningún punto cuya cota varíe en más de 1.5 cm. sobre o bajo los niveles establecidos en los planos, los espesores no podrán ser inferiores al 5 % del espesor especificado.

Las capas recicladas en frío requieren un período de curado para su maduración, antes de que se autorice su apertura al tráfico.

El tiempo de curado deberá ser el suficiente para que el contenido de humedad del material reciclado y compactado sea inferior al uno 1%. Durante dicho periodo, se aplicará los riegos de protección para prevenir el deterioro de la capa reciclada por la acción de las aguas superficiales y del tránsito automotor. Dichos riegos se aproximadamente el 30%.

En la siguiente tabla 36 se muestra los ensayos realizados con frecuencia de la base estabilizada.

Ensayo	
Contenido Optimo de Emulsión Asfáltica (%)	3.3 %
Contenido Optimo de Residuo Asfáltico (%)	2.0 % (+/- 0.3%)
Estabilidad Marshall	Mínima 230 Kg
Perdida de Estabilidad	Máximo 50% (promedio)
Recubrimiento y Trabajabilidad	Entre 50 y 100%

Tabla 36: Especificaciones técnicas del porcentaje de suelo estabilizado.

Fuente: (MTC-Perú, 2013).

5.3.5. Control de calidad en laboratorio y campo

Una vez realizado los ensayos de los agregados y materiales conociendo ya sus características y la dosificación que se va tener en campo se empieza a un tramo de prueba

y el proceso constructivo del reciclado de pavimento flexible con la emulsión química (asfalto catiónica del tipo de Rotura Lenta CCS-1h).

El tramo en estudio es de la progresiva km 15+000 al km 27+000, aquí mencionaremos los controles realizados en campo y laboratorio son tabla 37.

Tabla 37: Ensayos específicos y frecuencias.

Material o producto	Propiedades y características	Método de Ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Suelo estabilizado con emulsión	Contenido residuo de asfalto	MTC E 502	2 por día	Pista
	Granulometría	MTC E 204	2 por día	Pista
	Índice de Plasticidad	MTC E 110	1 cada 750 m3	Pista
	Marshall	MTC E 504	2 por día	Pista
	Densidad de Campo	MTC E 506	1 cada 250 m2	Pista
		MTC E 508		
		MTC E 5010		
Espesor	MTC E 507	1 cada 250 m2	Pista	
Emulsión	Según 301.E.03			

Fuente: (MTC-Perú, 2013).

Los resultados de los ensayos realizados se muestran en la tablas 38.

Tabla 38: Resumen de la base reciclada con emulsión asfáltica.

REPORTE DE CAMPO ESTABILIZADO REICLADO CON EMULSION													
N°	UBICACIÓN					DIMENSIONES DE COLOCACION					CONTROL DE CALIDAD		
	FECHA	PROGRESIVA (Km)		HORA		ANCHO PROM.	LONG. (m)	ESPESOR PROMEDIO (m)	AREA (m ²)	VOL. (m ³)	TOMA DE MUESTRAS EN PISTA (N°)	DENSIDADES	
		INICIAL	FINAL	INICIO	FIN							PROGRAMADAS (Cta. 250m2)	EJECUTADAS
1	09/12/2018	026 - 930	025-750	07:41 a.m.	04:34 p.m.	7.20	1180	0.15	8496	1274.40	2	34.0	34
2	10/12/2018	025 - 750	025 - 550	02:00 p.m.	04:30 p.m.	7.20	200	0.15	1440	216.00	2	5.8	6
3	11/12/2018	025 - 550	024 - 940	09:30 a.m.	06:00 p.m.	7.20	610	0.15	4392	658.80	2	17.6	18
4	12/12/2018	024 - 940	024 - 260	10:31 a.m.	02:30 p.m.	7.20	680	0.15	4896	734.40	2	19.6	20
5	13/12/2018	024 - 260	023 - 460	08:56 a.m.	11:15 a.m.	7.20	800	0.15	5760	864.00	2	23.0	23
6	14/12/2018	023 - 460	022 - 520	08:25 a.m.	06:00 p.m.	7.20	940	0.15	6768	1015.20	2	27.1	27
7	15/12/2018	022 - 520	021 - 590	09:00 a.m.	01:45 p.m.	7.20	930	0.15	6696	1004.40	2	26.8	27
8	16/12/2018	021+ 590	021 + 480	07:40 a.m.	04:08 p.m.	7.20	190	0.15	1368	205.20	2	5.5	5
9	17/12/2018	021 + 480	020 + 750	01:35 p.m.	01:55 p.m.	7.20	730	0.15	5256	788.40	2	21.0	21
10	18/12/2018	020 + 750	020 + 120	11:38 a.m.	12:26 p.m.	7.20	630	0.15	4536	680.40	2	18.1	18
11	19/12/2018	020 + 120	019 + 450	12:20 p.m.	02:03 p.m.	7.20	670	0.15	4824	723.60	2	19.3	19
12	20/12/2018	019 + 450	018 + 750	01:45 p.m.	03:58 p.m.	7.20	700	0.15	5040	756.00	2	20.2	20
13	21/12/2018	018 + 750	018 + 150	10:00 a.m.	03:04 p.m.	7.20	600	0.15	4320	648.00	2	17.3	17
14	22/12/2018	018 + 150	017 + 550	09:30 a.m.	01:00 p.m.	7.20	600	0.15	4320	648.00	2	17.3	17
15	29/12/2018	017 + 550	016 + 950	09:00 a.m.	01:45 p.m.	7.20	600	0.15	4320	648.00	2	17.3	17
16	30/12/2018	016 + 950	016 + 350	11:00 a.m.	03:35 p.m.	7.20	600	0.15	4320	648.00	2	17.3	17
17	05/01/1900	016 + 350	015 + 300	09:15 a.m.	12:25 p.m.	7.20	1050	0.15	7560	1134.00	2	30.2	30
18	06/01/1900	015 + 300	014 + 300	10:25 a.m.	02:00 p.m.	7.20	1000	0.15	7200	1080.00	2	28.8	29

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 38 verificamos el ancho promedio de la carretera que tiene como 7.20 m, también describimos la longitud que diariamente se recicla, tenemos el promedio de espesor de la base reciclada estabilizada que es de 0.10 m, el control de calidad que se realiza es de cada 250 m.



5.3.6. Ensayos realizados en la base estabilizada

Aquí mencionamos un tramo de prueba, en el cual se muestra los ensayos realizados ya luego en la parte de los anexos veremos todos los ensayos realizados a nivel de toda el área de investigación.

UBICACIÓN: Km 15+300

MATERIAL: Reciclado con estabilizado suelo emulsión

Los controles realizados en campo y laboratorio son:

- Primeramente tenemos el ensayo de contenido de residuo de asfalto (ensayo para determinar el porcentaje de pérdida de estabilidad después del saturado método Illinois).
- Ensayo de granulometría.
- Ensayo de marshall.
- Ensayo proctor modificado.
- Ensayo de índice de plasticidad.

Los resultados se muestran en las siguientes tablas 39, 40, 41, 42, 43.

El ensayo de para determinar la pérdida después del saturado nos ayuda a determinar cuánto de pérdida de emulsión se tiene después de lavar la muestra. Ejemplo en la tabla 39 el porcentaje de emulsión es de 3.29% y al realizar su lavado el porcentaje de emulsión es de 2.02%.

Tabla 39: ensayo para determinar el porcentaje de pérdida de estabilidad después del saturado método Illinois.

ENSAYO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO MÉTODO ILLINOIS (RESEARCH REPORT)									
AGREGADOS (%)		LIGANTE BITUMINOSO							
GRUESO	FINO	ASFALTO EN EMULSION (%)	AGUA EN EMULSION (%)	TIPO DE ASFALTO	CLASIFICACION PEN	ASFALTO RESIDUAL (%)	EMULSION ASFALTICA (%)		
48.5	51.5	61.4	38.6	-	-	2.02	3.29		
3.- ENSAYO									
ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA				EN SECO		EN HUMEDO			
ID. Especimen				1	2	3	4	5	6
Estabilidad Modificada (Kg)				1069	1045	1084	667	566	764
Promedio Estabilidad Modificada (Kg)				1066		666.0			
Temperatura Maxima de la Mezcla en Laboratorio				Temperatura de Ambiente		Temperatura de Ambiente			
PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO							37.5		
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN									
EQ.	PRENSA MARSHALL	BALANZA BADI	BAÑO MARIA						
ID	PREMA 10	BADI 151	BM 10						

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

Con este ensayo de laboratorio controlamos la gradación del material si cumplen con las especificaciones técnicas. Ejemplo en la tabla 40 el material cumple.

Tabla 40: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos.

FORMATO									
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS MTC E-502									
3.- TAMIZADO									
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN	
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		
1	1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
2	1"	25.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
3	3/4"	19.000	97.0	9.7	9.7	9.7	90.3		
4	1/2"	12.500	177.7	17.9	17.9	27.6	72.4		
5	3/8"	9.500	65.7	6.6	6.6	34.2	65.8		
6	#4	4.750	142.4	14.3	14.3	48.5	51.5	NO APLICA	
7	#10	2.000	130.5	13.1	13.1	61.6	38.4		
8	#40	0.425	150.7	15.1	15.1	76.8	23.2		
9	#100	0.180	103.4	10.4	10.4	87.1	12.9		
10	#200	0.075	50.6	5.1	5.1	92.2	7.8		
11	Fondo	0.000	77.4	7.8	7.8	100.0	0.0		
12									
13									
14									
DATOS DE DISEÑO									
DESCRIPCIÓN			VALOR		DESCRIPCIÓN			VALOR	
AGREGADO MINERAL			100	%	C.A. EN EMULSIÓN			61.4	%
CEMENTO PORTLAND TIPO I			0.0	%	%CEMENTO ASFÁLTICO			2.03	%
AGUA POTABLE			2.0	%	AGUA EN EMULSIÓN			38.6	%
EMULSIÓN ASFÁLTICA			3.3	%					
5.- CURVA GRANULOMÉTRICA									

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

El objetivo del ensayo Marshall es determinar el contenido óptimo de emulsión para determinado el tipo de mezcla, este ensayo determina los valores de estabilidad y

deformación. Ejemplo en la tabla 41 la pérdida de estabilidad 891 kg cumple con las especificaciones técnicas.

Tabla 41: El ensayo de Marshall.

Tamiz	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº 10	Nº 40	Nº200	PERDIDA ESTABILIDAD			PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
Espec.	75 - 100	65 - 100	-	45 - 75	30 - 60	20 - 45	10 - 30	5 - 20						
	91.37	83.09	-	58.53	46.82	36.18	23.86	11.68						
DESCRIPCIÓN		Seco						Saturado						
Número de Briqueta			1	2	3									
01	% Emulsion Asfáltica								3.28					
02	% C.A. Residual en la Mezcla								2.02					
03	% Grava Triturado en peso de la Mezcla								53.18					
04	% Arena Combinada en peso de Mezcla								46.82					
05	% Filler Cemento en peso de Mezcla								0.00					
06	Peso Especifico Aparente del C.A. gr/cc								1.023					
07	Peso Especifico Bulk gr/cc								2.559					
08	Peso Especifico Aparente de la Grava gr/cc								2.621					
09	Peso Especifico Bulk de la Arena gr/cc								2.660					
10	Peso Especifico Aparente de la Arena gr/cc								2.723					
11	Peso Especifico Aparente del Filler gr/cc								0.000					
12	Altura promedio de la Briqueta (cm)		6.45	6.44	6.43	6.42	6.44	6.41						
13	Peso de la Briqueta al aire (gr)		1181.6	1182.5	1184.7	1189.5	1183.5	1187.3						
14	Peso de la Briqueta Saturada (gr)		1183.5	1184.7	1186.2	1191.3	1185.8	1189.6						
15	Peso de la Briqueta en el agua (gr)		685.5	684.4	686.5	667.8	668.7	687.5						
16	Volumen de la briqueta (cc)		498.0	500.3	499.7	523.5	517.1	502.1						
17	Densidad Bulk de la Briqueta gr/cc (14/17)		2.373	2.363	2.371	2.272	2.289	2.365	2.369					
18	ASTM 2041 (RICE Teórico) gr/cc		2.605						2.605					
19	% Vacios 100x(19-18)/19		8.93	9.29	9.01	12.79	12.15	9.24	9.08	11.39				
20	Medida de la Estabilidad seca (Kg)		878.5	820.7	834.4							845		
21	Medida de la Estabilidad saturada (Kg)								427.3	487.7	487.5			468
22	Factor de corrección de Estabilidad		1.06	1.05	1.05	0.98	1.00	1.05						
23	Estabilidad Corregida seca (Kg)		931	863	879							891		
24	Estabilidad Corregida Saturada (Kg)								417	486	510			471
25	Gravedad Especifica de los Agregados $GSE = \frac{100 - 01}{(02/08)+(03/10)+(06/12)}$		2.553											
26	Gravedad Especifica Bulk de los Agregados $GSB = \frac{100 - 01}{(100/19)-(01/07)}$		2.691											
27	Porcentaje de Asfalto Absorbido $PAA = 100 \times 07 \times \frac{25 - 26}{25 \times 26}$		2.06											
28	Contenido de Asfalto Efectivo $PAE = 01 - 27 \times \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{100}$		1.05											
29	Vacios de Agregado Mineral $VMA = 100 - 18 \times \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{26}$		11.8	12.2	11.9							12.0		
30	Porcentaje de Vacios llenos de C.A. $VFA = \frac{29 - 20}{29}$		24.5	23.7	24.3							24.2		
31	Estabilidad (Kg)											891	Mín. 230 Kg.	
32	Pérdida de Estabilidad (%)											47.2%	Máx. 50% de desgaste	
33	Indice de Compactibilidad											-		

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

Con el ensayo de proctor modificado determinamos la máxima densidad seca y el contenido de humedad optimo del material a estabilizar. Ejemplo tabla 42 donde nuestra máxima densidad seca 2.13 y la humedad óptima del material es 7.75.

Tabla 42: El ensayo de proctor modificado.

ENSAYO																											
PROCTOR MODIFICADO																											
ICC.ENS.GOP.0001.004																											
Versión: 3																											
3.- DATOS PARA ENSAYO																											
Método de compactación :		"C"	Número de golpes :		56	Número de capas :		5																			
4.- DENSIDAD HÚMEDA																											
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5																				
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,090	11,424	11,650	11,484																					
2	Peso del molde	g	6,691	6,691	6,691	6,691																					
3	Volumen del molde	cm ³	2,155	2,155	2,155	2,155																					
4	Peso suelo húmedo (1) - (2)	g	4,399	4,733	4,959	4,793																					
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.04	2.20	2.30	2.22																					
5.- HUMEDAD																											
6	Id. Capsula		1	2	3	4																					
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	626.5	667.3	655.5	699.7																					
8	Peso del suelo seco+capsula	g	604.4	630.7	608.5	637.3																					
9	Peso del agua (7) - (8)	g	22.1	36.6	47.0	62.4																					
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0																					
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	604.4	630.7	608.5	637.3																					
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	3.66	5.80	7.72	9.79																					
6.- DENSIDAD SECA																											
Densidad seca (5)/(1+(12)/100)		g/cm ³	1.97	2.08	2.14	2.03																					
7.- CÁLCULOS			8.- GRÁFICO																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>Xⁿ</th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X³</td> <td>-0.002 736</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>0.042 536</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>-0.165 968</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>2.141 203</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Son los coeficientes que da la línea de tendencia (polinomio).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima :</td> <td>7.758</td> </tr> <tr> <td>Densidad máxima :</td> <td>2.136</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de grava :</td> <td>2.59</td> </tr> </tbody> </table>			DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.002 736	X ²	0.042 536	X ¹	-0.165 968	X ⁰	2.141 203	RESULTADOS		Humedad óptima :	7.758	Densidad máxima :	2.136	Peso específico de grava :	2.59	<p>$y = -0.002736x^3 + 0.042536x^2 - 0.165968x + 2.141203$</p>				
DENSIDAD SECA*																											
X ⁿ	Y=DS																										
X ³	-0.002 736																										
X ²	0.042 536																										
X ¹	-0.165 968																										
X ⁰	2.141 203																										
RESULTADOS																											
Humedad óptima :	7.758																										
Densidad máxima :	2.136																										
Peso específico de grava :	2.59																										

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

Con el ensayo del índice de plasticidad controlamos el contenido de la plasticidad que de acuerdo a las especificaciones técnicas no tiene que ser mayor a 10%. Ejemplo en la tabla 43 se tiene como resultado 7% cumple con las especificaciones técnicas.

Tabla 43: Ensayo del índice de plasticidad.

ENSAYO						
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD						
ICC.ENS.GOP.0001.011						
Versión: 3						
3.-LÍMITE LÍQUIDO						
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS				
Nº Tara	ID	T-25	T-67	T-77		
Peso Tara + suelo húmedo	(g)	29.64	29.45	29.77		
Peso Tara + suelo seco	(g)	25.81	25.84	26.20		
Peso del agua	(g)	3.83	3.61	3.57		
Peso de la tara	(g)	13.50	13.80	13.80		
Peso del suelo seco	(g)	12.31	12.04	12.40		
Contenido de humedad	(%)	31.12	29.96	28.80		
Número de golpes		13	22	31		
4.-LÍMITE PLÁSTICO					RESUMEN	
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS			CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Nº Tara	ID	T-65	T-72		LL (%)	30
Peso Tara + suelo húmedo	(g.)	20.72	20.53		LP (%)	23
Peso Tara + suelo seco	(g.)	19.49	19.34		IP (%)	7
Peso de la tara	(g.)	14.30	14.08			
Peso del agua	(g.)	1.23	1.19			
Peso del suelo seco	(g.)	5.19	5.26			
Contenido de humedad	(%)	23.72	22.54			
LEYENDA:		LL: LÍMITE LÍQUIDO		LP: LÍMITE PLÁSTICO		IP: ÍNDICE DE PLASTICIDAD
5.- CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES						

Fuente: laboratorio de la empresa ICCGSA.

5.3.5.2 Clasificación de suelos en el eje de la carretera después del mejoramiento

Como ya se vio en las tablas anteriores de los ensayos realizados como son laboratorio, aquí mencionados un resumen de los ensayos realizados en todo nuestro área de estudio km 15+000 – km 27+000.

- **Análisis granulométrico**

Efectuadas las pruebas granulométricas de las diferentes muestras de suelos y agregados pétreos, en los diferentes puntos de nuestro área de estudio, es importante



analizar e interpretar los resultados obtenidos, los cuales aremos la comparación con las especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013, en la cual nos establece los límites de la granulometría en la siguiente tabla representa los límites de las gradaciones.

A continuación presentamos la tabla con los límites de gradación empleados en el diseño para bases estabilizadas con emulsión.

En nuestra tabla 44 logramos establecer teóricamente que todos los porcentajes pasantes se aproximan a los límites de las especificaciones.

Tabla 44: Resumen granulométrico de muestras.

EXTRACCION CUALITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTO (Granulometria) MTC E-502									
PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	PORCENTAJE QUE PASA SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS							
		100	75 - 100	65 - 100	45 - 75	30 - 60	20 - 45	10 - 30	5 - 20
		1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200
km 26+930	Km 25+750	100.0	91.0	85.8	65.1	48.9	28.6	15.0	4.8
km 26+930	Km 25+750	100.0	90.2	86.9	66.0	47.8	31.4	15.1	4.3
Km 25+750	Km 25+550	100.0	90.0	73.3	51.5	35.7	24.1	13.4	1.6
Km 25+750	Km 25+550	100.0	90.3	82.8	61.7	48.3	36.1	23.0	10.3
Km 25+550	Km 24+940	100.0	98.4	92.1	73.4	54.4	41.0	28.5	16.6
Km 25+550	Km 24+940	100.0	98.1	92.3	69.7	48.7	39.2	34.3	26.0
Km 24+940	Km 24+260	100.0	97.9	90.5	70.8	50.0	41.3	34.1	25.4
Km 24+940	Km 24+260	100.0	97.3	89.9	67.5	45.2	35.2	27.8	17.5
Km 24+260	Km 23+460	100.0	89.7	82.8	60.8	48.4	36.7	23.1	10.5
Km 24+260	Km 23+460	100.0	91.5	82.8	58.2	45.8	34.9	21.6	8.7
Km 23+460	Km 22+520	100.0	96.8	89.0	68.1	45.9	37.2	29.8	18.8
Km 23+460	Km 22+520	100.0	98.1	90.5	70.5	49.3	40.5	33.2	24.0
Km 22+520	Km 21+590	100.0	100.0	95.6	77.1	55.3	43.2	30.3	12.2
Km 22+520	Km 21+590	100.0	100.0	94.6	70.3	53.9	41.7	28.3	4.4
Km 21+590	Km 21+480	100.0	97.8	91.7	75.5	59.0	41.9	21.7	3.8
Km 21+590	Km 21+480	100.0	97.0	94.3	78.6	63.2	49.5	29.8	12.4
Km 21+480	Km 20+750	100.0	100.0	9.2	70.1	53.1	39.9	27.3	16.9
Km 21+480	Km 20+750	100.0	100.0	91.8	70.0	48.7	36.1	24.6	13.8
Km 20+750	Km 20+120	100.0	100.0	88.9	65.2	48.3	35.6	25.7	18.1
Km 20+750	Km 20+120	100.0	100.0	92.6	68.2	51.9	40.6	29.2	14.4
Km 20+120	Km 19+450	100.0	100.0	91.5	69.7	48.9	34.2	21.9	11.8
Km 20+120	Km 19+450	100.0	100.0	90.3	68.7	46.9	32.6	21.9	12.8
Km 19+450	Km 18+750	100.0	100.0	90.9	71.1	52.1	39.0	26.4	15.9
Km 19+450	Km 18+750	100.0	100.0	90.9	64.7	51.4	39.0	28.4	16.5
Km 18+750	Km 18+150	100.0	100.0	92.7	69.8	53.0	39.4	27.8	17.6
Km 18+750	Km 18+150	100.0	100.0	90.4	67.0	47.3	32.4	20.0	11.5
Km 18+150	km 17+550	100.0	100.0	90.4	69.7	49.1	37.1	26.1	11.4
Km 18+150	km 17+550	100.0	100.0	89.9	72.0	53.4	42.2	27.1	13.0
km 17+550	km 16+950	100.0	100.0	88.8	62.1	48.0	35.8	26.0	11.6
km 17+550	km 16+950	100.0	100.0	90.8	67.8	53.0	39.7	26.9	11.6
km 16+950	km 16+350	100.0	100.0	94.6	68.5	52.2	38.2	27.4	12.0
km 16+950	km 16+350	100.0	100.0	87.6	64.3	48.7	38.1	26.9	14.7
km 16+350	Km 15+300	100.0	100.0	90.3	65.8	51.5	38.4	23.2	7.8
km 16+350	Km 15+300	100.0	88.0	80.8	63.4	50.6	37.6	22.3	7.3
Km 15+300	Km 14+300	100.0	91.4	83.1	58.5	46.8	36.2	23.9	11.7
Km 15+300	Km 14+300	100.0	89.7	83.3	61.6	49.5	38.0	25.1	12.7

Fuente: Elaboración propia del tesista.

NOTA: Todo el ensayo realizado del suelo estabilizado se puede ver en anexo 4.

- **Límites de consistencia**

El índice de plasticidad de las muestras debe ser menor o igual a 9%. Según las especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013, en donde nos indica la calidad de material a utilizar.

En la tabla 45 en los ensayos realizados según las normas, se determinó que el material se encuentra dentro de los rangos establecidos por la especificación, los ensayos realizados se encuentran en anexo 4, por lo que se considera un excelente material para la construcción de bases pues estos no presentan problemas de cambio volumétrico.

Tabla 45: Resumen del índice de consistencia de las muestras.

INDICE DE CONSISTENCIA				
PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DETERMINACION DE CONSTANTES DE UN SUELO		
		LL	LP	IP
km 26+930	Km 25+750	30	22	8
Km 25+750	Km 25+550	31	23	8
Km 25+550	Km 24+940	31	22	9
Km 24+940	Km 24+260	30	22	8
Km 24+260	Km 23+460	30	23	7
Km 23+460	Km 22+520	31	24	7
Km 22+520	Km 21+590	30	23	7
Km 21+590	Km 21+480	30	22	8
Km 21+480	Km 20+750	30	23	7
Km 20+750	Km 20+120	30	23	7
Km 20+120	Km 19+450	30	23	7
Km 19+450	Km 18+750	28	22	6
Km 18+750	Km 18+150	28	22	6
Km 18+150	km 17+550	29	22	7
km 17+550	km 16+950	30	23	7
km 16+950	km 16+350	29	22	7
km 16+350	Km 15+300	30	23	7
Km 15+300	Km 14+300	31	24	7

Fuente: Elaboración propia del tesista.

NOTA: Todo el ensayo realizado del suelo estabilizado se puede ver en anexo 4.

- **Ensayo Marshall**

Para obtener nuestro óptimo de emulsión asfáltica, nuestra mezcla debe tener una estabilidad Marshall mínima de 230 kg con una pérdida de estabilidad después de saturado máximo 50%. Y con un recubrimiento y trabajabilidad de 50 y 100%.

En la tabla 46,47, de acuerdo a las especificaciones técnicas, los ensayos que se realizó cumplen con las normas, los ensayos realizados podemos verlos en el anexo 4.

Tabla 46: Resumen de ensayo de Marshall de las muestras.

MARSHALL MTC E-504			
PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	NORMAS DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS	
		NO MENOR DE 230 KG	ENTRE 50 Y 100%
		ESTABILIDAD MARSHALL (Kg)	ESTABILIDAD CORREGIDA (%)
km 26+930	Km 25+750	1159.0	68.3
km 26+930	Km 25+750	1213.0	72.8
Km 25+750	Km 25+550	995.0	59.0
Km 25+750	Km 25+550	1054.0	60.1
Km 25+550	Km 24+940	1073.0	65.6
Km 25+550	Km 24+940	900.0	53.7
Km 24+940	Km 24+260	905.0	52.3
Km 24+940	Km 24+260	938.0	48.1
Km 24+260	Km 23+460	933.0	57.1
Km 24+260	Km 23+460	903.0	56.6
Km 23+460	Km 22+520	1180.0	81.5
Km 23+460	Km 22+520	1120.0	78.8
Km 22+520	Km 21+590	1266.0	74.9
Km 22+520	Km 21+590	1359.0	79.0
Km 21+590	Km 21+480	1344.0	101.5
Km 21+590	Km 21+480	1377.0	99.6
Km 21+480	Km 20+750	1755.0	93.7
Km 21+480	Km 20+750	1832.0	100.4
Km 20+750	Km 20+120	1423.0	71.7
Km 20+750	Km 20+120	1763.0	89.0
Km 20+120	Km 19+450	1211.0	68.9
Km 20+120	Km 19+450	1214.0	68.6
Km 19+450	Km 18+750	1252.0	99.3
Km 19+450	Km 18+750	929.0	60.1
Km 18+750	Km 18+150	1669.0	88.3
Km 18+750	Km 18+150	1498.0	75.5
Km 18+150	km 17+550	1471.0	40.6
Km 18+150	km 17+550	1414.0	47.7
km 17+550	km 16+950	1832.0	45.2
km 17+550	km 16+950	1755.0	46.6
km 16+950	km 16+350	1282.0	46.3
km 16+950	km 16+350	1321.0	46.5
km 16+350	Km 15+300	1066.0	66.6
km 16+350	Km 15+300	925.0	55.3
Km 15+300	Km 14+300	891.0	47.1
Km 15+300	Km 14+300	963.0	51.1

Fuente: Elaboración propia del tesista.



Tabla 47: Resumen de ensayo de contenido de residuo de asfalto.

CONTENIDO DE RESIDUO DE ASFALTO			
PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	REGISTRO: CRE-180-18	
		ASFALTO RESIDUAL (%)	EMULSION ASFALTICA (%)
km 26+930	Km 25+750	2.02	3.29
km 26+930	Km 25+750	2.02	3.29
Km 25+750	Km 25+550	2.01	3.28
Km 25+750	Km 25+550	2.01	3.28
Km 25+550	Km 24+940	2.02	3.28
Km 25+550	Km 24+940	2.00	3.26
Km 24+940	Km 24+260	2.01	3.27
Km 24+940	Km 24+260	2.02	3.29
Km 24+260	Km 23+460	2.03	3.30
Km 24+260	Km 23+460	2.02	3.29
Km 23+460	Km 22+520	2.01	3.27
Km 23+460	Km 22+520	1.83	2.99
Km 22+520	Km 21+590	2.01	3.28
Km 22+520	Km 21+590	2.02	3.28
Km 21+590	Km 21+480	2.01	3.28
Km 21+590	Km 21+480	2.02	3.29
Km 21+480	Km 20+750	1.99	3.24
Km 21+480	Km 20+750	2.04	3.32
Km 20+750	Km 20+120	2.03	3.31
Km 20+750	Km 20+120	2.01	3.28
Km 20+120	Km 19+450	2.02	3.29
Km 20+120	Km 19+450	2.01	3.28
Km 19+450	Km 18+750	2.03	3.31
Km 19+450	Km 18+750	2.02	3.30
Km 18+750	Km 18+150	2.02	3.29
Km 18+750	Km 18+150	2.02	3.29
Km 18+150	km 17+550	2.03	3.30
Km 18+150	km 17+550	2.00	3.26
km 17+550	km 16+950	2.01	3.27
km 17+550	km 16+950	2.02	3.29
km 16+950	km 16+350	2.02	3.29
km 16+950	km 16+350	2.01	3.28
km 16+350	Km 15+300	2.02	3.29
km 16+350	Km 15+300	2.01	3.28
Km 15+300	Km 14+300	2.02	3.28
Km 15+300	Km 14+300	2.02	3.29

Fuente: Elaboración propia del tesista.

5.3.7. Análisis de la base granular mejorada

Tabla 48: Resumen de la comparación de las calicatas & y los resultados en obra.

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS DE LA GRANULOMETRÍA CALICATAS & PLATAFORMA DE LA VÍA																				
PORCENTAJE QUE PASA	100		75 - 100		65 - 100		45 - 75		30 - 60		20 - 45		10 - 30		5 - 20					
	TAMIZ	ANTES	DESPUÉS	1"	ANTES	DESPUÉS	3/4"	ANTES	DESPUÉS	N° 4	ANTES	DESPUÉS	N° 10	ANTES	DESPUÉS	N° 40	ANTES	DESPUÉS	N° 200	
PROGRESIVA	91.4	100	78.2	100	69.8	87.6	52.4	64.3	41.1	48.7	37.2	38.1	29.7	26.9	17.1	17.7				
km 15 - km 16	91.7	100	78	100	69.4	88.8	51.4	62.1	39.8	48	35.1	35.8	28	26	14.1	11.6				
km 16 - km 17	87.2	100	80.4	100	75.4	89.9	64.9	72	54.1	53.4	44.3	42.2	31.8	27.1	13.8	13				
km 17 - km 18	94.5	100	88.1	100	79.7	92.7	55	69.8	43.2	52	35.9	39.4	30	27.8	10.5	17.6				
km 18 - km 19	94.6	100	86.7	100	81.7	90.3	67.1	68.7	50.1	46.9	45	32.6	31.8	21.9	15.6	12.8				
km 19 - km 20	97	100	89.9	100	81.6	88.9	69.9	65.2	53.5	48.3	42.8	35.6	32.6	25.7	12.8	18.1				
km 20 - km 21	94.4	100	89.6	97.8	83.1	91.7	67.7	75.5	54.5	59	44	41.9	35.2	21.7	21.4	3.8				
km 21 - km 22	90.3	100	82.7	98.1	77.3	90.5	62.6	70.5	54.9	49.3	46	40.5	33.8	33.2	21.1	12.2				
km 22 - km 23	94.4	100	86.8	91.5	82.5	82.8	74.7	58.2	70.1	45.8	58	34.9	42.9	21.6	24.2	8.7				
km 23 - km 24	94.5	100	85.1	97.3	79.6	89.9	58.7	67.5	45.8	45.2	39.8	35.2	27.5	27.8	15.6	17.5				
km 24 - km 25	88.7	100	83.4	90	74.9	72.3	64.6	51.5	61.6	35.7	54.9	24.1	43.8	13.4	14.2	1.6				
km 25 - km 26	94.5	100	89.9	91	82.2	85.8	71.5	65.1	68	48.9	59	28.6	43.6	15	25.6	4.8				
km 26 - km 27																				

Fuente: Elaboración propia del tesisista.

En esta tabla 48 se puede ver la comparación de la granulometría de acuerdo a las especificaciones técnicas. Donde se nota claramente que hay una variación que se nota en el tamiz 1 ½" antes no cumple con las especificaciones técnicas.

Tabla 49: Comparación del proctor modificado calicatas & resultados de obra.

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO CALICATAS & PLATAFORMA DE LA VÍA						
PROGRESIVA	HUMEDAD OPTIMA %		DENSIDAD MÁXIMA g/cc		GRAVEDAD ESPECIFICA	
	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
km 15+000	7.47	7.963	2.063	2.133	2.584	2.59
km 17+000	6.63	7.758	2.158	2.136	2.693	2.59
km 19+000	6.97	7.58	2.085	2.126	2.564	2.59
km 21+000	6.79	7.698	2.172	2.068	2.695	2.59
km 23+000	6.86	7.857	2.123	2.128	2.617	2.59
km 25+000	8.55	7.143	2.002	2.128	2.552	2.59
km 27+000	7.78	7.692	2.088	2.075	2.605	2.59

Fuente: Bach. Meche N. Centeno Taco

En la tabla 49 haciendo la comparación de nuestro suelo anterior y el suelo con aporte de material granular y emulsión asfáltica, el mejoramiento en los resultados obtenidos es bueno y notorio de acuerdo a los resultados en nuestra humedad optima varía entre 1 a 1.5%, en la máxima densidad seca los resultados mejoran por ejemplo en el km 15+000 en el resultado de calicatas es de 2.063 g/cc y los resultados de la plataforma mejorada es de 2.133 g/cc entonces podemos decir que la emulsión asfáltica es un buen aditivo para la mejora de las bases granulares.



V. CONCLUSIONES

En conclusión la zona de estudio que comprende el corredor vial, Juliaca – desvío Putina tramo I PE-34H – km 15+000 al km 27+000), lo constituye una zona de llanura muy extensa en el cual no tiene una influencia directa los afloramientos, está constituida por depósitos aluviales recientes (Q-al) los suelos que predominan son mezclas fragmentos de piedra o grava, arena gruesa, arena fina y un ligante de suelo no plástico o de baja plasticidad, con un 85% de material gravoso con matrices tanto limosa como arcillosa, la presencia de material orgánico en la superficie. La descripción vertida corresponde a suelos del tipo SM-SC (A-1-b), GM-GP (A-1-a), GM (A-1-a), GM-GC (A-1-b), GM (A-1-b), GM-GC (A-2-4), SM-SC (A-1-b), SM (A-1-b). Existen dos afloramientos de influencia indirecta en puntos específicos de la red vial correspondientes a la Formación Ayabacas compuesta por calizas grises y Formación Muni conformada por calizas grises y lutitas.

Resumiendo lo planteado se ubicaron dos canteras que son: Ticani y Ramis, compuestos por agregados gruesos de forma redondeada y subredondeada, de textura lisa, no tienen plasticidad, de color gris blanquecino, el tamaño máximo es 8 a 12. En ambos casos el material es similar y para el uso con emulsión asfáltica cumplieron el zarandeo y chancado; con aceptación de solo 25% de arena zarandeada en mortero. Para nuestra conformación de la base granular estabilizada, se mezclaran los materiales como aporte de piedra chancada, teniendo estas como resultados en los ensayos: Abrasión=24.08 % promedio, IP=NP, están cumplen con las especificaciones técnicas ASTM, MTC Y AASHTO.

El resultado del suelo estabilizado con emulsión asfáltica de rotura lenta CSS-1. Es optimo con la capa de base reciclada y el material de aporte de piedra chancada de las canteras Ticani y Ramis, estas cumplen con las especificaciones técnicas para realizar



el diseño de la base estabilizada con emulsión asfáltica, obteniéndose el siguiente diseño 3.3 % de emulsión asfáltica, con el material de reciclado de 10 cm y el material de aporte piedra chancada de 5 cm. El suelo estabilizado se verifico mediante el ensayo de resistencia de mezclas bituminosas con promedios en estabilidad 1832 kg, 1120 kg, 900 kg, obteniéndose como resultados superiores a la resistencia mínima establecida en las normas que es 230 kg. Con el diseño del 3% de emulsión la estabilidad del suelo mejora aumenta la nuestra máxima densidad seca en un promedio de 2.13 y la humedad optima de 7.96%.



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar todos los ensayos necesarios para tener un mejor control del suelo estabilizado.

Utilizar emulsiones asfálticas, porque desde el punto de vista ecológico lo único que libera al medio ambiente es agua, esto quiere decir que no es inflamable y las emanaciones de vapores de hidrocarburos hacia la atmosfera son casi nulas.

En el presente proyecto de investigación aplicamos un aditivo (la emulsión asfáltica) este aditivo es un estabilizador económico y tiene un buen comportamiento en temperaturas altas y bajas su comportamiento de estabilizar es rápido.



VII. REFERENCIAS

- AASHTO. (1991). Standard Specification for Classification of Soils and Soil – Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes. *Designation M 145*.
- Alcocer, G. (2018). *Rehabilitación de pavimentos flexibles para la conservación vial empleando mezclas asfálticas en caliente en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro - 2018*. Pasco.
- Asphalt, I. (1982). *Construcción de pavimentos de mezclas asfálticas en caliente, serie de manuales N° 22*.
- Asphalt, I. (2010). *Manual básico de emulsiones asfálticas MS N° 19*.
- ASTM. (2011). Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System). *Designation D 2487 – 11*.
- Blanco, P. (2020). Perfil de suelo. *Taller Areal*.
- Braja, D., & Cervantes, S. (2001). Fundamentos de ingeniería geotécnica. *Thomson International*.
- Casagrande, A. (1948). *Mecánicas de suelos*. Estados Unidos.
- Cediel, F. (1968). El Grupo Girón, una molasa mesozoica de la Cordillera Oriental. *Boletín Geológico 16.1-3*, 5-96.
- Chavez, A., Salas, G., Cuadros, J., & Gutiérrez, E. (1996). Cuadrángulos de Putina (30x) y La Rinconada (30y). *Boletín 66*, 170.
- Clasificación de suelos. (2019). *Geoxnet*.
- Crespo, C. (2005). Mecánica de suelos y cimentaciones / Mechanics of Grounds and Laying of Foundations. *Editorial Limusa*, 650.
- Elison, & De La Cruz. (1989). Mapa Geológico del Cuadrángulo de Lagunillas.
- Escobar, D., & Potes, G. (2002). Mecánica de los suelos. *Universidad Nacional De Colombia*.



- Fajardo. (2014). *Efecto de la Incorporacion po Via Seca, del Polvo de Neumatico Reciclado, Como Agregado Fino en Mezclas Asfálticas, tesis para optar el grado de ingeniero civil*. LIMA-PERU.
- Fernández, W. (2017). Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela de Posgrado, Maestría en Ingeniería y Gerencia de la Construcción, para optar el título de Maestro en Ciencias, Mención Ingeniería y Gerencia de la Construcción, Cajamarca - Perú*, 232.
- Fuentez, D. (2015). Lahares Secundarios: análisis de parámetros físicos en depósitos piroclásticos y su relación con los mecanismos generadores. *Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geología*, 179.
- Gonzales, R. (2015). Informe Final del Área de Geología Región Puno. *Gobierno Regional Puno, Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, Proyecto "Desarrollo de Capacidades para el Ordenamiento Territorial de la Región Puno"*, Puno - Perú, 193.
- Gonzalez, W., Jimenez, M. E., & Lopez , R. J. (2007). Guia Basica Para el uso de Emulsiones Asfálticas en las Estabilizacion de Bases en Caminos de Baja Intensidad en el Salvador. *Universidad de el Salvador, Facultad de Ingenieria y Arquitectura, Escuela de Ingenieria Civil*, 302.
- Higuera, P., & Oyarzun, R. (2003). *Mineralogía y geoquímica ambiental*. Madrid. España.
- Instituto Nacional de Vías. (S.F.). Base estabilizada con emulsion asfáltica. *Artículo 340 - 07*, 17.



- Lopez, Y. (2018). *Influencia del reciclado de pavimento flexible para mejorar la conservación vial entre calles 6 y 7 de Ventanilla Alta, 2018*. Lima.
- Maron, A. (2015). *Evaluación geológica y geotécnica de la carretera Llache – Cala Cala - progresivas 00+00 al 17+640 – Pedro Vilcapaza – San Antonio de Putina, para optar el título profesional de ingeniero geologo*. Puno.
- Molano, J. J., & Rodriguez, H. R. (2016). *Material de sellado asfáltico para el mantenimiento rutinario de la red vial*.
- MTC-Perú. (2013). *Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima, Perú, MTC, 1274.
- MTC-Perú. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos. R.D. No. 10 – 2014 – MTC/14*. Lima, Perú, MTC, 301.
- Newell, N. (1949). *Geology of the Lake Titicaca region, Perú and Bolivia. Geological Society of America, New York, Memoir 36*, 111.
- Palacios, O. e. (1993). *Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al Oeste del Lago Titicaca – Sur del Peru*. Editorial ALLAMANDA S.R.L, Lima - Perú, 257.
- Palacios, O., De la Cruz, J. S., & De la Cruz, N. S. (1993). *Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al Oeste del Lago Titicaca Sur del Perú (Proyecto Integrado del Sur)*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET, Boletín A 42, Serie A: Carta Geológica Nacional, n° 42, 269.
- Paquita, E. N. (2015). *Evaluación geológica y geotécnica de la carretera del circuito turístico lago sagrado de los incas, tramo km. 00+000 al km 10+000 Cvota-Charcas-Puno, para optar el título profesional de ingeniero geologo*. Puno.
- Provias nacional. (2016): *Corredor Vial: Juliaca – Putina – Oriental – Sandia – San Ignacio – Punta de carretera y Dv. Putina – Moho – Conima – Mililaya – frontera*



con Bolivia y Dv. Mililaya – Tilali – frontera con Bolivia (438,1 Km.). *Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Viceministerio de Transportes, Provías Nacional, Lima - Perú, 15.*

Rigoberto, C. (s.f.). *Clasificación de suelos*. Mexico.

Roche, M., Bourges, J., Cortes, J., & Mattos, R. (1991). Climatología e hidrología de la cuenca del lago Titicaca. *El Lago Titicaca, síntesis del conocimiento limnológico actual. La Paz, Bolivia, 83-104.*

Salager, J. (2007). Granulometría teórica. *Cuaderno FIRP S554-A. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.*

Salamanca, G. J. (2007). *Influencia de la contaminación salina en el envejecimiento prematuro de mezclas y tratamientos asfálticos, tesis para optar el título de ingeniero civil. Santiago-Chile.*

Sánchez, J. E., & Shoji, N. P. (2020). *Propuesta de solución de estabilización en un pavimento sustituyendo la capa granular espumada por una emulsionada para condiciones críticas en el proyecto de conservación vial Puno-Tacna, tramo Tarata-Capazo(para optar el título profesional de ingeniero. Lima-Peru.*

Sanfandila, O. (2001). Secretaria de Comunicaciones y Transporte (SCT), Instituto Mexicano del Transporte (IMT). *Documento Técnico N°23.*

Villalaz, C. (2005). *Mecánica de suelos y cimentaciones/Mechanics of Grounds and Laying of Foundations. Editorial Limusa.*



ANEXOS

1. CERTIFICADOS DE SUELO DE FUNDACIÓN
2. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO DE FUNDACIÓN
3. EXPLORACIÓN DE CANTERAS
4. CERTIFICADOS DE CALIDAD EN OBRA
5. CERTIFICADOS DE CONTROL DE DENSIDAD DE CAMPO IN-SITU
6. PANEL FOTOGRÁFICO
7. PLANOS



ANEXO 1

CERTIFICADOS DE SUELO DE FUNDACIÓN

ENSAYO																																																																																																																																													
ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - MTC E 107																																																																																																																																													
ICC.ENS.GOP.0001.005																																																																																																																																													
Versión: 1																																																																																																																																													
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA TRAMO: JULIACA - DV. PUTINA LUGAR: PUNO SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL					REGISTRO: ENS.G-0491-16 FECHA: 13-May-16																																																																																																																																								
CODIGO: RESIDENTE: ING. JEFE:																																																																																																																																													
1. MUESTRA			2. PERSONAL																																																																																																																																										
UBICACIÓN: Km.15+000		RUTA: PE-34H	CALICATA: C-1 / M-4		ING. ESPECIALISTA: M. JAUREGUI																																																																																																																																								
MATERIAL: Terreno Existente		PROFUNDIDAD (m):	0.20 - 1.50		TECNICO: R. VEGAS																																																																																																																																								
3. TAMIZADO			4. RESUMEN																																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>RETENIDO</th> <th>PASANTE</th> <th>ACUMULADO (%)</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>DENOMINACION ASTM (mm)</th> <th>PESO (g)</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>3"</td><td>75.000</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>2 1/2"</td><td>63.000</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>2"</td><td>50.000</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>1 1/2"</td><td>37.500</td><td>415</td></tr> <tr><td>5</td><td>1"</td><td>25.000</td><td>416</td></tr> <tr><td>6</td><td>3/4"</td><td>19.000</td><td>547</td></tr> <tr><td>7</td><td>1/2"</td><td>12.500</td><td>604</td></tr> <tr><td>8</td><td>3/8"</td><td>9.500</td><td>742</td></tr> <tr><td>9</td><td>#4</td><td>4.750</td><td>534</td></tr> <tr><td>10</td><td>#8</td><td>2.360</td><td>763.8</td></tr> <tr><td>11</td><td>#10</td><td>2.000</td><td>224.4</td></tr> <tr><td>12</td><td>#20</td><td>0.850</td><td>441.4</td></tr> <tr><td>13</td><td>#40</td><td>0.425</td><td>411.5</td></tr> <tr><td>14</td><td>#50</td><td>0.350</td><td>142.1</td></tr> <tr><td>15</td><td>#60</td><td>0.250</td><td>112.2</td></tr> <tr><td>16</td><td>#100</td><td>0.150</td><td>321.7</td></tr> <tr><td>17</td><td>#200</td><td>0.075</td><td>456.3</td></tr> <tr><td>18</td><td>Fondo</td><td></td><td>1,349.5</td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			TAMIZ	RETENIDO	PASANTE	ACUMULADO (%)	N	DENOMINACION ASTM (mm)	PESO (g)	%	1	3"	75.000	0	2	2 1/2"	63.000	0	3	2"	50.000	0	4	1 1/2"	37.500	415	5	1"	25.000	416	6	3/4"	19.000	547	7	1/2"	12.500	604	8	3/8"	9.500	742	9	#4	4.750	534	10	#8	2.360	763.8	11	#10	2.000	224.4	12	#20	0.850	441.4	13	#40	0.425	411.5	14	#50	0.350	142.1	15	#60	0.250	112.2	16	#100	0.150	321.7	17	#200	0.075	456.3	18	Fondo		1,349.5	19				20				<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">GENERALES</td></tr> <tr><td>Peso muestra seca</td><td>7.481 g</td></tr> <tr><td>Peso muestra lavada y seca</td><td>6.132 g</td></tr> <tr><td>Finos equiv. <#4:</td><td>56.4%</td></tr> <tr><td>Grava usada</td><td>43.6%</td></tr> <tr><td>Fino ensayado <#4</td><td>4.223 g</td></tr> <tr><td>Frac. equiv. <#200:</td><td>3.258 g</td></tr> <tr><td></td><td>1.349.5 g</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">TIPO DE TAMIZADO</td></tr> <tr><td>TAMANO MAXIMO</td><td>2"</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">COEFICIENTES</td></tr> <tr><td>Uniformidad (Cu)</td><td>90.667</td></tr> <tr><td>Curvatura (Cc)</td><td>0.254</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">HUMEDAD NATURAL</td></tr> <tr><td>1. Peso suelo húmedo</td><td>290.7 g</td></tr> <tr><td>2. Peso suelo seco</td><td>265.8 g</td></tr> <tr><td>3. Peso de agua [1] - [2]</td><td>24.9 g</td></tr> <tr><td>4. Humedad [3]*100 / [2]</td><td>9.4 %</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">LIMITES DE ATTERBERG</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">DESCRIPCION</td></tr> <tr><td>Límite Líquido (LL):</td><td>28</td></tr> <tr><td>Límite Plástico (LP):</td><td>20</td></tr> <tr><td>Índice Plástico (IP):</td><td>8</td></tr> </tbody> </table>			DESCRIPCION	VALOR	GENERALES		Peso muestra seca	7.481 g	Peso muestra lavada y seca	6.132 g	Finos equiv. <#4:	56.4%	Grava usada	43.6%	Fino ensayado <#4	4.223 g	Frac. equiv. <#200:	3.258 g		1.349.5 g	TIPO DE TAMIZADO		TAMANO MAXIMO	2"	COEFICIENTES		Uniformidad (Cu)	90.667	Curvatura (Cc)	0.254	HUMEDAD NATURAL		1. Peso suelo húmedo	290.7 g	2. Peso suelo seco	265.8 g	3. Peso de agua [1] - [2]	24.9 g	4. Humedad [3]*100 / [2]	9.4 %	LIMITES DE ATTERBERG		DESCRIPCION		Límite Líquido (LL):	28	Límite Plástico (LP):	20	Índice Plástico (IP):	8
TAMIZ	RETENIDO	PASANTE	ACUMULADO (%)																																																																																																																																										
N	DENOMINACION ASTM (mm)	PESO (g)	%																																																																																																																																										
1	3"	75.000	0																																																																																																																																										
2	2 1/2"	63.000	0																																																																																																																																										
3	2"	50.000	0																																																																																																																																										
4	1 1/2"	37.500	415																																																																																																																																										
5	1"	25.000	416																																																																																																																																										
6	3/4"	19.000	547																																																																																																																																										
7	1/2"	12.500	604																																																																																																																																										
8	3/8"	9.500	742																																																																																																																																										
9	#4	4.750	534																																																																																																																																										
10	#8	2.360	763.8																																																																																																																																										
11	#10	2.000	224.4																																																																																																																																										
12	#20	0.850	441.4																																																																																																																																										
13	#40	0.425	411.5																																																																																																																																										
14	#50	0.350	142.1																																																																																																																																										
15	#60	0.250	112.2																																																																																																																																										
16	#100	0.150	321.7																																																																																																																																										
17	#200	0.075	456.3																																																																																																																																										
18	Fondo		1,349.5																																																																																																																																										
19																																																																																																																																													
20																																																																																																																																													
DESCRIPCION	VALOR																																																																																																																																												
GENERALES																																																																																																																																													
Peso muestra seca	7.481 g																																																																																																																																												
Peso muestra lavada y seca	6.132 g																																																																																																																																												
Finos equiv. <#4:	56.4%																																																																																																																																												
Grava usada	43.6%																																																																																																																																												
Fino ensayado <#4	4.223 g																																																																																																																																												
Frac. equiv. <#200:	3.258 g																																																																																																																																												
	1.349.5 g																																																																																																																																												
TIPO DE TAMIZADO																																																																																																																																													
TAMANO MAXIMO	2"																																																																																																																																												
COEFICIENTES																																																																																																																																													
Uniformidad (Cu)	90.667																																																																																																																																												
Curvatura (Cc)	0.254																																																																																																																																												
HUMEDAD NATURAL																																																																																																																																													
1. Peso suelo húmedo	290.7 g																																																																																																																																												
2. Peso suelo seco	265.8 g																																																																																																																																												
3. Peso de agua [1] - [2]	24.9 g																																																																																																																																												
4. Humedad [3]*100 / [2]	9.4 %																																																																																																																																												
LIMITES DE ATTERBERG																																																																																																																																													
DESCRIPCION																																																																																																																																													
Límite Líquido (LL):	28																																																																																																																																												
Límite Plástico (LP):	20																																																																																																																																												
Índice Plástico (IP):	8																																																																																																																																												
5. CURVA GRANULOMETRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS					CLASIFICA																																																																																																																																								
					<table border="1"> <tr><td>SUCS</td></tr> <tr><td>GM-GC</td></tr> <tr><td>AASHTO</td></tr> <tr><td>A-2-4</td></tr> <tr><td>INDICE GRUPO</td></tr> <tr><td>0</td></tr> <tr><td>DIAMETROS</td></tr> <tr><td>D₁</td><td>Abertura</td></tr> <tr><td>60</td><td>6.800 mm</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.360 mm</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.075 mm</td></tr> </table>	SUCS	GM-GC	AASHTO	A-2-4	INDICE GRUPO	0	DIAMETROS	D ₁	Abertura	60	6.800 mm	30	0.360 mm	10	0.075 mm																																																																																																																									
SUCS																																																																																																																																													
GM-GC																																																																																																																																													
AASHTO																																																																																																																																													
A-2-4																																																																																																																																													
INDICE GRUPO																																																																																																																																													
0																																																																																																																																													
DIAMETROS																																																																																																																																													
D ₁	Abertura																																																																																																																																												
60	6.800 mm																																																																																																																																												
30	0.360 mm																																																																																																																																												
10	0.075 mm																																																																																																																																												



ENSAYO LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110_E 111 2000) ICC.ENS.GOP.0001.011 Versión: 1					
PROYECTO: DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA				REGISTRO: ENS.L-0489-16	
TRAMO: JULIACA - DV. PUTINA		RESIDENTE	M.LL.C.		
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL		ING. JEFE	E.M.Z		
1.- DATOS DE LA MUESTRA			2.- PERSONAL		
UBICACIÓN: Km.15+000		RUTA: PE-34H	CALICATA: C-30 / M-2		ING. ESP.: M. JAUREGUI
MATERIAL: Terreno Existente		PROFUND. (m) 0.019 - 0.13		TECNICO: R. VEGAS	
3.-LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARA	ID	T-153	T-154	T-155	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	40.35	39.85	39.33	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	36.54	36.43	36.21	
PESO DE AGUA	(g)	3.81	3.42	3.12	
PESO DE LA TARA	(g)	21.10	21.25	20.98	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	15.44	15.18	15.23	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.68	22.53	20.49	
NUMERO DE GOLPES		16	22	32	
4.-LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
Nº TARA	ID	T-156	T-157		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	28.74	27.25		
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	27.53	26.26		
PESO DE LA TARA	(g.)	21.40	21.11		
PESO DEL AGUA	(g.)	1.21	0.99		
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	6.13	5.15		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.74	19.22		
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES		
LIMITE LIQUIDO (%)	22				
LIMITE PLASTICO (%)	19				
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	3				
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN					
EQUIPO	BALANZA	COPA CASAGRANDE	HORNO	VIDRIO ESMIRALADO	
CODIGO	BADI30	CGR07 - CGR011	HOR05 - HOR06	VE-01, VE-02, VE-03 y VE-04	



ENSAYO							
DETERMINACION DE LA HUMEDAD							
ICC.ENS.GOP.0001.001							
Versión: 1							
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA					REGISTRO:	ENS.H-0489-16
TRAMO:	JULIACA - DV. PUTINA	CÓDIGO:	0977			FECHA:	13/05/2016
LUGAR:	PUNO	RESIDENTE:	M.LL.C				
SUPERVISIÓN:	PROVIAS NACIONAL	ING. JEFE:	E.M.Z				
1 - MUESTRA				2- PERSONAL			
UBICACIÓN:	Km. 15+000	RUTA:	PE-34H	CALICATA:	C-30 / M-2	ING. ESPECIALISTA:	M. JAUREGUI
MATERIAL	Terreno Existente		PROFUND.(m):	0.019 - 0.13	TECNICO:	R. VEGAS	
3- HUMEDAD			MUESTRAS POR SONDAJE			SONDAJE	
			1	2	3		
0	Cápsula	UN	55	56	57	1	
1	Peso de cápsula	g	67.7	65.9	71.8	M-1	
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	342.4	388.5	398.2		
3	Peso de cápsula + suelo seco	g	327.2	372.1	381.6		
4	Peso de agua, [2] - [3]	g	15.20	16.40	16.60		
5	Peso seco, [3] - [1]	g	259.5	306.2	309.8		
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%	5.9	5.4	5.4	PROM=5.5	
0	Cápsula	UN				2	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%					
0	Cápsula	UN				3	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%					
0	Cápsula	UN				4	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%					
4- EQUIPOS DE MEDICION							
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO			
ID	BADI85	BADI30	HOR05	HOR06			



ENSAYO								
PROCTOR MODIFICADO								
ICC.ENS.GOP.0001.004								
Versión: 1								
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: ENS.P-0012-16		
TRAMO: JULIACA - DV. PUTINA			CODIGO: 0977					
LUGAR: PUNO			RESIDENTE: M.L.L.C.			FECHA: 19-05-2016		
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL			ING. JEFE: E.M.Z					
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL				
UBICACIÓN: Km. 15+000		RUTA: PE-34H		CALICATA: C-30 / M-2		ING. ESPEC.: M. JAUREGUI		
MATERIAL: Terreno Existente		PROFUND.(m): 0.019 - 0.13				TECNICO: R.Vegas		
3- DATOS PARA EL ENSAYO								
Método de compactación :		C		Número de golpes :		56		
				Número de capas :		5		
4- DENSIDAD HUMEDA								
N	DESCRIPCION	UND	M1	M2	M3	M4	M5	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,015	11,248	11,415	11,461	11,401	
2	Peso del molde	g	6,712	6,712	6,712	6,712	6,712	
3	Volumen del molde	cc	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126	
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	4,303	4,536	4,703	4,749	4,689	
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	2.02	2.13	2.21	2.23	2.21	
5- HUMEDAD								
6	Id. Capsula		45	46	47	48	49	
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	422.7	335.5	458.1	383.1	364.5	
8	Peso del suelo seco+capsula	g	412.5	323.9	434.1	358.3	335.7	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	10.2	11.6	24.0	24.8	28.8	
10	Peso de la capsula	g	102.0	97.0	100.8	85.4	81.9	
11	Peso del suelo seco, [8]-[9]	g	310.5	226.9	333.3	272.9	253.8	
12	Contenido de humedad, [9]*100/[11]	%	3.29	5.11	7.20	9.09	11.35	
6- DENSIDAD SECA								
Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)		g/cc	1.960	2.030	2.064	2.048	1.981	
7- CALCULOS				8- GRAFICO				
DENSIDAD SECA*								
X ⁿ	Y=DS							
X ³	0.000 050							
X ²	-0.006 812							
X ¹	0.093 413							
X ⁰	1.724 279							
RESULTADOS								
Humedad óptima : %	7.47							
Densidad máxima : g/cc	2.063							
Gravedad Especifica:	2.584							
9- EQUIPOS DE MEDICION (TRAZABILIDAD)								
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	PROBETA	PROBETA		
ID.	BADI84	BADI19	HOR05	HOR06	PROB017	PROB014		
10- OBSERVACIONES								
Metodo Seco. Pison Manual. Retenido 3/8". Suelo A - 1 - b. Metodo de Gravedad Especifica por Desplazamiento								



ENSAYO										
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO (MTC E 132)										
ICC.ENS.GOP.0001.006										
Versión: 1										
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA									REGISTRO: ENS.C-0012-16	
Tramo: JULIACA - Dv. PUTINA					CODIGO: 0977					
LUGAR: PUNO					RESIDENTE: M.L.L.C.		FECHA: 19/05/2016			
SUPERVISION: PROVIAS NACIONAL					ING.JEFE: E.M.Z					
1. MUESTRA						2. PERSONAL				
UBICACION: KM. 15+000			RUTA: PE-34H		CALICATA: C-30 / M-2		ING. ESPEC.: M. Jauregui			
MATERIAL: TERRENO EXISTENTE					PROFUND. (m): 0.019 - 0.13		TECNICO: R. Vegas			
3. DATOS PARA EL ENSAYO										
CLASIFICACION:		SUCS	SM-SC	AASHTO	A-1-b	PROCTOR (METODO "C")	HO=7.47%	MDS=2.063	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCION			UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES			
4. DENSIDAD										
Condición de humedad					Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde			g	12,576	12,758	12,787	12,802	13,001	13,033
2	Peso del molde			g	8,280	8,280	8,332	8,332	8,314	8,314
3	Volumen del molde REG:			cc	2,130	2,130	2,124	2,124	2,120	2,120
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]			g	4,296	4,478	4,455	4,470	4,687	4,719
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]			g/cc	2.017	2.102	2.098	2.105	2.211	2.226
6	Id. Capsula				36		35		34	
7	Peso del suelo húmedo			g	361.7	350.8	423.1	296.0	268.2	427.7
8	Peso del suelo seco			g	343.2	332.0	400.5	281.5	256.0	404.1
9	Peso del agua, [7]-[8]			g	18.5	18.8	22.6	14.5	12.2	23.6
10	Peso de la capsula			g	94.9	94.9	96.0	96.0	93.7	93.7
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]			g	248.3	237.1	304.5	185.5	162.3	310.4
12	Contenido de humedad, [9]/[11]			%	7.45	7.93	7.42	7.82	7.52	7.60
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)			g/cc	1.877	1.948	1.953	1.952	2.056	2.069
5. PENETRACION										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)				FUERZA (kg)				
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.60 cm ²	0.00	0	0	0	0		0		0	
	0.64	12	17	29	50		67		107	
	1.27	24	34	60	90		123		210	
	1.91	38	52	85	137		183		293	
70.3 Kg/cm ²	2.54	50	70	112	177	177*	243	243*	384	384*
	3.81	80	106	161	277		363		547	
105.5 Kg/cm ²	5.08	106	138	202	363	363*	470	470*	684	684*
	6.35	125	163	240	427		554		811	
	7.62	135	182	265	460		617		894	
¹⁰	CORRECCION: DEL ANILLO		DE CARGA EN	KILO	ECUACION:		X *	3.33636000	X	9.839290
6. EXPANSION										H_{suelo} = 115.5 mm
TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.025mm			ALTURAS					
Fecha-hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
19/05/16 - 00:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
21/05/16 - 00:00	48	0.00	0.00	0.00		0.00%		0.00%		0.00%
23/05/16 - 00:00	96	0.00	0.00	0.00		0.00%		0.00%		0.00%
7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR			CBR FINAL		
Densidad Seca prom.		1.91	1.95	2.06	Humedad óptima		7.47%	Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"		12.8	17.7	27.8	MDS		2.063	100% MDS	27.9	33.3
Penetración: 0.2"		17.6	22.8	33.1	95 % de la MDS		1.960	95 % MDS	17.8	22.9
8. EQUIPOS DE MEDICION										
EQ	ANILLO / DIAL	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	DIAL	DIAL	PROBETA	PROBETA	
ID.	ANI15/DI033	BAD175	BAD185	HOR05	HOR06	DI109	DI73	PROB017	PROB014	
9. OBSERVACIONES										



ENSAYO											
ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - MTC E 107											
ICC.ENS.GOP.0001.005											
Versión: 1											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA TRAMO: JULIACA - DV. PUTINA LUGAR: PUNO SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL							REGISTRO: ENS.G-0490-16			FECHA: 13-May-16	
CODIGO: 0977 RESIDENTE: M.L.L.C. ING. JEFE: E.M.Z.											
1. MUESTRA			2. PERSONAL								
UBICACIÓN: Km.15+000		RUTA: PE-34H		CALICATA: C-1 M-3		ING. ESPECIALISTA: M. JAUREGUI					
MATERIAL: Terreno Existente			PROFUNDIDAD (m): 0.13 - 0.20			TECNICO: R. VEGAS					
3. TAMIZADO					4. RESUMEN						
TAMIZ		RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)					
N	DENOMINACION		PESO (g)	%	MATERIAL						
	ASTM	(mm)			SUELO						
1	3"	75.000	0	0.0							
2	2 1/2"	63.000	0	0.0	100.0						
3	2"	50.000	101	1.1	98.9						
4	1 1/2"	37.500	485	5.3	93.6						
5	1"	25.000	566	6.2	87.3						
6	3/4"	19.000	704	7.7	79.6						
7	1/2"	12.500	912	10.0	69.6						
8	3/8"	9.500	620	6.8	62.8						
9	#4	4.750	737	8.1	54.7						
10	#8	2.360	518.8	5.7	49.0						
11	#10	2.000	209.3	2.3	46.7						
12	#20	0.850	746.4	8.2	38.5						
13	#40	0.425	555.2	6.1	32.4						
14	#50	0.350	273.1	3.0	29.4						
15	#60	0.250	291.3	3.2	26.2						
16	#100	0.150	355.0	3.9	22.3						
17	#200	0.075	664.4	7.3	15.0						
18	Fondo		1,363.2								
19	-										
20	-										

DESCRIPCION	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	9,102 g
Peso muestra lavada y seca	7,739 g
Finos equiv. <#4:	54.7%
Grava usada	45.3%
Fino ensayado < #4	4,977 g
Frac. equiv. < #200:	15.0%
	1,363.2 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	2 1/2"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	92.208
Curvatura (Cc)	0.250
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	530.0 g
2. Peso suelo seco	502.9 g
3. Peso de agua [1] - [2]	27.1 g
4. Humedad [3]*100 / [2]	7.4 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	REGISTRO
Límite Líquido (LL):	26
Límite Plástico (LP):	20
Índice Plástico (IP):	6

5. CURVA GRANULOMETRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS																									
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">CLASIFICA</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">SUCS</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">GM-GC</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">AASHTO</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">A-1-b</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">INDICE GRUPO</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">DIAMETROS</td> </tr> <tr> <td>D_i</td> <td>Abertura</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>7.100 mm</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.370 mm</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0.077 mm</td> </tr> </table>	CLASIFICA		SUCS		GM-GC		AASHTO		A-1-b		INDICE GRUPO		0		DIAMETROS		D _i	Abertura	60	7.100 mm	30	0.370 mm	10	0.077 mm
CLASIFICA																									
SUCS																									
GM-GC																									
AASHTO																									
A-1-b																									
INDICE GRUPO																									
0																									
DIAMETROS																									
D _i	Abertura																								
60	7.100 mm																								
30	0.370 mm																								
10	0.077 mm																								

6. EQUIPO DE MEDICION				7. TAMICES	
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	Serie de tamices gruesa y fina completa
ID.	BAD179	BAD119	HOR06	HOR05	



ENSAYO													
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110_E 111 2000)													
ICC.ENS.GOP.0001.011													
Versión: 1													
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA				REGISTRO:	ENS.L-0490-16								
TRAMO:	JULIACA - DV. PUTINA	RESIDENTE	M.LL.C.	FECHA:	13/05/2016								
SUPERVISIÓN:	PROVIAS NACIONAL	ING. JEFE	E.MZ										
1.- DATOS DE LA MUESTRA			2.- PERSONAL										
UBICACIÓN:	Km.15+000	RUTA: PE-34H	CALICATA:	C-30 / M-3									
MATERIAL:	Terreno Existente		PROFUND. (m)	0.13 - 0.20									
3.-LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)													
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS											
Nº TARA	ID	T-78	T-79	T-80									
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	40.44	39.63	42.46									
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	36.38	35.94	38.42									
PESO DE AGUA	(g)	4.06	3.69	4.04									
PESO DE LA TARA	(g)	22.12	22.13	21.94									
PESO DEL SUELO SECO	(g)	14.26	13.81	16.48									
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.47	26.72	24.51									
NUMERO DE GOLPES		15	21	30									
4.-LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)													
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		PROMEDIO									
Nº TARA	ID	T-81	T-82										
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	27.32	27.51										
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	26.40	26.62										
PESO DE LA TARA	(g.)	21.96	22.13										
PESO DEL AGUA	(g.)	0.92	0.89										
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	4.44	4.49										
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.72	19.82										
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES													
<table border="1"> <caption>Data for Moisture Content vs Number of Blows</caption> <thead> <tr> <th>Numero de Golpes</th> <th>Contenido de Humedad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>28.47</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>26.72</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>24.51</td> </tr> </tbody> </table>						Numero de Golpes	Contenido de Humedad (%)	15	28.47	21	26.72	30	24.51
Numero de Golpes	Contenido de Humedad (%)												
15	28.47												
21	26.72												
30	24.51												
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES										
LIMITE LIQUIDO (%)	26												
LIMITE PLASTICO (%)	20												
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	6												
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN													
EQUIPO	BALANZA	COPA CASAGRANDE	HORNO	VIDRIO ESMIRALADO									
CODIGO	BADI30	CGR07 - CGR011	HOR05 - HOR06	VE-01, VE-02, VE-03 y VE-04									



ENSAYO							
DETERMINACION DE LA HUMEDAD							
ICC.ENS.GOP.0001.001							
Versión: 1							
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA				REGISTRO:	ENS.H-0490-16	
TRAMO:	JULIACA - Dv. PUTINA		CÓDIGO:	0977	FECHA:	13/05/2016	
LUGAR:	PUNO		RESIDENTE:	M.LL.C			
SUPERVISIÓN:	PROVIAS NACIONAL		ING. JEFE:	E.M.Z			
1 - MUESTRA			2- PERSONAL				
UBICACIÓN:	Km. 15+000	RUTA:	PE-34H	CALICATA:	C-30 / M-3	ING. ESPECIALISTA:	M. JAUREGUI
MATERIAL:	Terreno Existente		PROFUND.(m):	0.13 - 0.20		TECNICO:	R. VEGAS
3- HUMEDAD			MUESTRAS POR SONDAJE			SONDAJE	
			1	2	3		
0	Cápsula	UN	58	59	60	1	
1	Peso de cápsula	g	71.7	74.0	63.8	M-1	
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	476.3	467.3	398.4		
3	Peso de cápsula + suelo seco	g	448.2	440.5	375.4		
4	Peso de agua, [2] - [3]	g	28.10	26.80	23.00		
5	Peso seco, [3] - [1]	g	376.5	366.5	311.6		
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%	7.5	7.3	7.4	PROM=7.4	
0	Cápsula	UN				2	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%					
0	Cápsula	UN				3	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%					
0	Cápsula	UN				4	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%					
4- EQUIPOS DE MEDICION							
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO			
ID	BADI85	BADI30	HOR05	HOR06			



ENSAYO																																																																																																																																																																																																												
ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - MTC E 107																																																																																																																																																																																																												
ICC.ENS.GOP.0001.005																																																																																																																																																																																																												
Versión: 1																																																																																																																																																																																																												
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA							REGISTRO: ENS.G-0491-16																																																																																																																																																																																																					
TRAMO: JULIACA - Dv. PUTINA				CODIGO:			FECHA: 13-May-16																																																																																																																																																																																																					
LUGAR: PUNO				RESIDENTE:																																																																																																																																																																																																								
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL				ING. JEFE:																																																																																																																																																																																																								
1. MUESTRA					2. PERSONAL																																																																																																																																																																																																							
UBICACIÓN: Km.15+000		RUTA: PE-34H		CALICATA: C-1 / M-4		ING. ESPECIALISTA: M. JAUREGUI																																																																																																																																																																																																						
MATERIAL: Terreno Existente				PROFUNDIDAD (m): 0.20 - 1.50		TECNICO: R. VEGAS																																																																																																																																																																																																						
3. TAMIZADO					4. RESUMEN																																																																																																																																																																																																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N</th> <th colspan="2">TAMIZ</th> <th colspan="2">RETENIDO</th> <th>PASANTE</th> <th rowspan="2">ACUMULADO (%)</th> </tr> <tr> <th>DENOMINACION ASTM</th> <th>(mm)</th> <th>PESO (g)</th> <th>%</th> <th>MATERIAL SUELO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>3"</td><td>75.000</td><td>0</td><td>0.0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>2 1/2"</td><td>63.000</td><td>0</td><td>0.0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>2"</td><td>50.000</td><td>0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>1 1/2"</td><td>37.500</td><td>415</td><td>5.5</td><td>94.5</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>1"</td><td>25.000</td><td>416</td><td>5.6</td><td>88.9</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>3/4"</td><td>19.000</td><td>547</td><td>7.3</td><td>81.6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>1/2"</td><td>12.500</td><td>604</td><td>8.1</td><td>73.5</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>3/8"</td><td>9.500</td><td>742</td><td>9.9</td><td>63.6</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>#4</td><td>4.750</td><td>534</td><td>7.1</td><td>56.4</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>#8</td><td>2.360</td><td>763.8</td><td>10.2</td><td>46.2</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>#10</td><td>2.000</td><td>224.4</td><td>3.0</td><td>43.2</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>#20</td><td>0.850</td><td>441.4</td><td>5.9</td><td>37.3</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td>#40</td><td>0.425</td><td>411.5</td><td>5.5</td><td>31.8</td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>#50</td><td>0.350</td><td>142.1</td><td>1.9</td><td>29.9</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>#60</td><td>0.250</td><td>112.2</td><td>1.5</td><td>28.4</td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>#100</td><td>0.150</td><td>321.7</td><td>4.3</td><td>24.1</td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td>#200</td><td>0.075</td><td>456.3</td><td>6.1</td><td>18.0</td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td>Fondo</td><td></td><td>1,349.5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)	DENOMINACION ASTM	(mm)	PESO (g)	%	MATERIAL SUELO	1	3"	75.000	0	0.0			2	2 1/2"	63.000	0	0.0			3	2"	50.000	0	0.0	100.0		4	1 1/2"	37.500	415	5.5	94.5		5	1"	25.000	416	5.6	88.9		6	3/4"	19.000	547	7.3	81.6		7	1/2"	12.500	604	8.1	73.5		8	3/8"	9.500	742	9.9	63.6		9	#4	4.750	534	7.1	56.4		10	#8	2.360	763.8	10.2	46.2		11	#10	2.000	224.4	3.0	43.2		12	#20	0.850	441.4	5.9	37.3		13	#40	0.425	411.5	5.5	31.8		14	#50	0.350	142.1	1.9	29.9		15	#60	0.250	112.2	1.5	28.4		16	#100	0.150	321.7	4.3	24.1		17	#200	0.075	456.3	6.1	18.0		18	Fondo		1,349.5				19							20							<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">GENERALES</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca</td> <td>7,481 g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra lavada y seca</td> <td>6,132 g</td> </tr> <tr> <td>Finos equiv. <#4:</td> <td>56.4%</td> </tr> <tr> <td>Grava usada</td> <td>43.6%</td> </tr> <tr> <td>Fino ensayado < #4</td> <td>4,223 g</td> </tr> <tr> <td>Frac. equiv. < #200:</td> <td>18.0%</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE TAMIZADO</td> <td>MANUAL</td> </tr> <tr> <td>TAMANO MAXIMO</td> <td>2"</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">COEFICIENTES</td> </tr> <tr> <td>Uniformidad (Cu)</td> <td>90.667</td> </tr> <tr> <td>Curvatura (Cc)</td> <td>0.254</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">HUMEDAD NATURAL</td> </tr> <tr> <td>1. Peso suelo húmedo</td> <td>290.7 g</td> </tr> <tr> <td>2. Peso suelo seco</td> <td>265.8 g</td> </tr> <tr> <td>3. Peso de agua [1] - [2]</td> <td>24.9 g</td> </tr> <tr> <td>4. Humedad [3]* 100 / [2]</td> <td>9.4 %</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">LIMITES DE ATTERBERG</td> </tr> <tr> <td>DESCRIPCION</td> <td>REGISTRO</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL):</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (LP):</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP):</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>					DESCRIPCION	VALOR	GENERALES		Peso muestra seca	7,481 g	Peso muestra lavada y seca	6,132 g	Finos equiv. <#4:	56.4%	Grava usada	43.6%	Fino ensayado < #4	4,223 g	Frac. equiv. < #200:	18.0%	TIPO DE TAMIZADO	MANUAL	TAMANO MAXIMO	2"	COEFICIENTES		Uniformidad (Cu)	90.667	Curvatura (Cc)	0.254	HUMEDAD NATURAL		1. Peso suelo húmedo	290.7 g	2. Peso suelo seco	265.8 g	3. Peso de agua [1] - [2]	24.9 g	4. Humedad [3]* 100 / [2]	9.4 %	LIMITES DE ATTERBERG		DESCRIPCION	REGISTRO	Límite Líquido (LL):	28	Límite Plástico (LP):	20	Índice Plástico (IP):	8
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)																																																																																																																																																																																																						
	DENOMINACION ASTM	(mm)	PESO (g)	%	MATERIAL SUELO																																																																																																																																																																																																							
1	3"	75.000	0	0.0																																																																																																																																																																																																								
2	2 1/2"	63.000	0	0.0																																																																																																																																																																																																								
3	2"	50.000	0	0.0	100.0																																																																																																																																																																																																							
4	1 1/2"	37.500	415	5.5	94.5																																																																																																																																																																																																							
5	1"	25.000	416	5.6	88.9																																																																																																																																																																																																							
6	3/4"	19.000	547	7.3	81.6																																																																																																																																																																																																							
7	1/2"	12.500	604	8.1	73.5																																																																																																																																																																																																							
8	3/8"	9.500	742	9.9	63.6																																																																																																																																																																																																							
9	#4	4.750	534	7.1	56.4																																																																																																																																																																																																							
10	#8	2.360	763.8	10.2	46.2																																																																																																																																																																																																							
11	#10	2.000	224.4	3.0	43.2																																																																																																																																																																																																							
12	#20	0.850	441.4	5.9	37.3																																																																																																																																																																																																							
13	#40	0.425	411.5	5.5	31.8																																																																																																																																																																																																							
14	#50	0.350	142.1	1.9	29.9																																																																																																																																																																																																							
15	#60	0.250	112.2	1.5	28.4																																																																																																																																																																																																							
16	#100	0.150	321.7	4.3	24.1																																																																																																																																																																																																							
17	#200	0.075	456.3	6.1	18.0																																																																																																																																																																																																							
18	Fondo		1,349.5																																																																																																																																																																																																									
19																																																																																																																																																																																																												
20																																																																																																																																																																																																												
DESCRIPCION	VALOR																																																																																																																																																																																																											
GENERALES																																																																																																																																																																																																												
Peso muestra seca	7,481 g																																																																																																																																																																																																											
Peso muestra lavada y seca	6,132 g																																																																																																																																																																																																											
Finos equiv. <#4:	56.4%																																																																																																																																																																																																											
Grava usada	43.6%																																																																																																																																																																																																											
Fino ensayado < #4	4,223 g																																																																																																																																																																																																											
Frac. equiv. < #200:	18.0%																																																																																																																																																																																																											
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL																																																																																																																																																																																																											
TAMANO MAXIMO	2"																																																																																																																																																																																																											
COEFICIENTES																																																																																																																																																																																																												
Uniformidad (Cu)	90.667																																																																																																																																																																																																											
Curvatura (Cc)	0.254																																																																																																																																																																																																											
HUMEDAD NATURAL																																																																																																																																																																																																												
1. Peso suelo húmedo	290.7 g																																																																																																																																																																																																											
2. Peso suelo seco	265.8 g																																																																																																																																																																																																											
3. Peso de agua [1] - [2]	24.9 g																																																																																																																																																																																																											
4. Humedad [3]* 100 / [2]	9.4 %																																																																																																																																																																																																											
LIMITES DE ATTERBERG																																																																																																																																																																																																												
DESCRIPCION	REGISTRO																																																																																																																																																																																																											
Límite Líquido (LL):	28																																																																																																																																																																																																											
Límite Plástico (LP):	20																																																																																																																																																																																																											
Índice Plástico (IP):	8																																																																																																																																																																																																											
5. CURVA GRANULOMETRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS																																																																																																																																																																																																												
								CLASIFICA																																																																																																																																																																																																				
								SUCS GM-GC																																																																																																																																																																																																				
								AASHTO A-2-4																																																																																																																																																																																																				
								INDICE GRUPO 0																																																																																																																																																																																																				
								<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DIAMETROS</th> </tr> <tr> <th>D_i</th> <th>Abertura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60</td> <td>6.800 mm</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.360 mm</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0.075 mm</td> </tr> </tbody> </table>		DIAMETROS		D _i	Abertura	60	6.800 mm	30	0.360 mm	10	0.075 mm																																																																																																																																																																																									
DIAMETROS																																																																																																																																																																																																												
D _i	Abertura																																																																																																																																																																																																											
60	6.800 mm																																																																																																																																																																																																											
30	0.360 mm																																																																																																																																																																																																											
10	0.075 mm																																																																																																																																																																																																											
6. EQUIPO DE MEDICION				7. TAMICES																																																																																																																																																																																																								
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	Serie de tamices gruesa y fina completa																																																																																																																																																																																																							
ID.	BADI79	BADI19	HOR06	HOR05																																																																																																																																																																																																								
8. DESCRIPCION DE SUELO																																																																																																																																																																																																												



ENSAYO					
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110_E 111 2000)					
ICC.ENS.GOP.0001.011					
Versión: 1					
PROYECTO: DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA				REGISTRO: ENS.L-0491-16	
TRAMO: JULIACA - DV. PUTINA		RESIDENTE	M.LL.C.	FECHA: 13/05/2016	
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL		ING. JEFE	E.M.Z		
1.- DATOS DE LA MUESTRA			2.- PERSONAL		
UBICACIÓN: Km.15+000		RUTA: PE-34H	CALICATA: C-30 / M-4	ING. ESP.: M. JAUREGUI	
MATERIAL: Terreno Existente		PROFUND. (m) 0.20 - 1.50	TECNICO: R. VEGAS		
3.-LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARA	ID	T-32	T-33	T-34	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	40.85	42.83	42.95	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	36.32	38.03	38.43	
PESO DE AGUA	(g)	4.53	4.80	4.52	
PESO DE LA TARA	(g)	21.47	21.27	21.42	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	14.85	16.76	17.01	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.51	28.64	26.57	
NUMERO DE GOLPES		15	21	30	
4.-LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
Nº TARA	ID	T-35	T-36		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	27.07	27.31		
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	26.17	26.35		
PESO DE LA TARA	(g.)	21.56	21.54		
PESO DEL AGUA	(g.)	0.90	0.96		
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	4.61	4.81		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.52	19.96		
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES		
LIMITE LIQUIDO (%)	28				
LIMITE PLASTICO (%)	20				
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	8				
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN					
EQUIPO	BALANZA	COPA CASAGRANDE	HORNO	VIDRIO ESMIRALADO	
CODIGO	BADI30	CGR07 - CGR011	HOR05 - HOR06	VE-01, VE-02, VE-03 y VE-04	



ENSAYO							
DETERMINACION DE LA HUMEDAD							
ICC.ENS.GOP.0001.001							
Versión: 1							
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA					REGISTRO:	ENS.H-0491-16
TRAMO:	JULIACA - Dv. PUTINA		CÓDIGO:	0977		FECHA:	13/05/2016
LUGAR:	PUNO		RESIDENTE:	M.LL.C			
SUPERVISIÓN:	PROVIAS NACIONAL		ING. JEFE:	E.M.Z			
1 - MUESTRA				2- PERSONAL			
UBICACIÓN:	Km. 15+000		RUTA:	PE-34H		ING. ESPECIALISTA:	M. JAUREGUI
MATERIAL:	Terreno Existente		CALICATA:	C-30 / M-4		TECNICO:	R. VEGAS
			PROFUND.(m):	0.20 - 1.50			
3- HUMEDAD			MUESTRAS POR SONDAJE			SONDAJE	
			1	2	3		
0	Cápsula	UN	61	62	63	1	
1	Peso de cápsula	g	65.3	73.2	70.5	M-1	
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	480.2	412.1	378.6		
3	Peso de cápsula + suelo seco	g	445.3	382.3	351.8		
4	Peso de agua, [2] - [3]	g	34.90	29.80	26.80		
5	Peso seco, [3] - [1]	g	380.0	309.1	281.3		
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%	9.2	9.6	9.5	PROM=9.4	
0	Cápsula	UN				2	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%					
0	Cápsula	UN				3	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%					
0	Cápsula	UN				4	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
	Contenido de humedad [4]*100/[5]	%					
4- EQUIPOS DE MEDICION							
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO			
ID	BADI85	BADI30	HOR05	HOR06			



ENSAYO																											
PROCTOR MODIFICADO																											
ICC.ENS.GOP.0001.004																											
Versión: 1																											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA TRAMO: JULIACA - DV. PUTINA LUGAR: PUNO						REGISTRO: ENS.P-0013-16 FECHA: 19-05-2016																					
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL				CODIGO: 0977 RESIDENTE: M.LLC. ING. JEFE: E.M.Z																							
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL																							
UBICACIÓN: Km. 15+000 MATERIAL: Terreno Existente		RUTA: PE-34H PROFUND.(m): 0.20 - 1.50		CALICATA: C-30 / M-4		ING. ESPEC.: M. JAUREGUI TECNICO: R.Vegas																					
3- DATOS PARA EL ENSAYO																											
Método de compactación :		C		Número de golpes :		56																					
				Número de capas :		5																					
4- DENSIDAD HUMEDA																											
N	DESCRIPCION	UND	M1	M2	M3	M4	M5																				
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,169	11,395	11,581	11,638	11,566																				
2	Peso del molde	g	6,712	6,712	6,712	6,712	6,712																				
3	Volumen del molde	cc	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126																				
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	4,457	4,683	4,869	4,926	4,854																				
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	2.10	2.20	2.29	2.32	2.28																				
5- HUMEDAD																											
6	Id. Capsula		53	54	55	56	57																				
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	487.6	391.4	452.1	341.2	367.4																				
8	Peso del suelo seco+capsula	g	480.1	380.6	432.0	323.1	341.5																				
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	7.5	10.8	20.1	18.1	25.9																				
10	Peso de la capsula	g	94.0	91.1	89.9	87.8	82.2																				
11	Peso del suelo seco, [8]-[9]	g	386.1	289.5	342.1	235.3	259.3																				
12	Contenido de humedad, [9]*100/[11]	%	1.94	3.73	5.88	7.69	9.99																				
6- DENSIDAD SECA																											
Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)		g/cc	2.056	2.124	2.163	2.152	2.076																				
7- CALCULOS				8- GRAFICO																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>Xⁿ</th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X³</td> <td>-0.000 135</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>-0.003 563</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>0.061 488</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>1.951 299</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Son los coeficientes que da la curva de tendencia (polinomio)</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima : %</td> <td>6.34</td> </tr> <tr> <td>Dénsidad máxima : g/cc</td> <td>2.164</td> </tr> <tr> <td>Gravedad Especifica:</td> <td>2.653</td> </tr> </tbody> </table>				DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.000 135	X ²	-0.003 563	X ¹	0.061 488	X ⁰	1.951 299	RESULTADOS		Humedad óptima : %	6.34	Dénsidad máxima : g/cc	2.164	Gravedad Especifica:	2.653	<p style="text-align: center;">$y = -0.000135x^3 - 0.003563x^2 + 0.061488x + 1.951299$</p> <p style="text-align: center;">6.34, 2.16</p>			
DENSIDAD SECA*																											
X ⁿ	Y=DS																										
X ³	-0.000 135																										
X ²	-0.003 563																										
X ¹	0.061 488																										
X ⁰	1.951 299																										
RESULTADOS																											
Humedad óptima : %	6.34																										
Dénsidad máxima : g/cc	2.164																										
Gravedad Especifica:	2.653																										
9- EQUIPOS DE MEDICION (TRAZABILIDAD)																											
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	PROBETA	PROBETA																					
ID.	BAD184	BAD119	HOR05	HOR06	PROB017	PROB014																					
10- OBSERVACIONES																											
Metodo Seco. Pison Manual. Retenido 3/8". Suelo A - 1 - b. Metodo de Gravedad Especifica por Desplazamiento																											



ENSAYO											
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO (MTC E 132)											
ICC.ENS.GOP.0001.006											
Versión: 1											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA									REGISTRO: ENS.C-0013-16		
Tramo: JULIACA - Dv. PUTINA				CODIGO: 0977							
LUGAR: PUNO				RESIDENTE: M.L.L.C.		FECHA: 19/05/2016					
SUPERVISION: PROVIAS NACIONAL				ING.JEFE: E.M.Z							
1. MUESTRA						2. PERSONAL					
UBICACION: KM. 15+000			RUTA: PE-34H			CALICATA: C-30 / M-4		ING. ESPEC.: M. Jauregui			
MATERIAL: TERRENO EXISTENTE			PROFUND. (m): 0.20 - 1.50			TECNICO: R. Vegas					
3. DATOS PARA EL ENSAYO											
CLASIFICACION:		SUCS	GM-GC	AASHTO	A-2-4	PROCTOR (METODO "C")	HO=6.34%	MDS=2.164	N°CAPAS	5	
N	DESCRIPCION			UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES				
4. DENSIDAD											
Condición de humedad				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado		
1	Peso suelo húmedo + molde			g	12,810	12,898	12,910	12,935	12,800	12,816	
2	Peso del molde			g	8,296	8,296	8,262	8,262	7,912	7,912	
3	Volumen del molde REG:			cc	2,143	2,143	2,123	2,123	2,125	2,125	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]			g	4,514	4,602	4,648	4,673	4,888	4,904	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]			g/cc	2.107	2.148	2.190	2.202	2.301	2.308	
6	Id. Capsula				42		41		40		
7	Peso del suelo húmedo			g	264.5	369.6	481.2	410.9	362.5	475.2	
8	Peso del suelo seco			g	254.0	349.0	457.4	390.0	346.0	451.5	
9	Peso del agua, [7]-[8]			g	10.5	20.6	23.8	20.9	16.5	23.7	
10	Peso de la capsula			g	94.0	94.0	86.8	86.8	85.3	85.3	
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]			g	160.0	255.0	370.6	303.2	260.7	366.2	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]			%	6.56	8.08	6.42	6.89	6.33	6.47	
13	Densidad seca, [5]/([1+12]/100)			g/cc	1.977	1.987	2.058	2.060	2.164	2.168	
5. PENETRACION											
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)				FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	
Area del pistón:	0.00	0	0	0	0		0		0		
19.60 cm ²	0.64	15	24	42	60		90		150		
	1.27	34	49	80	123		173		277		
	1.91	52	75	118	183		260		404		
70.3 Kg/cm ²	2.54	70	99	151	243	243*	340	340*	514	514*	
	3.81	99	141	213	340		480		720		
105.5 Kg/cm ²	5.08	127	178	264	434	434*	604	604*	891	891*	
	6.35	147	207	299	500		700		1,007		
	7.62	165	228	322	560		771		1,084		
10	CORRECCION: DEL ANILLO		DE CARGA EN	KILO	ECUACION:		X *	3.33636000	X	9.839290	
6. EXPANSION											
TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.025mm			ALTURAS						
Fecha-hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%	
19/05/16 - 00:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
21/05/16 - 00:00	48	0.00	0.00	0.00		0.00%		0.00%		0.00%	
23/05/16 - 00:00	96	0.00	0.00	0.00		0.00%		0.00%		0.00%	
7. RESULTADOS											
ENSAYO CBR		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR			CBR FINAL			
Densidad Seca prom.		1.98	2.06	2.17	Humedad óptima		6.34%	Penetración		0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"		17.7	24.7	37.3	MDS		2.164	100% MDS	37.3	43.0	
Penetración: 0.2"		21.0	29.2	43.1	95 % de la MDS		2.056	95 % MDS	25.0	29.4	
8. EQUIPOS DE MEDICION											
EQ	ANILLO / DIAL	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	DIAL	DIAL	PROBETA	PROBETA		
ID.	ANI15/DI033	BAD175	BAD185	HOR05	HOR06	DI109	DI73	PROB017	PROB014		



ENSAYO										
ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - MTC E 107										
ICC.ENS.GOP.0001.005										
Versión: 1										
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA							REGISTRO: ENS.G-0518-16			
TRAMO: JULIACA - Dv. PUTINA				CODIGO: 0977						
LUGAR: PUNO				RESIDENTE: M.LL.C.						
SUPERVISION: PROVIAS NACIONAL				ING. JEFE: E.M.Z.		FECHA: 14-May-16				
1. MUESTRA					2. PERSONAL					
UBICACION: Km.21+000		RUTA: PE-34H		CALICATA: C-13 / M-2		ING. ESPECIALISTA: M. JAUREGUI				
MATERIAL: Terreno Existente		PROFUNDIDAD (m): 0.019 - 0.13		TECNICO: R. VEGAS						
3. TAMIZADO					4. RESUMEN					
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)		DESCRIPCION	VALOR	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	MATERIAL SUELO					
1	3"	75.000	0	0.0				Peso muestra seca	9,121 g	
2	2 1/2"	63.000	0	0.0				Peso muestra lavada y seca	7,173 g	
3	2"	50.000	0	0.0	100.0			Finos equiv. <#4: 54.5%	4,969 g	
4	1 1/2"	37.500	512	5.6	94.4			Grava usada 45.5%	4,152 g	
5	1"	25.000	435	4.8	89.6			Fino ensavado < #4	4,969 g	
6	3/4"	19.000	595	6.5	83.1			Frac. equiv. < #200: 21.4%	1,948.1 g	
7	1/2"	12.500	610	6.7	76.4			TIPO DE TAMIZADO	MANUAL	
8	3/8"	9.500	795	8.7	67.7			TAMANO MAXIMO	2"	
9	#4	4.750	1,205	13.2	54.5			COEFICIENTES		
10	#8	2.360	749.7	8.2	46.3			Uniformidad (Cu)	86.667	
11	#10	2.000	209.8	2.3	44.0			Curvatura (Cc)	0.099	
12	#20	0.850	446.9	4.9	39.1			HUMEDAD NATURAL		
13	#40	0.425	355.7	3.9	35.2			1. Peso suelo húmedo	376.2 g	
14	#50	0.350	218.9	2.4	32.8			2. Peso suelo seco	350.1 g	
15	#60	0.250	100.3	1.1	31.7			3. Peso de agua [1] - [2]	26.1 g	
16	#100	0.150	538.1	5.9	25.8			4. Humedad [3]*100 / [2]	7.5 %	
17	#200	0.075	401.3	4.4	21.4			LIMITES DE ATTERBERG		
18	Fondo		1,948.1					DESCRIPCION		
19	-							Límite Líquido (LL):	28	
20	-							Límite Plástico (LP):	23	
								Índice Plástico (IP):	5	
5. CURVA GRANULOMETRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS										
								CLASIFICA SUCS GM-GC		
								AASHTO A-1-b		
								INDICE GRUPO 0		
								DIAMETROS <table border="1" style="font-size: small;"> <thead> <tr> <th>D_i</th> <th>Abertura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60</td> <td>6.500 mm</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.220 mm</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0.075 mm</td> </tr> </tbody> </table>		D _i
D _i	Abertura									
60	6.500 mm									
30	0.220 mm									
10	0.075 mm									
6. EQUIPO DE MEDICION				7. TAMICES						
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	Serie de tamices gruesa y fina completa					
ID.	BAD179	BAD119	HOR06	HOR05						
8. DESCRIPCION DE SUELO										



ENSAYO						
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110_E 111 2000)						
ICC.ENS.GOP.0001.011						
Versión: 1						
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA				REGISTRO:	ENS.I-0518-16
TRAMO:	JULIACA - DV. PUTINA	RESIDENTE	M.L.L.C.	FECHA:	14/05/2016	
SUPERVISIÓN:	PROVIAS NACIONAL	ING. JEFE	E.M.Z			
1.- DATOS DE LA MUESTRA				2.- PERSONAL		
UBICACIÓN:	Km.21+000	RUTA:	PE-34H	CALICATA:	C - 13 / M - 2	
MATERIAL:	Terreno Existente	PROFUND. (m)	0.019 - 0.13		ING. ESP.: M. JAUREGUI	
TECNICO: R. VEGAS						
3.-LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				
Nº TARA	ID	T-109	T-110	T-111		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	49.50	47.40	48.30		
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	43.00	41.60	42.70		
PESO DE AGUA	(g)	6.50	5.80	5.60		
PESO DE LA TARA	(g)	21.11	21.45	21.42		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	21.89	20.15	21.28		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.69	28.78	26.32		
NUMERO DE GOLPES		16	25	35		
4.-LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		PROMEDIO		
Nº TARA	ID	T-112	T-113			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	30.30	31.30			
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	28.70	29.50			
PESO DE LA TARA	(g.)	21.46	22.00			
PESO DEL AGUA	(g.)	1.60	1.80			
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	7.24	7.50			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.10	24.00			
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES			
LIMITE LIQUIDO (%)	28					
LIMITE PLASTICO (%)	23					
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	5					
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQUIPO	BALANZA	COPA CASAGRANDE	HORNO	VIDRIO ESMIRALADO		
CODIGO	BADI30	CGR07 - CGR011	HOR05 - HOR06	VE-01, VE-02, VE-03 y VE-04		



ENSAYO DETERMINACION DE LA HUMEDAD ICC.ENS.GOP.0001.001 Versión: 1						
PROYECTO:				REGISTRO: ENS.H-0518-16		
TRAMO: JULIACA - Dv. PUTINA		CÓDIGO: 0977		FECHA: 14/05/2016		
LUGAR: PUNO		RESIDENTE: M.LL.C				
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL		ING. JEFE: E.M.Z				
1 - MUESTRA				2- PERSONAL		
UBICACIÓN: Km. 21+000		RUTA: PE-34H	CALICATA: C-13 / M-2		ING. ESPECIALISTA: M. JAUREGUI	
MATERIAL: Terreno Existente		PROFUND.(m): 0.019 - 0.13		TECNICO: R. VEGAS		
3- HUMEDAD			MUESTRAS POR SONDAJE			SONDAJE
			1	2	3	
0	Cápsula	UN	25	26	27	1
1	Peso de cápsula	g	66.5	71.1	70.2	M-1
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	387.3	439.8	521.5	
3	Peso de cápsula + suelo seco	g	364.5	413.9	491.1	
4	Peso de agua, [2] - [3]	g	22.80	25.90	30.40	
5	Peso seco, [3] - [1]	g	298.0	342.8	420.9	
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%	7.7	7.6	7.2	PROM=7.5
0	Cápsula	UN				2
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%				
0	Cápsula	UN				3
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%				
0	Cápsula	UN				4
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%				
4- EQUIPOS DE MEDICION						
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO		
ID	BADI85	BADI30	HOR05	HOR06		



ENSAYO																											
PROCTOR MODIFICADO																											
ICC.ENS.GOP.0001.004																											
Versión: 1																											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA TRAMO: JULIACA - DV. PUTINA LUGAR: PUNO						REGISTRO: ENS.P-0018-16																					
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL				CODIGO: 0977 RESIDENTE: M.LL.C. ING. JEFE: E.M.Z		FECHA: 19-05-2016																					
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL																							
UBICACIÓN: Km. 21+000		RUTA: PE-34H		CALICATA: C-13 / M-2		ING. ESPEC.: M. JAUREGUI																					
MATERIAL: Terreno Existente		PROFUND.(m): 0.019 - 0.13		TECNICO: R.Vegas																							
3- DATOS PARA EL ENSAYO																											
Método de compactación : C		Número de golpes : 56		Número de capas : 5																							
4- DENSIDAD HUMEDA																											
N	DESCRIPCION	UND	M1	M2	M3	M4	M5																				
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,239	11,462	11,635	11,682	11,613																				
2	Peso del molde	g	6,712	6,712	6,712	6,712	6,712																				
3	Volumen del molde	cc	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126																				
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	4,527	4,750	4,923	4,970	4,901																				
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	2.13	2.23	2.32	2.34	2.31																				
5- HUMEDAD																											
			1	2	3	4	5																				
6	Id. Capsula																										
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	291.8	389.6	453.6	321.5	343.4																				
8	Peso del suelo seco+capsula	g	286.6	377.1	430.8	303.4	318.3																				
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	5.2	12.5	22.8	18.1	25.1																				
10	Peso de la capsula	g	80.1	92.3	84.6	88.1	80.9																				
11	Peso del suelo seco, [8]-[9]	g	206.5	284.8	346.2	215.3	237.4																				
12	Contenido de humedad, [9]*100/[11]	%	2.52	4.39	6.59	8.41	10.57																				
6- DENSIDAD SECA																											
Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)		g/cc	2.077	2.140	2.173	2.156	2.085																				
7- CALCULOS				8- GRAFICO																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>Xⁿ</th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X³</td> <td>-0.000 116</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>-0.003 338</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>0.061 389</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>1.945 352</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Son los coeficientes que da la curva de tendencia (polinomio)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima : %</td> <td>6.79</td> </tr> <tr> <td>Dénsidad máxima : g/cc</td> <td>2.172</td> </tr> <tr> <td>Gravedad Especifica:</td> <td>2.695</td> </tr> </tbody> </table>				DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.000 116	X ²	-0.003 338	X ¹	0.061 389	X ⁰	1.945 352	RESULTADOS		Humedad óptima : %	6.79	Dénsidad máxima : g/cc	2.172	Gravedad Especifica:	2.695				
DENSIDAD SECA*																											
X ⁿ	Y=DS																										
X ³	-0.000 116																										
X ²	-0.003 338																										
X ¹	0.061 389																										
X ⁰	1.945 352																										
RESULTADOS																											
Humedad óptima : %	6.79																										
Dénsidad máxima : g/cc	2.172																										
Gravedad Especifica:	2.695																										
9- EQUIPOS DE MEDICION (TRAZABILIDAD)																											
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	PROBETA	PROBETA																					
ID.	BADI84	BADI19	HOR05	HOR06	PROB017	PROB014																					
10- OBSERVACIONES																											
Metodo Seco. Pison Manual. Retenido 3/8". Suelo A - 1 - b. Metodo de Gravedad Especifica por Desplazamiento																											



ENSAYO											
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO (MTC E 132)											
ICC.ENS.GOP.0001.006											
Versión: 1											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA									REGISTRO: ENS.C-0018-16		
Tramo: JULIACA - Dv. PUTINA				CODIGO: 0977							
LUGAR: PUNO				RESIDENTE: M.L.L.C.							
SUPERVISION: PROVIAS NACIONAL				ING.JEFE: E.M.Z		FECHA: 19/05/2016					
1. MUESTRA						2. PERSONAL					
UBICACION: KM. 21+000			RUTA: PE-34H			CALICATA: C-13 / M-2		ING. ESPEC.: M. Jauregui			
MATERIAL: TERRENO EXISTENTE			PROFUND. (m): 0.019 - 0.13			TECNICO: R. Vegas					
3. DATOS PARA EL ENSAYO											
CLASIFICACION:		SUCS	GM-GC	AASHTO	A-1-b	PROCTOR (METODO °C°)	HO=6.79%	MDS=2.172	N°CAPAS	5	
N	DESCRIPCION			UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES				
4. DENSIDAD											
Condición de humedad						Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde			g	12,526	12,566	12,538	12,552	13,130	13,159	
2	Peso del molde			g	7,993	7,993	7,839	7,839	8,200	8,200	
3	Volumen del molde REG:			cc	2,136	2,136	2,127	2,127	2,128	2,128	
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]			g	4,533	4,573	4,699	4,713	4,930	4,959	
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]			g/cc	2.122	2.141	2.210	2.216	2.316	2.330	
6	Id. Capsula				57		56		55		
7	Peso del suelo húmedo			g	370.0	397.3	475.7	450.4	430.7	464.9	
8	Peso del suelo seco			g	351.6	376.5	451.0	426.7	409.0	440.5	
9	Peso del agua, [7]-[8]			g	18.4	20.8	24.7	23.7	21.7	24.4	
10	Peso de la capsula			g	82.2	82.2	87.8	87.8	89.9	89.9	
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]			g	269.4	294.3	363.2	338.9	319.1	350.6	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]			%	6.83	7.07	6.80	6.99	6.80	6.96	
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)			g/cc	1.986	1.999	2.069	2.071	2.169	2.178	
5. PENETRACION											
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)				FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	
Area del pistón: 19.60 cm ²	0.00	0	0	0	0		0		0		
	0.64	8	18	32	37		70		117		
	1.27	23	36	62	87		130		217		
	1.91	39	56	93	140		197		320		
70.3 Kgf/cm ²	2.54	50	73	126	177	177*	253	253*	430	430*	
105.5 Kgf/cm ²	3.81	80	110	180	277		377		610		
	5.08	105	142	227	360	360*	484	484*	767	767*	
	6.35	127	171	264	434		580		891		
	7.62	143	197	288	487		667		971		
¹⁰	CORRECCION: DEL ANILLO		DE CARGA EN	KILO	ECUACION:		X*	3.33636000	X	9.839290	
6. EXPANSION											
TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.025mm				ALTURAS					
Fecha-hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%	
19/05/16 - 00:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
21/05/16 - 00:00	48	0.02	0.01	0.01	0.00	0.04%	0.00	0.02%	0.00	0.02%	
23/05/16 - 00:00	96	0.02	0.01	0.01	0.00	0.04%	0.00	0.02%	0.00	0.02%	
7. RESULTADOS											
ENSAYO CBR		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR			CBR FINAL			
Densidad Seca prom.		1.99	2.07	2.17	Humedad óptima		6.79%	Penetración	0.1"	0.2"	
Penetración: 0.1"		12.8	18.4	31.2	MDS		2.172	100% MDS	31.0	37.1	
Penetración: 0.2"		17.4	23.4	37.1	95 % de la MDS		2.063	95 % MDS	17.9	22.9	
8. EQUIPOS DE MEDICION											
EQ	ANILLO / DIAL	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	DIAL	DIAL	PROBETA	PROBETA		
ID.	ANI15/DI033	BADI75	BADI85	HOR05	HOR06	DI109	DI73	PROB017	PROB014		
9. OBSERVACIONES											



ENSAYO							
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS AGREGADO FINO (MTC E 205) AGREGADO GRUESO (MTC E 206)							
ICC.ENS.GOP.0001.014							
Versión: 1							
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO-PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: ENS.GE-018-16	
Tramo: JULIACA- DV PUTINA			CODIGO: 0977			FECHA: 19/09/2016	
LUGAR: PUNO			RESIDENTE: M.LL.C				
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL			ING. JEFE: E.M.Z				
1- MUESTRA				2- PERSONAL			
UBICACIÓN: KM 21+000			CALICATA: C-13/M2			ING. ESPEC.: M. JAUREGUI	
MATERIAL: Terreno Existente			PROFUND.(m): 0.019 - 0.13			TECNICO: R. VEGAS	
2- AGREGADO FINO							
IT	DESCRIPCION	UN	[M1]	[M2]	[M3]	RESULTADO	
1	Peso SSS* del suelo	g	300.00	300.00	300.00	PROMEDIO	
2	Peso: Frasco con agua al enrase	g	697.90	696.90	696.80		
3	Peso: Frasco con suelo SSS* y con agua al enrase	g	880.10	880.50	880.00		
4	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	292.00	292.30	292.80		
5	Peso Específico Aparente, [4]/[2+1-3]	g/cc	2.479	2.511	2.507	2.499	
6	Peso Específico Nominal, [4]/[2+4-3]	g/cc	2.659	2.689	2.672	2.673	
7	Absorción, [1-4]/[4]	%	2.74%	2.63%	2.46%	2.61%	
3- AGREGADO GRUESO							
8	Peso SSS* del suelo	g	500.0	500.0	500.0	PROMEDIO	
9	Peso sumergido del suelo SSS*	g	315.0	315.3	315.2		
10	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	498.3	498.0	498.2		
11	Peso Específico Aparente, [10]/[8-9]	g/cc	2.694	2.696	2.696	2.695	
12	Peso Específico Nominal, [10]/[10-9]	g/cc	2.718	2.726	2.722	2.722	
13	Absorción, [8-10]/[10]	%	0.34%	0.40%	0.36%	0.37%	
(*) SSS: Saturado Superficialmente Seco / Saturado con Superficie Seca							
4- EQUIPOS DE MEDICION							
EQ.	BALANZA	HORNO	HORNO	FIOLA	FIOLA	FIOLA	CONO DE ABSORCION C/ PISON
ID	BAD30	HOR05	HOR06	FIO024	FIO032	FIO028	CABS112 - CABS113



ENSAYO										
ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - MTC E 107										
ICC.ENS.GOP.0001.005										
Versión: 1										
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA							REGISTRO: ENS.G-0519-16			
TRAMO: JULIACA - Dv. PUTINA				CODIGO: 0977			FECHA: 14-May-16			
LUGAR: PUNO				RESIDENTE: M.LL.C.						
SUPERVISION: PROVIAS NACIONAL				ING. JEFE: E.M. Z.						
1. MUESTRA					2. PERSONAL					
UBICACION: Km.21+000		RUTA: PE-34H		ALICATA: C-13 / M-3		ING. ESPECIALISTA: M. JAUREGUI				
MATERIAL: Terreno Existente		PROFUNDIDAD (m): 0.13 - 1.50		TECNICO: R. VEGAS						
3. TAMIZADO					4. RESUMEN					
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE MATERIAL SUELO	ACUMULADO (%)	DESCRIPCION		VALOR	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%			DESCRIPCION	VALOR		
1	3"	75.000	0	0.0			GENERALES			
2	2 1/2"	63.000	0	0.0			Peso muestra seca	5,640 g		
3	2"	50.000	0	0.0	100.0		Peso muestra lavada y seca	4,659 g		
4	1 1/2"	37.500	354	6.3	93.7		Finos equiv. <#4: 43.9%	2,474 g		
5	1"	25.000	310	5.5	88.2		Grava usada 56.1%	3,166 g		
6	3/4"	19.000	435	7.7	80.5		Fino ensayado < #4	2,474 g		
7	1/2"	12.500	468	8.3	72.2		Frac. equiv. < #200: 17.4%	981.1 g		
8	3/8"	9.500	610	10.8	61.4		TIPO DE TAMIZADO	MANUAL		
9	#4	4.750	989	17.5	43.9		TAMAÑO MÁXIMO	2"		
10	#8	2.360	314.1	5.6	38.3		COEFICIENTES			
11	#10	2.000	203.0	3.6	34.7		Uniformidad (Cu)	117.333		
12	#20	0.850	101.5	1.8	32.9		Curvatura (Cc)	0.207		
13	#40	0.425	45.1	0.8	32.1		HUMEDAD NATURAL			
14	#50	0.350	169.2	3.0	29.1		1. Peso suelo húmedo	438.5 g		
15	#60	0.250	50.8	0.9	28.2		2. Peso suelo seco	404.9 g		
16	#100	0.150	327.1	5.8	22.4		3. Peso de agua [1] - [2]	33.6 g		
17	#200	0.075	282.0	5.0	17.4		4. Humedad [3]*100/[2]	8.3 %		
18	Fondo		981.1				LIMITES DE ATTERBERG			
19	-						DESCRIPCION	REGISTRO		
20							Límite Líquido (LL):	30		
							Límite Plástico (LP):	25		
							Índice Plástico (IP):	5		
5. CURVA GRANULOMETRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS										
							CLASIFICA			
							SUCS			
							GM-GC			
							AASHTO			
							A-1-b			
							INDICE GRUPO			
							0			
							DIAMETROS			
		D_i	Abertura							
		60	8.800 mm							
		30	0.370 mm							
		10	0.075 mm							
6. EQUIPO DE MEDICION				7. TAMICES						
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	Serie de tamices gruesa y fina completa					
ID.	BAD179	BAD119	HOR06	HOR05						
8. DESCRIPCION DE SUELO										



ENSAYO						
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110_E 111 2000)						
ICC.ENS.GOP.0001.011						
Versión: 1						
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA				REGISTRO:	ENS.L-0519-16
TRAMO:	JULIACA - DV. PUTINA	RESIDENTE	MLL.C.	FECHA:	14/05/2016	
SUPERVISIÓN:	PROVIAS NACIONAL	ING. JEFE	E.M.Z			
1.- DATOS DE LA MUESTRA				2.- PERSONAL		
UBICACIÓN:	Km.21+000	RUTA: PE-34H	CALICATA: C - 13 / M - 3	ING. ESP.: M. JAUREGUI		
MATERIAL:	Terreno Existente		PROFUND. (m) 0.13 - 1.50	TECNICO: R. VEGAS		
3.-LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS				
Nº TARA	ID	T-114	T-115	T-116		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	48.50	49.50	44.50		
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	42.00	43.00	39.40		
PESO DE AGUA	(g)	6.50	6.50	5.10		
PESO DE LA TARA	(g)	21.17	21.54	21.41		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	20.83	21.46	17.99		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.20	30.29	28.35		
NUMERO DE GOLPES		16	25	35		
4.-LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		PROMEDIO		
Nº TARA	ID	T-117	T-118			
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)	32.30	33.20			
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)	30.00	31.00			
PESO DE LA TARA	(g.)	21.26	22.00			
PESO DEL AGUA	(g.)	2.30	2.20			
PESO DEL SUELO SECO	(g.)	8.74	9.00			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.32	24.44			
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES						
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA				OBSERVACIONES		
LIMITE LIQUIDO (%)	30					
LIMITE PLASTICO (%)	25					
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	5					
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQUIPO	BALANZA	COPA CASAGRANDE	HORNO	VIDRIO ESMIRALADO		
CODIGO	BADI30	CGR07 - CGR011	HOR05 - HOR06	VE-01, VE-02, VE-03 y VE-04		



ENSAYO							
DETERMINACION DE LA HUMEDAD							
ICC.ENS.GOP.0001.001							
Versión: 1							
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA					REGISTRO:	ENS.H-0519-16
TRAMO:	JULIACA - Dv. PUTINA	CÓDIGO:	0977			FECHA:	14/05/2016
LUGAR:	PUNO	RESIDENTE:	M.LL.C				
SUPERVISIÓN:	PROVIAS NACIONAL	ING. JEFE:	E.M.Z				
1 - MUESTRA				2- PERSONAL			
UBICACIÓN:	Km. 21+000	RUTA:	PE-34H	CALICATA:	C-13 / M-3	ING. ESPECIALISTA:	M. JAUREGUI
MATERIAL:	Terreno Existente	PROFUND.(m):	0.13 - 1.50	TECNICO:	R. VEGAS		
3- HUMEDAD				MUESTRAS POR SONDAJE			SONDAJE
				1	2	3	
0	Cápsula	UN	28	29	30	1	
1	Peso de cápsula	g	68.0	72.6	64.3	M-1	
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	467.3	376.4	491.6		
3	Peso de cápsula + suelo seco	g	436.2	353.2	459.2		
4	Peso de agua, [2] - [3]	g	31.10	23.20	32.40		
5	Peso seco, [3] - [1]	g	368.2	280.6	394.9		
Contenido de humedad [4]*100/[5]			8.4	8.3	8.2	PROM=8.3	
0	Cápsula	UN				2	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
Contenido de humedad [4]*100/[5]			%				
0	Cápsula	UN				3	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
Contenido de humedad [4]*100/[5]			%				
0	Cápsula	UN				4	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
Contenido de humedad [4]*100/[5]			%				
4- EQUIPOS DE MEDICION							
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO			
ID	BADI85	BADI30	HOR05	HOR06			



ENSAYO																											
PROCTOR MODIFICADO																											
ICC.ENS.GOP.0001.004																											
Versión: 1																											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: ENS.P-0019-16																					
TRAMO: JULIACA - DV. PUTINA				CODIGO: 0977																							
LUGAR: PUNO				RESIDENTE: M.L.L.C.																							
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL				ING. JEFE: E.M.Z		FECHA: 19-05-2016																					
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL																							
UBICACIÓN: Km. 21+000		RUTA: PE-34H		CALICATA: C-13 / M-3		ING. ESPEC.: M. JAUREGUI																					
MATERIAL: Terreno Existente				PROFUND.(m): 0.13 - 1.50		TECNICO: R.Vegas																					
3- DATOS PARA EL ENSAYO																											
Método de compactación : C		Número de golpes : 56		Número de capas : 5																							
4- DENSIDAD HUMEDA																											
N	DESCRIPCION	UND	M1	M2	M3	M4	M5																				
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,059	11,325	11,475	11,530	11,463																				
2	Peso del molde	g	6,712	6,712	6,712	6,712	6,712																				
3	Volumen del molde	cc	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126																				
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	4,347	4,613	4,763	4,818	4,751																				
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	2.04	2.17	2.24	2.27	2.23																				
5- HUMEDAD																											
			5	6	7	8	9																				
6	Id. Capsula																										
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	383.2	410.2	345.6	470.5	377.5																				
8	Peso del suelo seco+capsula	g	375.9	396.1	329.9	441.5	350.5																				
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	7.3	14.1	15.7	29.0	27.0																				
10	Peso de la capsula	g	80.9	94.2	91.3	94.8	90.5																				
11	Peso del suelo seco, [8]-[9]	g	295.0	301.9	238.6	346.7	260.0																				
12	Contenido de humedad, [9]*100/[11]	%	2.47	4.67	6.58	8.36	10.38																				
6- DENSIDAD SECA																											
Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)		g/cc	1.995	2.073	2.102	2.091	2.024																				
7- CALCULOS				8- GRAFICO																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>Xⁿ</th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X³</td> <td>-0.000 188</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>-0.002 235</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>0.058 641</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>1.866 774</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Son los coeficientes que da la curva de tendencia (polinomio)</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima : %</td> <td>6.98</td> </tr> <tr> <td>Dénsidad máxima : g/cc</td> <td>2.103</td> </tr> <tr> <td>Gravedad Especifica:</td> <td>2.597</td> </tr> </tbody> </table>				DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.000 188	X ²	-0.002 235	X ¹	0.058 641	X ⁰	1.866 774	RESULTADOS		Humedad óptima : %	6.98	Dénsidad máxima : g/cc	2.103	Gravedad Especifica:	2.597				
DENSIDAD SECA*																											
X ⁿ	Y=DS																										
X ³	-0.000 188																										
X ²	-0.002 235																										
X ¹	0.058 641																										
X ⁰	1.866 774																										
RESULTADOS																											
Humedad óptima : %	6.98																										
Dénsidad máxima : g/cc	2.103																										
Gravedad Especifica:	2.597																										
9- EQUIPOS DE MEDICION (TRAZABILIDAD)																											
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	PROBETA	PROBETA																					
ID.	BADI84	BADI19	HOR05	HOR06	PROB017	PROB014																					
10- OBSERVACIONES																											
Metodo Seco. Pison Manual. Retenido 3/8". Suelo A - 1 - b. Metodo de Gravedad Especifica por Desplazamiento																											



ENSAYO										
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO (MTC E 132)										
ICC.ENS.GOP.0001.006										
Versión: 1										
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA									REGISTRO: ENS.C-0019-16	
Tramo: JULIACA - DV. PUTINA					CODIGO: 0977					
LUGAR: PUNO					RESIDENTE: M.L.L.C.		FECHA: 19/05/2016			
SUPERVISION: PROVIAS NACIONAL					ING.JEFE: E.M.Z					
1. MUESTRA						2. PERSONAL				
UBICACION: KM. 21+000			RUTA: PE-34H		CALICATA: C-13 / M-3		ING. ESPEC.: M. Jauregui			
MATERIAL: TERRENO EXISTENTE					PROFUND. (m): 0.13 - 1.50		TECNICO: R. Vegas			
3. DATOS PARA EL ENSAYO										
CLASIFICACION:		SUCS	GM-GC	AASHTO	A - 1 - b	PROCTOR (METODO "C")	HO=6.98%	MDS=2.103	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCION			UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES			
4. DENSIDAD										
Condición de humedad					Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde			g	12,486	12,560	12,807	12,848	12,788	12,822
2	Peso del molde			g	8,082	8,082	8,234	8,234	7,992	7,992
3	Volumen del molde REG:			cc	2,133	2,133	2,128	2,128	2,129	2,129
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]			g	4,404	4,478	4,573	4,614	4,796	4,830
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]			g/cc	2,065	2,100	2,149	2,168	2,252	2,268
6	Id. Capsula				60		59		58	
7	Peso del suelo húmedo			g	418.1	267.0	366.2	350.0	299.0	368.1
8	Peso del suelo seco			g	395.6	253.0	347.5	332.0	284.5	348.5
9	Peso del agua, [7]-[8]			g	22.5	14.0	18.7	18.0	14.5	19.6
10	Peso de la capsula			g	77.7	77.7	85.6	85.6	78.0	78.0
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]			g	317.9	175.3	261.9	246.4	206.5	270.5
12	Contenido de humedad, [9]/[11]			%	7.08	7.99	7.14	7.31	7.02	7.25
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)			g/cc	1.928	1.944	2.006	2.021	2.104	2.115
5. PENETRACIÓN										
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)				FUERZA (kg)				
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón:	0.00	0	0	0	0		0		0	
	0.64	15	21	32	60		80		117	
19.60 cm ²	1.27	31	45	72	113		160		250	
	1.91	50	72	108	177		250		370	
70.3 Kg/cm ²	2.54	67	96	145	233	233*	330	330*	494	494*
	3.81	102	143	209	350		487		707	
105.5 Kg/cm ²	5.08	137	182	261	467	467*	617	617*	881	881*
	6.35	165	219	306	560		741		1,031	
	7.62	186	244	330	630		824		1,111	
¹⁰	CORRECCION:	DEL ANILLO	DE CARGA EN	KILO	ECUACION:	X *	3.33636000	X	9.839290	
6. EXPANSION										
TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.025mm				ALTURAS				
Fecha-hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
19/05/16 - 00:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
21/05/16 - 00:00	48	0.02	0.02	0.01	0.00	0.04%	0.00	0.04%	0.00	0.02%
23/05/16 - 00:00	96	0.03	0.02	0.01	0.00	0.06%	0.00	0.04%	0.00	0.02%
7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR			CBR FINAL		
Densidad Seca prom.		1.94	2.01	2.11	Humedad óptima		6.98%	Penetración		0.1" 0.2"
Penetración: 0.1"		16.9	24.0	35.8	MDS		2.103	100% MDS	35.2	42.0
Penetración: 0.2"		22.6	29.9	42.6	95 % de la MDS		1.998	95 % MDS	22.2	28.1
8. EQUIPOS DE MEDICION										
EQ	ANILLO / DIAL	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	DIAL	DIAL	PROBETA	PROBETA	
ID.	ANI15/DI033	BAD175	BAD185	HOR05	HOR06	DI109	DI73	PROB017	PROB014	
9. OBSERVACIONES										



ENSAYO							
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS AGREGADO FINO (MTC E 205) AGREGADO GRUESO (MTC E 206)							
ICC.ENS.GOP.0001.014							
Versión: 1							
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO-PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA Tramo: JULIACA- DV PUTINA CODIGO: 0977 LUGAR: PUNO RESIDENTE: M.LL.C SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL ING. JEFE: E.M.Z						REGISTRO: ENS.GE-019-16 FECHA: 19/09/2016	
1- MUESTRA				2- PERSONAL			
UBICACIÓN: KM 21+000 CALICATA: C-13/M3 MATERIAL: Terreno Existente PROFUND.(m): 0.13 - 1.50				ING. ESPEC.: M. JAUREGUI TECNICO: R. VEGAS			
2- AGREGADO FINO							
IT	DESCRIPCION	UN	[M1]	[M2]	[M3]	RESULTADO	
1	Peso SSS* del suelo	g	300.00	300.00	300.00	PROMEDIO	
2	Peso: Frasco con agua al enrase	g	697.30	696.90	696.80		
3	Peso: Frasco con suelo SSS* y con agua al enrase	g	871.10	871.20	871.00		
4	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	292.40	292.30	292.50		
5	Peso Especifico Aparente, [4]/[2+1-3]	g/cc	2.317	2.325	2.325	2.322	
6	Peso Especifico Nominal, [4]/[2+4-3]	g/cc	2.465	2.477	2.473	2.472	
7	Absorción, [1-4]/[4]	%	2.60%	2.63%	2.56%	2.60%	
3- AGREGADO GRUESO							
8	Peso SSS* del suelo	g	500.0	500.0	500.0	PROMEDIO	
9	Peso sumergido del suelo SSS*	g	312.5	312.5	312.6		
10	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	497.0	497.1	497.0		
11	Peso Especifico Aparente, [10]/[8-9]	g/cc	2.651	2.651	2.652	2.651	
12	Peso Especifico Nominal, [10]/[10-9]	g/cc	2.694	2.693	2.695	2.694	
13	Absorción, [8-10]/[10]	%	0.60%	0.58%	0.60%	0.60%	
(*) SSS: Saturado Superficialmente Seco / Saturado con Superficie Seca							
4- EQUIPOS DE MEDICION							
EQ.	BALANZA	HORNO	HORNO	FIOLA	FIOLA	FIOLA	CONO DE ABSORCION C/ PISON
ID	BAD30	HOR05	HOR06	FIO024	FIO032	FIO028	CABS112 - CABS113
5- OBSERVACIONES							



ENSAYO							
DETERMINACION DE LA HUMEDAD							
ICC.ENS.GOP.0001.001							
Versión: 1							
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA					REGISTRO:	ENS.H-0530-16
TRAMO:	JULIACA - Dv. PUTINA		CÓDIGO:	0977		FECHA:	14/05/2016
LUGAR:	PUNO		RESIDENTE:	M.LL.C			
SUPERVISIÓN:	PROVIAS NACIONAL		ING. JEFE:	E.M.Z			
1 - MUESTRA				2- PERSONAL			
UBICACIÓN:	Km. 25+000		RUTA:	PE-34H		CALICATA:	C-21/ M-2
MATERIAL:	Terreno Existente		PROFUND.(m):	0.019 - 1.50		ING. ESPECIALISTA:	M. JAUREGUI
						TECNICO:	R. VEGAS
3- HUMEDAD			MUESTRAS POR SONDAJE			SONDAJE	
			1	2	3		
0	Cápsula	UN	25	26	27	1	
1	Peso de cápsula	g	66.5	71.1	70.2	M-1	
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	472.4	483.4	347.6		
3	Peso de cápsula + suelo seco	g	444.8	454.6	329.2		
4	Peso de agua, [2] - [3]	g	27.60	28.80	18.40		
5	Peso seco, [3] - [1]	g	378.3	383.5	259.0		
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%	7.3	7.5	7.1	PROM=7.3	
0	Cápsula	UN				2	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%					
0	Cápsula	UN				3	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%					
0	Cápsula	UN				4	
1	Peso de cápsula	g					
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g					
3	Peso de cápsula + suelo seco	g					
4	Peso de agua, [2] - [3]	g					
5	Peso seco, [3] - [1]	g					
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%					
4- EQUIPOS DE MEDICION							
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO			
ID	BADI85	BADI30	HOR05	HOR06			
5 - OBSERVACIONES							



ENSAYO																											
PROCTOR MODIFICADO																											
ICC.ENS.GOP.0001.004																											
Versión: 1																											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: ENS.P-0022-16																					
TRAMO: JULIACA - DV. PUTINA			CODIGO: 0977																								
LUGAR: PUNO			RESIDENTE: M.L.L.C.																								
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL				ING. JEFE: E.M.Z		FECHA: 19-05-2016																					
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL																							
UBICACIÓN: Km. 25+000		RUTA: PE-34H		CALICATA: C-21 / M-2		ING. ESPEC.: M. JAUREGUI																					
MATERIAL: Terreno Existente		PROFUND.(m): 0.019 - 1.50				TECNICO: R.Vegas																					
3- DATOS PARA EL ENSAYO																											
Método de compactación : C			Número de golpes : 56		Número de capas : 5																						
4- DENSIDAD HUMEDA																											
N	DESCRIPCION	UND	M1	M2	M3	M4	M5																				
1	Peso suelo húmedo + molde	g	10,941	11,170	11,324	11,365	11,287																				
2	Peso del molde	g	6,712	6,712	6,712	6,712	6,712																				
3	Volumen del molde	cc	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126																				
4	Peso suelo humedo, [1]-[2]	g	4,229	4,458	4,612	4,653	4,575																				
5	Densidad suelo humedo, [4]/[3]	g/cc	1.99	2.10	2.17	2.19	2.15																				
5- HUMEDAD																											
6	Id. Capsula		17	18	19	20	21																				
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	280.3	364.7	453.6	341.2	374.3																				
8	Peso del suelo seco+capsula	g	272.5	348.1	426.3	318.5	343.2																				
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	7.8	16.6	27.3	22.7	31.1																				
10	Peso de la capsula	g	92.0	82.7	99.1	100.4	93.0																				
11	Peso del suelo seco, [8]-[9]	g	180.5	265.4	327.2	218.1	250.2																				
12	Contenido de humedad, [9]*100/[11]	%	4.32	6.25	8.34	10.41	12.43																				
6- DENSIDAD SECA																											
Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)			g/cc	1.907	1.973	2.002	1.982	1.914																			
7- CALCULOS				8- GRAFICO																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>Xⁿ</th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X³</td> <td>-0.000 061</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>-0.004 049</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>0.082 578</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>1.630 440</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Son los coeficientes que da la curva de tendencia (polinomio)</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima : %</td> <td>8.55</td> </tr> <tr> <td>Dénsidad máxima : g/cc</td> <td>2.002</td> </tr> <tr> <td>Gravedad Especifica:</td> <td>2.552</td> </tr> </tbody> </table>				DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.000 061	X ²	-0.004 049	X ¹	0.082 578	X ⁰	1.630 440	RESULTADOS		Humedad óptima : %	8.55	Dénsidad máxima : g/cc	2.002	Gravedad Especifica:	2.552	<p style="text-align: center;">$y = -0.000061x^3 - 0.004049x^2 + 0.082578x + 1.630444$</p> <p style="text-align: center;">8.55, 2.00</p>			
DENSIDAD SECA*																											
X ⁿ	Y=DS																										
X ³	-0.000 061																										
X ²	-0.004 049																										
X ¹	0.082 578																										
X ⁰	1.630 440																										
RESULTADOS																											
Humedad óptima : %	8.55																										
Dénsidad máxima : g/cc	2.002																										
Gravedad Especifica:	2.552																										
9- EQUIPOS DE MEDICION (TRAZABILIDAD)																											
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	PROBETA	PROBETA																					
ID.	BAD184	BAD119	HOR05	HOR06	PROB017	PROB014																					
10- OBSERVACIONES																											
Metodo Seco. Pison Manual. Retenido 3/8". Suelo A - 1 - b. Metodo de Gravedad Especifica por Desplazamiento																											



ENSAYO											
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO (MTC E 132)											
ICC.ENS.GOP.0001.006											
Versión: 1											
JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA									REGISTRO: ENS.C-0022-16		
Tramo: JULIACA - Dv. PUTINA			CODIGO: 0977			RESIDENTE: M.LL.C.		FECHA: 19/05/2016			
LUGAR: PUNO			ING.JEFE: E.M.Z								
SUPERVISION: PROVIAS NACIONAL											
1. MUESTRA						2. PERSONAL					
UBICACION: KM. 25+000			RUTA: PE-34H		CALICATA: C-21 / M-2		ING. ESPEC.: M. Jauregui				
MATERIAL: TERRENO EXISTENTE			PROFUND. (m): 0.019 - 1.50		TECNICO: R. Vegas						
3. DATOS PARA EL ENSAYO											
CLASIFICACION:	SUCS	SM-SC	AASHTO	A - 1 - b	PROCTOR (METODO °C)	HO=8.55%	MDS=2.002	N°CAPAS	5		
N	DESCRIPCION		UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES					
4. DENSIDAD											
Condición de humedad				Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado		
1	Peso suelo húmedo + molde		g	12,484	12,501	12,636	12,671	12,900	12,941		
2	Peso del molde		g	8,240	8,240	8,245	8,245	8,265	8,265		
3	Volumen del molde REG:		cc	2,131	2,131	2,122	2,122	2,132	2,132		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]		g	4,244	4,261	4,391	4,426	4,635	4,676		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]		g/cc	1.992	2.000	2.069	2.086	2.174	2.193		
6	Id. Capsula			69		68		67			
7	Peso del suelo húmedo		g	398.0	385.8	449.3	385.5	400.9	407.0		
8	Peso del suelo seco		g	373.0	360.9	420.0	360.5	376.7	381.8		
9	Peso del agua, [7]-[8]		g	25.0	24.9	29.3	25.0	24.2	25.2		
10	Peso de la capsula		g	87.9	87.9	80.5	80.5	93.3	93.3		
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]		g	285.1	273.0	339.5	280.0	283.4	288.5		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]		%	8.77	9.12	8.63	8.93	8.54	8.73		
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)		g/cc	1.831	1.832	1.905	1.915	2.003	2.017		
5. PENETRACION											
CARGA		LECTURA DE DIAL (división)				FUERZA (kg)					
STANDARD	mm	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	
Area del pistón: 19.60 cm ²	0.00	0	0	0	0		0		0		
	0.64	14	22	32	57		83		117		
	1.27	34	46	65	123		163		227		
	1.91	52	69	99	183		240		340		
70.3 Kgff/cm ²	2.54	70	89	129	243	243*	307	307*	440	440*	
105.5 Kgff/cm ²	3.81	98	129	177	337		440		600		
	5.08	125	159	221	427	427*	540	540*	747	747*	
	6.35	146	188	258	497		637		871		
	7.62	162	209	288	550		707		971		
¹⁰	CORRECCION:	DEL ANILLO	DE CARGA EN	KILO	ECUACION:	X *	3.33636000	X	9.839290		
6. EXPANSION											
TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.025mm			ALTURAS						
Fecha-hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%	
19/05/16 - 00:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
21/05/16 - 00:00	48	0.02	0.02	0.01	0.00	0.04%	0.00	0.04%	0.00	0.02%	
23/05/16 - 00:00	96	0.03	0.02	0.01	0.00	0.06%	0.00	0.04%	0.00	0.02%	
7. RESULTADOS											
ENSAYO CBR		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR			CBR FINAL			
Densidad Seca prom.		1.83	1.91	2.01	Humedad óptima		8.55%	Penetración		0.1" 0.2"	
Penetración: 0.1"		17.7	22.3	31.9	MDS		2.002	100% MDS		31.3 35.5	
Penetración: 0.2"		20.7	26.1	36.1	95 % de la MDS		1.902	95 % MDS		21.4 25.1	
8. EQUIPOS DE MEDICION											
EQ	ANILLO / DIAL	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	DIAL	DIAL	PROBETA	PROBETA		
ID.	ANI15/DI033	BADI75	BADI85	HOR05	HOR06	DI109	DI73	PROB017	PROB014		
9. OBSERVACIONES											



ENSAYO							
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS AGREGADO FINO (MTC E 205) AGREGADO GRUESO (MTC E 206)							
ICC.ENS.GOP.0001.014							
Versión: 1							
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO-PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: ENS.GE-022-16	
Tramo: JULIACA- DV PUTINA			CODIGO: 0977				
LUGAR: PUNO			RESIDENTE: M.LL.C			FECHA: 19/09/2016	
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL			ING. JEFE: E.M.Z				
1- MUESTRA				2- PERSONAL			
UBICACIÓN: Km.25+000			CALICATA: C-21/M-2			ING. ESPEC.: M. JAUREGUI	
MATERIAL: Terreno existente			PROFUND.(m): 0.019 - 1.50			TECNICO: R. VEGAS	
2- AGREGADO FINO							
IT	DESCRIPCION	UN	[M1]	[M2]	[M3]	RESULTADO	
1	Peso SSS* del suelo	g	300.00	300.00	300.00	PROMEDIO	
2	Peso: Frasco con agua al enrase	g	688.86	685.76	681.37		
3	Peso: Frasco con suelo SSS* y con agua al enrase	g	864.10	863.40	863.60		
4	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	295.50	295.80	295.80		
5	Peso Especifico Aparente, [4]/[2+1-3]	g/cc	2.369	2.417	2.512	2.433	
6	Peso Especifico Nominal, [4]/[2+4-3]	g/cc	2.457	2.503	2.605	2.522	
7	Absorción, [1-4]/[4]	%	1.52%	1.42%	1.42%	1.45%	
3- AGREGADO GRUESO							
8	Peso SSS* del suelo	g	500.0	500.0	500.0	PROMEDIO	
9	Peso sumergido del suelo SSS*	g	304.4	304.3	304.5		
10	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	494.5	494.6	494.4		
11	Peso Especifico Aparente, [10]/[8-9]	g/cc	2.528	2.527	2.529	2.528	
12	Peso Especifico Nominal, [10]/[10-9]	g/cc	2.601	2.599	2.603	2.601	
13	Absorción, [8-10]/[10]	%	1.11%	1.09%	1.13%	1.11%	
(*) SSS: Saturado Superficialmente Seco / Saturado con Superficie Seca							
4- EQUIPOS DE MEDICION							
EQ.	BALANZA	HORNO	HORNO	FIOLA	FIOLA	FIOLA	CONO DE ABSORCION C/ PISON
ID	BAD30	HOR05	HOR06	FIO024	FIO032	FIO028	CABS112 - CABS113
5- OBSERVACIONES							



ANEXO 2

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO DE FUNDACIÓN



ANEXO 3

EXPLORACIÓN DE CANTERAS

ENSAYO											
ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS (MTC E 207)											
ICC.ENS.GOP.0001.010											
Versión: 1											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA Tramo: PUTINA - ANANEA LUGAR: PUNO SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL							REGISTRO: ENS.CA-1105-16 FECHA: 15/08/2016			CODIGO: 0977 RESIDENTE: M.LL.C ING. JEFE: E.M.Z	
1- MUESTRA					2- PERSONAL						
UBICACION:		Cantera Km. 106+700			CALICATA:		C-1				
MATERIAL:		Granular			PROFUND.(m):		0.00 - 1.70				
ING. ESPEC.:		M. JAUREGUI			TECNICO:		R. VEGAS				
ENSAYO	GRADACION	P E S O (gramos)									
		INICIAL	1-1/2"-1"	1" - 3/4"	3/4"-1/2"	1/2"-3/8"	3/8"-1/4"	1/4"-# 4	# 4-# 8		
1	A	5,000	1,250	1,250	1,250	1,250					
	B	0									
	C	0									
	D	0									
RESULTADOS		RETENIDO EN LA MALLA # 12:			3,795		% DE DESGASTE:		24.10%		
	A										
	B										
	C										
	D										
RESULTADOS		RETENIDO EN LA MALLA # 12:					% DE DESGASTE:				
4- EQUIPOS DE MEDICION											
EQ.	BALANZA	HORNO	MAQUINA DE LOS ANGELES	TAMICES REQUERIDOS SEGÚN LA GRADACION							
ID	BADI79	HOR05	MALA								
5- OBSERVACIONES											
6.- INFORMACION TECNICA: GRANULOMETRIA PARA EL ENSAYO											
ESFERAS		GRADACION	P E S O (gramos)								
CANT	CARGA (g)		INICIAL	1-1/2"-1"	1" - 3/4"	3/4"-1/2"	1/2"-3/8"	3/8"-1/4"	1/4"-# 4	# 4-# 8	
12	5000±25	A	5000 ± 25	1250 ± 10	1250 ± 10	1250 ± 10	1250 ± 10				
11	4 584±25	B	5000 ± 10			2500± 10	2500± 10				
8	3330±20	C	5000 ± 10					2500± 10	2500± 10		
6	2500±10	D	5000 ± 10						5000 ± 10		



ENSAYO															
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y MAGNESIO (MTC E 209 2000 - ASTM C 88 - AASHTO T -104)															
ICC.ENS.GOP.0001.015															
Versión: 1															
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO-PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA								REGISTRO:		ENS.CA-1106-16					
TRAMO: JULIACA - HUANCANE				CODIGO: 0977				FECHA:		16/08/2016					
LUGAR: PUNO				RESIDENTE: M.L.L.C											
SUPERVISION: PROVIAS NACIONAL				ING. JEFE: E.M.Z											
1. MUESTRA								2. PERSONAL							
UBICACION: Canteras Km. 106+700								ING. ESPEC.: M. JAUREGUI							
MATERIAL: Granular								CALICATA: C - 1		TECNICO: R. VEGAS					
								PROFUNDAD (m): 0.00 - 1.70							
3. DATOS															
SOLUCION:		SULFATO DE MAGNESIO		MgSO4		Norma: Pe=[1.295 , 1.302]		Pe = 1.300		OK		N° DE CICLOS		5	
4.- ANÁLISIS CUANTITATIVO															
AGREGADO GRUESO															
FRACCIÓN		GRADACION ORIGINAL (%)	PESO REQUERIDO (g)	PESO FRACCIÓN ENSAYADA (g)	N° DE PARTICULAS	PESO RETENIDO DESPUES DEL ENSAYO (g)	PERDIDA		PERDIDA CORREGIDA (%)	N° DE PARTICULAS	PERDIDA ASUMIDA				
PASA	RETIENE						PESO (g)	%							
2 1/2" 63 mm	2" 50 mm	0.0	3000±300	0	0	0	0.0	0.0	0.00						
2" 50 mm	1 1/2" 37.5 mm	4.5	2000±200	2012	18	1978.0	34.0	0.0	0.00						
1 1/2" 37.5 mm	1" 25 mm	6.0	1000±50	1005	27	968.5	36.5	3.6	0.22						
1" 25 mm	3/4" 19 mm	23.0	500±30	502	33	489.5	12.5	2.5	0.57						
3/4" 19 mm	1/2" 12.5 mm	34.0	670±10	670.2		658.1	12.1	1.8	0.61						
1/2" 12.5 mm	3/8" 9.5 mm	18.0	330±5	330.1	-	311.2	18.9	5.7	1.03						
3/8" 9.5 mm	N° 4 4.75 mm	14.5	300±5	300.3	-	269.5	30.8	10.3	1.49						
TOTALES		100.0		4819.6		4674.8			3.92						
AGREGADO FINO															
TAMAÑO		GRADACION ORIGINAL (%)	PESO MINIMO REQUERIDO (g)	PESO DE LA FRACCIÓN ENSAYADA (g)	PESO RETENIDO DESPUES DEL ENSAYO (g)	PERDIDA		PERDIDA CORREGIDA (%)	PERDIDA ASUMIDA						
PASA	RETIENE					PESO (g)	%								
3/8" 9.5 mm	N° 04 4.75 mm	10.00	100	100	88.6	11.4	11.4	1.14							
N° 04 4.75 mm	N° 08 2.36 mm	19.00	100	100	91.2	8.8	8.8	1.67							
N° 08 2.36 mm	N° 16 1.18 mm	22.00	100	100	92.3	7.7	7.7	1.7							
N° 16 1.18 mm	N° 30 600 µ m	19.00	100	100	93.4	6.6	6.6	1.3							
N° 30 600 µ m	N° 50 300 µ m	21.00	100	100	92.2	7.8	7.8	1.6							
N° 50 300 µ m	N° 100 150 µ m	9.00	-	-	-	0.0	0.0	0.0							
< N° 100 150 µ m			-	-	-	0.0	0.0	0.0							
TOTALES		100.0		500.0		457.7		42.30	7.40						
5. ANÁLISIS CUALITATIVO															
CICLO	FRACCIÓN	N° DE PARTICULAS PREENSAYADAS	EN BUEN ESTADO	AGRIETADAS	PARTIDAS	ESCAMOSAS	DESINTEGRADAS								
I	1														
	2														
	3														
	4														
II	1														
	2														
	3														
	4														
III	1														
	2														
	3														
	4														
IV	1														
	2														
	3														
	4														
V	1														
	2														
	3														
	4														
6. EQUIPOS DE MEDICIÓN															
						TAMICES:									
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	PROBETA	TAM054	TAM010	TAM408	TAM377	TAM504	TAM162	TAM225			
ID	BADI30	BADI117	HOR05	HOR06	PROB017	TAM161	TAM144	TAM252	TAM067	TAM069	TAM212	TAM0150			
7. OBSERVACIONES															



ENSAYO						
EQUIVALENTE DE ARENA, SUELOS Y AGREGADOS FINOS (MTC E 114)						
ICC.ENS.GOP.0001.007						
Versión: 1						
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA					REGISTRO: ENS.CA-1107-16	
TRAMO: PUTINA - ANANEA		CODIGO: 0977			FECHA: 16/08/2016	
LUGAR: PUNO		RESIDENTE: M.L.L.C				
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL			ING. JEFE: E.M.Z			
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL		
UBICACIÓN: Cantera Km.106+700		CALICATA: C-1		ING. ESPEC.: M. JAUREGUI		
MATERIAL: Granular		PROFUND.(m): 0.00 - 1.70		TECNICO: R. VEGAS		
3.- DETERMINACION DE ALTURAS						
IT	DESCRIPCION	UN	1	2	3	PROMEDIO
1	Lectura cronometro de entrada a saturación	min:s	16:00:00	16:02:00	16:04:00	
2	Lectura cronometro: salida de saturación	min:s	16:10:00	16:12:00	16:14:00	
3	Tiempo de saturación (Ts), Ts = 10 ± 1 min	min:s	00:10:00	00:10:00	00:10:00	
4	Tiempo de agitación (Ta), Ta = 40 ± 3 seg	s	40	40	40	
5	Lectura cronometro: entrada a decantación	min:s	16:12:00	16:14:00	16:16:00	
6	Lectura cronometro: salida de decantación	min:s	16:32:00	16:34:00	16:36:00	
7	Tiempo decantación (Td), Td = 20 ± 15 seg	s	00:20:00	00:20:00	00:20:00	
8	Altura total finos floculados, ± 1 mm	mm	127	125	128	
9	Altura de la parte arenosa, ± 1 mm	mm	69	67	70	
[EA] Equivalente arena, [6]*100/[5]		%	54.3	53.6	54.7	54.2
4.- EQUIPOS DE MEDICION						
EQ.	BALANZA	HORNO	PROBETA	EQUIPO DE EQUIVALENTE		
ID.	BAD119	HOR06	PROB017	EQV0132 -EQV0133		
5.- OBSERVACIONES						
<hr/> <hr/> <hr/>						



ENSAYO																																																																																																																																																																																																																																																								
ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO - MTC E 107																																																																																																																																																																																																																																																								
ICC.ENS.GOP.0001.005																																																																																																																																																																																																																																																								
Versión: 1																																																																																																																																																																																																																																																								
SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL PROYECTO: JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: ENS.CA-1108-16																																																																																																																																																																																																																																																		
Tramo: PUTINA - ANANEA				CODIGO: 0977																																																																																																																																																																																																																																																				
LUGAR: PUNO				RESIDENTE: M.L.L.C																																																																																																																																																																																																																																																				
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL				ING. JEFE: E.M.Z		FECHA: 16-Ago-16																																																																																																																																																																																																																																																		
1. MUESTRA				2. PERSONAL																																																																																																																																																																																																																																																				
UBICACIÓN: Cantera Km. 106+700		RUTA: PE-34H		CALICATA: C-1		ING. ESPECIALISTA: M. JAUREGUI																																																																																																																																																																																																																																																		
MATERIAL: Granular				PROFUND.(m): 0.00 - 1.70		TECNICO: R. VEGAS																																																																																																																																																																																																																																																		
3. TAMIZADO				4. RESUMEN																																																																																																																																																																																																																																																				
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N</th> <th colspan="2">TAMIZ</th> <th colspan="2">RETENIDO</th> <th colspan="2">PASANTE</th> <th colspan="2">ACUMULADO (%)</th> </tr> <tr> <th>ASTM</th> <th>(mm)</th> <th>PESO (g)</th> <th>%</th> <th>MATERIAL AFIRMAD</th> <th>ESPECIFICACION AASHTO</th> <th>A1</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1 1/2"</td><td>37.500</td><td>0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td></td><td>100</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>1"</td><td>25.000</td><td>524</td><td>7.3</td><td>92.7</td><td>90</td><td>100</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>3/4"</td><td>19.000</td><td>741</td><td>10.3</td><td>82.5</td><td>65</td><td>100</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>3/8"</td><td>9.500</td><td>1.547</td><td>21.4</td><td>61.0</td><td>45</td><td>80</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>#4</td><td>4.750</td><td>842</td><td>11.7</td><td>49.3</td><td>30</td><td>65</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>#10</td><td>2.000</td><td>887</td><td>12.3</td><td>37.0</td><td>22</td><td>52</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>#40</td><td>0.425</td><td>1.017</td><td>14.1</td><td>22.9</td><td>15</td><td>35</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>#200</td><td>0.075</td><td>837</td><td>11.6</td><td>11.3</td><td>5</td><td>20</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Fondo</td><td></td><td>818.7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)		ASTM	(mm)	PESO (g)	%	MATERIAL AFIRMAD	ESPECIFICACION AASHTO	A1		1	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		100		2	1"	25.000	524	7.3	92.7	90	100		3	3/4"	19.000	741	10.3	82.5	65	100		4	3/8"	9.500	1.547	21.4	61.0	45	80		5	#4	4.750	842	11.7	49.3	30	65		6	#10	2.000	887	12.3	37.0	22	52		7	#40	0.425	1.017	14.1	22.9	15	35		8	#200	0.075	837	11.6	11.3	5	20		9	Fondo		818.7						10									11									12									13									14									15									16									17									18									19									20									<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">GENERALES</td></tr> <tr><td>Peso muestra seca</td><td>7.214 g</td></tr> <tr><td>Peso muestra lavada y seca</td><td>6.395 g</td></tr> <tr><td>Finos equiv. <#4:</td><td>49.3%</td></tr> <tr><td>Grava usada</td><td>50.7%</td></tr> <tr><td>Fino ensayado < #4</td><td>3.560 g</td></tr> <tr><td>Frac. equiv. < #200:</td><td>11.3%</td></tr> <tr><td>818.7 g</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">TIPO DE TAMIZADO</td></tr> <tr><td>TAMAÑO MAXIMO</td><td>1 1/2"</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">COEFICIENTES</td></tr> <tr><td>Uniformidad (Cu)</td><td>117.333</td></tr> <tr><td>Curvatura (Cc)</td><td>1.515</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">HUMEDAD NATURAL</td></tr> <tr><td>1. Peso suelo húmedo</td><td>318.4 g</td></tr> <tr><td>2. Peso suelo seco</td><td>302.5 g</td></tr> <tr><td>3. Peso de agua [1] - [2]</td><td>15.9 g</td></tr> <tr><td>4. Humedad [3]*100 / [2]</td><td>5.3 %</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">LIMITES DE ATTERBERG</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">DESCRIPCION</td></tr> <tr><td>Limite Líquido (LL):</td><td>21</td></tr> <tr><td>Limite Plástico (LP):</td><td>0</td></tr> <tr><td>Indice Plástico (IP):</td><td>NP</td></tr> </tbody> </table>		DESCRIPCION	VALOR	GENERALES		Peso muestra seca	7.214 g	Peso muestra lavada y seca	6.395 g	Finos equiv. <#4:	49.3%	Grava usada	50.7%	Fino ensayado < #4	3.560 g	Frac. equiv. < #200:	11.3%	818.7 g		TIPO DE TAMIZADO		TAMAÑO MAXIMO	1 1/2"	COEFICIENTES		Uniformidad (Cu)	117.333	Curvatura (Cc)	1.515	HUMEDAD NATURAL		1. Peso suelo húmedo	318.4 g	2. Peso suelo seco	302.5 g	3. Peso de agua [1] - [2]	15.9 g	4. Humedad [3]*100 / [2]	5.3 %	LIMITES DE ATTERBERG		DESCRIPCION		Limite Líquido (LL):	21	Limite Plástico (LP):	0	Indice Plástico (IP):	NP
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE		ACUMULADO (%)																																																																																																																																																																																																																																																	
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	MATERIAL AFIRMAD	ESPECIFICACION AASHTO	A1																																																																																																																																																																																																																																																	
1	1 1/2"	37.500	0	0.0	100.0		100																																																																																																																																																																																																																																																	
2	1"	25.000	524	7.3	92.7	90	100																																																																																																																																																																																																																																																	
3	3/4"	19.000	741	10.3	82.5	65	100																																																																																																																																																																																																																																																	
4	3/8"	9.500	1.547	21.4	61.0	45	80																																																																																																																																																																																																																																																	
5	#4	4.750	842	11.7	49.3	30	65																																																																																																																																																																																																																																																	
6	#10	2.000	887	12.3	37.0	22	52																																																																																																																																																																																																																																																	
7	#40	0.425	1.017	14.1	22.9	15	35																																																																																																																																																																																																																																																	
8	#200	0.075	837	11.6	11.3	5	20																																																																																																																																																																																																																																																	
9	Fondo		818.7																																																																																																																																																																																																																																																					
10																																																																																																																																																																																																																																																								
11																																																																																																																																																																																																																																																								
12																																																																																																																																																																																																																																																								
13																																																																																																																																																																																																																																																								
14																																																																																																																																																																																																																																																								
15																																																																																																																																																																																																																																																								
16																																																																																																																																																																																																																																																								
17																																																																																																																																																																																																																																																								
18																																																																																																																																																																																																																																																								
19																																																																																																																																																																																																																																																								
20																																																																																																																																																																																																																																																								
DESCRIPCION	VALOR																																																																																																																																																																																																																																																							
GENERALES																																																																																																																																																																																																																																																								
Peso muestra seca	7.214 g																																																																																																																																																																																																																																																							
Peso muestra lavada y seca	6.395 g																																																																																																																																																																																																																																																							
Finos equiv. <#4:	49.3%																																																																																																																																																																																																																																																							
Grava usada	50.7%																																																																																																																																																																																																																																																							
Fino ensayado < #4	3.560 g																																																																																																																																																																																																																																																							
Frac. equiv. < #200:	11.3%																																																																																																																																																																																																																																																							
818.7 g																																																																																																																																																																																																																																																								
TIPO DE TAMIZADO																																																																																																																																																																																																																																																								
TAMAÑO MAXIMO	1 1/2"																																																																																																																																																																																																																																																							
COEFICIENTES																																																																																																																																																																																																																																																								
Uniformidad (Cu)	117.333																																																																																																																																																																																																																																																							
Curvatura (Cc)	1.515																																																																																																																																																																																																																																																							
HUMEDAD NATURAL																																																																																																																																																																																																																																																								
1. Peso suelo húmedo	318.4 g																																																																																																																																																																																																																																																							
2. Peso suelo seco	302.5 g																																																																																																																																																																																																																																																							
3. Peso de agua [1] - [2]	15.9 g																																																																																																																																																																																																																																																							
4. Humedad [3]*100 / [2]	5.3 %																																																																																																																																																																																																																																																							
LIMITES DE ATTERBERG																																																																																																																																																																																																																																																								
DESCRIPCION																																																																																																																																																																																																																																																								
Limite Líquido (LL):	21																																																																																																																																																																																																																																																							
Limite Plástico (LP):	0																																																																																																																																																																																																																																																							
Indice Plástico (IP):	NP																																																																																																																																																																																																																																																							
5. CURVA GRANULOMETRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS																																																																																																																																																																																																																																																								
				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">SUCS</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">GW-GM</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">AASHTO</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">A-1-a</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">INDICE GRUPO</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">DIAMETROS</td></tr> <tr><td>D_i</td><td>Abertura</td></tr> <tr><td>60</td><td>8.800 mm</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.000 mm</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.075 mm</td></tr> </table>				SUCS		GW-GM		AASHTO		A-1-a		INDICE GRUPO		0		DIAMETROS		D _i	Abertura	60	8.800 mm	30	1.000 mm	10	0.075 mm																																																																																																																																																																																																																											
SUCS																																																																																																																																																																																																																																																								
GW-GM																																																																																																																																																																																																																																																								
AASHTO																																																																																																																																																																																																																																																								
A-1-a																																																																																																																																																																																																																																																								
INDICE GRUPO																																																																																																																																																																																																																																																								
0																																																																																																																																																																																																																																																								
DIAMETROS																																																																																																																																																																																																																																																								
D _i	Abertura																																																																																																																																																																																																																																																							
60	8.800 mm																																																																																																																																																																																																																																																							
30	1.000 mm																																																																																																																																																																																																																																																							
10	0.075 mm																																																																																																																																																																																																																																																							
6. EQUIPO DE MEDICION				7. TAMICES																																																																																																																																																																																																																																																				
EQ.	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO	Serie de tamices gruesa y fina completa																																																																																																																																																																																																																																																			
ID.	BAD179	BAD119	HOR06	HOR05																																																																																																																																																																																																																																																				
8. DESCRIPCION DE SUELO																																																																																																																																																																																																																																																								



ENSAYO							
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS AGREGADO FINO (MTC E 205) AGREGADO GRUESO (MTC E 206)							
ICC.ENS.GOP.0001.014							
Versión: 1							
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO-PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: ENS.CA-1109-16	
Tramo: PUTINA - ANANEA			CODIGO: 0977				
LUGAR: PUNO			RESIDENTE: M.LL.C			FECHA: 16/08/2016	
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL			ING. JEFE: E.M.Z				
1- MUESTRA				2- PERSONAL			
UBICACIÓN: Cantera Km.106+700			CALICATA: C-1			ING. ESPEC.: M. JAUREGUI	
MATERIAL: Granular			PROFUND.(m): 0.00 - 1.70			TECNICO: R. VEGAS	
2- AGREGADO FINO							
IT	DESCRIPCION	UN	[M1]	[M2]	[M3]	RESULTADO	
1	Peso SSS* del suelo	g	300.00	300.80	300.20	PROMEDIO	
2	Peso: Frasco con agua al enrase	g	655.44	684.97	686.56		
3	Peso: Frasco con suelo SSS* y con agua al enrase	g	830.04	860.20	861.50		
4	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	290.90	292.00	291.50		
5	Peso Específico Aparente, [4]/[2+1-3]	g/cc	2.320	2.325	2.327	2.324	
6	Peso Específico Nominal, [4]/[2+4-3]	g/cc	2.501	2.501	2.501	2.501	
7	Absorción, [1-4]/[4]	%	3.13%	3.01%	2.98%	3.04%	
3- AGREGADO GRUESO							
8	Peso SSS* del suelo	g	500.0	500.2	500.4	PROMEDIO	
9	Peso sumergido del suelo SSS*	g	303.3	302.9	303.0		
10	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	490.1	490.5	490.2		
11	Peso Específico Aparente, [10]/[8-9]	g/cc	2.492	2.486	2.483	2.487	
12	Peso Específico Nominal, [10]/[10-9]	g/cc	2.624	2.615	2.619	2.619	
13	Absorción, [8-10]/[10]	%	2.02%	1.98%	2.08%	2.03%	
(*) SSS: Saturado Superficialmente Seco / Saturado con Superficie Seca							
4- EQUIPOS DE MEDICION							
EQ.	BALANZA	HORNO	HORNO	FIOLA	FIOLA	FIOLA	CONO DE ABSORCION C/ PISON
ID	BAD130	HOR05	HOR06	FIO024	FIO032	FIO028	CABS112 - CABS113
5- OBSERVACIONES							



ENSAYO						
DETERMINACION DE LA HUMEDAD						
ICC.ENS.GOP.0001.001						
Versión: 1						
PROYECTO:		SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA			REGISTRO: ENS.CA-1110-16	
TRAMO: PUTINA - ANANEA		CÓDIGO:		0977		FECHA: 16/08/2016
LUGAR: PUNO		RESIDENTE:		M.LL.C		
SUPERVISIÓN: PROVIAS NACIONAL		ING. JEFE:		E.M.Z		
1 - MUESTRA				2- PERSONAL		
UBICACIÓN: Canteras Km.106+700		RUTA: PE-34H	CALICATA: C-1	ING. ESPECIALISTA: M. JAUREGUI		
MATERIAL: Granular		PROFUND.(m): 0.00 - 1.70		TECNICO: R. VEGAS		
3- HUMEDAD			MUESTRAS POR SONDAJE			SONDAJE
			1	2	3	
0	Cápsula	UN	85	86	87	M-1
1	Peso de cápsula	g	72.2	73.1	75.5	
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g	305.1	324.6	399.4	
3	Peso de cápsula + suelo seco	g	293.3	311.9	383.0	
4	Peso de agua, [2] - [3]	g	11.80	12.70	16.40	
5	Peso seco, [3] - [1]	g	221.1	238.8	307.5	
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%	5.3	5.3	5.3	PROM=5.3
0	Cápsula	UN				2
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%				
0	Cápsula	UN				3
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%				
0	Cápsula	UN				4
1	Peso de cápsula	g				
2	Peso de cápsula + suelo húmedo	g				
3	Peso de cápsula + suelo seco	g				
4	Peso de agua, [2] - [3]	g				
5	Peso seco, [3] - [1]	g				
Contenido de humedad [4]*100/[5]		%				
4- EQUIPOS DE MEDICION						
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	HORNO		
ID	BADI85	BADI30	HOR05	HOR06		
5 - OBSERVACIONES						



ENSAYO					
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 110_E 111 2000)					
ICC.ENS.GOP.0001.011					
Versión: 1					
PROYECTO:	DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA				REGISTRO: ENS.CA-1111-16
TRAMO:	PUTINA - ANANEA	RESIDENTE	M.LL.C	FECHA:	16/08/2016
SUPERVISIÓN:	PROVIAS NACIONAL	ING. JEFE	E.MZ		
1.- DATOS DE LA MUESTRA			2.- PERSONAL		
UBICACIÓN:	Cantera Km.106+700	RUTA:	PE-34H	CALICATA:	C-1
MATERIAL:	Granular	PROFUND. (m)	0.00 - 1.70		ING. ESP.: M. JAUREGUI
					TECNICO: R. VEGAS
3.-LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARA	ID	T-99	T-100	T-101	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	40.95	41.86	43.32	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	37.14	38.25	39.71	
PESO DE AGUA	(g)	3.81	3.61	3.61	
PESO DE LA TARA	(g)	21.03	21.34	20.97	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	16.11	16.91	18.74	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.65	21.35	19.26	
NUMERO DE GOLPES		15	25	37	
4.-LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			PROMEDIO
Nº TARA	ID	T-102	T-103		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g.)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g.)				
PESO DE LA TARA	(g.)				
PESO DEL AGUA	(g.)				
PESO DEL SUELO SECO	(g.)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	NP	NP		
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES		
LIMITE LIQUIDO (%)	21				
LIMITE PLASTICO (%)	NP				
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP				
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN					
EQUIPO	BALANZA	COPA CASAGRANDE	HORNO	VIDRIO ESMIRALADO	
CODIGO	BADI30	CGR07 - CGR011	HOR05 - HOR06	VE-01, VE-02, VE-03 y VE-04	
5.- OBSERVACIONES					



ANEXO 4

CERTIFICADOS DE CALIDAD EN OBRA

FORMATO										
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS							MTC E-502			
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA							REGISTRO: ENS.LA-0023-2019			
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)							CÓDIGO: 0977			
LUGAR: PUNO							RESIDENTE: M.L.L.C.			
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C							ING. JEFE: J.M.M.C.			
FECHA: 05 ENERO 2019										
1.- MUESTRA							2.- PERSONAL			
UBICACIÓN: Km 16+350 Inicio Km 15+300 Fin							ING. ESP: E. GUERRERO			
MATERIAL: RECICLADO							TEC.LABOR: M. BEJAR			
3.- TAMIZADO							4.- RESUMEN			
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN	GENERALES	
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		DESCRIPCIÓN	VALOR
1	1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0	NO APLICA	Peso inicial seco sin lavar	1,015.5 gr.
2	1"	25.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		Peso final seco y lavado	995.4 gr.
3	3/4"	19.000	97.0	9.7	9.7	9.7	90.3		Peso de asfalto	20.1 gr.
4	1/2"	12.500	177.7	17.9	17.9	27.6	72.4			
5	3/8"	9.500	65.7	6.6	6.6	34.2	65.8		% Del Cemento Asfáltico	2.02 %
6	#4	4.750	142.4	14.3	14.3	48.5	51.5		CORRECCIÓN POR C.A.	3.29 % E.A.
7	#10	2.000	130.5	13.1	13.1	61.6	38.4		CARACTERÍSTICAS	
8	#40	0.425	150.7	15.1	15.1	76.8	23.2		Tamaño Máximo	1"
9	#100	0.180	103.4	10.4	10.4	87.1	12.9		Tamaño Nominal	3/4"
10	#200	0.075	50.6	5.1	5.1	92.2	7.8		Fracción < #4	512.6 g
11	Fondo	0.000	77.4	7.8	7.8	100.0	0.0		Grava	48.5% 482.80 g
12									Arena	43.7% 435.20 g
13									Finos < # 200	7.8% 77.38 g
14										
DATOS DE DISEÑO							COEFICIENTES			
DESCRIPCIÓN			VALOR		DESCRIPCIÓN			VALOR		
AGREGADO MINERAL			100 %		C.A. EN EMULSIÓN			D ₆₀ 7.57		
CEMENTO PORTLAND TIPO I			0.0 %		%CEMENTO ASFÁLTICO			D ₃₀ 1.13		
AGUA POTABLE			2.0 %		AGUA EN EMULSIÓN			D ₁₀ 0.13		
EMULSIÓN ASFÁLTICA			3.3 %					Uniformidad (Cu)		
								Curvatura (Cc)		
5.- CURVA GRANULOMÉTRICA										
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN										
EQ.	HORNO	BALANZA	CENTRIFUGA	TAMIZ #4	TAMIZ #8	TAMIZ #16	TAMIZ #30			
ID.	HOR 06	BADI 151	CEAS 05	TAM 225	TAM 564	TAM 152	TAM 251			



ENSAYO													
RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL (MTC - E-504)													
ICC.ENS.GOP.0001.XXX													
Versión: 1													
PROYECTO: SERVICIO DE GESTIÓN MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA								REGISTRO: EN-M-023-2019					
TRAMO: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)								FECHA: 05 ENERO 2019					
LUGAR: PUNO				CÓDIGO: 0977									
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.				ING. JEFE: J.M.M.C.									
1 - MUESTRA													
UBICACIÓN: Km 16+350 Inicio Km 15+300 Fin				SONDAJE: M-1				ING. ESP. E. GUERRERO					
MATERIAL: RECICLADO				PROFUND.: -				TEC. LAB. M. Bejar.					
3- MARSHALL													
Tamiz	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº 10	Nº 40	Nº200	PERDIDA ESTABILIDAD			PROMEDIO	ESPECIFICACIONES
75 - 100	65 - 100	-	45 - 75	30 - 60	20 - 45	10 - 30	5 - 20						
100.00	90.25	-	65.80	51.50	38.39	23.25	7.77						
DESCRIPCIÓN													
					Seco			Saturado					
Número de Briqueta					1	2	3	1	2	3			
01 % Emulsion Asfáltica								3.29					
02 % C.A. Residual en la Mezcla								2.02					
03 % Grava Triturado en peso de la Mezcla								48.50					
04 % Arena Combinada en peso de Mezcla								51.50					
05 % Filler Cemento en peso de Mezcla								0.00					
06 Peso Especifico Aparente del C.A. gr/cc								1.023					
07 Peso Especifico Bulk gr/cc								2.559					
08 Peso Especifico Aparente de la Grava gr/cc								2.621					
09 Peso Especifico Bulk de la Arena gr/cc								2.660					
10 Peso Especifico Aparente de la Arena gr/cc								2.723					
11 Peso Especifico Aparente del Filler gr/cc								0.000					
12 Altura promedio de la Briqueta (cm)					6.63	6.52	6.62	6.60	6.53	6.64			
13 Peso de la Briqueta al aire (gr)					1172.3	1172.3	1174.4	1169.7	1166.3	1171.1			
14 Peso de la Briqueta Saturada (gr)					1174.6	1174.4	1176.4	1171.5	1168.9	1173.1			
15 Peso de la Briqueta en el agua (gr)					679.8	676.7	682.7	658.7	657.1	659.7			
16 Volumen de la briqueta (cc)					494.8	497.7	493.7	512.8	511.8	513.4			
17 Densidad Bulk de la Briqueta gr/cc (14/17)					2.369	2.355	2.379	2.281	2.279	2.281	2.368		
18 ASTM 2041 (RICE Teórico) gr/cc					2.610			2.610					
19 % Vacios 100x(19-18)/19					9.22	9.76	8.86	12.61	12.68	12.60	9.28	12.63	
20 Medida de la Estabilidad seca (Kg)					997.4	984.7	1007.8				997		
21 Medida de la Estabilidad saturada (Kg)								660.8	558.7	758.4	659		
22 Factor de corrección de Estabilidad					1.07	1.06	1.08	1.01	1.01	1.01			
23 Estabilidad Corregida seca (Kg)					1069	1045	1084				1066		
24 Estabilidad Corregida Saturada (Kg)								667	566	764	666		
25 Gravedad Especifica de los Agregados $GSE = \frac{100 - 01}{(02/08) + (03/10) + (06/12)}$					2.557								
26 Gravedad Especifica Bulk de los Agregados $GSB = \frac{100 - 01}{(100/19) - (01/07)}$					2.696								
27 Porcentaje de Asfalto Absorbido $PAA = 100 \times 07 \times \frac{25 - 26}{25 \times 26}$					2.06								
28 Contenido de Asfalto Efectivo $PAE = 01 - 27 \times \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{100}$					0.96								
29 Vacios de Agregado Mineral $VMA = 100 - 18 \times \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{26}$					12.1	12.6	11.8				12.2		
30 Porcentaje de Vacios Llenos de C.A. $VFA = \frac{29 - 20}{29}$					24.0	22.8	24.8				23.9		
31 Estabilidad (Kg)											1066	Mín. 230 Kg.	
32 Pérdida de Estabilidad (%)											37.5%	Máx. 50% de desgaste	
33 Índice de Compactibilidad											-		
4- EQUIPOS DE MEDICION													
EQ	PRENSA	HORNO	BAÑO MARIA	TERMOMETROS			PIE DE REY		BALANZA				
ID	PREMA 10	HOR 06	BM 10	TBOL 80			VER 24		BADI 151				



ENSAYO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO MÉTODO ILLINOIS (RESEARCH REPORT)									
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO:	PE-0001-2019		
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)						CÓDIGO:	977		
LUGAR: PUNO						RESIDENTE:	M.L.L.C.		
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.						ING. JEFE:	J.M.M.C.		
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL			
UBICACIÓN: Km 16+350 Inicio Km 15+300 Fin				SONDAJE:	M-1	ING.ESPEC.:	E. GUERRERO		
MATERIAL: RECICLADO				PROFUND.:	-	TEC. LABORAT.:	M. BEJAR		
AGREGADOS (%)		LIGANTE BITUMINOSO							
GRUESO	FINO	ASFALTO EN EMULSION (%)	AGUA EN EMULSION (%)	TIPO DE ASFALTO	CLASIFICACION PEN	ASFALTO RESIDUAL (%)	EMULSION ASFALTICA (%)		
48.5	51.5	61.4	38.6	-	-	2.02	3.29		
3.- ENSAYO									
ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA				EN SECO			EN HUMEDO		
ID. Especimen				1	2	3	4	5	6
Estabilidad Modificada (Kg)				1069	1045	1084	667	566	764
Promedio Estabilidad Modificada (Kg)				1066			666.0		
Temperatura Maxima de la Mezcla en Laboratorio				Temperatura de Ambiente			Temperatura de Ambiente		
PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO							37.5		
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN									
EQ.	PRENSA MARSHALL	BALANZA BADI	BAÑO MARIA						
ID	PREMA 10	BADI 151	BM 10						



ENSAYO																											
PROCTOR MODIFICADO																											
ICC.ENS.GOP.0001.004																											
Versión: 3																											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: ENS-P-0001-2019																					
Tramo: JULIACA - DV. PUTINA		CÓDIGO: 977																									
LUGAR: PUNO		RESIDENTE: M.L.L.C.		FECHA: 05 ENERO 2019																							
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.		ING. JEFE: J.M.M.C.																									
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL																							
UBICACIÓN: Km 16+350 Inicio Km 15+300 Fin		SONDAJE: M-1		ING. ESP: E. GUERRERO																							
MATERIAL: ESTABILIZADO SUELO EMULSIÓN		PROFUND.: -		TEC. LAB.: M. BEJAR																							
3.- DATOS PARA ENSAYO																											
Método de compactación : "C"		Número de golpes : 56		Número de capas : 5																							
4.- DENSIDAD HÚMEDA																											
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5																				
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,090	11,424	11,650	11,484																					
2	Peso del molde	g	6,691	6,691	6,691	6,691																					
3	Volumen del molde	cm ³	2,155	2,155	2,155	2,155																					
4	Peso suelo húmedo (1) - (2)	g	4,399	4,733	4,959	4,793																					
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.04	2.20	2.30	2.22																					
5.- HUMEDAD																											
6	Id. Capsula		1	2	3	4																					
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	626.5	667.3	655.5	699.7																					
8	Peso del suelo seco+capsula	g	604.4	630.7	608.5	637.3																					
9	Peso del agua (7) - (8)	g	22.1	36.6	47.0	62.4																					
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0																					
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	604.4	630.7	608.5	637.3																					
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	3.66	5.80	7.72	9.79																					
6.- DENSIDAD SECA																											
Densidad seca (5)/(1+(12)/100)		g/cm ³	1.97	2.08	2.14	2.03																					
7.- CÁLCULOS				8.- GRÁFICO																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>Xⁿ</th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X³</td> <td>-0.002 736</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>0.042 536</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>-0.165 968</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>2.141 203</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Son los coeficientes que da la línea de tendencia (polinomio).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima :</td> <td>7.758</td> </tr> <tr> <td>Densidad máxima :</td> <td>2.136</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de grava :</td> <td>2.59</td> </tr> </tbody> </table>				DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.002 736	X ²	0.042 536	X ¹	-0.165 968	X ⁰	2.141 203	RESULTADOS		Humedad óptima :	7.758	Densidad máxima :	2.136	Peso específico de grava :	2.59	<p>$y = -0.002736x^3 + 0.042536x^2 - 0.165968x + 2.141203$</p>			
DENSIDAD SECA*																											
X ⁿ	Y=DS																										
X ³	-0.002 736																										
X ²	0.042 536																										
X ¹	-0.165 968																										
X ⁰	2.141 203																										
RESULTADOS																											
Humedad óptima :	7.758																										
Densidad máxima :	2.136																										
Peso específico de grava :	2.59																										
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																											
EQ.	BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA																						
ID.	BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 225	BADI 79																						
10.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES																											
PROCTOR REALIZADO DE LA GRANULOMETRIA DEL LAVADO N°1																											



ENSAYO						
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD						
ICC.ENS.GOP.0001.011						
Versión: 3						
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA					REGISTRO: ENS-L-0013-2019	
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)		CÓDIGO: 977			FECHA: 05 ENERO 2019	
LUGAR: PUNO		RESIDENTE: M.L.L.C.				
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.		ING. JEFE: J.M.M.C.				
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL		
UBICACIÓN: Km 16+350 Inicio Km 15+300 Fin		SONDAJE: M-1		ING. ESPECIALISTA: E. GUERRERO		
MATERIAL: RECICLADO		PROFUND.: -		TEC.LABORATORIO: M.BEJAR		
3.-LÍMITE LÍQUIDO						
DESCRIPCIÓN		UND	MUESTRAS			
Nº Tara	ID		T-25	T-67	T-77	
Peso Tara + suelo húmedo	(g)		29.64	29.45	29.77	
Peso Tara + suelo seco	(g)		25.81	25.84	26.20	
Peso del agua	(g)		3.83	3.61	3.57	
Peso de la tara	(g)		13.50	13.80	13.80	
Peso del suelo seco	(g)		12.31	12.04	12.40	
Contenido de humedad	(%)		31.12	29.96	28.80	
Número de golpes			13	22	31	
4.-LÍMITE PLÁSTICO				RESUMEN		
DESCRIPCIÓN		UND	MUESTRAS		CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Nº Tara	ID		T-65	T-72	LL (%)	30
Peso Tara + suelo húmedo	(g)		20.72	20.53	LP (%)	23
Peso Tara + suelo seco	(g)		19.49	19.34	IP (%)	7
Peso de la tara	(g)		14.30	14.08		
Peso del agua	(g)		1.23	1.19		
Peso del suelo seco	(g)		5.19	5.26		
Contenido de humedad	(%)		23.72	22.54		
LEYENDA: LL: LÍMITE LÍQUIDO		LP: LÍMITE PLÁSTICO		IP: ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
5.- CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES						
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQ	HORNO	BALANZA	TAMIZ #40			
ID	HOR 06	BADI 151	TAM 0145			



FORMATO										
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS							MTC E-502			
PROYECTO: SERVICIO DE GESTIÓN MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611) LUGAR: PUNO SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.							REGISTRO: ENS.LA-0024-2019		FECHA: 05 ENERO 2019	
CÓDIGO: 0977 RESIDENTE ING. JEFE: M.L.L.C. / J.M.M.C.							2.- PERSONAL ING. ESP: E. GUERRERO TEC.LABOR: M. BEJAR			
1.- MUESTRA UBICACIÓN: Km 16+350 Inicio Km 15+300 Fin MATERIAL: RECICLADO SONDAJE: M-2 PROFUND.: -							4.- RESUMEN			
3.- TAMIZADO							4.- RESUMEN			
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN	GENERALES	
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		DESCRIPCIÓN	VALOR
1	1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0	NO APLICA	Peso inicial seco sin lavar	1,234.3 gr.
2	1"	25.000	144.7	12.0	12.0	12.0	88.0		Peso final seco y lavado	1,210.0 gr.
3	3/4"	19.000	87.4	7.2	7.2	19.2	80.8		Peso de asfalto	24.4 gr.
	1/2"	12.500	130.7	10.8	10.8	30.0	70.0			
4	3/8"	9.500	79.8	6.6	6.6	36.6	63.4		% Del Cemento Asfáltico	2.01 %
5	#4	4.750	155.7	12.9	12.9	49.4	50.6		CORRECCIÓN POR C.A.	3.28 % E.A.
6	#10	2.000	157.2	13.0	13.0	62.4	37.6		CARACTERÍSTICAS	
7	#40	0.425	184.4	15.2	15.2	77.7	22.3		Tamaño Máximo	1 1/2"
	#100	0.180	122.6	10.1	10.1	87.8	12.2		Tamaño Nominal	1"
8	#200	0.075	59.3	4.9	4.9	92.7	7.3		Fracción < #4	611.7 g
9	Fondo	0.000	88.2	7.3	7.3	100.0	0.0		Grava	49.4% 598.30 g
10									Arena	43.3% 523.50 g
11								Finos < # 200	7.3% 88.16 g	
12										
DATOS DE DISEÑO							COEFICIENTES			
DESCRIPCIÓN		VALOR		DESCRIPCIÓN		VALOR		D ₆₀	8.24	
AGREGADO MINERAL		100 %		C.A. EN EMULSIÓN		61.4 %		D ₃₀	1.22	
CEMENTO PORTLAND TIPO I		0.0 %		%CEMENTO ASFÁLTICO		2.03 %		D ₁₀	0.14	
AGUA POTABLE		2.0 %		AGUA EN EMULSIÓN		38.6 %		Uniformidad (Cu)		
EMULSIÓN ASFÁLTICA		3.3 %						Curvatura (Cc)		
5.- CURVA GRANULOMÉTRICA										
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN										
EQ.	HORNO	BALANZA	CENTRIFUGA	TAMIZ #4	TAMIZ #8	TAMIZ #16	TAMIZ #30			
ID.	HOR 06	BADI 151	CEAS 05	TAM 225	TAM 564	TAM 152	TAM 251			



ENSAYO																		
RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL (MTC - E-504)																		
ICC.ENS.GOP.0001.XXX																		
Versión: 1																		
PROYECTO: SERVICIO DE GESTIÓN MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA							REGISTRO: EN-M-024-2019											
TRAMO: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)							FECHA: 05 ENERO 2019											
LUGAR: PUNO							CÓDIGO: 0977											
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.							ING. JEFE: J.M.M.C.											
1 - MUESTRA								2 - PERSONAL										
UBICACIÓN: Km 16+350 Inicio Km 15+300 Fin							SONDAJE: M-2		ING. ESP. E. GUERRERO									
MATERIAL: RECICLADO							PROFUND.: -		TEC. LAB. M. Bejar.									
3 - MARSHALL																		
Tamiz	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	PERDIDA ESTABILIDAD			PROMEDIO	ESPECIFICACIONES					
Espec.	75 - 100	65 - 100	-	45 - 75	30 - 60	20 - 45	10 - 30	5 - 20										
	88.04	80.82	-	63.42	50.55	37.56	22.32	7.29										
DESCRIPCIÓN											Seco			Saturado				
Número de Briqueta					1		2		3		1	2	3					
01 % Emulsion Asfáltica									3.28									
02 % C.A. Residual en la Mezcla									2.01									
03 % Grava Triturado en peso de la Mezcla									49.45									
04 % Arena Combinada en peso de Mezcla									50.55									
05 % Filler Cemento en peso de Mezcla									0.00									
06 Peso Especifico Aparente del C.A. gr/cc									1.023									
07 Peso Especifico Bulk gr/cc									2.559									
08 Peso Especifico Aparente de la Grava gr/cc									2.621									
09 Peso Especifico Bulk de la Arena gr/cc									2.660									
10 Peso Especifico Aparente de la Arena gr/cc									2.723									
11 Peso Especifico Aparente del Filler gr/cc									0.000									
12 Altura promedio de la Briqueta (cm)					6.64		6.54		6.65		6.57	6.60	6.62					
13 Peso de la Briqueta al aire (gr)					1191.9		1201.5		1200.5		1190.5	1194.5	1193.6					
14 Peso de la Briqueta Saturada (gr)					1193.1		1203.5		1202.2		1192.5	1196.3	1205.1					
15 Peso de la Briqueta en el agua (gr)					688.5		691.8		689.7		678.5	674.7	674.2					
16 Volumen de la briqueta (cc)					504.7		511.7		512.5		514.0	521.6	530.9					
17 Densidad Bulk de la Briqueta gr/cc (14/17)					2.362		2.348		2.343		2.316	2.290	2.248	2.351				
18 ASTM 2041 (RICE Teórico) gr/cc							2.609				2.609							
19 % Vacios 100x(19-18)/19					9.48		10.00		10.21		11.23	12.22	13.83	9.90 | 12.43				
20 Medida de la Estabilidad seca (Kg)					890.6		841.7		994.4					909				
21 Medida de la Estabilidad saturada (Kg)											537.8	600.7	554.6	564				
22 Factor de corrección de Estabilidad					1.04		1.01		1.01		1.01	0.98	0.95					
23 Estabilidad Corregida seca (Kg)					923		852		1004					926				
24 Estabilidad Corregida Saturada (Kg)											541	590	529	553				
25 Gravedad Especifica de los Agregados							2.557											
GSE= $\frac{100 - 01}{(02/08)+(03/10)+(06/12)}$																		
26 Gravedad Especifica Bulk de los Agregados							2.695											
GSB= $\frac{100 - 01}{(100/19)-(01/07)}$																		
27 Porcentaje de Asfalto Absorbido							2.05											
PAA= $100x \frac{07 x 25 - 26}{25 x 26}$																		
28 Contenido de Asfalto Efectivo							0.97											
PAE= $01 - 27 x \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{100}$																		
29 Vacios de Agregado Mineral					12.4		12.9		13.1					12.8				
VMA= $100 - 18 x \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{26}$																		
30 Porcentaje de Vacios llenos de C.A.					23.3		22.3		21.9					22.5				
VFA= $\frac{29 - 20}{29}$																		
31 Estabilidad (Kg)														926				
32 Pérdida de Estabilidad (%)														40.3%				
33 Índice de Compactibilidad														Mín. 230 Kg. Máx. 50% de desgaste				
4 - EQUIPOS DE MEDICION																		
EQ	PRENSA MARSHALL	HORNO	BAÑO MARIA	TERMOMETROS				PIE DE REY	BALANZA									
ID	PREMA 10	HOR 06	BM 10	TBOL 80				VER 24	BADI 151									



ENSAYO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO MÉTODO ILLINOIS (RESEARCH REPORT)									
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO:	PE-0002-2019		
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)						CÓDIGO:	977		
LUGAR: PUNO						RESIDENTE:	M.L.L.C.		
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.						ING. JEFE:	J.M.M.C.		
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL			
UBICACIÓN: Km 16+350 Inicio Km 15+300 Fin				SONDAJE:	M-2	ING.ESPEC.:	E. GUERRERO		
MATERIAL: RECICLADO				PROFUND.:	-	TEC. LABORAT.:	M. BEJAR		
AGREGADOS (%)		LIGANTE BITUMINOSO							
GRUESO	FINO	ASFALTO EN EMULSION (%)	AGUA EN EMULSION (%)	TIPO DE ASFALTO	CLASIFICACION PEN	ASFALTO RESIDUAL (%)	EMULSION ASFALTICA (%)		
49.4	50.6	61.4	38.6	-	-	2.01	3.28		
3.- ENSAYO									
ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA				EN SECO			EN HUMEDO		
ID. Especimen				1	2	3	4	5	6
Estabilidad Modificada (Kg)				923	852	1004	541	590	529
Promedio Estabilidad Modificada (Kg)				926			553.1		
Temperatura Maxima de la Mezcla en Laboratorio				Temperatura de Ambiente			Temperatura de Ambiente		
PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO							40.3		
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN									
EQ.	PRENSA MARSHALL	BALANZA BADI	BAÑO MARIA						
ID	PREMA 10	BADI 151	BM 10						



ENSAYO																											
PROCTOR MODIFICADO																											
ICC.ENS.GOP.0001.004																											
Versión: 3																											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: ENS-P-0002-2019																					
Tramo: JULIACA - DV. PUTINA				CÓDIGO: 977																							
LUGAR: PUNO				RESIDENTE: M.L.L.C.		FECHA: 05 ENERO 2019																					
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.				ING. JEFE: J.M.M.C.																							
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL																					
UBICACIÓN: Km 16+350 Inicio Km 15+300 Fin				SONDAJE: M-1		ING. ESP E. GUERRERO																					
MATERIAL: ESTABILIZADO SUELO EMULSIÓN				PROFUND.: -		TEC. LAB. M. BEJAR																					
3.- DATOS PARA ENSAYO																											
Método de compactación : "C"				Número de golpes : 56		Número de capas : 5																					
4.- DENSIDAD HÚMEDA																											
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5																				
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,197	11,478	11,652	11,519																					
2	Peso del molde	g	6,691	6,691	6,691	6,691																					
3	Volumen del molde	cm ³	2,155	2,155	2,155	2,155																					
4	Peso suelo humedo (1) - (2)	g	4,506	4,787	4,961	4,828																					
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.09	2.22	2.30	2.24																					
5.- HUMEDAD																											
6	Id. Capsula		1	2	3	4																					
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	695.7	676.0	771.9	672.8																					
8	Peso del suelo seco+capsula	g	673.4	640.5	718.4	612.7																					
9	Peso del agua (7) - (8)	g	22.3	35.5	53.5	60.1																					
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0																					
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	673.4	640.5	718.4	612.7																					
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	3.31	5.54	7.45	9.81																					
6.- DENSIDAD SECA																											
Densidad seca (5)/(1+(12)/100)			g/cm ³	2.02	2.10	2.14	2.04																				
7.- CÁLCULOS				8.- GRÁFICO																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>Xⁿ</th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X³</td> <td>-0.001 671</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>0.023 291</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>-0.069 687</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>2.055 997</td> </tr> </tbody> </table> <p>(* Son los coeficientes que da la línea de tendencia (polinomio).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima :</td> <td>7.418</td> </tr> <tr> <td>Densidad máxima :</td> <td>2.139</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de grava :</td> <td>2.59</td> </tr> </tbody> </table>				DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.001 671	X ²	0.023 291	X ¹	-0.069 687	X ⁰	2.055 997	RESULTADOS		Humedad óptima :	7.418	Densidad máxima :	2.139	Peso específico de grava :	2.59	$y = -0.001671x^3 + 0.023291x^2 - 0.069687x + 2.059969$			
DENSIDAD SECA*																											
X ⁿ	Y=DS																										
X ³	-0.001 671																										
X ²	0.023 291																										
X ¹	-0.069 687																										
X ⁰	2.055 997																										
RESULTADOS																											
Humedad óptima :	7.418																										
Densidad máxima :	2.139																										
Peso específico de grava :	2.59																										
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																											
EQ.	BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA																						
ID.	BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 225	BADI 79																						
10.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES																											
PROCTOR REALIZADO DE LA GRANULOMETRIA DEL LAVADO N°2																											



FORMATO												
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS										MTC E-502		
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA								REGISTRO:		ENS.LA-0452-2018		
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)				CÓDIGO: 0977				FECHA:		18/12/2018		
LUGAR: PUNO				RESIDENTE: M.L.L.C.								
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.				ING. JEFE: J.M.M.C.								
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL						
UBICACIÓN: Km 20+750 Inicio Km 20+120 Fin				SONDAJE: M-1		ING. ESP: E. GUERRERO						
MATERIAL: RECICLADO				PROFUND.: -		TEC.LABOR: M. BEJAR						
3.- TAMIZADO						4.- RESUMEN						
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN		GENERALES		
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA			DESCRIPCIÓN	VALOR	
1	1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100	-	100	Peso inicial seco sin lavar	1,100.0 gr.
2	1"	25.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	75	-	100	Peso final seco y lavado	1,078.1 gr.
3	3/4"	19.000	120.0	11.1	11.1	11.1	88.9	65	-	100	Peso de asfalto	21.9 gr.
4	3/8"	9.500	255.0	23.7	23.7	34.8	65.2	45	-	75	% Del Cemento Asfáltico	2.03 %
5	#4	4.750	182.0	16.9	16.9	51.7	48.3	30	-	60	CORRECCIÓN POR C.A.	3.31 % E.A.
6	#10	2.000	137.0	12.7	12.7	64.4	35.6	20	-	45	CARACTERÍSTICAS	
7	#40	0.425	107.0	9.9	9.9	74.3	25.7	10	-	30	Tamaño Máximo	1 1/2"
8	#200	0.075	82.0	7.6	7.6	81.9	18.1	5	-	20	Tamaño Nominal	1"
9	Fondo	0.000	195.1	18.1	18.1	100.0	0.0				Fracción < #4	521.1 g
10											Grava	51.7% 557.00 g
11											Arena	30.2% 326.00 g
12											Finos < # 200	18.1% 195.07 g
DATOS DE DISEÑO						COEFICIENTES						
DESCRIPCIÓN			VALOR		DESCRIPCIÓN			VALOR				
AGREGADO MINERAL			100 %		C.A. EN EMULSIÓN			61.4 %		D ₆₀		8.03
CEMENTO PORTLAND TIPO I			0.0 %		%CEMENTO ASFÁLTICO			2.03 %		D ₃₀		1.11
AGUA POTABLE			2.0 %		AGUA EN EMULSIÓN			38.6 %		D ₁₀		0.04
EMULSIÓN ASFÁLTICA			3.3 %							Uniformidad (Cu)		
										Curvatura (Cc)		
5.- CURVA GRANULOMÉTRICA												
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN												
EQ.	HORNO	BALANZA	CENTRIFUGA	TAMIZ #4	TAMIZ #8	TAMIZ #16	TAMIZ #30					
ID.	HOR 06	BADI 151	CEAS 05	TAM 225	TAM 564	TAM 152	TAM 251					



ENSAYO													
RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL (MTC - E-504)													
ICC.ENS.GOP.0001.XXX													
Versión: 1													
PROYECTO: SERVICIO DE GESTIÓN MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA								REGISTRO: EN-M-141-2018					
TRAMO: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)								FECHA: 18/12/2018					
LUGAR: PUNO				CÓDIGO: 0977				ING. JEFE: J.M.M.C.					
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.													
1 - MUESTRA								2 - PERSONAL					
UBICACIÓN: Km 20+750 Inicio Km 20+120 Fin				SONDAJE: M-1				ING. ESP. E. GUERRERO					
MATERIAL: RECICLADO				PROFUND.: -				TEC. LAB. M. Bejar.					
3- MARSHALL													
Tamiz	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº 10	Nº 40	Nº200	PERDIDA ESTABILIDAD			PROMEDIO	ESPECIFICACIONES
75 - 100	100.00	88.87	-	65.22	48.33	35.63	25.70	18.09					
DESCRIPCIÓN					Seco			Saturado					
Número de Briqueta					1	2	3	1	2	3			
01	% Emulsion Asfáltica							3.31					
02	% C.A. Residual en la Mezcla							2.03					
03	% Grava Triturado en peso de la Mezcla							51.67					
04	% Arena Combinada en peso de Mezcla							48.33					
05	% Filler Cemento en peso de Mezcla							0.00					
06	Peso Especifico Aparente del C.A. gr/cc							1.023					
07	Peso Especifico Bulk gr/cc							2.559					
08	Peso Especifico Aparente de la Grava gr/cc							2.621					
09	Peso Especifico Bulk de la Arena gr/cc							2.660					
10	Peso Especifico Aparente de la Arena gr/cc							2.723					
11	Peso Especifico Aparente del Filler gr/cc							0.000					
12	Altura promedio de la Briqueta (cm)				6.4	6.4	6.5	6.4	6.5	6.4			
13	Peso de la Briqueta al aire (gr)				1160.5	1169.1	1170.1	1150.9	1155.7	1160.6			
14	Peso de la Briqueta Saturada (gr)				1177.2	1179.8	1189.9	1215.3	1208.3	1209.3			
15	Peso de la Briqueta en el agua (gr)				670.0	670.0	680.0	690.0	680.0	680.0			
16	Volumen de la briqueta (cc)				507.2	509.8	509.9	525.3	528.3	529.3			
17	Densidad Bulk de la Briqueta gr/cc (14/17)				2.288	2.293	2.295	2.191	2.188	2.193	2.292		
18	ASTM 2041 (RICE Teórico) gr/cc				2.607			2.607					
19	% Vacios 100x(19-18)/19				12.23	12.03	11.97	15.95	16.08	15.89	12.08	15.97	
20	Medida de la Estabilidad seca (Kg)				1395.6	1374.8	1406.8				1392		
21	Medida de la Estabilidad saturada (Kg)							742.6	729.8	761.9	745		
22	Factor de corrección de Estabilidad				1.03	1.02	1.02	0.97	0.96	0.96			
23	Estabilidad Corregida seca (Kg)				1434	1401	1433				1423		
24	Estabilidad Corregida Saturada (Kg)							721	702	730	717		
25	Gravedad Especifica de los Agregados GSE= $\frac{100 - 01}{(02/08)+(03/10)+(06/12)}$				2.554								
26	Gravedad Especifica Bulk de los Agregados GSB= $\frac{100 - 01}{(100/19)-(01/07)}$				2.693								
27	Porcentaje de Asfalto Absorbido PAA= $100 \times 07 \times \frac{25 - 26}{25 \times 26}$				2.08								
28	Contenido de Asfalto Efectivo PAE= $01 - 27 \times \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{100}$				1.03								
29	Vacios de Agregado Mineral VMA= $100 - 18 \times \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{26}$				15.0	14.9	14.8				14.9		
30	Porcentaje de Vacios Llenos de C.A. VFA = $\frac{29 - 20}{29}$				18.8	19.0	19.1				19.0		
31	Estabilidad (Kg)										1423	Mín. 230 Kg.	
32	Pérdida de Estabilidad (%)										49.6%	Máx. 50% de desgaste	
33	Índice de Compactibilidad										-		
4- EQUIPOS DE MEDICION													
EQ	PRENSA	HORNO	BAÑO MARIA	TERMOMETROS			PIE DE REY	BALANZA					
ID	PREMA 10	HOR 06	BM 10	TBOL 80			VER 24	BADI 151					



ENSAYO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO MÉTODO ILLINOIS (RESEARCH REPORT)									
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: PE-0141-2018			
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)				CÓDIGO: 977		FECHA: 18/12/2018			
LUGAR: PUNO				RESIDENTE: M.L.L.C.					
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.				ING. JEFE: J.M.M.C.					
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL			
UBICACIÓN: Km 20+750 Inicio Km 20+120 Fin				SONDAJE: M-1		ING.ESPEC.: E. GUERRERO			
MATERIAL: RECICLADO				PROFUND.: -		TEC. LABORAT.: M. BEJAR			
AGREGADOS (%)		LIGANTE BITUMINOSO							
GRUESO	FINO	ASFALTO EN EMULSION (%)	AGUA EN EMULSION (%)	TIPO DE ASFALTO	CLASIFICACION PEN	ASFALTO RESIDUAL (%)	EMULSION ASFALTICA (%)		
51.7	48.3	61.4	38.6	-	-	2.03	3.31		
3.- ENSAYO									
ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA				EN SECO			EN HUMEDO		
ID. Especimen				1	2	3	4	5	6
Estabilidad Modificada (Kg)				1434	1401	1433	721	702	730
Promedio Estabilidad Modificada (Kg)				1423			717.5		
Temperatura Maxima de la Mezcla en Laboratorio				Temperatura de Ambiente			Temperatura de Ambiente		
PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO							49.6		
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN									
EQ.	PRENSA MARSHALL	BALANZA BADI	BAÑO MARIA						
ID	PREMA 10	BADI 151	BM 10						



ENSAYO						
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD						
ICC.ENS.GOP.0001.011						
Versión: 3						
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA					REGISTRO: ENS-L-0518-2018	
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)		CÓDIGO: 977				
LUGAR: PUNO		RESIDENTE: M.L.L.C.			FECHA: 18/12/2018	
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.		ING. JEFE: J.M.M.C.				
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL		
UBICACIÓN: Km 20+750 Inicio Km 20+120 Fin		SONDAJE: M-1		ING. ESPECIALISTA: E. GUERRERO		
MATERIAL: RECICLADO		PROFUND.: -		TEC.LABORATORIO: M.BEJAR		
3.-LÍMITE LÍQUIDO						
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS				
Nº Tara	ID	T-27	T-58	T-89		
Peso Tara + suelo húmedo	(g)	30.29	29.73	29.45		
Peso Tara + suelo seco	(g)	26.28	25.95	25.86		
Peso del agua	(g)	4.01	3.78	3.59		
Peso de la tara	(g)	13.47	13.41	13.48		
Peso del suelo seco	(g)	12.81	12.54	12.38		
Contenido de humedad	(%)	31.29	30.13	28.97		
Número de golpes		16	25	34		
4.-LÍMITE PLÁSTICO				RESUMEN		
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS			CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Nº Tara	ID	T-44	T-79		LL (%)	30
Peso Tara + suelo húmedo	(g.)	20.87	20.47		LP (%)	23
Peso Tara + suelo seco	(g.)	19.64	19.29		IP (%)	7
Peso de la tara	(g.)	14.30	14.08			
Peso del agua	(g.)	1.23	1.18			
Peso del suelo seco	(g.)	5.34	5.21			
Contenido de humedad	(%)	23.00	22.70			
LEYENDA: LL: LÍMITE LÍQUIDO		LP: LÍMITE PLÁSTICO			IP: ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
5.- CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES						
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQ	HORNO	BALANZA	TAMIZ #40			
ID	HOR 06	BADI 151	TAM 0145			



FORMATO											
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS							MTC E-502				
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA							REGISTRO:		ENS.LA-0035-2019		
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)			CÓDIGO: 0977								
LUGAR: PUNO			RESIDENTE: M.L.L.C.								
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.			ING. JEFE: J.M.M.C.		FECHA:		11 ENERO 2019				
1.- MUESTRA					2.- PERSONAL						
UBICACIÓN: Km 22+520 Inicio Km 21+590 Fin			SONDAJE: M-1		ING. ESP: E. GUERRERO						
MATERIAL: RECICLADO			PROFUND.: -		TEC.LABOR: M. BEJAR						
3.- TAMIZADO					4.- RESUMEN						
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN	GENERALES		
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		DESCRIPCIÓN	VALOR	
1	1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Peso inicial seco sin lavar	1,218.8 gr.	
2	1"	25.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		Peso final seco y lavado	1,194.8 gr.	
3	3/4"	19.000	52.3	4.4	4.4	4.4	95.6		Peso de asfalto	24.0 gr.	
4	1/2"	12.500	76.2	6.4	6.4	10.8	89.2				
5	3/8"	9.500	144.6	12.1	12.1	22.9	77.1	NO APLICA	% Del Cemento Asfáltico	2.01 %	
6	#4	4.750	261.3	21.9	21.9	44.7	55.3		CORRECCIÓN POR C.A.	3.28 % E.A.	
7	#10	2.000	144.2	12.1	12.1	56.8	43.2		CARACTERÍSTICAS		
8	#40	0.425	154.2	12.9	12.9	69.7	30.3		Tamaño Máximo	1"	
9	#100	0.180	117.6	9.8	9.8	79.5	20.5		Tamaño Nominal	3/4"	
10	#200	0.075	99.2	8.3	8.3	87.8	12.2		Fracción < #4	660.4 g	
11	Fondo	0.000	145.2	12.2	12.2	100.0	0.0		Grava	44.7%	534.40 g
12									Arena	43.1%	515.20 g
13									Finos < # 200	12.2%	145.17 g
14											
DATOS DE DISEÑO					COEFICIENTES						
DESCRIPCIÓN		VALOR		DESCRIPCIÓN		VALOR			D ₆₀		5.78
AGREGADO MINERAL		100 %		C.A. EN EMULSIÓN		61.4 %			D ₃₀		0.42
CEMENTO PORTLAND TIPO I		0.0 %		%CEMENTO ASFÁLTICO		2.03 %			D ₁₀		0.06
AGUA POTABLE		2.0 %		AGUA EN EMULSIÓN		38.6 %		Uniformidad (Cu)			
EMULSIÓN ASFÁLTICA		3.3 %						Curvatura (Cc)			
5.- CURVA GRANULOMÉTRICA											
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN											
EQ.	HORNO	BALANZA	CENTRIFUGA	TAMIZ #4	TAMIZ #8	TAMIZ #16	TAMIZ #30				
ID.	HOR 06	BADI 151	CEAS 05	TAM 225	TAM 564	TAM 152	TAM 251				



ENSAYO											
RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL (MTC - E-504)											
ICC.ENS.GOP.0001.XXX											
Versión: 1											
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTIÓN MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA							REGISTRO:	EN-M-035-2019		
TRAMO:	Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)							FECHA:	11 ENERO 2019		
LUGAR:	PUNO			CÓDIGO:	0977						
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.			ING. JEFE:	J.M.M.C.						
1 - MUESTRA							2 - PERSONAL				
UBICACIÓN:	Km 22+520 Inicio Km 21+590 Fin			SONDAJE:	M-1			ING. ESP.	E. GUERRERO		
MATERIAL:	RECICLADO			PROFUND.:	-			TEC. LAB.	M. Bejar.		
3- MARSHALL											
Tamiz	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº 10	Nº 40	Nº 200			
Espec.	75 - 100	65 - 100	-	45 - 75	30 - 60	20 - 45	10 - 30	5 - 20			
	100.00	95.62	-	77.14	55.27	43.20	30.30	12.15			
PERDIDA ESTABILIDAD											
PROMEDIO											
ESPECIFICACIONES											
DESCRIPCIÓN											
Seco											
Saturado											
Número de Briqueta	1		2		3		1		3		
01	% Emulsion Asfáltica				3.28						
02	% C.A. Residual en la Mezcla				2.01						
03	% Grava Triturado en peso de la Mezcla				44.73						
04	% Arena Combinada en peso de Mezcla				55.27						
05	% Filler Cemento en peso de Mezcla				0.00						
06	Peso Especifico Aparente del C.A. gr/cc				1.023						
07	Peso Especifico Bulk gr/cc				2.559						
08	Peso Especifico Aparente de la Grava gr/cc				2.621						
09	Peso Especifico Bulk de la Arena gr/cc				2.660						
10	Peso Especifico Aparente de la Arena gr/cc				2.723						
11	Peso Especifico Aparente del Filler gr/cc				0.000						
12	Altura promedio de la Briqueta (cm)		6.57		6.54		6.56		6.55		
13	Peso de la Briqueta al aire (gr)		1180.4		1181.2		1179.6		1184.2		
14	Peso de la Briqueta Saturada (gr)		1182.5		1183.4		1181.3		1186.1		
15	Peso de la Briqueta en el agua (gr)		682.2		684.6		687.3		674.5		
16	Volumen de la briqueta (cc)		500.3		498.8		494.0		511.6		
17	Densidad Bulk de la Briqueta gr/cc (14/17)		2.359		2.368		2.388		2.315		
18	ASTM 2041 (RICE Teórico) gr/cc				2.614				2.614		
19	% Vacios 100x(19-18)/19		9.74		9.40		8.64		11.45		
20	Medida de la Estabilidad seca (Kg)		1209.2		1167.6		1201.7		784.2		
21	Medida de la Estabilidad saturada (Kg)								697.4		
22	Factor de corrección de Estabilidad		1.05		1.06		1.07		1.01		
23	Estabilidad Corregida seca (Kg)		1272		1234		1291		1.01		
24	Estabilidad Corregida Saturada (Kg)								795		
25	Gravedad Especifica de los Agregados GSE= $\frac{100 - 01}{(02/08)+(03/10)+(06/12)}$				2.561						
26	Gravedad Especifica Bulk de los Agregados GSB= $\frac{100 - 01}{(100/19)-(01/07)}$				2.700						
27	Porcentaje de Asfalto Absorbido PAA= $100 \times 07 \times \frac{25 - 26}{25 \times 26}$				2.05						
28	Contenido de Asfalto Efectivo PAE= $01 - 27 \times \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{100}$				0.88						
29	Vacios de Agregado Mineral VMA= $100 - 18 \times \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{26}$		12.6		12.3		11.6				
30	Porcentaje de Vacios llenos de C.A. VFA. = $\frac{29 - 20}{29}$		22.8		23.5		25.2		23.9		
31	Estabilidad (Kg)								1266		
32	Pérdida de Estabilidad (%)								40.8%		
33	Indice de Compactibilidad								-		
4- EQUIPOS DE MEDICION											
EQ	PRENSA	HORNO	BAÑO MARIA	TERMOMETROS			PIE DE REY	BALANZA			
ID	PREMA 10	HOR 06	BM 10	TBOL 80			VER 24	BADI 151			



ENSAYO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO MÉTODO ILLINOIS (RESEARCH REPORT)									
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO:	PE-0013-2019		
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)						CÓDIGO:	977		
LUGAR: PUNO						RESIDENTE:	M.L.L.C.		
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.						ING. JEFE:	J.M.M.C.		
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL			
UBICACIÓN: Km 22+520 Inicio Km 21+590 Fin				SONDAJE:	M-1	ING.ESPEC.:	E. GUERRERO		
MATERIAL: RECICLADO				PROFUND.:	-	TEC. LABORAT.:	M. BEJAR		
AGREGADOS (%)		LIGANTE BITUMINOSO							
GRUESO	FINO	ASFALTO EN EMULSION (%)	AGUA EN EMULSION (%)	TIPO DE ASFALTO	CLASIFICACION PEN	ASFALTO RESIDUAL (%)	EMULSION ASFALTICA (%)		
44.7	55.3	61.4	38.6	-	-	2.01	3.28		
3.- ENSAYO									
ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA				EN SECO			EN HUMEDO		
ID. Especimen				1	2	3	4	5	6
Estabilidad Modificada (Kg)				1272	1234	1291	795	703	748
Promedio Estabilidad Modificada (Kg)				1266			749.0		
Temperatura Maxima de la Mezcla en Laboratorio				Temperatura de Ambiente			Temperatura de Ambiente		
PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO							40.8		
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN									
EQ.	PRENSA MARSHALL	BALANZA BADI	BAÑO MARIA						
ID	PREMA 10	BADI 151	BM 10						



ENSAYO						
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD						
ICC.ENS.GOP.0001.011						
Versión: 3						
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA					REGISTRO: ENS-L-0019-2019	
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)		CÓDIGO: 977			FECHA: 11 ENERO 2019	
LUGAR: PUNO		RESIDENTE M.LLC.				
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.		ING. JEFE J.M.M.C.				
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL		
UBICACIÓN: Km 22+520 Inicio Km 21+590 Fin		SONDAJE: M-1		ING. ESPECIALISTA: E. GUERRERO		
MATERIAL: RECICLADO		PROFUND.: -		TEC.LABORATORIO: M.BEJAR		
3.-LÍMITE LÍQUIDO						
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS				
Nº Tara	ID	T-12	T-37	T-87		
Peso Tara + suelo húmedo	(g)	32.28	31.46	31.97		
Peso Tara + suelo seco	(g)	27.85	27.28	27.84		
Peso del agua	(g)	4.43	4.18	4.13		
Peso de la tara	(g)	13.70	13.40	13.60		
Peso del suelo seco	(g)	14.15	13.88	14.24		
Contenido de humedad	(%)	31.30	30.14	28.98		
Número de golpes		17	26	35		
4.-LÍMITE PLÁSTICO				RESUMEN		
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS			CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Nº Tara	ID	T-24	T-67		LL (%)	30
Peso Tara + suelo húmedo	(g.)	22.52	22.98		LP (%)	23
Peso Tara + suelo seco	(g.)	20.82	21.33		IP (%)	7
Peso de la tara	(g.)	13.45	14.09			
Peso del agua	(g.)	1.70	1.65			
Peso del suelo seco	(g.)	7.37	7.24			
Contenido de humedad	(%)	23.03	22.73			
LEYENDA: LL: LÍMITE LÍQUIDO		LP: LÍMITE PLÁSTICO			IP: ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
5.- CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES						
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQ	HORNO	BALANZA	TAMIZ #40			
ID	HOR 06	BADI 151	TAM 0145			



ENSAYO																											
PROCTOR MODIFICADO																											
ICC.ENS.GOP.0001.004																											
Versión: 3																											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA					REGISTRO: ENS-P-0013-2019																						
Tramo: JULIACA - DV. PUTINA			CÓDIGO: 977																								
LUGAR: PUNO			RESIDENTE: M.L.L.C.		FECHA: 11 ENERO 2019																						
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.			ING. JEFE: J.M.M.C.																								
1.- MUESTRA					2.- PERSONAL																						
UBICACIÓN: Km 22+520 Inicio Km 21+590 Fin			SONDAJE: M-1		ING. ESP: E. GUERRERO																						
MATERIAL: ESTABILIZADO SUELO EMULSIÓN			PROFUND.: -		TEC. LAB.: M. BEJAR																						
3.- DATOS PARA ENSAYO																											
Método de compactación : "C"			Número de golpes : 56		Número de capas : 5																						
4.- DENSIDAD HÚMEDA																											
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5																				
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,094	11,324	11,482	11,381																					
2	Peso del molde	g	6,691	6,691	6,691	6,691																					
3	Volumen del molde	cm ³	2,155	2,155	2,155	2,155																					
4	Peso suelo humedo (1) - (2)	g	4,403	4,633	4,791	4,690																					
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.04	2.15	2.22	2.18																					
5.- HUMEDAD																											
6	Id. Capsula		1	2	3	4																					
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	742.4	617.6	729.1	736.3																					
8	Peso del suelo seco+capsula	g	716.4	584.1	678.1	671.6																					
9	Peso del agua (7) - (8)	g	26.0	33.5	51.0	64.7																					
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0																					
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	716.4	584.1	678.1	671.6																					
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	3.63	5.74	7.52	9.63																					
6.- DENSIDAD SECA																											
Densidad seca (5)/(1+(12)/100)			g/cm ³	1.97	2.03	2.07	1.99																				
7.- CÁLCULOS				8.- GRÁFICO																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>Xⁿ</th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X³</td> <td>-0.002 065</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>0.032 306</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>-0.135 109</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>2.135 166</td> </tr> </tbody> </table> <p>(* Son los coeficientes que da la línea de tendencia (polinomio).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima :</td> <td>7.535</td> </tr> <tr> <td>Dénsidad máxima :</td> <td>2.068</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de grava :</td> <td>2.59</td> </tr> </tbody> </table>				DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.002 065	X ²	0.032 306	X ¹	-0.135 109	X ⁰	2.135 166	RESULTADOS		Humedad óptima :	7.535	Dénsidad máxima :	2.068	Peso específico de grava :	2.59	$y = -0.002065x^3 + 0.032306x^2 - 0.135109x + 2.135166$			
DENSIDAD SECA*																											
X ⁿ	Y=DS																										
X ³	-0.002 065																										
X ²	0.032 306																										
X ¹	-0.135 109																										
X ⁰	2.135 166																										
RESULTADOS																											
Humedad óptima :	7.535																										
Dénsidad máxima :	2.068																										
Peso específico de grava :	2.59																										
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																											
EQ.	BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA																						
ID.	BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 225	BADI 79																						
10.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES																											
PROCTOR REALIZADO DE LA GRANULOMETRIA DEL LAVADO N°1																											



FORMATO										
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS							MTC E-502			
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA							REGISTRO:		ENS.LA-0031-2019	
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)			CÓDIGO:		0977		FECHA: 09 ENERO 2019			
LUGAR: PUNO			RESIDENTE		M.L.L.C.					
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.			ING. JEFE		J.M.M.C.					
1.- MUESTRA					2.- PERSONAL					
UBICACIÓN: km 24+260 inicio km 23+460 fin			SONDAJE:		M-1		ING. ESP: E. GUERRERO			
MATERIAL: RECICLADO			PROFUND.:		-		TEC.LABOR: M. BEJAR			
3.- TAMIZADO					4.- RESUMEN					
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN	GENERALES	
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		DESCRIPCIÓN	VALOR
1	1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0	NO APLICA	Peso inicial seco sin lavar	1,286.5 gr.
2	1"	25.000	130.3	10.3	10.3	10.3	89.7		Peso final seco y lavado	1,261.0 gr.
3	3/4"	19.000	86.2	6.8	6.8	17.2	82.8		Peso de asfalto	25.6 gr.
4	1/2"	12.500	208.4	16.5	16.5	33.7	66.3			
5	3/8"	9.500	69.5	5.5	5.5	39.2	60.8		% Del Cemento Asfáltico	2.03 %
6	#4	4.750	155.9	12.4	12.4	51.6	48.4		CORRECCIÓN POR C.A.	3.30 % E.A.
7	#10	2.000	148.1	11.7	11.7	63.3	36.7		CARACTERÍSTICAS	
8	#40	0.425	171.3	13.6	13.6	76.9	23.1		Tamaño Máximo	1"
9	#100	0.180	100.7	8.0	8.0	84.9	15.1		Tamaño Nominal	3/4"
10	#200	0.075	57.8	4.6	4.6	89.5	10.5		Fracción < #4	610.7 g
11	Fondo	0.000	132.8	10.5	10.5	100.0	0.0		Grava	51.6% 650.30 g
12									Arena	37.9% 477.90 g
13									Finos < # 200	10.5% 132.77 g
14										
DATOS DE DISEÑO								COEFICIENTES		
DESCRIPCIÓN	VALOR		DESCRIPCIÓN	VALOR						
AGREGADO MINERAL	100	%	C.A. EN EMULSIÓN	61.4	%	D ₆₀			9.20	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	0.0	%	%CEMENTO ASFÁLTICO	2.03	%	D ₃₀			1.23	
AGUA POTABLE	2.0	%	AGUA EN EMULSIÓN	38.6	%	D ₁₀			0.07	
EMULSIÓN ASFÁLTICA	3.3	%				Uniformidad (Cu)				
						Curvatura (Cc)				
5.- CURVA GRANULOMÉTRICA										
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN										
EQ.	HORNO	BALANZA	CENTRIFUGA	TAMIZ #4	TAMIZ #8	TAMIZ #16	TAMIZ #30			
ID.	HOR 06	BADI 151	CEAS 05	TAM 225	TAM 564	TAM 152	TAM 251			



ENSAYO										
RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL (MTC - E-504)										
ICC.ENS.GOP.0001.XXX										
Versión: 1										
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTIÓN MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA								REGISTRO:	EN-M-031-2019
TRAMO:	Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)								FECHA:	09 ENERO 2019
LUGAR:	PUNO				CÓDIGO:	0977				
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.				ING. JEFE:	J.M.M.C.				
1 - MUESTRA								2 - PERSONAL		
UBICACIÓN:	Km 24+260 Inicio Km 23+460 Fin				SONDAJE:	M-1			ING. ESP.	E. GUERRERO
MATERIAL:	RECICLADO				PROFUND.:	-			TEC. LAB.	M. Bejar.
3- MARSHALL										
Tamiz	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº 10	Nº 40	Nº200		
Espec.	75 - 100	65 - 100	-	45 - 75	30 - 60	20 - 45	10 - 30	5 - 20		
	89.67	82.83	-	60.79	48.43	36.68	23.10	10.53		
PERDIDA ESTABILIDAD										
PROMEDIO										
ESPECIFICACIONES										
DESCRIPCIÓN										
Seco										
Saturado										
Número de Briqueta	1		2		3		1		3	
01 % Emulsion Asfáltica					3.30					
02 % C.A. Residual en la Mezcla					2.03					
03 % Grava Triturado en peso de la Mezcla					51.57					
04 % Arena Combinada en peso de Mezcla					48.43					
05 % Filler Cemento en peso de Mezcla					0.00					
06 Peso Especifico Aparente del C.A. gr/cc					1.023					
07 Peso Especifico Bulk gr/cc					2.559					
08 Peso Especifico Aparente de la Grava gr/cc					2.621					
09 Peso Especifico Bulk de la Arena gr/cc					2.660					
10 Peso Especifico Aparente de la Arena gr/cc					2.723					
11 Peso Especifico Aparente del Filler gr/cc					0.000					
12 Altura promedio de la Briqueta (cm)	6.64		6.65		6.66		6.66		6.67	
13 Peso de la Briqueta al aire (gr)	1193.2		1195.6		1195.3		1196.9		1196.9	
14 Peso de la Briqueta Saturada (gr)	1195.5		1198.1		1197.6		1198.1		1198.2	
15 Peso de la Briqueta en el agua (gr)	686.4		694.9		688.7		676.3		675.1	
16 Volumen de la briqueta (cc)	509.1		503.2		508.9		521.8		523.1	
17 Densidad Bulk de la Briqueta gr/cc (14/17)	2.344		2.376		2.349		2.294		2.288	
18 ASTM 2041 (RICE Teórico) gr/cc			2.607				2.607			
19 % Vacios 100x(19-18)/19	10.10		8.86		9.90		12.01		11.61	
20 Medida de la Estabilidad seca (Kg)	882.4		864.6		976.8		528.9		618.4	
21 Medida de la Estabilidad saturada (Kg)							597.5		582	
22 Factor de corrección de Estabilidad	1.02		1.04		1.02		0.98		0.99	
23 Estabilidad Corregida seca (Kg)	901		901		998				933	
24 Estabilidad Corregida Saturada (Kg)							519		611	
25 Gravedad Especifica de los Agregados			2.554							
26 Gravedad Especifica Bulk de los Agregados			2.693							
27 Porcentaje de Asfalto Absorbido			2.07							
28 Contenido de Asfalto Efectivo			1.03							
29 Vacios de Agregado Mineral	13.0		11.8		12.8				12.5	
30 VFA. = 29 - 20 / 29	22.2		24.8		22.6				23.2	
31 Estabilidad (Kg)									933	
32 Pérdida de Estabilidad (%)									38.8%	
33 Índice de Compactibilidad									-	
4- EQUIPOS DE MEDICION										
EQ	PRENSA	HORNO	BAÑO MARIA	TERMOMETROS			PIE DE REY	BALANZA		
ID	PREMA 10	HOR 06	BM 10	TBOL 80			VER 24	BADI 151		



ENSAYO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO MÉTODO ILLINOIS (RESEARCH REPORT)									
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611) LUGAR: PUNO SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.						REGISTRO: PE-0009-2019 FECHA: 09 ENERO 2019			
CÓDIGO: 977 RESIDENTE: M.L.L.C. ING. JEFE: J.M.M.C.									
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL					
UBICACIÓN: Km 24+260 Inicio Km 23+460 Fin MATERIAL: RECICLADO				SONDAJE: M-1 PROFUND.: -		ING.ESPEC.: E. GUERRERO TEC. LABORAT.: M. BEJAR			
AGREGADOS (%)		LIGANTE BITUMINOSO							
GRUESO	FINO	ASFALTO EN EMULSION (%)	AGUA EN EMULSION (%)	TIPO DE ASFALTO	CLASIFICACION PEN	ASFALTO RESIDUAL (%)	EMULSION ASFALTICA (%)		
51.6	48.4	61.4	38.6	-	-	2.03	3.30		
3.- ENSAYO									
ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA				EN SECO			EN HUMEDO		
ID. Especimen				1	2	3	4	5	6
Estabilidad Modificada (Kg)				901	901	998	519	611	584
Promedio Estabilidad Modificada (Kg)				933			571.2		
Temperatura Maxima de la Mezcla en Laboratorio				Temperatura de Ambiente			Temperatura de Ambiente		
PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO							38.8		
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN									
EQ.	PRENSA MARSHALL	BALANZA BADI	BAÑO MARIA						
ID	PREMA 10	BADI 151	BM 10						



ENSAYO																											
PROCTOR MODIFICADO																											
ICC.ENS.GOP.0001.004																											
Versión: 3																											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: ENS-P-0009-2019																					
Tramo: JULIACA - DV. PUTINA		CÓDIGO: 977																									
LUGAR: PUNO		RESIDENTE: M.L.L.C.				FECHA: 09 ENERO 2019																					
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.		ING. JEFE: J.M.M.C.																									
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL																							
UBICACIÓN: Km 24+260 Inicio Km 23+460 Fin		SONDAJE: M-1		ING. ESP E. GUERRERO																							
MATERIAL: ESTABILIZADO SUELO EMULSIÓN		PROFUND.: -		TEC. LAB. M. BEJAR																							
3.- DATOS PARA ENSAYO																											
Método de compactación : "C"		Número de golpes : 56		Número de capas : 5																							
4.- DENSIDAD HÚMEDA																											
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5																				
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,135	11,446	11,622	11,353																					
2	Peso del molde	g	6,691	6,691	6,691	6,691																					
3	Volumen del molde	cm ³	2,155	2,155	2,155	2,155																					
4	Peso suelo humedo (1) - (2)	g	4,444	4,755	4,931	4,662																					
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.06	2.21	2.29	2.16																					
5.- HUMEDAD																											
6	Id. Capsula		1	2	3	4																					
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	686.5	685.5	775.4	679.1																					
8	Peso del suelo seco+capsula	g	662.4	648.7	721.4	619.8																					
9	Peso del agua (7) - (8)	g	24.1	36.8	54.0	59.3																					
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0																					
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	662.4	648.7	721.4	619.8																					
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	3.64	5.67	7.49	9.57																					
6.- DENSIDAD SECA																											
Densidad seca (5)/(1+(12)/100)		g/cm ³	1.99	2.09	2.13	1.97																					
7.- CÁLCULOS				8.- GRÁFICO																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>Xⁿ</th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X³</td> <td>-0.003 054</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>0.044 587</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>-0.165 134</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>2.147 465</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Son los coeficientes que da la línea de tendencia (polinomio).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima :</td> <td>7.245</td> </tr> <tr> <td>Dénsidad máxima :</td> <td>2.130</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de grava :</td> <td>2.59</td> </tr> </tbody> </table>				DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.003 054	X ²	0.044 587	X ¹	-0.165 134	X ⁰	2.147 465	RESULTADOS		Humedad óptima :	7.245	Dénsidad máxima :	2.130	Peso específico de grava :	2.59	<p>$y = -0.003054x^3 + 0.044587x^2 - 0.165134x + 2.147465$</p>			
DENSIDAD SECA*																											
X ⁿ	Y=DS																										
X ³	-0.003 054																										
X ²	0.044 587																										
X ¹	-0.165 134																										
X ⁰	2.147 465																										
RESULTADOS																											
Humedad óptima :	7.245																										
Dénsidad máxima :	2.130																										
Peso específico de grava :	2.59																										
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																											
EQ.	BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA																						
ID.	BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 225	BADI 79																						
10.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES																											
PROCTOR REALIZADO DE LA GRANULOMETRIA DEL LAVADO N°1																											



ENSAYO						
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD						
ICC.ENS.GOP.0001.011						
Versión: 3						
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA					REGISTRO: ENS-L-0017-2019	
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)		CÓDIGO: 977			FECHA: 09 ENERO 2019	
LUGAR: PUNO		RESIDENTE: M.LLC.				
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.		ING. JEFE: J.M.M.C.				
1.- MUESTRA					2.- PERSONAL	
UBICACIÓN: km 24+260 inicio km 23+460 fin		SONDAJE: M-1			ING. ESPECIALISTA: E. GUERRERO	
MATERIAL: RECICLADO		PROFUND.: -			TEC.LABORATORIO: M.BEJAR	
3.-LÍMITE LÍQUIDO						
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS				
Nº Tara	ID	T-15	T-26	T-58		
Peso Tara + suelo húmedo	(g)	31.45	30.94	31.44		
Peso Tara + suelo seco	(g)	27.18	26.91	27.47		
Peso del agua	(g)	4.27	4.03	3.97		
Peso de la tara	(g)	13.40	13.40	13.60		
Peso del suelo seco	(g)	13.78	13.51	13.87		
Contenido de humedad	(%)	30.96	29.80	28.64		
Número de golpes		16	25	34		
4.-LÍMITE PLÁSTICO						
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS			RESUMEN	
Nº Tara	ID	T-24	T-67		CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Peso Tara + suelo húmedo	(g.)	22.06	22.52		LL (%)	30
Peso Tara + suelo seco	(g.)	20.45	20.96		LP (%)	23
Peso de la tara	(g.)	13.45	14.09		IP (%)	7
Peso del agua	(g.)	1.61	1.56			
Peso del suelo seco	(g.)	7.00	6.87			
Contenido de humedad	(%)	23.00	22.70			
LEYENDA: LL: LÍMITE LÍQUIDO		LP: LÍMITE PLÁSTICO			IP: ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
5.- CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES						
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQ	HORNO	BALANZA	TAMIZ #40			
ID	HOR 06	BADI 151	TAM 0145			



FORMATO										
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS							MTC E-502			
PROYECTO: SERVICIO DE GESTIÓN MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611) LUGAR: PUNO SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.							REGISTRO: ENS.LA-0032-2019		FECHA: 09 ENERO 2019	
CÓDIGO: 0977 RESIDENTE: M.L.L.C. ING. JEFE: J.M.M.C.							2.- PERSONAL ING. ESP: E. GUERRERO TEC.LABOR: M. BEJAR			
1.- MUESTRA UBICACIÓN: km 24+260 inicio km 23+460 fin MATERIAL: RECICLADO SONDAJE: M-2 PROFUND.: -							4.- RESUMEN			
3.- TAMIZADO							4.- RESUMEN			
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN	GENERALES	
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		DESCRIPCIÓN	VALOR
1	1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0	NO APLICA	Peso inicial seco sin lavar	1,254.2 gr.
2	1"	25.000	104.5	8.5	8.5	8.5	91.5		Peso final seco y lavado	1,229.4 gr.
3	3/4"	19.000	107.3	8.7	8.7	17.2	82.8		Peso de asfalto	24.8 gr.
	1/2"	12.500	201.9	16.4	16.4	33.7	66.3		% Del Cemento Asfáltico	2.02 %
4	3/8"	9.500	99.7	8.1	8.1	41.8	58.2		CORRECCIÓN POR C.A.	3.29 % E.A.
5	#4	4.750	152.6	12.4	12.4	54.2	45.8		CARACTERÍSTICAS	
6	#10	2.000	134.8	11.0	11.0	65.1	34.9		Tamaño Máximo	1 1/2"
7	#40	0.425	162.8	13.2	13.2	78.4	21.6		Tamaño Nominal	1"
8	#100	0.180	97.3	7.9	7.9	86.3	13.7		Fracción < #4	563.4 g
9	#200	0.075	61.4	5.0	5.0	91.3	8.7		Grava	54.2% 666.00 g
10	Fondo	0.000	107.1	8.7	8.7	100.0	0.0		Arena	37.1% 456.30 g
11									Finos < # 200	8.7% 107.10 g
12										
DATOS DE DISEÑO							COEFICIENTES			
DESCRIPCIÓN		VALOR		DESCRIPCIÓN		VALOR				
AGREGADO MINERAL		100 %		C.A. EN EMULSIÓN		61.4 %		D ₆₀		10.18
CEMENTO PORTLAND TIPO I		0.0 %		%CEMENTO ASFÁLTICO		2.03 %		D ₃₀		1.42
AGUA POTABLE		2.0 %		AGUA EN EMULSIÓN		38.6 %		D ₁₀		0.11
EMULSIÓN ASFÁLTICA		3.3 %						Uniformidad (Cu)		
								Curvatura (Cc)		
5.- CURVA GRANULOMÉTRICA										
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN										
EQ.	HORNO	BALANZA	CENTRIFUGA	TAMIZ #4	TAMIZ #8	TAMIZ #16	TAMIZ #30			
ID.	HOR 06	BADI 151	CEAS 05	TAM 225	TAM 564	TAM 152	TAM 251			



ENSAYO																		
RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL (MTC - E-504)																		
ICC.ENS.GOP.0001.XXX																		
Versión: 1																		
PROYECTO: SERVICIO DE GESTIÓN MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA							REGISTRO: EN-M-032-2019											
TRAMO: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)							FECHA: 09 ENERO 2019											
LUGAR: PUNO							CÓDIGO: 0977											
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.							ING. JEFE: J.M.M.C.											
1 - MUESTRA																		
UBICACIÓN: Km 24+260 Inicio Km 23+460 Fin							SONDAJE: M-2		ING. ESP. TEC. LAB.: E. GUERRERO M. Bejar.									
MATERIAL: RECICLADO							PROFUND.: -											
3 - MARSHALL																		
Tamiz	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	PERDIDA ESTABILIDAD			PROMEDIO	ESPECIFICACIONES					
Espec.	75 - 100	65 - 100	-	45 - 75	30 - 60	20 - 45	10 - 30	5 - 20										
	91.50	82.77	-	58.24	45.83	34.86	21.62	8.71										
DESCRIPCIÓN											Seco			Saturado				
Número de Briqueta					1	2	3	1	2	3								
01	% Emulsion Asfáltica										3.29							
02	% C.A. Residual en la Mezcla										2.02							
03	% Grava Triturado en peso de la Mezcla										54.17							
04	% Arena Combinada en peso de Mezcla										45.83							
05	% Filler Cemento en peso de Mezcla										0.00							
06	Peso Específico Aparente del C.A. gr/cc										1.023							
07	Peso Específico Bulk gr/cc										2.559							
08	Peso Específico Aparente de la Grava gr/cc										2.621							
09	Peso Específico Bulk de la Arena gr/cc										2.660							
10	Peso Específico Aparente de la Arena gr/cc										2.723							
11	Peso Específico Aparente del Filler gr/cc										0.000							
12	Altura promedio de la Briqueta (cm)										6.56	6.54	6.55	6.57	6.56	6.55		
13	Peso de la Briqueta al aire (gr)										1197.5	1201.4	1202.4	1195.2	1197.5	1197.6		
14	Peso de la Briqueta Saturada (gr)										1199.3	1203.2	1204.1	1197.1	1199.4	1199.2		
15	Peso de la Briqueta en el agua (gr)										684.1	687.2	691.4	672.4	675.8	677.2		
16	Volumen de la briqueta (cc)										515.2	516.0	512.7	524.7	523.6	522.0		
17	Densidad Bulk de la Briqueta gr/cc (14/17)										2.324	2.328	2.345	2.278	2.287	2.294	2.333	
18	ASTM 2041 (RICE Teórico) gr/cc										2.604			2.604				
19	% Vacíos 100x(19-18)/19										10.75	10.60	9.95	12.53	12.18	11.91	10.43 | 12.21	
20	Medida de la Estabilidad seca (Kg)										876.2	849.8	976.4				901	
21	Medida de la Estabilidad saturada (Kg)													543.0	624.2	572.3	580	
22	Factor de corrección de Estabilidad										1.00	1.00	1.01	0.97	0.97	0.98		
23	Estabilidad Corregida seca (Kg)										876	848	985				903	
24	Estabilidad Corregida Saturada (Kg)													527	608	561	566	
25	Gravedad Específica de los Agregados GSE= $\frac{100 - 01}{(02/08)+(03/10)+(06/12)}$										2.552							
26	Gravedad Específica Bulk de los Agregados GSB= $\frac{100 - 01}{(100/19)-(01/07)}$										2.690							
27	Porcentaje de Asfalto Absorbido PAA= $100 \times 07 \times \frac{25 - 26}{25 \times 26}$										2.06							
28	Contenido de Asfalto Efectivo PAE= $01 - 27 \times \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{100}$										1.07							
29	Vacíos de Agregado Mineral VMA= $100 - 18 \times \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{26}$										13.6	13.4	12.8				13.3	
30	Porcentaje de Vacíos Llenos de C.A. VFA= $\frac{29 - 20}{29}$										20.9	21.2	22.4				21.5	
31	Estabilidad (Kg)																903	
32	Pérdida de Estabilidad (%)																37.4%	
33	Índice de Compactibilidad																Mín. 230 Kg. Máx. 50% de desgaste	
4 - EQUIPOS DE MEDICIÓN																		
EQ	PRENSA MARSHALL	HORNO	BAÑO MARIA	TERMOMETROS			PIE DE REY	BALANZA										
ID	PREMA 10	HOR 06	BM 10	TBOL 80			VER 24	BADI 151										



ENSAYO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO MÉTODO ILLINOIS (RESEARCH REPORT)									
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: PE-0010-2019			
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)						CÓDIGO: 977			
LUGAR: PUNO						RESIDENTE: M.L.L.C.			
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.						ING. JEFE: J.M.M.C.			
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL			
UBICACIÓN: Km 24+260 Inicio km 23+460 fin				SONDAJE: M-2		ING.ESPEC.: E. GUERRERO			
MATERIAL: RECICLADO				PROFUND.: -		TEC. LABORAT.: M. BEJAR			
AGREGADOS (%)		LIGANTE BITUMINOSO							
GRUESO	FINO	ASFALTO EN EMULSION (%)	AGUA EN EMULSION (%)	TIPO DE ASFALTO	CLASIFICACION PEN	ASFALTO RESIDUAL (%)	EMULSION ASFALTICA (%)		
54.2	45.8	61.4	38.6	-	-	2.02	3.29		
3.- ENSAYO									
ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA				EN SECO			EN HUMEDO		
ID. Especimen				1	2	3	4	5	6
Estabilidad Modificada (Kg)				876	848	985	527	608	561
Promedio Estabilidad Modificada (Kg)				903			565.5		
Temperatura Maxima de la Mezcla en Laboratorio				Temperatura de Ambiente			Temperatura de Ambiente		
PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO							37.4		
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN									
EQ.	PRENSA MARSHALL	BALANZA BADI	BAÑO MARIA						
ID	PREMA 10	BADI 151	BM 10						



ENSAYO																										
PROCTOR MODIFICADO																										
ICC.ENS.GOP.0001.004																										
Versión: 3																										
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILULAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILULAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA					REGISTRO: ENS-P-0010-2019																					
Tramo: JULIACA - DV. PUTINA			CÓDIGO: 977																							
LUGAR: PUNO			RESIDENTE: M.L.L.C.		FECHA: 09 ENERO 2019																					
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.			ING. JEFE: J.M.M.C.																							
1.- MUESTRA					2.- PERSONAL																					
UBICACIÓN: Km 24+260 Inicio Km 23+460 Fin			SONDAJE: M-1		ING. ESP E. GUERRERO																					
MATERIAL: ESTABILIZADO SUELO EMULSIÓN			PROFUND.: -		TEC. LAB. M. BEJAR																					
3.- DATOS PARA ENSAYO																										
Método de compactación : "C"			Número de golpes : 56		Número de capas : 5																					
4.- DENSIDAD HÚMEDA																										
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5																			
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,188	11,462	11,618	11,474																				
2	Peso del molde	g	6,691	6,691	6,691	6,691																				
3	Volumen del molde	cm ³	2,155	2,155	2,155	2,155																				
4	Peso suelo humedo (1) - (2)	g	4,497	4,771	4,927	4,783																				
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.09	2.21	2.29	2.22																				
5.- HUMEDAD																										
6	Id. Capsula		1	2	3	4																				
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	641.5	677.4	670.1	700.7																				
8	Peso del suelo seco+capsula	g	618.7	641.5	621.7	640.8																				
9	Peso del agua (7) - (8)	g	22.8	35.9	48.4	59.9																				
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0																				
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	618.7	641.5	621.7	640.8																				
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	3.69	5.60	7.79	9.35																				
6.- DENSIDAD SECA																										
Densidad seca (5)/(1+(12)/100)		g/cm ³	2.01	2.10	2.12	2.03																				
7.- CÁLCULOS			8.- GRÁFICO																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>Xⁿ</th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X³</td> <td>-0.001 874</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>0.024 002</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>-0.056 045</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>1.986 972</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Son los coeficientes que da la línea de tendencia (polinomio).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima :</td> <td>7.143</td> </tr> <tr> <td>Dénsidad máxima :</td> <td>2.128</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de grava :</td> <td>2.59</td> </tr> </tbody> </table>			DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.001 874	X ²	0.024 002	X ¹	-0.056 045	X ⁰	1.986 972	RESULTADOS		Humedad óptima :	7.143	Dénsidad máxima :	2.128	Peso específico de grava :	2.59	$y = -0.001874x^3 + 0.024002x^2 - 0.056045x + 1.986972$			
DENSIDAD SECA*																										
X ⁿ	Y=DS																									
X ³	-0.001 874																									
X ²	0.024 002																									
X ¹	-0.056 045																									
X ⁰	1.986 972																									
RESULTADOS																										
Humedad óptima :	7.143																									
Dénsidad máxima :	2.128																									
Peso específico de grava :	2.59																									
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																										
EQ.	BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA																					
ID.	BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 225	BADI 79																					
10.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES																										
PROCTOR REALIZADO DE LA GRANULOMETRIA DEL LAVADO N°2																										



FORMATO										
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS							MTC E-502			
PROYECTO: SERVICIO DE GESTIÓN MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA							REGISTRO: ENS.LA-0046-2019			
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)							CÓDIGO: 0977			
LUGAR: PUNO							RESIDENTE M.L.L.C.			
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C							ING. JEFE J.M.M.C.			
FECHA: 19 ENERO 2019										
1.- MUESTRA					2.- PERSONAL					
UBICACIÓN: Km 25+550 Inicio Km 24+940 Fin					SONDAJE: M-2					
MATERIAL: RECICLADO					PROFUND.: -					
3.- TAMIZADO					4.- RESUMEN					
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN	GENERALES	
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		DESCRIPCIÓN	VALOR
1	1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0	NO APLICA	Peso inicial seco sin lavar	1,070.8 gr.
2	1"	25.000	19.5	1.9	1.9	1.9	98.1		Peso final seco y lavado	1,049.8 gr.
3	3/4"	19.000	61.5	5.9	5.9	7.7	92.3		Peso de asfalto	21.0 gr.
	1/2"	12.500	150.4	14.3	14.3	22.0	78.0			
4	3/8"	9.500	87.2	8.3	8.3	30.3	69.7		% Del Cemento Asfáltico	2.00 %
5	#4	4.750	220.3	21.0	21.0	51.3	48.7		CORRECCIÓN POR C.A.	3.26 % E.A.
6	#10	2.000	99.8	9.5	9.5	60.8	39.2		CARACTERÍSTICAS	
7	#40	0.425	50.5	4.8	4.8	65.7	34.3		Tamaño Máximo	1 1/2"
	#100	0.180	33.6	3.2	3.2	68.9	31.1		Tamaño Nominal	1"
8	#200	0.075	54.4	5.2	5.2	74.0	26.0		Fracción < #4	510.9 g
9	Fondo	0.000	272.6	26.0	26.0	100.0	0.0		Grava	51.3% 538.95 g
10									Arena	22.7% 238.28 g
11								Finos < # 200	26.0% 272.61 g	
12										
DATOS DE DISEÑO					COEFICIENTES					
DESCRIPCIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	VALOR	D ₆₀	7.32					
AGREGADO MINERAL	100 %	C.A. EN EMULSIÓN	61.4 %	D ₃₀	0.24					
CEMENTO PORTLAND TIPO I	8.0 %	%CEMENTO ASFÁLTICO	2.03 %	D ₁₀	0.03					
AGUA POTABLE	2.0 %	AGUA EN EMULSIÓN	38.6 %	Uniformidad (Cu)						
EMULSIÓN ASFÁLTICA	3.3 %			Curvatura (Cc)						
5.- CURVA GRANULOMÉTRICA										
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN										
EQ.	HORNO	BALANZA	CENTRIFUGA	TAMIZ #4	TAMIZ #8	TAMIZ #16	TAMIZ #30			
ID.	HOR 06	BADI 151	CEAS 05	TAM 225	TAM 564	TAM 152	TAM 251			



ENSAYO													
RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL (MTC - E-504)													
ICC.ENS.GOP.0001.XXX													
Versión: 1													
PROYECTO: SERVICIO DE GESTIÓN MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO: EN-M-046-2019			
TRAMO: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)										FECHA: 19 ENERO 2019			
LUGAR: PUNO										CÓDIGO: 0977			
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.										ING. JEFE: J.M.M.C.			
1 - MUESTRA						2 - PERSONAL							
UBICACIÓN: Km 25+550 Inicio Km 24+940 Fin						SONDAJE: M-2							
MATERIAL: RECICLADO						PROFUND.: -							
3 - MARSHALL													
Tamiz	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	PERDIDA ESTABILIDAD			PROMEDIO	ESPECIFICACIONES
Espec.	75 - 100	65 - 100	-	45 - 75	30 - 60	20 - 45	10 - 30	5 - 20					
	98.15	92.29	-	69.65	48.66	39.16	34.34	25.97					
DESCRIPCIÓN													
Seco													
Saturado													
Número de Briqueta	1			2			3						
01	% Emulsion Asfaltica						3.26						
02	% C.A. Residual en la Mezcla						2.00						
03	% Grava Triturado en peso de la Mezcla						51.34						
04	% Arena Combinada en peso de Mezcla						48.66						
05	% Filler Cemento en peso de Mezcla						0.00						
06	Peso Especifico Aparente del C.A. gr/cc						1.023						
07	Peso Especifico Bulk gr/cc						2.559						
08	Peso Especifico Aparente de la Grava gr/cc						2.621						
09	Peso Especifico Bulk de la Arena gr/cc						2.660						
10	Peso Especifico Aparente de la Arena gr/cc						2.723						
11	Peso Especifico Aparente del Filler gr/cc						0.000						
12	Altura promedio de la Briqueta (cm)			6.80	6.81	6.83	6.82	6.80	6.82				
13	Peso de la Briqueta al aire (gr)			1194.2	1204.1	1208.2	1195.5	1193.9	1199.7				
14	Peso de la Briqueta Saturada (gr)			1196.4	1207.0	1210.3	1197.4	1195.3	1203.2				
15	Peso de la Briqueta en el agua (gr)			678.2	689.8	688.1	664.5	664.7	664.2				
16	Volumen de la briqueta (cc)			518.3	517.1	522.2	532.9	530.6	539.0				
17	Densidad Bulk de la Briqueta gr/cc (14/17)			2.304	2.328	2.314	2.243	2.250	2.226	2.316			
18	ASTM 2041 (RICE Teórico) gr/cc			2.607			2.607						
19	% Vacios 100x(19-18)/19			11.62	10.69	11.25	13.95	13.70	14.62	11.19	14.09		
20	Medida de la Estabilidad seca (Kg)			895.5	838.7	1002.1				912			
21	Medida de la Estabilidad saturada (Kg)						524.7	610.4	574.8	570			
22	Factor de corrección de Estabilidad			0.99	0.99	0.98	0.95	0.95	0.93				
23	Estabilidad Corregida seca (Kg)			886	833	979				900			
24	Estabilidad Corregida Saturada (Kg)						497	582	533	537			
25	Gravedad Especifica de los Agregados $GSE = \frac{100 - 01}{(02/08)+(03/10)+(06/12)}$			2.555									
26	Gravedad Especifica Bulk de los Agregados $GSB = \frac{100 - 01}{(100/19)-(01/07)}$			2.692									
27	Porcentaje de Asfalto Absorvido $PAA = 100x 07 x \frac{25 - 26}{25 x 26}$			2.04									
28	Contenido de Asfalto Efectivo $PAE = 01 - 27 x \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{100}$			1.01									
29	Vacios de Agregado Mineral $VMA = 100 - 18 x \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{26}$			14.4	13.5	14.1				14.0			
30	Porcentaje de Vacios llenos de C.A. $VFA = \frac{29 - 20}{29}$			19.4	20.9	20.0				20.1			
31	Estabilidad (Kg)									900	Mín. 230 Kg.		
32	Pérdida de Estabilidad (%)									40.3%	Máx. 50% de desgaste		
33	Indice de Compactibilidad									-			
4: EQUIPOS DE MEDICION													
EQ	PRENSA MARSHALL	HORNO	BAÑO MARIA	TERMOMETROS			PIE DE REY		BALANZA				
ID	PREMA 10	HOR 06	BM 10	TBOL 80			VER 24		BADI 151				



ENSAYO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO MÉTODO ILLINOIS (RESEARCH REPORT)								
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO:	PE-0024-2019	
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)						CÓDIGO:	977	
LUGAR: PUNO						RESIDENTE:	M.L.L.C.	
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.						ING. JEFE:	J.M.M.C.	
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL		
UBICACIÓN: Km 25+550 Inicio Km 24+940 Fin				SONDAJE:	M-2	ING.ESPEC.:	E. GUERRERO	
MATERIAL: RECICLADO				PROFUND.:	-	TEC. LABORAT.:	M. BEJAR	
AGREGADOS (%)		LIGANTE BITUMINOSO						
GRUESO	FINO	ASFALTO EN EMULSION (%)	AGUA EN EMULSION (%)	TIPO DE ASFALTO	CLASIFICACION PEN	ASFALTO RESIDUAL (%)	EMULSION ASFALTICA (%)	
51.3	48.7	61.4	38.6	-	-	2	3.26	
3.- ENSAYO								
ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA			EN SECO			EN HUMEDO		
ID. Especimen			1	2	3	4	5	6
Estabilidad Modificada (Kg)			886	833	979	497	582	533
Promedio Estabilidad Modificada (Kg)			900			537.3		
Temperatura Maxima de la Mezcla en Laboratorio			Temperatura de Ambiente			Temperatura de Ambiente		
PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO						40.3		
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN								
EQ.	PRENSA MARSHALL	BALANZA BADI	BAÑO MARIA					
ID	PREMA 10	BADI 151	BM 10					



ENSAYO																											
PROCTOR MODIFICADO																											
ICC.ENS.GOP.0001.004																											
Versión: 3																											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: ENS-P-0024-2019																					
Tramo: JULIACA - DV. PUTINA			CÓDIGO: 977																								
LUGAR: PUNO			RESIDENTE: M.L.L.C.			FECHA: 19 ENERO 2019																					
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.			ING. JEFE: J.M.M.C.																								
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL																					
UBICACIÓN: Km 25+550 Inicio Km 24+940 Fin			SONDAJE: M-1			ING. ESP: E. GUERRERO																					
MATERIAL: ESTABILIZADO SUELO EMULSIÓN			PROFUND.: -			TEC. LAB.: M. BEJAR																					
3.- DATOS PARA ENSAYO																											
Método de compactación :		"C"		Número de golpes :		56																					
				Número de capas :		5																					
4.- DENSIDAD HÚMEDA																											
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5																				
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,030	11,242	11,487	11,353																					
2	Peso del molde	g	6,691	6,691	6,691	6,691																					
3	Volumen del molde	cm ³	2,155	2,155	2,155	2,155																					
4	Peso suelo humedo (1) - (2)	g	4,339	4,551	4,796	4,662																					
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.01	2.11	2.23	2.16																					
5.- HUMEDAD																											
6	Id. Capsula		1	2	3	4																					
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	685.4	679.0	769.9	677.7																					
8	Peso del suelo seco+capsula	g	660.8	644.4	717.6	616.5																					
9	Peso del agua (7) - (8)	g	24.6	34.6	52.3	61.2																					
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0																					
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	660.8	644.4	717.6	616.5																					
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	3.72	5.37	7.29	9.93																					
6.- DENSIDAD SECA																											
Densidad seca (5)/(1+(12)/100)		g/cm ³	1.94	2.00	2.07	1.97																					
7.- CÁLCULOS				8.- GRÁFICO																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>Xⁿ</th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X³</td> <td>-0.002 639</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>0.042 746</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>-0.184 944</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>2.173 456</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Son los coeficientes que da la línea de tendencia (polinomio).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima :</td> <td>7.806</td> </tr> <tr> <td>Dénsidad máxima :</td> <td>2.079</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de grava :</td> <td>2.59</td> </tr> </tbody> </table>				DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.002 639	X ²	0.042 746	X ¹	-0.184 944	X ⁰	2.173 456	RESULTADOS		Humedad óptima :	7.806	Dénsidad máxima :	2.079	Peso específico de grava :	2.59	<p>$y = -0.002639x^3 + 0.042746x^2 - 0.184944x + 2.173456$</p>			
DENSIDAD SECA*																											
X ⁿ	Y=DS																										
X ³	-0.002 639																										
X ²	0.042 746																										
X ¹	-0.184 944																										
X ⁰	2.173 456																										
RESULTADOS																											
Humedad óptima :	7.806																										
Dénsidad máxima :	2.079																										
Peso específico de grava :	2.59																										
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																											
EQ.	BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA																						
ID.	BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 225	BADI 79																						
10.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES																											
PROCTOR REALIZADO DE LA GRANULOMETRIA DEL LAVADO N°2																											



FORMATO											
EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS							MTC E-502				
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA-PUTINA-ORIENTAL-SANDIA-SAN IGNACIO- PUNTA DE CARRETERA Y DV. DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA							REGISTRO:		ENS.LA-0041-2019		
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)							CÓDIGO:		0977		
LUGAR: PUNO							RESIDENTE		M.L.L.C.		
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.							ING. JEFE		J.M.M.C.		
							FECHA:		14 ENERO 2019		
1.- MUESTRA							2.- PERSONAL				
UBICACIÓN: KM 26+930 inicio KM 25+750 final							SONDAJE:		M-1		
MATERIAL: RECICLADO							PROFUND.:		-		
3.- TAMIZADO							4.- RESUMEN				
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN	GENERALES		
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		DESCRIPCIÓN	VALOR	
1	1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Peso inicial seco sin lavar	1,023.0 gr.	
2	1"	25.000	90.4	9.0	9.0	9.0	91.0		Peso final seco y lavado	1,002.7 gr.	
3	3/4"	19.000	51.7	5.2	5.2	14.2	85.8		Peso de asfalto	20.3 gr.	
4	1/2"	12.500	145.2	14.5	14.5	28.7	71.3				
5	3/8"	9.500	62.8	6.3	6.3	34.9	65.1	NO APLICA	% Del Cemento Asfáltico	2.02 %	
6	#4	4.750	162.3	16.2	16.2	51.1	48.9		CORRECCIÓN POR C.A.	3.29 % E.A.	
7	#10	2.000	203.3	20.3	20.3	71.4	28.6		CARACTERÍSTICAS		
8	#40	0.425	136.7	13.6	13.6	85.0	15.0		Tamaño Máximo	1"	
9	#100	0.180	63.7	6.4	6.4	91.4	8.6		Tamaño Nominal	3/4"	
10	#200	0.075	38.7	3.9	3.9	95.2	4.8		Fracción < #4	490.3 g	
11	Fondo	0.000	47.9	4.8	4.8	100.0	0.0		Grava	51.1% 512.40 g	
12									Arena	44.1% 442.40 g	
13									Finos < # 200	4.8% 47.94 g	
14											
DATOS DE DISEÑO							COEFICIENTES				
DESCRIPCIÓN			VALOR		DESCRIPCIÓN				VALOR		
AGREGADO MINERAL			100 %		C.A. EN EMULSIÓN				61.4 %		D ₆₀
CEMENTO PORTLAND TIPO I			0.0 %		%CEMENTO ASFÁLTICO				2.03 %		D ₃₀
AGUA POTABLE			2.0 %		AGUA EN EMULSIÓN			38.6 %		D ₁₀	
EMULSIÓN ASFÁLTICA			3.3 %							Uniformidad (Cu)	
										Curvatura (Cc)	
5.- CURVA GRANULOMÉTRICA											
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN											
EQ.	HORNO	BALANZA	CENTRIFUGA	TAMIZ #4	TAMIZ #8	TAMIZ #16	TAMIZ #30				
ID.	HOR 06	BADI 151	CEAS 05	TAM 225	TAM 564	TAM 152	TAM 251				



ENSAYO											
RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL (MTC - E-504)											
ICC.ENS.GOP.0001.XXX											
Versión: 1											
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTIÓN MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA								REGISTRO:	EN-M-041-2019	
TRAMO:	Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)								FECHA:	14 ENERO 2019	
LUGAR:	PUNO								CÓDIGO:	0977	
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.								ING. JEFE:	J.M.M.C.	
1 - MUESTRA								2 - PERSONAL			
UBICACIÓN:	Km 26+930 Inicio Km 25+750 Fin				SONDAJE:	M-1		ING. ESP.	E. GUERRERO		
MATERIAL:	RECICLADO				PROFUND.:	-		TEC. LAB.	M. Bejar.		
3- MARSHALL											
Tamiz	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº 10	Nº 40	Nº 200			
Espec.	75 - 100	65 - 100	-	45 - 75	30 - 60	20 - 45	10 - 30	5 - 20			
	90.98	85.83	-	65.09	48.90	28.63	14.99	4.78			
DESCRIPCIÓN			Seco				Saturado			PROMEDIO	ESPECIFICACIONES
Número de Briqueta			1	2	3	1	2	3			
01	% Emulsion Asfáltica							3.29			
02	% C.A. Residual en la Mezcla							2.02			
03	% Grava Triturado en peso de la Mezcla							51.10			
04	% Arena Combinada en peso de Mezcla							48.90			
05	% Filler Cemento en peso de Mezcla							0.00			
06	Peso Especifico Aparente del C.A. gr/cc							1.023			
07	Peso Especifico Bulk gr/cc							2.559			
08	Peso Especifico Aparente de la Grava gr/cc							2.621			
09	Peso Especifico Bulk de la Arena gr/cc							2.660			
10	Peso Especifico Aparente de la Arena gr/cc							2.723			
11	Peso Especifico Aparente del Filler gr/cc							0.000			
12	Altura promedio de la Briqueta (cm)			6.48	6.47	6.44	6.46	6.45	6.45		
13	Peso de la Briqueta al aire (gr)			1170.2	1170.8	1166.7	1170.4	1169.3	1169.2		
14	Peso de la Briqueta Saturada (gr)			1172.3	1173.2	1169.1	1172.9	1171.8	1171.3		
15	Peso de la Briqueta en el agua (gr)			679.2	674.3	676.5	660.7	664.9	667.1		
16	Volumen de la briqueta (cc)			493.1	498.9	492.6	512.2	506.9	504.2		
17	Densidad Bulk de la Briqueta gr/cc (14/17)			2.373	2.347	2.368	2.285	2.307	2.319	2.363	
18	ASTM 2041 (RICE Teórico) gr/cc							2.607			
19	% Vacios 100x(19-18)/19			8.98	10.00	9.16	12.36	11.53	11.06	9.38 | 11.65	
20	Medida de la Estabilidad seca (Kg)			1030.4	1112.7	1103.9				1082	
21	Medida de la Estabilidad saturada (Kg)						687.4	709.2	598.5	665	
22	Factor de corrección de Estabilidad			1.08	1.06	1.08	1.01	1.03	1.04		
23	Estabilidad Corregida seca (Kg)			1110	1176	1191				1159	
24	Estabilidad Corregida Saturada (Kg)						696	730	622	683	
25	Gravedad Especifica de los Agregados $GSE = \frac{100 - 01}{(02/08) + (03/10) + (06/12)}$							2.555			
26	Gravedad Especifica Bulk de los Agregados $GSB = \frac{100 - 01}{(100/19) - (01/07)}$							2.693			
27	Porcentaje de Asfalto Absorbido $PAA = 100x \frac{07 x 25 - 26}{25 x 26}$							2.06			
28	Contenido de Asfalto Efectivo $PAE = 01 - 27 x \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{100}$							1.01			
29	Vacios de Agregado Mineral $VMA = 100 - 18 x \frac{02 + 03 + 04 + 05 + 06}{26}$			11.9	12.9	12.1				12.3	
30	Porcentaje de Vacios llenos de C.A. $VFA = \frac{29 - 20}{29}$			24.4	22.3	24.0				23.6	
31	Estabilidad (Kg)									1159	Mín. 230 Kg.
32	Pérdida de Estabilidad (%)									41.1%	Máx. 50% de desgaste
33	Indice de Compactibilidad									-	
4- EQUIPOS DE MEDICION											
EQ	PRENSA	HORNO	BAÑO MARIA	TERMOMETROS			PIE DE REY	BALANZA			
ID	PREMA 10	HOR 06	BM 10	TBOL 80			VER 24	BADI 151			



ENSAYO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO MÉTODO ILLINOIS (RESEARCH REPORT)								
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO:	PE-0019-2019	
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)						CÓDIGO:	977	
LUGAR: PUNO						RESIDENTE:	M.L.L.C.	
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.						ING. JEFE:	J.M.M.C.	
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL		
UBICACIÓN: Km 26+930 Inicio Km 25+750 Fin				SONDAJE:	M-1	ING.ESPEC.:	E. GUERRERO	
MATERIAL: RECICLADO				PROFUND.:	-	TEC. LABORAT.:	M. BEJAR	
AGREGADOS (%)		LIGANTE BITUMINOSO						
GRUESO	FINO	ASFALTO EN EMULSION (%)	AGUA EN EMULSION (%)	TIPO DE ASFALTO	CLASIFICACION PEN	ASFALTO RESIDUAL (%)	EMULSION ASFALTICA (%)	
51.1	48.9	61.4	38.6	-	-	2.02	3.29	
3.- ENSAYO								
ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA			EN SECO			EN HUMEDO		
ID. Especimen			1	2	3	4	5	6
Estabilidad Modificada (Kg)			1110	1176	1191	696	730	622
Promedio Estabilidad Modificada (Kg)			1159			682.5		
Temperatura Maxima de la Mezcla en Laboratorio			Temperatura de Ambiente			Temperatura de Ambiente		
PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD DESPUES DEL SATURADO						41.1		
4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN								
EQ.	PRENSA MARSHALL	BALANZA BADI	BAÑO MARIA					
ID	PREMA 10	BADI 151	BM 10					



ENSAYO																											
PROCTOR MODIFICADO																											
ICC.ENS.GOP.0001.004																											
Versión: 3																											
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA						REGISTRO: ENS-P-0019-2019																					
Tramo: JULIACA - DV. PUTINA				CÓDIGO: 977																							
LUGAR: PUNO				RESIDENTE: M.L.L.C.		FECHA: 14 ENERO 2019																					
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.				ING. JEFE: J.M.M.C.																							
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL																					
UBICACIÓN: Km 26+930 Inicio Km 25+750 Fin				SONDAJE: M-1		ING. ESP E. GUERRERO																					
MATERIAL: ESTABILIZADO SUELO EMULSIÓN				PROFUND.: -		TEC. LAB. M. BEJAR																					
3.- DATOS PARA ENSAYO																											
Método de compactación :		"C"		Número de golpes :		56																					
				Número de capas :		5																					
4.- DENSIDAD HÚMEDA																											
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5																				
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,051	11,282	11,462	11,373																					
2	Peso del molde	g	6,691	6,691	6,691	6,691																					
3	Volumen del molde	cm ³	2,128	2,128	2,128	2,128																					
4	Peso suelo húmedo (1) - (2)	g	4,360	4,591	4,771	4,682																					
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.05	2.16	2.24	2.20																					
5.- HUMEDAD																											
6	Id. Capsula		1	2	3	4																					
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	668.2	694.4	662.7	637.2																					
8	Peso del suelo seco+capsula	g	644.7	656.3	614.5	581.2																					
9	Peso del agua (7) - (8)	g	23.5	38.1	48.2	56.0																					
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0																					
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	644.7	656.3	614.5	581.2																					
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	3.65	5.81	7.84	9.64																					
6.- DENSIDAD SECA																											
Densidad seca (5)/(1+(12)/100)		g/cm ³	1.98	2.04	2.08	2.01																					
7.- CÁLCULOS				8.- GRÁFICO																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <th>Xⁿ</th> <th>Y=DS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X³</td> <td>-0.002 240</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>0.036 541</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>-0.163 849</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>2.197 045</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Son los coeficientes que da la línea de tendencia (polinomio).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Humedad óptima :</td> <td>7.715</td> </tr> <tr> <td>Densidad máxima :</td> <td>2.079</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de grava :</td> <td>2.59</td> </tr> </tbody> </table>				DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.002 240	X ²	0.036 541	X ¹	-0.163 849	X ⁰	2.197 045	RESULTADOS		Humedad óptima :	7.715	Densidad máxima :	2.079	Peso específico de grava :	2.59	$y = -0.002240x^3 + 0.036541x^2 - 0.163849x + 2.197045$			
DENSIDAD SECA*																											
X ⁿ	Y=DS																										
X ³	-0.002 240																										
X ²	0.036 541																										
X ¹	-0.163 849																										
X ⁰	2.197 045																										
RESULTADOS																											
Humedad óptima :	7.715																										
Densidad máxima :	2.079																										
Peso específico de grava :	2.59																										
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																											
EQ.	BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA																						
ID.	BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 225	BADI 79																						
10.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES																											
PROCTOR REALIZADO DE LA GRANULOMETRIA DEL LAVADO N°1																											



ENSAYO						
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD						
ICC.ENS.GOP.0001.011						
Versión: 3						
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA					REGISTRO: ENS-L-0022-2019	
Tramo: Tramo 1: Juliaca (KM 2+940) - Dv. Putina (KM 47+611)			CÓDIGO: 977		FECHA: 14 ENERO 2019	
LUGAR: PUNO			RESIDENTE: M.L.L.C.			
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.			ING. JEFE: J.M.M.C.			
1.- MUESTRA			2.- PERSONAL			
UBICACIÓN: Km 26+930 Inicio KM 25+750 final			SONDAJE: M-1		ING. ESPECIALISTA: E. GUERRERO	
MATERIAL: RECICLADO			PROFUND.: -		TEC.LABORATORIO: M.BEJAR	
3.-LÍMITE LÍQUIDO						
DESCRIPCIÓN		UND	MUESTRAS			
Nº Tara	ID		T-26	T-67	T-83	
Peso Tara + suelo húmedo	(g)		31.51	31.39	31.60	
Peso Tara + suelo seco	(g)		27.18	27.31	27.57	
Peso del agua	(g)		4.33	4.08	4.03	
Peso de la tara	(g)		13.40	13.80	13.70	
Peso del suelo seco	(g)		13.78	13.51	13.87	
Contenido de humedad	(%)		31.39	30.23	29.07	
Número de golpes			12	22	33	
4.-LÍMITE PLÁSTICO					RESUMEN	
DESCRIPCIÓN		UND	MUESTRAS		CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Nº Tara	ID		T-38	T-78		
Peso Tara + suelo húmedo	(g)		24.38	23.67	LL (%)	30
Peso Tara + suelo seco	(g)		22.61	21.95	LP (%)	22
Peso de la tara	(g)		14.61	14.08	IP (%)	8
Peso del agua	(g)		1.77	1.72		
Peso del suelo seco	(g)		8.00	7.87		
Contenido de humedad	(%)		22.17	21.87		
LEYENDA: LL: LÍMITE LÍQUIDO		LP: LÍMITE PLÁSTICO			IP: ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
5.- CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES						
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQ	HORNO	BALANZA	TAMIZ #40			
ID	HOR 06	BADI 151	TAM 0145			



ANEXO 5

CERTIFICADOS DE CONTROL DE DENSIDAD DE CAMPO IN-SITU

ENSAYO														
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA														
ICC.ENS.GOP.0001.020														
Versión: 2														
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO:	ENS.DMN.002.2019		
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA										CÓDIGO:	977		
LUGAR:	PUNO										RESIDENTE:	M.L.L.C.		
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.										ING. JEFE:	J.M.M.C.		
FECHA:											08 ENERO 2019			
1.- MUESTRA											2.- PERSONAL			
UBICACIÓN:	DEL KM: 15+840 AL KM: 15+000										SONDAJE:	-	OPERADOR:	A.ZAMBRANO
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA										PROFUND.:	-	ASISTENTE:	-
3.- DENSIDAD														
Óptimo contenido de humedad:			7.96 %		Máxima densidad seca en laboratorio:			2.13 %		Grado compactación requerido:			100%	
REFERENCIAS DEL ENSAYO							RESULTADOS							
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densimetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$			
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 800			x	15	2.258	4.9	2.153	2.130	101.1%	100.2	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 760		x		15	2.266	5.1	2.156	2.130	101.2%	100.3	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 720	x			15	2.233	4.1	2.145	2.130	100.7%	100.0	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 680			x	15	2.203	3.4	2.131	2.130	100.0%	99.5	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 640		x		15	2.265	5.2	2.153	2.130	101.1%	100.2	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 600	x			15	2.240	4.3	2.148	2.130	100.8%	100.1	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 560			x	15	2.214	3.8	2.133	2.130	100.1%	99.6	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 520		x		15	2.265	5.1	2.155	2.130	101.2%	100.3	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 480	x			15	2.274	5.5	2.155	2.130	101.2%	100.3	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 440			x	15	2.230	4.5	2.134	2.130	100.2%	99.6	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 400		x		15	2.264	4.9	2.158	2.130	101.3%	100.4	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 360	x			15	2.280	5.3	2.165	2.130	101.7%	100.6	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 320			x	15	2.260	5.6	2.140	2.130	100.5%	99.8	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 280		x		15	2.257	4.4	2.162	2.130	101.5%	100.5	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 240	x			15	2.265	4.9	2.159	2.130	101.4%	100.4	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 200			x	15	2.249	4.4	2.154	2.130	101.1%	100.3	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 160		x		15	2.285	4.9	2.178	2.130	102.3%	101.0	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 120	x			15	2.252	4.4	2.157	2.130	101.3%	100.3	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 080			x	15	2.275	5.5	2.156	2.130	101.2%	100.3	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 040		x		15	2.258	5.2	2.146	2.130	100.8%	100.0	Aprobado	
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 000	x			15	2.241	4.9	2.136	2.130	100.3%	99.7	Aprobado	
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN														
EQ.	DOSÍMETRO		DENSIMETRO		DETECTOR DE									
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001									



ENSAYO																	
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA																	
ICC.ENS.GOP.0001.020																	
Versión: 2																	
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO:	ENS.DMN.001.2019					
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA					CÓDIGO:	977										
LUGAR:	PUNO					RESIDENTE:	M.L.L.C.										
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.					ING. JEFE:	J.M.M.C.										
1.- MUESTRA										2.- PERSONAL							
UBICACIÓN:	DEL KM: 16+360 AL KM: 15+840					SONDAJE:	-			OPERADOR:	A.ZAMBRANO						
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA					PROFUND.:	-			ASISTENTE:	-						
3.- DENSIDAD																	
Óptimo contenido de humedad:			7.76 %			Máxima densidad seca en laboratorio:			2.13 %			Grado compactación requerido:			100%		
REFERENCIAS DEL ENSAYO						RESULTADOS											
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densimetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$						
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	016 + 360		x		15	2.249	4.7	2.148	2.134	100.7%	99.9	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	016 + 320	x			15	2.242	4.4	2.148	2.134	100.6%	99.9	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	016 + 280			x	15	2.209	3.8	2.128	2.134	99.7%	99.3	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	016 + 240		x		15	2.231	4.1	2.143	2.134	100.4%	99.7	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	016 + 200	x			15	2.250	4.7	2.149	2.134	100.7%	99.9	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	016 + 160			x	15	2.243	3.5	2.167	2.134	101.6%	100.5	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	016 + 120		x		15	2.245	4.5	2.148	2.134	100.7%	99.9	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	016 + 080	x			15	2.264	4.6	2.164	2.134	101.4%	100.4	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	016 + 040			x	15	2.261	3.8	2.178	2.134	102.1%	100.8	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	016 + 000		x		15	2.251	4.2	2.160	2.134	101.2%	100.3	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 960	x			15	2.229	4.0	2.143	2.134	100.4%	99.7	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 920			x	15	2.242	4.2	2.152	2.134	100.8%	100.0	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 880		x		15	2.247	4.3	2.154	2.134	101.0%	100.1	Aprobado				
08 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	015 + 840	x			15	2.244	5.0	2.137	2.134	100.1%	99.5	Aprobado				
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN																	
EQ.	DOSÍMETRO		DENSIMETRO		DETECTOR DE												
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001												



ENSAYO																
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA																
ICC.ENS.GOP.0001.020																
Versión: 2																
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO:	ENS.DMN.000.2018				
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA					CÓDIGO:	977									
LUGAR:	PUNO					RESIDENTE:	M.L.L.C.									
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.					ING. JEFE:	J.M.M.C.									
1.- MUESTRA										2.- PERSONAL						
UBICACIÓN:	DEL KM: 16+760 AL KM: 16+400					SONDAJE:	-			OPERADOR:	A.ZAMBRANO					
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA					PROFUND.:	-			ASISTENTE:	-					
3.- DENSIDAD																
Óptimo contenido de humedad:				7.3 %		Máxima densidad seca en laboratorio:				2.134 %		Grado compactación requerido:			100%	
REFERENCIAS DEL ENSAYO							RESULTADOS									
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$					
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión			
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 760			x	15	2.270	4.7	2.168	2.134	101.6%	100.5	Aprobado			
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 720		x		15	2.244	4.8	2.141	2.134	100.3%	99.7	Aprobado			
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 680	x			15	2.235	4.6	2.137	2.134	100.1%	99.5	Aprobado			
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 640			x	15	2.289	4.9	2.182	2.134	102.3%	100.9	Aprobado			
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 600		x		15	2.235	4.6	2.137	2.134	100.1%	99.5	Aprobado			
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 560	x			15	2.240	4.7	2.139	2.134	100.3%	99.6	Aprobado			
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 520			x	15	2.286	4.3	2.192	2.134	102.7%	101.2	Aprobado			
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 480		x		15	2.254	4.4	2.159	2.134	101.2%	100.2	Aprobado			
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 440	x			15	2.275	4.6	2.175	2.134	101.9%	100.7	Aprobado			
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 400			x	15	2.280	5.0	2.171	2.134	101.8%	100.6	Aprobado			
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN																
EQ.	DOSÍMETRO		DENSIMETRO		DETECTOR DE											
ID.	8798		DENNU 01/DENNU		DETRAD 001											



ENSAYO													
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA													
ICC.ENS.GOP.0001.020													
Versión: 2													
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO:	ENS.DMN.000.2018	
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA					CÓDIGO:	977						
LUGAR:	PUNO					RESIDENTE:	M.L.L.C.						
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.					ING. JEFE:	J.M.M.C.						
1.- MUESTRA										2.- PERSONAL			
UBICACIÓN:	DEL KM: 17+340 AL KM: 16+780					SONDAJE:	-		OPERADOR:	A.ZAMBRANO			
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA					PROFUND.:	-		ASISTENTE:	-			
3.- DENSIDAD													
Óptimo contenido de humedad:			6.97 %		Máxima densidad seca en laboratorio:			2.13 %		Grado compactación requerido:			100%
REFERENCIAS DEL ENSAYO						RESULTADOS							
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densimetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$		
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 340			x	15	2.270	4.6	2.170	2.130	101.9%	100.7	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 300		x		15	2.258	4.9	2.153	2.130	101.1%	100.2	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 260	x			15	2.264	5.1	2.154	2.130	101.1%	100.3	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 220			x	15	2.260	4.8	2.156	2.130	101.2%	100.3	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 180		x		15	2.257	5.0	2.150	2.130	100.9%	100.1	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 140	x			15	2.237	4.8	2.135	2.130	100.2%	99.7	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 100			x	15	2.245	4.9	2.140	2.130	100.5%	99.8	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 060		x		15	2.271	5.1	2.161	2.130	101.4%	100.5	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 020	x			15	2.259	4.6	2.160	2.130	101.4%	100.4	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 980			x	15	2.267	4.9	2.161	2.130	101.5%	100.5	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 940		x		15	2.285	5.5	2.166	2.130	101.7%	100.6	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 900	x			15	2.249	5.1	2.140	2.130	100.5%	99.8	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 860			x	15	2.264	5.4	2.148	2.130	100.8%	100.1	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 820		x		15	2.288	5.3	2.173	2.130	102.0%	100.8	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	016 + 780	x			15	2.264	4.4	2.169	2.130	101.8%	100.7	Aprobado
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN													
EQ.	DOSÍMETRO		DENSIMETRO		DETECTOR DE								
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001								



ENSAYO																	
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA																	
ICC.ENS.GOP.0001.020																	
Versión: 2																	
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA									REGISTRO:	ENS.DMN.000.2018						
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA						CÓDIGO:	977									
LUGAR:	PUNO						RESIDENTE:	M.L.L.C.		FECHA:	23 DICIEMBRE 2018						
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.						ING. JEFE:	J.M.M.C.									
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL											
UBICACIÓN:	DEL KM: 18+260 AL KM: 17+380						SONDAJE:	-		OPERADOR:	A.ZAMBRANO						
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA						PROFUND.:	-		ASISTENTE:	-						
3.- DENSIDAD																	
Óptimo contenido de humedad:			6.97 %			Máxima densidad seca en laboratorio:			2.13 %			Grado compactación requerido:			100%		
REFERENCIAS DEL ENSAYO						RESULTADOS											
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$						
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión				
											100.8%		Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 260		x		15	2.252	5.1	2.143	2.130	100.6%	99.9	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 220	x			15	2.264	4.9	2.158	2.130	101.3%	100.4	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 180			x	15	2.295	5.0	2.186	2.130	102.6%	101.2	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 140		x		15	2.254	5.1	2.145	2.130	100.7%	100.0	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 100	x			15	2.248	4.9	2.143	2.130	100.6%	99.9	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 060			x	15	2.247	4.1	2.159	2.130	101.3%	100.4	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 020		x		15	2.244	4.8	2.141	2.130	100.5%	99.9	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 980	x			15	2.255	4.9	2.150	2.130	100.9%	100.1	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 940			x	15	2.207	3.7	2.128	2.130	99.9%	99.5	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 900		x		15	2.239	5.1	2.130	2.130	100.0%	99.5	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 860	x			15	2.241	4.8	2.138	2.130	100.4%	99.8	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 820			x	15	2.197	3.2	2.129	2.130	99.9%	99.5	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 780		x		15	2.285	5.1	2.174	2.130	102.1%	100.9	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 740	x			15	2.255	5.0	2.148	2.130	100.8%	100.1	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 700			x	15	2.209	4.0	2.124	2.130	99.7%	99.3	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 660		x		15	2.240	4.7	2.139	2.130	100.4%	99.8	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 620	x			15	2.237	4.9	2.133	2.130	100.1%	99.6	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 580			x	15	2.233	4.3	2.141	2.130	100.5%	99.8	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 540		x		15	2.255	4.9	2.150	2.130	100.9%	100.1	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 500	x			15	2.274	4.7	2.172	2.130	102.0%	100.8	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 460			x	15	2.250	4.0	2.163	2.130	101.6%	100.5	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 420		x		15	2.251	4.6	2.152	2.130	101.0%	100.2	Aprobado				
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	017 + 380	x			15	2.253	5.2	2.142	2.130	100.5%	99.9	Aprobado				
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN																	
EQ.	DOSÍMETRO		DENSÍMETRO		DETECTOR DE												
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001												



ENSAYO													
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA													
ICC.ENS.GOP.0001.020													
Versión: 2													
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO: ENS.DMN.049.2018			
Tramo: JULIACA - DV. PUTINA										CÓDIGO: 977			
LUGAR: PUNO										RESIDENTE: M.L.L.C.			
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.										ING. JEFE: J.M.M.C.			
FECHA: 23 DICIEMBRE 2018													
1.- MUESTRA										2.- PERSONAL			
UBICACIÓN: DEL KM: 19+260 AL KM: 18+340										SONDAJE: -		OPERADOR: A.ZAMBRANO	
MATERIAL: RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA										PROFUND.: -		ASISTENTE: -	
3.- DENSIDAD													
Óptimo contenido de humedad: 6.97 %										Máxima densidad seca en laboratorio: 2.13 %		Grado compactación requerido: 95%	
REFERENCIAS DEL ENSAYO							RESULTADOS						
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$		
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 260			x	15	2.234	4.4	2.140	2.130	100.5%	99.8	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 220		x		15	2.255	5.1	2.146	2.130	100.7%	100.0	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 180	x			15	2.239	3.9	2.155	2.130	101.2%	100.3	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 140			x	15	2.263	4.6	2.163	2.130	101.6%	100.5	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 100		x		15	2.274	4.8	2.170	2.130	101.9%	100.7	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 060	x			15	2.251	5.1	2.142	2.130	100.6%	99.9	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 020			x	15	2.270	4.6	2.170	2.130	101.9%	100.7	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 980		x		15	2.256	4.2	2.165	2.130	101.6%	100.6	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 940	x			15	2.247	4.4	2.152	2.130	101.0%	100.2	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 900			x	15	2.253	4.4	2.158	2.130	101.3%	100.4	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 860		x		15	2.266	4.6	2.166	2.130	101.7%	100.6	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 820	x			15	2.270	4.4	2.174	2.130	102.1%	100.9	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 780			x	15	2.231	4.4	2.137	2.130	100.3%	99.7	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 740		x		15	2.240	4.5	2.144	2.130	100.6%	99.9	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 700	x			15	2.244	4.1	2.156	2.130	101.2%	100.3	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 660			x	15	2.231	4.1	2.143	2.130	100.6%	99.9	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 620		x		15	2.237	4.4	2.143	2.130	100.6%	99.9	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 580	x			15	2.257	4.9	2.152	2.130	101.0%	100.2	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 540			x	15	2.229	4.2	2.139	2.130	100.4%	99.8	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 500		x		15	2.258	5.0	2.150	2.130	101.0%	100.1	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 460	x			15	2.265	5.4	2.149	2.130	100.9%	100.1	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 420			x	15	2.248	5.1	2.139	2.130	100.4%	99.8	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 380		x		15	2.254	4.8	2.151	2.130	101.0%	100.2	Aprobado
23 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	018 + 340	x			15	2.271	5.5	2.153	2.130	101.1%	100.2	Aprobado
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN													
EQ.	DOSÍMETRO		DENSÍMETRO		DETECTOR DE								
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001								



ENSAYO														
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA														
ICC.ENS.GOP.0001.020														
Versión: 2														
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO:	ENS.DMN.048.2018		
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA					CÓDIGO:	977							
LUGAR:	PUNO					RESIDENTE:	M.L.L.C.							
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.					ING. JEFE:	J.M.M.C.							
FECHA:	21 DICIEMBRE 2018													
1.- MUESTRA											2.- PERSONAL			
UBICACIÓN:	DEL KM: 19+260 AL KM: 20+180					SONDAJE:	-						OPERADOR:	Y. AGUILAR
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA					PROFUND.:	-						ASISTENTE:	-
3.- DENSIDAD														
Óptimo contenido de humedad:	6.97 %		Máxima densidad seca en laboratorio:	2.13 %		Grado compactación requerido:	95%							
REFERENCIAS DEL ENSAYO							RESULTADOS							
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$			
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 260			x	15	2.253	5.0	2.146	2.130	100.7%	100.0	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 300		x		15	2.247	5.1	2.138	2.130	100.4%	99.8	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 340	x			15	2.247	3.9	2.163	2.130	101.5%	100.5	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 380			x	15	2.260	7.0	2.112	2.130	99.2%	99.0	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 420		x		15	2.264	4.8	2.160	2.130	101.4%	100.4	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 460	x			15	2.255	5.6	2.135	2.130	100.3%	99.7	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 500			x	15	2.272	5.8	2.147	2.130	100.8%	100.0	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 540		x		15	2.233	4.2	2.143	2.130	100.6%	99.9	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 580	x			15	2.231	4.4	2.137	2.130	100.3%	99.7	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 620			x	15	2.263	6.3	2.129	2.130	99.9%	99.5	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 660		x		15	2.264	4.6	2.164	2.130	101.6%	100.6	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 700	x			15	2.229	4.4	2.135	2.130	100.2%	99.7	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 740			x	15	2.300	5.7	2.176	2.130	102.2%	100.9	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 780		x		15	2.227	4.5	2.131	2.130	100.1%	99.5	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 820	x			15	2.237	4.6	2.139	2.130	100.4%	99.8	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 860			x	15	2.274	6.2	2.141	2.130	100.5%	99.9	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 900		x		15	2.247	4.9	2.142	2.130	100.6%	99.9	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 940	x			15	2.257	4.9	2.152	2.130	101.0%	100.2	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	019 + 980			x	15	2.275	6.3	2.140	2.130	100.5%	99.8	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 020		x		15	2.238	5.0	2.131	2.130	100.1%	99.6	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 060	x			15	2.287	5.4	2.170	2.130	101.9%	100.7	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 100			x	15	2.244	4.8	2.141	2.130	100.5%	99.9	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 140		x		15	2.264	4.8	2.160	2.130	101.4%	100.4	Aprobado	
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 180	x			15	2.285	5.5	2.166	2.130	101.7%	100.6	Aprobado	
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN														
EQ.	DOSÍMETRO		DENSÍMETRO		DETECTOR DE									
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001									



ENSAYO																	
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA																	
ICC.ENS.GOP.0001.020																	
Versión: 2																	
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO:	ENS.DMN.047.2018					
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA					CÓDIGO:	977										
LUGAR:	PUNO					RESIDENTE:	M.L.L.C.										
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.					ING. JEFE:	J.M.M.C.										
1.- MUESTRA											2.- PERSONAL						
UBICACIÓN:	DEL KM: 20+220 AL KM: 21+140					SONDAJE:	-					OPERADOR:	Y. AGUILAR				
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA					PROFUND.:	-					ASISTENTE:	-				
3.- DENSIDAD																	
Óptimo contenido de humedad:			6.97 %			Máxima densidad seca en laboratorio:			2.13 %			Grado compactación requerido:			95%		
REFERENCIAS DEL ENSAYO							RESULTADOS										
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$						
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 220			x	15	2.296	4.9	2.189	2.130	102.8%	101.3	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 260		x		15	2.284	5.7	2.161	2.130	101.4%	100.5	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 300	x			15	2.284	4.8	2.179	2.130	102.3%	101.0	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 340			x	15	2.257	4.1	2.168	2.130	101.8%	100.7	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 380		x		15	2.264	4.3	2.171	2.130	101.9%	100.8	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 420	x			15	2.296	5.6	2.174	2.130	102.1%	100.9	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 460			x	15	2.293	4.3	2.198	2.130	103.2%	101.6	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 500		x		15	2.287	5.3	2.172	2.130	102.0%	100.8	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 540	x			15	2.277	4.4	2.181	2.130	102.4%	101.1	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 580			x	15	2.269	3.8	2.186	2.130	102.6%	101.2	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 620		x		15	2.258	4.6	2.159	2.130	101.3%	100.4	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 660	x			15	2.264	5.0	2.156	2.130	101.2%	100.3	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 700			x	15	2.322	5.0	2.211	2.130	103.8%	102.0	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 740		x		15	2.257	4.6	2.158	2.130	101.3%	100.4	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 780	x			15	2.284	4.2	2.192	2.140	102.4%	100.9	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 820			x	15	2.239	4.0	2.153	2.140	100.6%	99.7	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 860		x		15	2.254	4.5	2.157	2.140	100.8%	99.9	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 900	x			15	2.246	4.6	2.147	2.140	100.3%	99.6	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 940			x	15	2.265	5.1	2.155	2.140	100.7%	99.8	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	020 + 980		x		15	2.255	4.5	2.158	2.140	100.8%	99.9	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	021 + 020	x			15	2.267	5.1	2.157	2.140	100.8%	99.9	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	021 + 060			x	15	2.269	5.0	2.161	2.140	101.0%	100.0	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	021 + 100		x		15	2.272	5.3	2.158	2.140	100.8%	99.9	Aprobado				
21 Diciembre 18	Juliaca - Dv. Putina	021 + 140	x			15	2.278	5.2	2.165	2.140	101.2%	100.1	Aprobado				
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN																	
EQ.	DOSÍMETRO		DENSÍMETRO		DETECTOR DE												
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001												



ENSAYO													
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA													
ICC.ENS.GOP.0001.020													
Versión: 2													
PROYECTO:		SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA								REGISTRO: ENS.DMN.046.2018			
Tramo:		JULIACA - DV. PUTINA				CÓDIGO: 977							
LUGAR:		PUNO				RESIDENTE: M.L.L.C.		FECHA: 21 DICIEMBRE 2018					
SUPERVISIÓN:		ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.				ING. JEFE: J.M.M.C.							
1.- MUESTRA								2.- PERSONAL					
UBICACIÓN:		DEL KM: 21+180 AL KM: 21+380				SONDAJE: -		OPERADOR: Y. AGUILAR					
MATERIAL:		RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA				PROFUND.: -		ASISTENTE: -					
3.- DENSIDAD													
Óptimo contenido de humedad: 6.54 %				Máxima densidad seca en laboratorio: 2.14 %				Grado compactación requerido: 95%					
REFERENCIAS DEL ENSAYO							RESULTADOS						
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$		
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión
21 Diciembre 18	Julíaca - Dv. Putina	021 + 180			x	15	2.274	5.5	2.155	2.140	100.7%	99.8	Aprobado
21 Diciembre 18	Julíaca - Dv. Putina	021 + 220		x		15	2.247	4.2	2.156	2.140	100.8%	99.9	Aprobado
21 Diciembre 18	Julíaca - Dv. Putina	021 + 260	x			15	2.266	4.8	2.162	2.140	101.0%	100.0	Aprobado
21 Diciembre 18	Julíaca - Dv. Putina	021 + 300			x	15	2.297	5.4	2.179	2.140	101.8%	100.6	Aprobado
21 Diciembre 18	Julíaca - Dv. Putina	021 + 340		x		15	2.301	5.5	2.181	2.140	101.9%	100.6	Aprobado
21 Diciembre 18	Julíaca - Dv. Putina	021 + 380	x			15	2.288	5.2	2.175	2.140	101.6%	100.4	Aprobado
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN													
EQ.	DOŚÍMETRO		DENSÍMETRO		DETECTOR DE								
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001								



ENSAYO																	
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA																	
ICC.ENS.GOP.0001.020																	
Versión: 2																	
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO:	ENS.DMN.009.2019					
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA					CÓDIGO:	977										
LUGAR:	PUNO					RESIDENTE:	M.L.L.C.										
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.					ING. JEFE:	J.M.M.C.										
1.- MUESTRA										2.- PERSONAL							
UBICACIÓN:	DEL KM: 21+820 AL KM: 21+420					SONDAJE:	-			OPERADOR:	Y. AGUILAR						
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA					PROFUND.:	-			ASISTENTE:	-						
3.- DENSIDAD																	
Óptimo contenido de humedad:			7.715 %			Máxima densidad seca en laboratorio:			2.079 %			Grado compactación requerido:			100%		
REFERENCIAS DEL ENSAYO						RESULTADOS											
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$						
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión				
18 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 820			x	15	2.212	6.6	2.075	2.079	99.8%	100.2	Aprobado				
18 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 780		x		15	2.154	5.1	2.049	2.079	98.6%	99.4	Aprobado				
18 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 740	x			15	2.164	6.0	2.042	2.079	98.2%	99.2	Desaprobado				
18 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 700			x	15	2.197	7.0	2.053	2.079	98.8%	99.5	Desaprobado				
18 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 660		x		15	2.273	7.4	2.116	2.079	101.8%	101.5	Aprobado				
18 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 620	x			15	2.273	6.4	2.136	2.079	102.8%	102.2	Aprobado				
18 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 580			x	15	2.244	5.8	2.121	2.079	102.0%	101.7	Aprobado				
18 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 540		x		15	2.185	5.0	2.081	2.079	100.1%	100.4	Aprobado				
18 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 500	x			15	2.220	5.4	2.106	2.079	101.3%	101.2	Aprobado				
18 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 460			x	15	2.216	4.3	2.125	2.079	102.2%	101.8	Aprobado				
18 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 420		x		15	2.207	5.6	2.090	2.079	100.5%	100.7	Aprobado				
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN																	
EQ.	DOSÍMETRO		DENSIMETRO		DETECTOR DE												
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001												



ENSAYO														
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA														
ICC.ENS.GOP.0001.020														
Versión: 2														
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA									REGISTRO:	ENS.DMN.008.2019			
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA				CÓDIGO:	977								
LUGAR:	PUNO				RESIDENTE:	M.L.L.C.								
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.				ING. JEFE:	J.M.M.C.		FECHA: 17 ENERO 2019						
1.- MUESTRA								2.- PERSONAL						
UBICACIÓN:	DEL KM: 22+780 AL KM: 21+860				SONDAJE:	-		OPERADOR:	Y. AGUILAR					
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA				PROFUND.:	-		ASISTENTE:	-					
3.- DENSIDAD														
Óptimo contenido de humedad:			7.347 %		Máxima densidad seca en laboratorio:			2.079 %		Grado compactación requerido:			100%	
REFERENCIAS DEL ENSAYO						RESULTADOS								
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$			
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 780			x	15	2.190	6.0	2.066	2.079	99.4%	99.9	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 740		x		15	2.184	5.5	2.070	2.079	99.6%	100.1	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 700	x			15	2.233	5.4	2.119	2.079	101.9%	101.6	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 660			x	15	2.191	4.9	2.089	2.079	100.5%	100.6	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 620		x		15	2.195	6.4	2.063	2.079	99.2%	99.8	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 580	x			15	2.128	4.5	2.036	2.079	97.9%	99.0	Desaprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 540			x	15	2.257	6.2	2.125	2.079	102.2%	101.8	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 500		x		15	2.203	4.6	2.106	2.079	101.3%	101.2	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 460	x			15	2.228	6.9	2.084	2.079	100.2%	100.5	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 420			x	15	2.235	7.2	2.085	2.079	100.3%	100.5	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 380		x		15	2.261	7.7	2.099	2.079	101.0%	101.0	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 340	x			15	2.198	6.8	2.058	2.079	99.0%	99.7	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 300			x	15	2.185	5.9	2.063	2.079	99.2%	99.8	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 260		x		15	2.206	7.0	2.062	2.079	99.2%	99.8	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 220	x			15	2.178	5.8	2.059	2.079	99.0%	99.7	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 180			x	15	2.257	5.7	2.135	2.079	102.7%	102.1	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 140		x		15	2.216	7.2	2.067	2.079	99.4%	100.0	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 100	x			15	2.203	6.9	2.061	2.079	99.1%	99.8	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 060			x	15	2.169	5.5	2.056	2.079	98.9%	99.6	Desaprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 020		x		15	2.192	5.7	2.074	2.079	99.7%	100.2	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 980	x			15	2.190	6.4	2.058	2.079	99.0%	99.7	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 940			x	15	2.185	6.0	2.061	2.079	99.1%	99.8	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 900		x		15	2.231	8.1	2.064	2.079	99.3%	99.9	Aprobado	
17 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	021 + 860	x			15	2.189	6.4	2.057	2.079	99.0%	99.7	Aprobado	
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN														
EQ.	DOSIMETRO		DENSIMETRO		DETECTOR DE									
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001									



ENSAYO																	
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA																	
ICC.ENS.GOP.0001.020																	
Versión: 2																	
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO:	ENS.DMN.007.2019					
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA					CÓDIGO:	977										
LUGAR:	PUNO					RESIDENTE:	M.L.L.C.										
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.					ING. JEFE:	J.M.M.C.										
1.- MUESTRA										2.- PERSONAL							
UBICACIÓN:	DEL KM: 23+740 AL KM: 22+820					SONDAJE:	-			OPERADOR:	Y. AGUILAR						
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA					PROFUND.:	-			ASISTENTE:	-						
3.- DENSIDAD																	
Óptimo contenido de humedad:			7.535 %			Máxima densidad seca en laboratorio:			2.068 %			Grado compactación requerido:			100%		
REFERENCIAS DEL ENSAYO							RESULTADOS										
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear y = 0.6562x + 0.7219						
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 740			x	15	2.198	6.4	2.066	2.068	99.9%	100.5	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 700		x		15	2.260	7.5	2.102	2.068	101.7%	101.6	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 660	x			15	2.216	6.7	2.077	2.068	100.4%	100.8	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 620			x	15	2.213	6.2	2.084	2.068	100.8%	101.0	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 580		x		15	2.196	5.6	2.080	2.068	100.6%	100.9	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 540	x			15	2.219	6.8	2.078	2.068	100.5%	100.8	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 500			x	15	2.185	5.9	2.063	2.068	99.8%	100.4	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 460		x		15	2.264	7.5	2.106	2.068	101.8%	101.7	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 420	x			15	2.174	5.7	2.057	2.068	99.5%	100.2	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 380			x	15	2.239	6.3	2.106	2.068	101.9%	101.7	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 340		x		15	2.243	8.1	2.075	2.068	100.3%	100.7	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 300	x			15	2.215	6.8	2.074	2.068	100.3%	100.7	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 260			x	15	2.246	6.8	2.103	2.068	101.7%	101.6	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 220		x		15	2.212	6.1	2.085	2.068	100.8%	101.1	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 180	x			15	2.235	5.6	2.116	2.068	102.3%	102.1	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 140			x	15	2.219	6.2	2.089	2.068	101.0%	101.2	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 100		x		15	2.234	5.4	2.120	2.068	102.5%	102.2	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 060	x			15	2.264	6.9	2.118	2.068	102.4%	102.1	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 020			x	15	2.196	5.2	2.087	2.068	100.9%	101.1	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 980		x		15	2.212	7.1	2.065	2.068	99.9%	100.4	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 940	x			15	2.249	6.3	2.116	2.068	102.3%	102.0	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 900			x	15	2.218	5.3	2.106	2.068	101.9%	101.7	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 860		x		15	2.231	5.7	2.111	2.068	102.1%	101.9	Aprobado				
21 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	022 + 820	x			15	2.226	6.5	2.090	2.068	101.1%	101.2	Aprobado				
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN																	
EQ.	DOSÍMETRO		DENSÍMETRO		DETECTOR DE RADIACIÓN												
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001												



ENSAYO																	
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA																	
ICC.ENS.GOP.0001.020																	
Versión: 2																	
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO:	ENS.DMN.006.2019					
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA					CÓDIGO:	977										
LUGAR:	PUNO					RESIDENTE:	M.L.L.C.		FECHA:	13 ENERO 2019							
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.					ING. JEFE:	J.M.M.C.										
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL											
UBICACIÓN:	DEL KM: 24+420 AL KM: 23+780					SONDAJE:	-		OPERADOR:	Y. AGUILAR							
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA					PROFUND.:	-		ASISTENTE:	-							
3.- DENSIDAD																	
Óptimo contenido de humedad:			7.245 %			Máxima densidad seca en laboratorio:			2.13 %			Grado compactación requerido:			100%		
REFERENCIAS DEL ENSAYO						RESULTADOS											
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densimetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$						
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 420			x	15	2.231	4.6	2.133	2.130	100.1%	99.6	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 380		x		15	2.265	4.2	2.174	2.130	102.1%	100.9	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 340	x			15	2.215	4.5	2.120	2.130	99.5%	99.2	Desaprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 300			x	15	2.245	4.2	2.155	2.130	101.2%	100.3	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 260		x		15	2.222	4.8	2.120	2.130	99.5%	99.2	Desaprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 220	x			15	2.219	4.2	2.130	2.130	100.0%	99.5	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 180			x	15	2.240	4.4	2.146	2.130	100.7%	100.0	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 140		x		15	2.224	4.6	2.126	2.130	99.8%	99.4	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 100	x			15	2.216	4.2	2.127	2.130	99.8%	99.4	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 060			x	15	2.230	4.5	2.134	2.130	100.2%	99.6	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 020		x		15	2.218	4.2	2.129	2.130	99.9%	99.5	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 980	x			15	2.257	4.2	2.166	2.130	101.7%	100.6	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 940			x	15	2.212	4.1	2.125	2.130	99.8%	99.4	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 900		x		15	2.249	4.7	2.148	2.130	100.8%	100.1	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 860	x			15	2.206	3.7	2.127	2.130	99.9%	99.4	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 820			x	15	2.244	3.9	2.160	2.130	101.4%	100.4	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	023 + 780	x			15	2.224	3.9	2.141	2.130	100.5%	99.8	Aprobado				
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN																	
EQ.	DOSÍMETRO		DENSIMETRO		DETECTOR DE												
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001												



ENSAYO																	
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA																	
ICC.ENS.GOP.0001.020																	
Versión: 2																	
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO: ENS.DMN.005.2019							
Tramo: JULIACA - DV. PUTINA										CÓDIGO: 977							
LUGAR: PUNO										RESIDENTE: M.L.L.C.							
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.										ING. JEFE: J.M.M.C.							
FECHA: 13 ENERO 2019																	
1.- MUESTRA										2.- PERSONAL							
UBICACIÓN: DEL KM: 24+980 AL KM: 24+460										SONDAJE: -				OPERADOR: Y. AGUILAR			
MATERIAL: RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA										PROFUND.: -				ASISTENTE: -			
3.- DENSIDAD																	
Óptimo contenido de humedad: 7.827 %										Máxima densidad seca en laboratorio: 2.128 %				Grado compactación requerido: 100%			
REFERENCIAS DEL ENSAYO							RESULTADOS										
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$						
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 980			x	15	2.245	4.1	2.157	2.128	101.3%	100.4	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 940		x		15	2.252	4.0	2.165	2.128	101.8%	100.7	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 900	x			15	2.215	4.0	2.130	2.128	100.1%	99.6	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 860			x	15	2.292	5.4	2.175	2.128	102.2%	101.0	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 820		x		15	2.217	4.0	2.132	2.128	100.2%	99.7	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 780	x			15	2.228	5.0	2.122	2.128	99.7%	99.4	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 740			x	15	2.218	4.2	2.129	2.128	100.0%	99.6	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 700		x		15	2.219	3.8	2.138	2.128	100.5%	99.8	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 660	x			15	2.245	4.2	2.155	2.128	101.2%	100.4	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 620			x	15	2.217	4.4	2.124	2.128	99.8%	99.4	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 580		x		15	2.232	4.5	2.136	2.128	100.4%	99.8	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 540	x			15	2.246	4.2	2.155	2.128	101.3%	100.4	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 500			x	15	2.265	5.2	2.153	2.128	101.2%	100.3	Aprobado				
13 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 460		x		15	2.227	4.5	2.131	2.128	100.1%	99.6	Aprobado				
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN																	
EQ.	DOSÍMETRO		DENSÍMETRO		DETECTOR DE												
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU		DETRAD 001												



DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA													
ICC.ENS.GOP.0001.020													
Versión: 2													
PROYECTO: SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO: ENS.DMN.012.2019			
Tramo: JULIACA - DV. PUTINA					CÓDIGO: 977								
LUGAR: PUNO					RESIDENTE: M.L.L.C.			FECHA: 26 ENERO 2019					
SUPERVISIÓN: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.					ING. JEFE: J.M.M.C.								
1.- MUESTRA										2.- PERSONAL			
UBICACIÓN: DEL KM: 25+220 AL KM: 24+500					SONDAJE: -			OPERADOR: Y. AGUILAR					
MATERIAL: RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA					PROFUND.: -			ASISTENTE: -					
3.- DENSIDAD													
Óptimo contenido de humedad: 7.700 %				Máxima densidad seca en laboratorio: 2.076 %				Grado compactación requerido: 100%					
REFERENCIAS DEL ENSAYO						RESULTADOS							
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$		
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	025 + 220			x	15	2.184	5.8	2.064	2.076	99.4%	100.0	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	025 + 180		x		15	2.215	6.0	2.090	2.076	100.7%	100.8	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	025 + 140	x			15	2.244	6.5	2.107	2.076	101.5%	101.4	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	025 + 100			x	15	2.207	5.8	2.086	2.076	100.5%	100.7	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	025 + 060		x		15	2.229	6.9	2.085	2.076	100.4%	100.7	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	025 + 020	x			15	2.170	5.1	2.065	2.076	99.5%	100.0	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 980			x	15	2.246	7.8	2.083	2.076	100.4%	100.6	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 940		x		15	2.173	5.1	2.068	2.076	99.6%	100.1	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 900	x			15	2.209	6.1	2.082	2.076	100.3%	100.6	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 860			x	15	2.175	5.8	2.056	2.076	99.0%	99.8	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 820		x		15	2.285	7.5	2.126	2.076	102.4%	102.0	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 780	x			15	2.187	5.5	2.073	2.076	99.9%	100.3	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 740			x	15	2.231	5.4	2.117	2.076	102.0%	101.7	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 700		x		15	2.205	4.6	2.108	2.076	101.5%	101.4	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 660	x			15	2.201	5.4	2.088	2.076	100.6%	100.8	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 620			x	15	2.212	5.4	2.099	2.076	101.1%	101.1	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 580		x		15	2.221	5.4	2.107	2.076	101.5%	101.4	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 540	x			15	2.231	4.9	2.127	2.076	102.4%	102.0	Aprobado
26 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	024 + 500			x	15	2.235	5.4	2.120	2.076	102.1%	101.8	Aprobado
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN													
EQ.	DOSÍMETRO		DENSÍMETRO		DETECTOR DE								
ID.	8798		DENNU 01/DENNU		DETRAD 001								



ENSAYO																	
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA																	
ICC.ENS.GOP.0001.020																	
Versión: 2																	
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILLILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILLILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO:	ENS.DMN.010.2019					
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA					CÓDIGO:	977										
LUGAR:	PUNO					RESIDENTE:	M.L.L.C.										
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.					ING. JEFE:	J.M.M.C.										
1.- MUESTRA										2.- PERSONAL							
UBICACIÓN:	DEL KM: 26+640 AL KM: 25+760					SONDAJE:	-			OPERADOR:	Y. AGUILAR						
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA					PROFUND.:	-			ASISTENTE:	-						
3.- DENSIDAD																	
Óptimo contenido de humedad:			7.287 %			Máxima densidad seca en laboratorio:			2.016 %			Grado compactación requerido:			100%		
REFERENCIAS DEL ENSAYO							RESULTADOS										
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$						
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 640			x	15	2.187	6.5	2.054	2.016	101.9%	102.6	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 600		x		15	2.192	6.5	2.058	2.016	102.1%	102.8	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 560	x			15	2.210	6.4	2.077	2.016	103.0%	103.4	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 520			x	15	2.220	7.9	2.057	2.016	102.1%	102.8	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 480		x		15	2.146	5.8	2.028	2.016	100.6%	101.8	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 440	x			15	2.168	5.0	2.065	2.016	102.4%	103.0	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 400			x	15	2.170	4.8	2.071	2.016	102.7%	103.2	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 360		x		15	2.159	5.2	2.052	2.016	101.8%	102.6	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 320	x			15	2.174	5.0	2.070	2.016	102.7%	103.2	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 280			x	15	2.150	4.5	2.057	2.016	102.1%	102.8	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 240		x		15	2.246	6.0	2.119	2.016	105.1%	104.8	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 200	x			15	2.201	6.9	2.059	2.016	102.1%	102.8	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 160			x	15	2.166	5.1	2.061	2.016	102.2%	102.9	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 120		x		15	2.216	6.8	2.075	2.016	102.9%	103.3	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 080	x			15	2.170	6.3	2.041	2.016	101.3%	102.3	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 040			x	15	2.179	5.4	2.067	2.016	102.5%	103.1	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 000		x		15	2.165	5.5	2.052	2.016	101.8%	102.6	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	025 + 960	x			15	2.165	5.0	2.062	2.016	102.3%	102.9	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	025 + 920			x	15	2.171	4.9	2.070	2.016	102.7%	103.2	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	025 + 880		x		15	2.169	7.1	2.025	2.016	100.5%	101.7	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	025 + 840	x			15	2.208	6.4	2.075	2.016	102.9%	103.4	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	025 + 800			x	15	2.178	6.7	2.041	2.016	101.3%	102.2	Aprobado				
23 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	025 + 760		x		15	2.168	6.8	2.030	2.016	100.7%	101.9	Aprobado				
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN																	
EQ.	DOSÍMETRO		DENSIMETRO NUCLEAR			DETECTOR DE RADIACIÓN											
ID.	8798		DENNU 01 / DENNU 03			DETRAD 001											



ENSAYO																	
DENSIDAD EN EL SITIO – MÉTODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA																	
ICC.ENS.GOP.0001.020																	
Versión: 2																	
PROYECTO:	SERVICIO DE GESTION MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL JULIACA - PUTINA - ORIENTAL - SANDIA - SAN IGNACIO - PUNTA DE CARRETERA Y DV. PUTINA - MOHO - CONIMA - DV. MILILAYA - FRONTERA CON BOLIVIA Y DV. MILILAYA - TILALI - FRONTERA CON BOLIVIA										REGISTRO:	ENS.DMN.009.2019					
Tramo:	JULIACA - DV. PUTINA					CÓDIGO:	977										
LUGAR:	PUNO					RESIDENTE:	M.L.L.C.										
SUPERVISIÓN:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.					ING. JEFE:	J.M.M.C.										
1.- MUESTRA										2.- PERSONAL							
UBICACIÓN:	DEL KM: 26+960 AL KM: 26+680					SONDAJE:	-			OPERADOR:	Y. AGUILAR						
MATERIAL:	RECICLADO CON EMULSION ASFALTICA					PROFUND.:	-			ASISTENTE:	-						
3.- DENSIDAD																	
Óptimo contenido de humedad:			7.715 %			Máxima densidad seca en laboratorio:			2.079 %			Grado compactación requerido:			100%		
REFERENCIAS DEL ENSAYO							RESULTADOS										
Fecha	Tramo	Progresiva (Km)	Carril Izq.	Eje	Carril Der.	Espesor de Capa (Cm)	Densidad del Suelo Humedo	Humedad del suelo	Densidad del suelo seco	Máxima densidad de laboratorio	Correlación Cono de Arena / Densímetro Nuclear $y = 0.6562x + 0.7219$						
											% de Compactación	% Corrección	Conclusión				
00 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 960	x			15	2.231	6.1	2.103	2.079	101.1%	101.1					
00 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 920			x	15	2.210	7.0	2.065	2.079	99.3%	99.9					
00 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 880		x		15	2.190	5.4	2.078	2.079	99.9%	100.3					
00 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 840	x			15	2.271	7.3	2.116	2.079	101.8%	101.5					
00 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 800			x	15	2.214	6.4	2.081	2.079	100.1%	100.4					
00 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 760		x		15	2.215	6.3	2.084	2.079	100.2%	100.5					
00 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 720	x			15	2.189	5.2	2.081	2.079	100.1%	100.4					
00 Enero 19	Juliaca - Dv. Putina	026 + 680			x	15	2.194	5.8	2.074	2.079	99.7%	100.2					
4.- EQUIPO DE MEDICIÓN																	
EQ.	DOSÍMETRO		DENSÍMETRO		DETECTOR DE												
ID.	8798		DENNU 01/DENNU		DETRAD 001												

ANEXO 6

PANEL FOTOGRÁFICO

Tramo I. Juliaca – DV. Putina, Km 15+000 – km 27+000



Descripcion: Planta Chamcadora de la Cantera Ticani, ensayo del analisis granulometria en laboratorio.



Descripcion: En la fotografia se observa

el proceso de escarificado del material existente y el aporte del material – Proceso de reciclado.



Descripción: proceso de reciclado y homogenización con emulsión química (asfáltica), toma de muestra para realizar los ensayos respectivos del material.



Descripción: Homogenización y perfilado del material para luego ser compactado.



Descripcion: Toma de las densidades metodo nuclear, Colocación de Asfalto Caliente en Pista.



ANEXO 7

PLANOS