



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Aprovechamiento del material de descarte obtenido a partir de
voladura de túnel para su utilización en la base granular de un
Terramesh: Caso Carretera Interoceánica KM 241 – Puno**

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

AUTORA:

Luque Quilla, Liseth (ORCID: 0000-0002-1672-1844)

ASESOR:

Mg. Sc. Pillpa Aliaga, Freddy (ORCID: 0000-0002-8312-6973)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a:

Mi madre Hermitania quien con su amor, perseverancia, esfuerzo y humildad me ha permitido llegar a cumplir mis sueños, gracias por involucrar en mí el ejemplo de ser una mujer con valentía, de no temer a las adversidades porque Dios está conmigo siempre, como mi padre que en paz descanse.

A mi hermano Yair y a Papa Abel por el apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia en especial a mis tíos, porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente, también dedicare esta tesis a mis amigos, por apoyarme cuando más lo necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día.

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y la de toda mi familia por estar siempre presentes de igual manera mis agradecimientos a la Universidad Cesar Vallejo, a mi asesor, al Mg. Sc. Pillpa Aliaga Freddy, quien con su enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de mis líderes en el trabajo y amigos por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Índices de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índices de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	15
3.1 Tipo y Diseño de investigación	15
3.2 Variables y operacionalización.....	15
3.3 Población, muestra y muestreo.....	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5 Procedimientos	17
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS.....	48

Índice de Tablas

Tabla 1. Calidad de material acorde a la especificación técnica requerida	18
Tabla 2. Calidad de material acorde a la especificación técnica requerida	19
Tabla 3. Requerimientos de calidad de material acorde a la especificación técnica	20
Tabla 4. Características físicas de la mezcla de material de excavación Túnel Ollachea y Cantera “El Carmen”	22
Tabla 5. Características mecánicas de la mezcla de material de excavación Túnel Ollachea y Cantera “El Carmen”	22
Tabla 6. Descripción de la muestra para análisis granulométrico (material 60% cantera y 40% de voladura de túnel).....	23
Tabla 7. Resultados del análisis granulométrico 60% material voladura de túnel de túnel y 40% material de cantera	24
Tabla 8. Resultado de contenido de humedad (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera).....	25
Tabla 9. Resultado del Límite Líquido (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera)	26
Tabla 10. Resultado del Límite Plástico (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera)	26
Tabla 11. Resultado del ensayo Equivalente de Arena (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera).....	27
Tabla 12. Resultado del ensayo de Abrasión (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera)	28
Tabla 13. Resultado contenido de material orgánico por ignición (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera)	28
Tabla 14. Resultado del ensayo de compactación (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera).....	29
Tabla 15. Aplicación fórmula estadística para LIE y LSE	32
Tabla 16. Control estadístico de variables Km 241+030 a Km 241+070	32
Tabla 17. Control estadístico de variables Km 241+050 a Km 241+080	33
Tabla 18. Control estadístico de variables Km 241+080 a Km 241+090	35
Tabla 19. Control estadístico de variables Km 241+095 a Km 241+105	36
Tabla 20. Control estadístico de variables Km 241+100 a Km 241+200	37

Tabla 21. Control estadístico de variables Km 241+105 a Km 241+150	38
Tabla 22. Control estadístico de variables Km 241+150 a Km 241+170	40
Tabla 23. Control estadístico de variables Km 241+170 a Km 241+230	41
Tabla 24. Control estadístico de variables Km 241+340 a Km 241+390	42
Tabla 25. Operacionalización de las variables de la investigación	49

Índice de Figuras

Figura 1. Estructura general en la construcción del Terramesh.	9
Figura 2. Flujograma de la instalación de un Terramesh	10
Figura 3. Tamaño máximo del material granular de los ensayos.	20
Figura 4. Índice de plasticidad de los ensayos.	21
Figura 5. Curva granulométrica (60% material de voladura de túnel y 40% material cantera)	25
Figura 6. Recta del límite de líquido y plástico	27
Figura 7. Curva de la relación humedad densidad del ensayo	29
Figura 8. Control de compactación Km 241+030 a Km 241+070	31
Figura 9. Control de compactación Km 241+050 a Km 241+080	33
Figura 10. Control de compactación Km 241+080 a Km 241+090	34
Figura 11. Control de compactación Km 241+095 a Km 241+105	35
Figura 12. Control de compactación Km 241+100 a Km 241+200	36
Figura 13. Control de compactación Km 241+105 a Km 241+150	38
Figura 14. Control de compactación Km 241+150 a Km 241+170	39
Figura 15. Control de compactación Km 241+170 a Km 241+230	40
Figura 16. Control de compactación Km 241+340 a Km 241+390	41

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar cuán eficaz es el aprovechamiento del material obtenido a partir de la voladura de túnel para la base granular de un Terramesh: Caso carretera interoceánica KM 241 – Puno. El enfoque del estudio fue cuantitativo, de tipo aplicada, diseño experimental y de nivel descriptivo. En el aspecto procedimental, primero se recolectaron muestras del material de voladura de túnel (DME 235), luego se recolectó material de la cantera “El Carmen”, así se procede a mezclar ambos materiales en diversas proporciones para analizarlas mediante las técnicas de ensayos de suelos (establecidas por el MTC) en el Laboratorio de Mecánica de Suelo Concretos y Pavimentos – INTERSUR Concesiones S.A. Sobre los resultados de los seis ensayos realizados en laboratorio, la proporción de material de Cantera “El Carmen” y el material de voladura de túnel en 60% y 40% respectivamente demostró cumplir con los estándares exigidos para su utilización como la base del Terramesh, por lo que se procedió con su utilización en dicha construcción; posteriormente se realizó el control de compactación con el densímetro nuclear en la base, concluyendo que la eficacia de la mezcla de dichos materiales en el Terramesh intervenido demuestra una efectividad del 96% según la estadística descriptiva aplicada. Finalmente, se insta a realizar diversos estudios sobre el aprovechamiento de materiales en construcciones, pues resultan una alternativa ecológica de impacto positivo al medio ambiente.

Palabras claves:

Aprovechamiento, cantera, compactación, Terramesh, voladura de túnel túnel.

Abstract

The objective of this research was to determine how efficient is the use of the material obtained from tunnel blasting for the granular base of a Terramesh: Interoceanic Highway KM 241 - Puno. The approach of the study was quantitative, applied, experimental design and descriptive level. In the procedural aspect, first samples of the tunnel blasting material (DME 235) were collected, then material from the "El Carmen" quarry was collected, and then both materials were mixed in different proportions to analyze them by means of soil testing techniques (established by the MTC) in the Soil Mechanics, Concrete and Pavements Laboratory - INTERSUR Concesiones S.A. On the results of the six tests carried out in the laboratory, the proportion of material from "El Carmen" quarry and the blasting material in 60% and 40% respectively proved to comply with the standards required for its use as the base of the Terramesh, so it was proceeded with its use in such construction; subsequently the compaction control was carried out with the nuclear densimeter in the base, concluding that the effectiveness of the mixture of such materials in the intervened Terramesh shows an effectiveness of 96% according to the applied descriptive statistics. Finally, it is urged to carry out several studies on the use of materials in constructions, since they are an ecological alternative with a positive impact on the environment.

Keywords:

Utilization, quarry, compaction, Terramesh, tunnel blasting.

I. INTRODUCCION

Según Palacios Tovar (2018) el país peruano ha presentado un significativo crecimiento a nivel de infraestructura vial del país, el cual ha sido impulsada por la inversión pública y privada; este avance otorga múltiples beneficios directos e indirectos a la población, siendo el más importante el desarrollo integral de los pueblos. Además, Gaviria Guzmán & Suárez Huaynatte (2019) indicaron que la construcción de estos proyectos viales demanda diversos componentes como la logística para el transporte de maquinarias, materiales y personal, la ubicación de campamentos, la selección de canteras, rutas de acceso y ubicación de los Depósitos de Material Excedente (DME); siendo este último el destino final donde se disponen los grandes movimientos de tierra sobrantes del proceso constructivo (voladura de túnel) debido a que se desconoce sus propiedades tanto físicas como mecánicas.

El Proyecto Corredor Vial Interoceánico Sur, Perú – Brasil Tramo 4: Inambari – Azángaro, ubicado en el distrito de Ollachea, provincia de Carabaya, departamento de Puno, consideró la cantera “El Carmen” para emplear los materiales pétreos para las distintas partidas concernientes al proyecto, pero, desde el mes de setiembre del presente año surge la dificultad de la continua explotación del material granular debido a la escasez del material granular de 4” (100 mm); al mismo tiempo se disponía de voluminosas cantidades de material de voladura del túnel “Ollachea” dispuestas en el Depósito de Material Excedente (DME 235 de aquí en adelante); es aquí donde se propone la alternativa de realizar la mezcla de (1) materiales provenientes de la excavación del túnel (fragmentos rocosos) y (2) el mismo material de la cantera “El Carmen” en proporciones balanceadas acorde a su disponibilidad de volumen y capacidad de potencia de ambos productos, posterior a ello se realizó los ensayos en el Laboratorio de Suelos de la Empresa INTERSUR SAC para así determinar la proporción ideal de la mezcla que cumpla con las especificaciones técnicas requeridas para la composición de la base granular; especialmente la estructura Terramesh, la cual es el principal objetivo de la presente investigación. Ante tal solución técnica, se debe tener en cuenta lo que menciona la legislación peruana a través del D.L. 1501 (mayo del 2020) el cual modifica al D.L. 1278 (que aprueba la ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos)

mencionando en el Artículo 9 que el aprovechamiento de material de descarte proveniente de actividades productivas, extractivas y de servicios puede ser recolectado y transferido bajo cualquier modalidad, desde su lugar de generación hasta el lugar de su aprovechamiento, sin la obligación de contratar a una Empresa Operadora de Residuos Sólidos; estableciendo que los titulares de las actividades que pretendan realizar el aprovechamiento del material de descarte deben de sujetarse a las normas sobre el Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, para reducir el impacto negativo al ambiente; bajo la anterior premisa legislativa, se realizaron los ensayos de la mezcla de ambos materiales para hallar su calidad (en laboratorio de suelos) tanto de sus propiedades físicas y mecánicas, los cuales sirvieron para acreditar que el uso del material es la mejor opción técnica y ambiental para la base granular de la construcción del Terramesh en la carretera interoceánica KM 241 – Puno.

Del párrafo anterior planteado, se propuso como problema general de investigación la siguiente interrogante: ¿Cuán eficaz es el aprovechamiento del material obtenido a partir de voladura de túnel, para la base granular de un Terramesh: Caso carretera interoceánica KM 241 – Puno? Posteriormente, tenemos los siguientes problemas específicos: ¿Cuál es el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera según datos de laboratorio?, ¿Cuáles son las características de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera según el control de compactación?

Esta investigación planteada se justifica porque la escasez del material granular de 4” en la cantera “El Carmen” motiva la búsqueda de alternativas para el correcto abastecimiento del proceso constructivo, la solución técnica proviene de realizar ensayos de materiales a la mezcla del material de voladura de túnel y material de la cantera; entre tanto la solución legal está dada por el D.L. 1501, pues ahí se ofrece la alternativa del aprovechamiento de material de descarte proveniente de actividades productivas (art. 9).

Debido a lo anterior expuesto, el objetivo general es: Determinar la eficacia del aprovechamiento del material obtenido a partir de voladura de túnel, para la base

granular de un Terramesh: Caso carretera interoceánica KM 241 – Puno; es así que es que planteamos los siguientes objetivos específicos: Describir el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera según datos de laboratorio; también plantemos analizar las características de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera según el control de compactación.

Finalmente, la hipótesis general fue: la eficacia del aprovechamiento del material obtenido a partir de voladura de túnel resulta ser una alternativa que satisface las especificaciones técnicas requeridas para la base granular de un Terramesh: caso Carretera Interoceánica KM 241 – Puno. Las hipótesis específicas planteadas son: el análisis del comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera demuestran ser óptimas según datos de laboratorio; también las características físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera según el control de compactación demuestran mantener los datos hallados en laboratorio.

II. MARCO TEÓRICO

En la revisión de los antecedentes internacionales, tenemos que según Alnuaim et al., (2021) en Arabia Saudita se investigó el uso potencial del material excavado por las tuneladoras como agregado de hormigón estructural, para ello, se llevaron a cabo varias investigaciones experimentales y estadísticas sobre el material procesado mecánica y térmicamente; dicho material bruto excavado por la tuneladora contenía una cantidad considerable de macro-microarena de cuarzo; además, la mala distribución del tamaño de los granos del material de la tuneladora y su débil adhesión a la interfaz demostraron la inviabilidad de utilizarlo como relleno de arena; posteriormente las investigaciones microestructurales del material calcáreo triturado revelaron que alrededor del 20% del mismo estaba compuesto por carbonato de calcio, mientras que no se observaron compuestos puzolánicos; y, en conclusión, para un determinado método de procesamiento y un alto contenido de áridos RM (>50%) la permeabilidad del hormigón era comparable a la de la mezcla de control.

En el artículo de investigación de Voit & Kuschel (2020) en Vienna – Austria se realizó un estudio de caso en la construcción de la línea ferroviaria subterránea más larga del mundo “Brennero”; la cual está ubicada entre las cadenas montañosas de los Alpes - Austria e Italia, el objetivo principal fue exponer como alternativa sostenible el reuso del gran movimiento de tierra a gran escala, el cual surge como producto de la excavación; esto se propuso a través de una extensa investigación experimental de calidad de roca y diseño de la mezcla de concreto empleado, se concluyó que el material estudiado puede potenciarse con un previo tratamiento y emplearse en sistemas de construcción, evitando así su depósito como residuo en un relleno sanitario o depósito de material excedente; por último, recomiendan que la reutilización de los desechos del túnel desempeñarán un papel importante en los futuros proyectos de túneles por razones ecológicas y económicas.

Según el artículo de investigación de Haas et al. (2020) en Leoben – Austria, se hizo una revisión de la legislación y los conceptos técnicos dentro del alcance de la reutilización de la roca y el suelo excavados en Europa (Austria, Suiza y Francia), donde se ha presentado un problema particular en cuanto a reutilizar el material excavado; esta situación viene dada porque la legislación considera ese desecho

como material para ser dispuesto en un vertedero (la ley asume por defecto que la roca y tierra no presentan propiedades favorables); es por ello que se concluye que la Unión Europea debe aprobar las iniciativas legislativas que promueven la reutilización instantánea de material excavado; iniciando dicha modificación en la Ley Gestión de los Residuos vigente del continente.

Según Rahman et al. (2020) en Turquía, investigadores de RMIT University demostraron que los desechos industriales de las canteras son útiles para el pavimento de asfalto, el estudio inicia con la comparación de los agregados producidos como residuos de una cantera homogénea de mármol y andesita con los agregados estándar que ya se utilizan en la industria del pavimento asfáltico; los resultados de esta investigación muestran que las propiedades físicas de los agregados son similares a las de los agregados estándar, es decir, dichas muestras de mezcla de asfalto se prepararon reemplazando hasta el 50% de los agregados de basalto convencionales con los agregados obtenidos de los desechos de la minería; para concluir, todas las muestras cumplieron los parámetros de diseño de Marshall para carreteras de bajo volumen muestra residuos de cantera y áridos convencionales para una comparación visual.

Para los autores Ritter et al. (2013) de Leoben – Austria, el éxito en la construcción de túneles hoy en día también depende de un diseño de túneles sostenible (otorgar condiciones estables en la excavación y culminando en la reutilización del material excavado) que tenga en cuenta las cuestiones sociales, medioambientales y económicas. Según los resultados de su artículo, la planificación del manejo de materiales excavados en la construcción de túneles posiblemente evitará depósitos de desechos, ahorrará recursos minerales, de energía y reducirá algunos de los costos del proyecto; por tanto, planificar el manejo de los materiales de excavación contribuye a un diseño de túnel sostenible.

Acorde al estudio de los autores Islam et al. (2019) evidencian que Bangladesh ha experimentado un rápido incremento de los residuos de construcción y demolición (C&D), es así que se planteó como objetivo proporcionar un enfoque para estimar la generación de residuos de C&D utilizando las tasas de generación de residuos (WGR) a través de un análisis de regresión, donde también se analizó

el beneficio económico del reciclaje de los residuos de C&D; en cuanto a sus resultados revelan que los WGR son de 63,74 kg/m² y 1615 kg/m² para las actividades de construcción y demolición, respectivamente; también se encontró que aproximadamente, en el año fiscal 2016, se generaron 1,28 millones de toneladas (0,149 de construcción y 1,139 de demolición) de residuos en la ciudad de Dhaka, de los cuales las tres mayores proporciones fueron de hormigón (60%), ladrillo/bloque (21%) y mortero (9%), una vez recogidos, se depositaban en vertederos o en lugares no autorizados, por lo tanto, se concluyó que la ciudad de Dhaka probablemente experimentará el pico de generación de residuos de C&D en la próxima década; es entonces cuando debe dirigirse la mirada en el reciclaje de los residuos de C&D; finalmente, los autores están totalmente de acuerdo en que la aplicación de las leyes con enfoque en reciclaje de materiales es la mejor alternativa ante el futuro panorama de los residuos de construcción.

Según Seidler (2018) de Eisenerz – Austria, en su investigación se intenta adoptar un enfoque holístico de reutilización de los escombros de los túneles que se encuentran en construcción en territorio del país Austriaco; esta propuesta iniciaría con analizar el material in situ en tiempo real para la toma de decisiones empleando instrumentos como la LIBS (espectroscopia de ruptura inducida por láser) y la espectroscopia NIR (infrarrojo cercano); el material ampliamente encontrado en el estudio de caso fue el estiércol, el cual prohíbe la reutilización directa del material excavado por ser considerado solo como residuo según su legislación; finalmente, la tesis concluyó indicando que las valiosas materias primas extraídas de la voladura de túnel en el país Austriaco deben de aprovecharse al máximo, puesto que el vertido deja de ser rentable en comparación de la reutilización del material en aspectos económicos y ambientales.

En la revisión de los antecedentes nacionales, tenemos el estudio de Bazán Gara (2018) de Lima – Perú, donde se analizó los resultados de un estudio de caracterización de residuos de construcción y demolición (RCD) de dos obras: una edificación y un puerto; realizo esto con la intención de conocer la composición, características, cantidades, volúmenes, densidades y la gestión de los RCD, obteniendo como resultado que el material predominante de los RCD de ambas obras fue el escombros, pues al menos un 88% de los RCD pueden ser recuperados;

según el estudio de caso en el edificio Clement y en el TMN del Callao son 97% y 88% respectivamente la cantidad aceptablemente reusable; finalmente se indica que, a pesar de los datos positivos encontrados, dichos escombros fueron dispuestos en vertederos autorizados y botadero (esto por consecuencia de la ausencia de la normativa peruana en regular dichos aspectos).

Según Garboza Sanchez (2020) de Lima – Perú, sostienen que la gestión y manejo de los residuos de la construcción está contemplada en el reglamento solo de manera superficial, lo que conlleva a que su aplicación es incipiente; donde se planteó como objetivo mejorar la gestión y manejo de los residuos de la construcción en el distrito de Lambayeque; los resultados encontrados indicaron una brecha en gestión de los residuos de la construcción de 92.86% y una brecha en manejo de los residuos de la construcción de 74.29% pendiente a ser atendida; la gestión y manejo de los residuos de la actividad constructiva estuvo tan olvidada que genero impacto en el medio ambiente, la sociedad y la economía, por lo que el tratamiento de los residuos de la construcción constituye una alternativa de buena gestión y manejo de los residuos de la actividad constructiva y también genera beneficios.

Según Moromisato Sonan (2018) estimó que, a medida que las ciudades del Perú empiezan a desarrollarse, estos requieren de más proyectos del ámbito comercial, por lo cual se generarán residuos de construcción y demolición (RCD); estos residuos deben ser manejados adecuadamente de acuerdo a la legislación y normativa vigente, sin embargo, existen una serie de dificultades en el sistema de gestión de los RCD los cuales llevan a problemas como la disposición de los residuos en el mar, ríos, espacios públicos, etc; entre las deficiencias se tiene una pésima presencia de empresas comercializadoras y empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos de origen de actividades de construcción fuera la ciudad capital; finalmente, se concluye que aún no se cuenta con las suficientes escombreras que puedan recibir los RCD inertes, por lo que la legislación podría ofrecer alternativas de réplica de casos.

Según la tesis de Carbajal Silva (2018) la gestión y manejo de los RCD en Lima y Callao es aún muy incipiente; este aspecto se debe a que el marco regulatorio

que lo ordena es relativamente nuevo (esto se debe a que el Reglamento para la gestión y manejo de estos residuos fue publicado en el año 2013 y su modificatoria en el año 2016); como es de esperarse, tanto el gobierno como los particulares involucrados en la gestión y manejo de los RCD están en un proceso de adaptación; los aspectos positivos son los siguientes: habilitación de algunas instalaciones para la disposición final de los RCD, surgimiento de algunas empresas especializadas en el manejo de estos residuos (interés de crear empresas formales acorde a la NTP 400.050:2017) y se han creado mecanismos para la contabilización de este tipo de residuos.

El material de descarte es considerado cualquier material remanente con predisposición a ser depositado en un determinado depósito o botadero; según su tipología pueden ser: (i) Materiales provenientes de la excavación de la explanación: los cuales incluyen, los materiales excedentes de la remoción de la capa vegetal y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, provenientes de las áreas en donde se vayan a realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes transportados, hasta su disposición final. (ii) Materiales provenientes de Canteras: Se refiere al transporte de materiales de canteras procesados o mezclados que son destinados a formar terraplenes y capas granulares de afirmado, naturales o procesados en planta. Se excluyen los materiales para concretos hidráulicos, rellenos estructurales, solados, filtros para subdrenes y todo aquel que este incluido en los precios de sus respectivas partidas.

En cuanto a su clasificación, Gaviria Guzmán & Suárez Huaynatte también explican que según el material transportado, y destino puede ser: (i) proveniente de excedentes de corte a depósitos de desechos, (ii) escombros a ser depositados en los lugares de depósitos de desechos, (iii) excedentes de corte transportados para uso en terraplenes, como préstamo propio, (iv) material de derrumbes a transportar a depósito de desechos o selectivamente para cimentaciones en estructuras y otros, (v) material de canteras para terraplenes; y/o plantas para preparación de material de afirmado

La construcción de un Terramesh requiere de materiales que cumplan con características establecidas según las especificaciones técnicas, comenzamos con

el armado de las cajas, las cuales inician con: (i) Extender la malla y realizar el planchado de esta, sobre tablonces de madera, tomar medidas 0.5 x 1 x 4 ó 1 x 1 x 4, según dimensión de caja, luego se procede a enganchar con puntales laterales formando la caja, (ii) luego se procedió al ajuste con el alambre galvanizado dentro de la caja, (iii) se procedió a cocer la malla con el mismo alambre galvanizado hasta la altura solicitada, (iv) luego se colocó el diafragma en el centro de la caja, (v) adicional a ello se instaló la Geomalla MACGRID WG 200/120/90 y también el Geocompuesto de drenaje de talud. Para la colocación y compactación del material de relleno estructural se abasteció del material con el volquete, luego se extiende en el tramo señalado con retroexcavadora y personal, finalizando con la labor, se continuó con la nivelación y compactación del material de relleno usando un rodillo de 10 toneladas y llevando un estricto control para lo que son las medidas de compactación, como es en el caso de cajas de Terramesh de 0.5x1x4m se compactó cada 25 centímetros y para las cajas de Terramesh de 1x1x4m se compactó cada 20 centímetros especificados en planos. Seguido cada compactación con su debida prueba para la liberación y así realizarse la siguiente compactación; las pruebas serán realizadas consecutivamente.

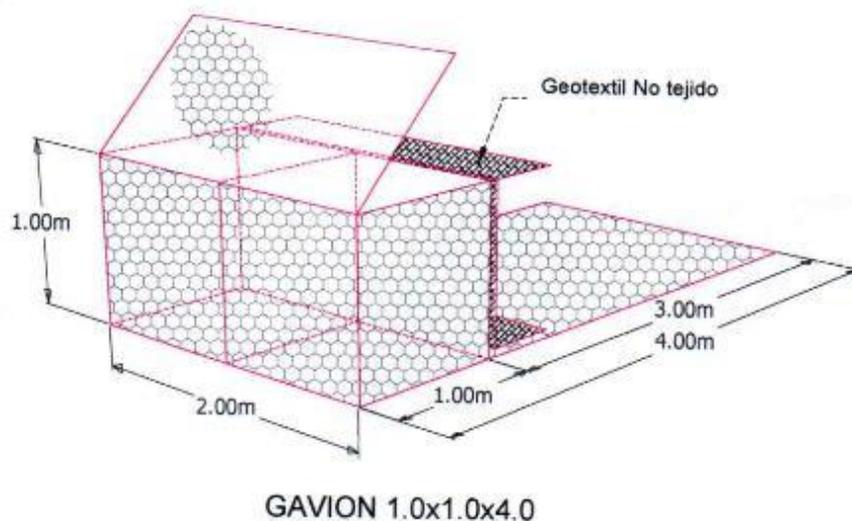


Figura 1. Estructura general en la construcción del Terramesh.

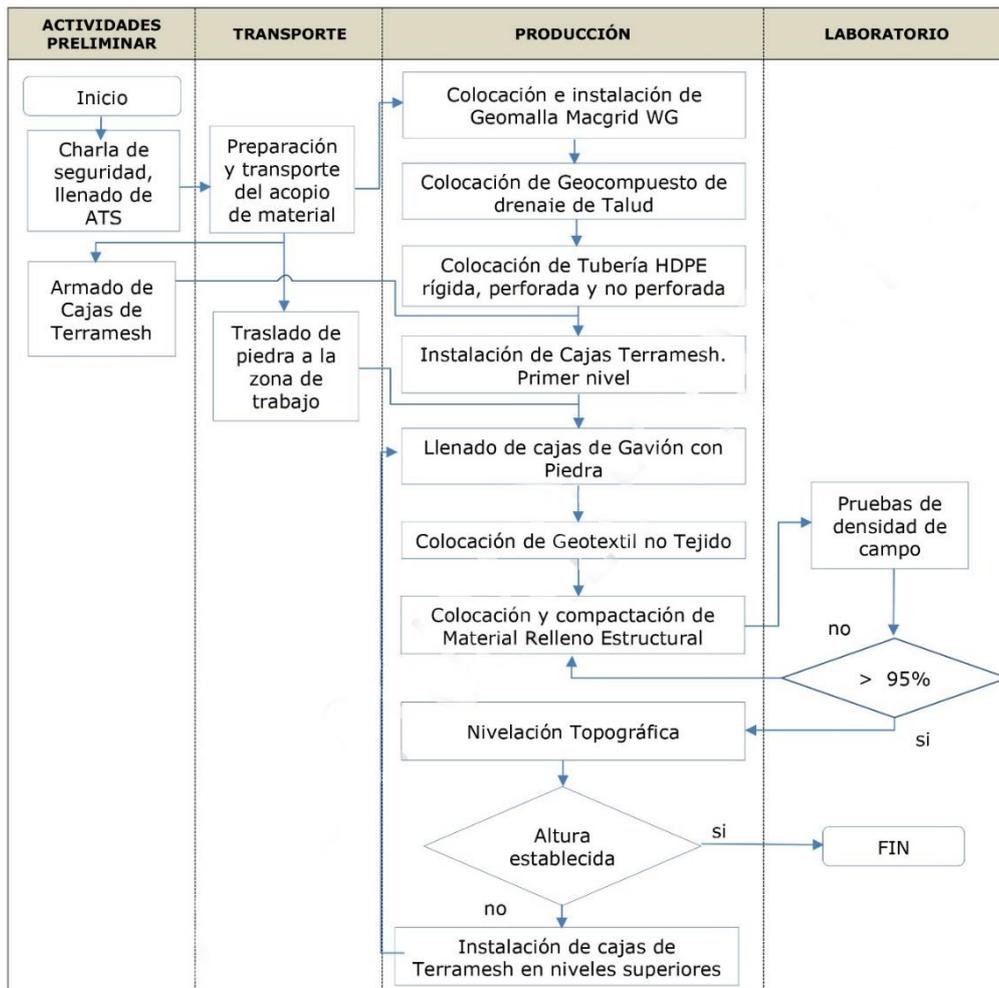


Figura 2. Flujograma de la instalación de un Terramesh

Un Depósito de material excedente (DME), es el lugar donde se colocan todos los materiales excedentes y se construirán de acuerdo con el diseño específico que se haga en el proyecto, se contempla la forma como serán depositados los materiales y el grado de compactación que se debe alcanzar (Consortio Costa Dulce II, 2009, p.252). Según el MTC (2005 pp. 35) en cuanto a las consideraciones especiales de diseño, debemos empezar señalando que los depósitos de Material Excedente son utilizados para depositar el material que se genera por acción de los diferentes trabajos propios del proceso constructivo como: ampliación de la plataforma, cortes de talud, excavaciones, obras de arte, demoliciones y en general por las actividades derivadas del proceso de explanaciones. De acuerdo a lo expresado todo el material debe colocarse en los DME, para lo cual deben tener características específicas las mismas que se mencionan a continuación:

- El lugar o espacio para la disposición de los DME debe ser seleccionado cuidadosamente, evitando zonas inestables o áreas de importancia ambiental como humedales, áreas sensibles o de alta productividad agrícola. Evitando así mismo, zonas que puedan interrumpir drenajes naturales.
- Para la ubicación de los DME se debe considerar la morfología del terreno, tratando en primera instancia de utilizar depresiones o áreas desiguales, donde la conformación de material excedente a depositar podría recuperar las características del paisaje. Para tales fines, deberá realizarse el levantamiento topográfico del lugar identificado, a fin de elaborar el diseño adecuado. Se identificarán georeferencialmente cada uno de los vértices del depósito elegido.
- Los DME deben ubicarse sobre suelos pobres, en lo posible, con poca o escasa cobertura vegetal, de ser posible sin uso aparente, evitando zonas inestables o áreas de alta importancia ambiental.
- Utilizar como DME únicamente lugares no aptos para actividades agrícolas o de pastoreo.
- El manejo de drenaje es de suma importancia en el botadero para evitar su posterior erosión, por lo cual, si se hace necesario, se colocarán filtros de desagüe para permitir el paso del agua.
- Cuando se rellenan ciertas depresiones, suele ser necesario conformar el relleno en forma de terrazas y colocar un muro de pata en gavión, sobre todo en zonas donde debido al nivel de precipitaciones el material es susceptible a saturarse con facilidad.
- Al depositar materiales altamente contaminantes (restos de asfalto, materiales residuales, entre otros), previamente en el fondo del depósito deberá colocarse una capa de material arcilloso que servirá de capa impermeable, de alrededor de 0.50 m de espesor. Antes de colocar la capa de materia orgánica, se colocará una nueva capa de material arcilloso similar a la recomendada a fin de encapsular el producto contaminante.
- Para el relleno, se retirará la capa orgánica del suelo, la cual será almacenada para su posterior utilización en las labores de revegetalización. Para el cuidado de la capa del suelo se deberá tener en cuenta las

características del ecosistema, por cuanto en lugares de altas precipitaciones el material acumulado puede ser lavado fácilmente.

- Los lugares propuestos como DME, (volúmenes a depositar, áreas a intervenir, procesos constructivos y medidas de control de erosión propuestos por la contratista) serán revisados y aprobados por la supervisión.
- Las áreas destinadas al depósito de excedentes deberán rellenarse con capas horizontales que no se elevarán por encima de la cota del terreno natural. Se deberá asegurar un drenaje adecuado y se impedirá la erosión de los suelos allí acumulados.
- La colocación del material excedente deberá realizarse en capas de aproximadamente un espesor de 0.50 m, siendo cada capa compactada con diez (10) pasadas de rodillo, a fin de disminuir la densidad y compactar, debiéndose llegar a un Índice de 60 % de Compactación como mínimo.
- Los materiales gruesos deberán recubrirse con suelos finos. Los taludes laterales no deberán ser menos inclinados que 3:2 (H-V) y se deberán recubrir de suelos orgánicos, pastos u otra vegetación natural de la zona.
- Los terraplenes deben ser estables o estabilizados y protegidos para evitar procesos de deslizamiento y erosión. El acondicionamiento en aquellos puntos susceptibles de erosión debe realizarse con la utilización de suelo pasto y en taludes mediante revegetalización y usos de mantas biodegradables.
- Posterior al depósito del material excedente, y luego de haber ejecutado la compactación correspondiente capa por capa, se procederá a colocar la capa de materia orgánica (Top soil), de manera que sobre ella se ejecute la revegetalización con las especies vegetales nativas correspondientes, sean arbóreas, arbustivas o herbáceas, o de ser el caso, combinaciones de las mismas.

Para la etapa de construcción, según el MTC (2005) debemos considerar lo siguiente:

- Los lugares propuestos como DME, (volúmenes a depositar, áreas a intervenir, procesos constructivos y medidas de control de erosión

propuestos por la contratista) serán revisados y aprobados por la supervisión.

- Los DME deben ubicarse sobre suelos pobres, en lo posible, con poca o escasa cobertura vegetal, de ser posible sin uso aparente, evitando zonas inestables o áreas de alta importancia ambiental.

Finalmente, en cuanto a las consideraciones especiales en el diseño de depósitos de material excedente el lugar o espacio para la disposición de los DME debe ser seleccionado cuidadosamente, evitando zonas inestables o áreas de importancia ambiental como humedales, áreas sensibles o de alta productividad agrícola. Evitando así mismo, zonas que puedan interrumpir drenajes naturales.

- Para la ubicación de los DME se debe considerar la morfología del terreno, tratando en primera instancia de utilizar depresiones o áreas desiguales, donde la conformación de material excedente a depositar podría recuperar las características del paisaje. Para tales fines, deberá realizarse el levantamiento topográfico del lugar identificado, a fin de elaborar el diseño adecuado. Se identificarán geo referencialmente cada uno de los vértices del depósito elegido.
- Los DME deben ubicarse sobre suelos pobres, en lo posible, con poca o escasa cobertura vegetal, de ser posible sin uso aparente, evitando zonas inestables o áreas de alta importancia ambiental.
- El manejo de drenaje es de suma importancia en el botadero para evitar su posterior erosión, por lo cual, si se hace necesario, se colocarán filtros de desagüe para permitir el paso del agua.
- Cuando se rellenan ciertas depresiones, suele ser necesario conformar el relleno en forma de terrazas y colocar un muro de pata en gavión, sobre todo en zonas donde debido al nivel de precipitaciones el material es susceptible a saturarse con facilidad.
- Para el relleno, se retirará la capa orgánica del suelo, la cual será almacenada para su posterior utilización en las labores de revegetalización. Para el cuidado de la capa del suelo se deberá tener en cuenta las características del ecosistema, por cuanto en lugares de altas precipitaciones el material acumulado puede ser lavado fácilmente.

- Los terraplenes deben ser estables o estabilizados y protegidos para evitar procesos de deslizamiento y erosión. El acondicionamiento en aquellos puntos susceptibles de erosión debe realizarse con la utilización de suelo pasto y en taludes mediante Revegetalización.
- A los DMEs sólo irá material procedente de actividades de reparación de componentes viales y derrumbes (rocas, bolonería, finos como la tierra y no irán residuos de concreto ni residuos de asfalto, éstos últimos serán tratados de acuerdo al marco normativo correspondiente.
- Posterior al depósito del material excedente, y luego de haber ejecutado la compactación correspondiente capa por capa, se procederá a colocar la capa de materia orgánica (Top soil), de manera que sobre ella se ejecute la revegetalización con las especies vegetales nativas correspondientes, sean arbóreas, arbustivas o herbáceas, o de ser el caso, combinaciones de las mismas.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

Según Hernandez Sampieri et al. (2015) y bajo concordancia con los objetivos planteados, el método de la investigación será cuantitativo y de tipo aplicada; en cuanto a su diseño, será experimental puro, ya que el aprovechamiento se llevará a cabo mediante la manipulación de una variable en condiciones controladas según las normas técnicas, dicha variable es el aprovechamiento del material de descarte, el cual se obtendrá mediante la proporción de mezcla del material de voladura de túnel y el material de cantera con la unidad de medida de porcentaje (%); además de ello, el nivel de investigación será descriptivo y explicativo porque se dará a conocer las definiciones, los conceptos normados y técnicos (p. 163).

3.2 Variables y operacionalización

En esta sección mostramos cuáles son las variables de la presente investigación, y en el Anexo 1 se muestra la operacionalización de variables con su definición, dimensión, indicador y escala de medición.

- A) Variable independiente
Aprovechamiento del material de descarte

- B) Variable dependiente
Base granular de un Terramesh

3.3 Población, muestra y muestreo

La Población es una composición de elementos que serán tomados en una investigación, está delimitado de acuerdo a las características presentadas del tipo de problema. Para nuestro caso, la población es el material de descarte ubicado en el Área de Depósito de Material Excedente denominado DME 235, así como el material de la Cantera “El Carmen”.

La Muestra, según Hernandez Sampieri et al. (2015) la muestra para el presente estudio fue no probabilístico; esto se explica porque el material es tomado a criterio del investigador y, en cuanto a su medición, esta es infinita (por no tener parámetros

que determinen cuantas muestras se puedan realizar como mínimo o máximo por tipo de ensayo) (pp. 189–190).

Para el muestreo, se empleó la técnica que dicta la Norma Técnica Peruana, denominada como la NTP 400.010 - 2011 (Agregados – Extracción y preparación de muestras), donde en dicha norma dicta que la cantidad de masa a extraer deberá ser previstas para el tipo y cantidad de ensayos a los cuales el material va a estar sujeto, para de esta manera obtener material suficiente para ejecutar los mismos apropiadamente, los cuales se sujetan al tamaño del agregado (puede ser agregado fino u agregado grueso), según la norma dicta que para el agregado combinado grueso y fino (por ejemplo agregados base o sub-base) la masa mínima requerida será un aproximado de 20 kg, para la presente tesis se extrajo la cantidad de 200 kg independientemente en la Cantera el Carmen y el DME 235 (material de voladura del túnel Ollachea).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas, para el análisis de datos se dará según el diseño experimental, el cual considera realizar ensayos a la muestra mezclada entre el material proveniente de la cantera El Carmen y el material proveniente de la voladura de túnel; es por ello que se ha considerado las siguientes técnicas:

Técnica de recojo de muestras: Basada en la Norma Técnica Peruana NTP 400.010 - 2011 (Agregados – Extracción y preparación de muestras), un mayor detalle se explica en la anterior sección de muestreo.

Técnica de ensayos de laboratorio: Esta fue aplicada al objetivo general y el primer objetivo específico, pues el interés se centra en el conocimiento de las características físicas y mecánicas del material a través de la revisión de los informes de ensayo de mecánica de suelos (ensayos realizados en el Laboratorio Mecánica de Suelos, concretos y pavimentos de la empresa INTERSUR CONCESIONES S.A.) y de su revisión en la normativa respecto a los estándares requeridos para su empleabilidad en la base de un Terramesh.

3.5 Procedimientos

a. Para la recolección de datos

Mediante la observación directa en campo en el DME 235 se seleccionaron 10 puntos aleatorios para la toma de muestra de suelo, debemos señalar que dicha cantidad de muestras fueron sugeridas y extraídas con ayuda de los técnicos del Laboratorio de Suelos, los cuales realizaron dicha extracción bajo la normativa de la NTP 400.010 - 2011 (Agregados – Extracción y preparación de muestras) en este caso se utilizó una retroexcavadora para realizar la calicata a profundidad de 5 metros aproximadamente, luego se empleó las herramientas de palas para recolectar la muestra de 10 puntos superficiales aleatorios en 10 sacos de rafia (hasta un 70% de su capacidad), esta extracción de muestra se realizó tanto para el material de voladura del túnel “Ollachea” como el de la cantera “El Carmen” con su respectivo etiquetado de procedencia, posteriormente se trasladaron en un vehículo hasta las instalaciones del Laboratorio Mecánica de Suelos, concretos y pavimentos de la empresa INTERSUR CONCESIONES S.A., donde se dispusieron las muestras de tierra para los diversos ensayos requeridos tales como el análisis de sus propiedades físicas y mecánicas; así como de sus propiedades al realizar el ensayo de las mezclas de los materiales en diversas proporciones (%).

b. Ensayos de laboratorio

Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, concretos y pavimentos de la empresa acreditados por Instituto Nacional de Calidad (INACAL) a fin de validar y dar confiabilidad a los resultados; además, es necesario señalar que dichas evaluaciones fueron ejecutados bajo la normativa del MTC y su guía “Manual de Ensayo de Materiales”, el cual tiene como propósito asegurar los estándares de calidad respecto a los métodos y procedimientos en las ejecuciones de proyectos de infraestructura vial. A continuación, se muestran los diversos ensayos empleados en la presente investigación:

Tabla 1. Calidad de material acorde a la especificación técnica requerida

Nº Ensayo	Denominación
E-107	Análisis granulométrico de suelos por tamizado
E-108	Determinación del contenido de humedad de un suelo
E-110	Determinación del límite líquido de los suelos
E-111	Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)
E-114	Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino
E-115	Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado)
E-118	Materia orgánica en suelos (perdida por ignición)
E-124	Densidad en el sitio – Método nuclear a profundidad reducida
E-132	CBR de suelos (laboratorio)
E-205	Gravedad específica y absorción de agregados finos
E-206	Peso específico y absorción de agregados gruesos
E-207	Abrasión los Ángeles (L.A.) al desgaste de los Agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½")

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales – MTC (2016).

c. Evaluación de resultados

Los resultados desprendidos del Laboratorio de Mecánica de Suelos, concretos y pavimentos de la empresa fueron analizados para verificar si sus propiedades físicas y mecánicas cumplen los estándares para ser utilizados en la construcción de la base granular del Terramesh, dichos resultados son ampliamente expuestos en la siguiente sección.

IV. RESULTADOS

4.1 Eficacia del aprovechamiento de los materiales

En la siguiente tabla se muestra un total de seis ensayos realizados a la mezcla de materiales entre el procedente de la excavación de la Obra Túnel Ollachea y el material de cantera denominada “El Carmen”; dichas mezclas fueron dispuestas en diversas proporciones a fin de hallar las propiedades físicas y mecánicas que pueda abastecer las especificaciones técnicas requeridas para la construcción de la base granular del Terramesh. Los resultados obtenidos son producto de las pruebas de ensayos, los cuales fueron ejecutados en el Laboratorio Mecánica de Suelos, concretos y pavimentos de la empresa Intersur Concesiones S.A.

Tabla 2. Calidad de material acorde a la especificación técnica requerida

Ensayo	Procedencia		Especificaciones técnicas requeridas para el Terramesh			
	Material excavación Túnel Ollachea	Material Cantera "El Carmen"	Tamaño máximo	Índice de plasticidad (IP)	Clasificación de suelo	Porcentaje máximo de piedra
	(%)	(%)	100 mm	<11%	A-1-a; A-1-b; A-2-4; A-2-6; A-3	20%
Ensayo 01	100	0	-	7.29	A-2-4 (0)	-
Ensayo 02	75	25*	101.6	7.88	A-2-4(0)	Zarandeado
Ensayo 03	70	30	80.89	6.11	A-2-4	Ninguno
Ensayo 04	60	40	75.0	N.P.	A-1-a (0)	Ninguno
Ensayo 05	50	50	88.9	N.P.	A-1-a (0)	Zarandeado
Ensayo 06	0	100	-	N.P.	A-1-a (0)	-

Nota: * = Material de excavación Vía Evitamiento Ollachea.

Según la tabla anterior, todos los ensayos y sus respectivas clasificaciones de suelo cumplen con las especificaciones técnicas requeridas para la construcción de la base del Terramesh (a excepción del ensayo 01 – el cual contiene el 100% procedencia del material de voladura de túnel, esto debido a que no cuenta con densidad máxima seca y también a un alto índice de plasticidad – ver tabla), empero, las características de los demás indicadores; tales como el tamaño máximo y el índice de plasticidad definen que el ensayo 04 predomina sobre las demás proporciones de mezcla. Referente a los requerimientos de calidad del material para utilizarse en la construcción de la base de un Terramesh es primordial que dicha mezcla deba cumplir con los requerimientos mínimos de calidad de la

especificación técnica; los cuales a su vez poseen datos obtenidos por los métodos de ensayo estandarizados por el MTC.

Tabla 3. Requerimientos de calidad de material acorde a la especificación técnica

ENSAYO	METODO DE ENSAYO	REQUERIMIENTO
Tamaño máximo	MTC E-107	100 mm
Índice plasticidad	MTC E-111 / MTC E-110	<11%
Clasificación de suelos	MTC E-107; MTC E-110 y MTC E-111	A-1-a; A-1-b; A-2-4; A-2-6; A-3
Porcentaje máximo de piedra	--	20%

Fuente: Informe requerimiento de EE.TT. para la base granular de Terramesh.

A continuación, se muestra la figura que contiene información sobre el tamaño máximo del material granulométrico (100 mm), por lo que revisando los datos hallados; encontramos que el ensayo 04 (60% material Túnel Ollachea y 40% material Cantera “El Carmen”) cumple con ser el de menor tamaño del material granulométrico con 75.0 mm, cumpliendo de esta manera las especificaciones técnicas que requieren la base granular de un Terramesh.

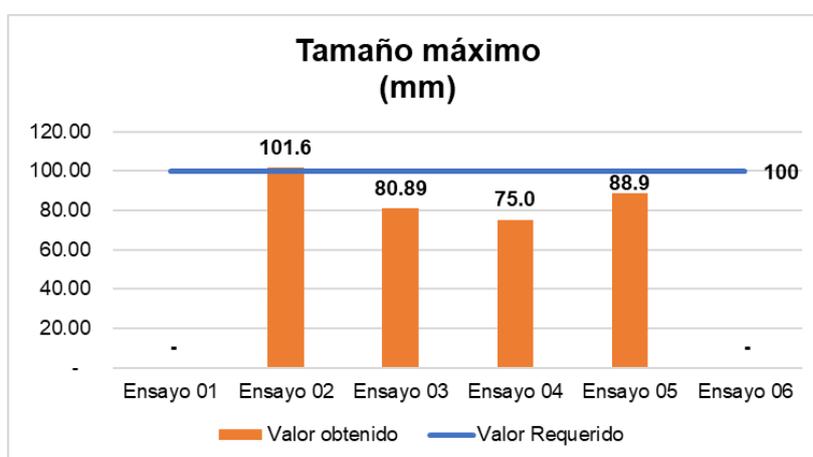


Figura 3. Tamaño máximo del material granular de los ensayos.

La siguiente figura revela información sobre el índice de plasticidad (máximo 11%), por lo que revisando los datos hallados; encontramos que el ensayo 04 (60% material Túnel Ollachea y 40% material Cantera “El Carmen”) cumple con no presentar índice de plasticidad, cumpliendo de esta manera las especificaciones técnicas que requieren la base granular de un Terramesh.

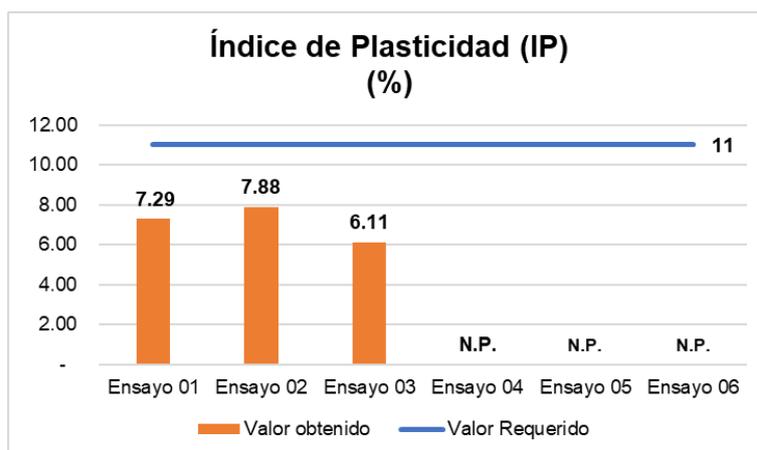


Figura 4. Índice de plasticidad de los ensayos.

4.2 Según laboratorio: propiedades físicas y mecánicas de la mezcla de materiales

La siguiente tabla muestra las características físicas de los seis ensayos realizados a diversas proporciones entre el material del Túnel Ollachea y cantera “El Carmen”, el ensayo 01 corresponde al 100% material Túnel Ollachea, el ensayo 02 corresponde al 75% del material Túnel Ollachea y 25% al material de excavación Vía Evitamiento Ollachea; el ensayo 03 corresponde al 70% del material Túnel Ollachea y 30% al material de la Cantera “El Carmen”; el ensayo 04 corresponde al 60% del material Túnel Ollachea y 40% al material de la Cantera “El Carmen” (este ensayo es el que muestra cumplir con los requerimientos de las especificaciones técnicas en la construcción de la base del Terramesh); el ensayo 05 corresponde al 50% del material Túnel Ollachea y 50% al material de la Cantera “El Carmen”; y por último, al ensayo 06 le corresponde el 100% al material de la Cantera “El Carmen”; según los resultados hallados en laboratorio, todos los ensayos (excepto el ensayo 01 con 100% material de túnel) han demostrado cumplir con los estándares requeridos para ser empleados en la construcción de la base granular de un Terramesh.

Tabla 4. Características físicas de la mezcla de material de excavación Túnel Ollachea y Cantera "El Carmen"

Ensayo	Procedencia		Características Físicas						
	Material excavación Túnel Ollachea	Material Cantera "El Carmen"	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Materia orgánica	Equivalente de arena	Humedad natural	Humedad óptima	Densidad máxima seca
	(%)	(%)	Según tipo suelo	Según tipo suelo	(%)	(%)	(%)	(%)	g/cm ³
Ensayo 01	100	0	GW	A-2-4 (0)	0	32	4.7	-	-
Ensayo 02	75	25*	GP-GC	A-2-4 (0)	0	25.7	4.2	4.57	2.385
Ensayo 03	70	30	GP-GC	A-2-4 (0)	1.240	23.0	4.8	6.48	2.288
Ensayo 04	60	40	GW-GM	A-1-a (0)	0.311	48.0	4.4	6.57	2.269
Ensayo 05	50	50	GP-GM	A-1-a (0)	0.808	28.5	5.2	5.52	2.289
Ensayo 06	0	100	GC	A-1-a (0)	1.077	28	8.3	6.68	2.307

Nota: * = Material de excavación Vía Evitamiento Ollachea

Fuente: Informe de análisis de ensayos en laboratorio

Tabla 5. Características mecánicas de la mezcla de material de excavación Túnel Ollachea y Cantera "El Carmen"

Ensayo	Procedencia		Características Mecánicas				
	Material excavación Túnel Ollachea	Material Cantera "El Carmen"	Capacidad Resistente como Base (CBR)	Abrasión	Limite Líquido (LL)	Limite Plástico (LP)	Índice de plasticidad (IP)
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Requerimiento	-	-	-	<50	-	-	<11
Ensayo 01	100	0	-	17.7	21.02	13.73	7.29
Ensayo 02	75	25*	64	24.4	22.72	14.84	7.88
Ensayo 01	100	0	-	17.7	21.02	13.73	7.29
Ensayo 02	75	25*	64	24.4	22.72	14.84	7.88
Ensayo 03	70	30	-	25.2	22.4	16.29	6.11
Ensayo 04	60	40	-	26.2	19.5	N.P.	N.P.
Ensayo 05	50	50	63	17.5	20.1	N.P.	N.P.
Ensayo 06	0	100	-	17.5	19.2	N.P.	N.P.

Nota: * = Material de excavación Vía Evitamiento Ollachea

Fuente: Informe de análisis de ensayos en laboratorio

Para el Análisis Granulométrico por tamizado (60% y 40%), según Román Rodas (2018) este método se aplica mediante la clasificación de las partículas según su tamaño por medio del tamizado, con el fin de clasificarlo y ser usado según la medida requerida. Según el (MTC, 2009) esta prueba se realiza cuando el material se encuentra en estado seco, posteriormente se coloca el material en una columna de tamices puestos progresivamente con medidas de diferentes tamaños desde el más pequeño (N° 200) hasta el más grande (3"), guiados o controlados

por la norma del MTC E-107. En la siguiente tabla mostramos los valores obtenidos según la norma para la proporción de mezcla 60% y 40% entre el material de la cantera el Carmen y material de la voladura de túnel respectivamente, el resumen de los datos de la muestra son la siguiente tabla (información detallada del informe en anexos):

Tabla 6. Descripción de la muestra para análisis granulométrico (material 60% cantera y 40% de voladura de túnel)

Descripción	Cantidad
Porcentaje de Humedad (%)	6.0
Porcentaje de Grava (%)	59.5
Porcentaje de Arena (%)	32.9
Tamaño máximo (pul.)	3"
Porcentaje pasante N° 200 (%)	7.5
Peso Inicial (gr.)	18240.0
Porción de Finos (gr.)	845.0
Color	-
Límite Líquido	19.5
Límite Plástico	N.P.
Índice de Plasticidad	N.P.
Módulo de Finura (MF)	4.70%
Clasificación SUCS	GW-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a (0)

La prueba se realizó con el material en estado seco, posteriormente se colocó el material en una columna de tamices puestos progresivamente con medidas de diferentes tamaños desde el más pequeño (# 200) hasta el más grande (3"), guiados o controlados por lo que dictamina la prueba de ensayo MTC E-107, donde se pudo medir el peso del material retenido en cada malla (tamiz), obteniendo los siguientes resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7. Resultados del análisis granulométrico 60% material voladura de túnel de túnel y 40% material de cantera

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO								
(NORMA MTC E - 107)								
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
OBRA :	VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241				TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS			
TRAMO :					REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN			
SUB TRAMO :	Km 241+060 @ Km 241+220				RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN			
MATERIAL :	536G Suelo Reforzado-Conformacion de terraplen				FECHA : 29-Set-21			
DATOS DE LA MUESTRA								
CANTERA :	60% TUOL + 40% Km 274+500				CERTIFICADO :			
MUESTRA :	Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)				LADO : Derecho			
PROF. (m) :					OBSERVACIONES :			
Tamiz		Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
Ø		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	max. (%)	
Pulgada	mm							
3 1/2"	80.89							% NIVEL FREATICO
3"	76.20				100.00			% de Humedad 6.0
2 1/2"	63.50	783.0	4.29	4.29	95.71			% de Grava: 59.5
2"	50.80	551.0	3.02	7.31	92.69			% de Arena: 32.9
1 1/2"	38.10	1771.0	9.71	17.02	82.98			Tamaño Máximo: 3"
1"	25.40	1537.0	8.43	25.45	74.55			% Pasante Nº 200 : 7.5
3/4"	19.05	1511.0	8.28	33.73	66.27			Peso Inicial: 18240.0
1/2"	12.70	1545.0	8.47	42.20	57.80			Porción de finos : 845.0
3/8"	9.53	745.0	4.08	46.28	53.72			Color :
1/4"	6.35	1209.0	6.63	52.91	47.09			L. L. : 19.5
Nº 4	4.75	1207.0	6.62	59.53	40.47			L.P. : N.P.
Nº 8	2.36	241.0	11.54	71.07	28.93			I.P. : N.P.
Nº 10	2.00	42.0	2.01	73.08	26.92			M.F. : 4.70 %
Nº 16	1.19	107.0	5.12	78.20	21.80			CLASIFIC. SUCS : GW-GM
Nº 20	0.85							CLASIFIC. AASHTO : A-1-a (0)
Nº 30	0.60	115.0	5.51	83.71	16.29			OVER > 2%
Nº 40	0.42	37.0	1.77	85.48	14.52			NDICE DE CONSISTENCIA (I.C) :
Nº 50	0.30	40.0	1.92	87.40	12.60			DESCRIPION DEL (IC) :
Nº 60	0.25							INDICE DE LIQUIDES (I.L.) :
Nº 80	0.18							Observaciones
Nº 100	0.15	55.0	2.63	90.03	9.97			
Nº 200	0.074	51.0	2.44	92.47	7.53			
Bandeja		157.0	7.53	100				

Se puede observar que el material aprovechado de la voladura de túnel no predomina en gran manera sobre las características del material de la Cantera "El Carmen", esto se mide mediante el módulo de fineza (M.F.), para nuestro caso de la mezcla de 60% y 40% (material voladura de túnel y material cantera respectivamente) se obtuvo 4.70%; debemos recordar que el Módulo de Fineza en el agregado fino suma valor por representar un parámetro que otorgará consistencia cuando esta se use como la base de un Terramesh, e incluso de otras estructuras.

En la siguiente figura también se muestra la curva granulométrica, donde se observa que los agregados no se encuentran de manera ajustada, encontrándose dentro de los límites permitidos y recomendados de granulometría, considerándose aceptables y adecuados para continuar con el proceso de la investigación; además

de ello el agregado fino está dentro de los límites establecidos por la norma del MTC E-107.

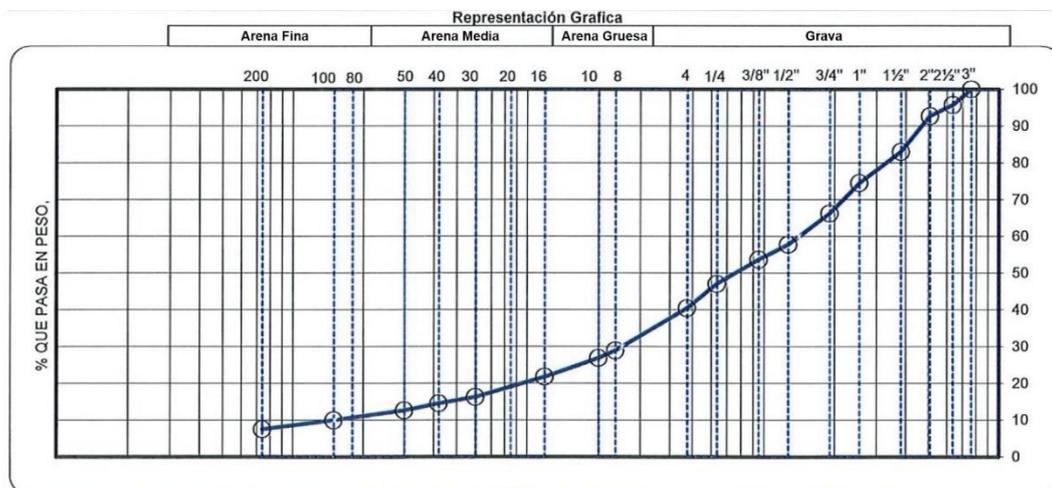


Figura 5. Curva granulométrica (60% material de voladura de túnel y 40% material cantera)

Ensayo de contenido de humedad natural (60% y 40%), este ensayo de contenido de humedad se realizó guiado por la norma del MTC, la cual dio a conocer que el material proveniente de voladura de túnel presenta contenido de humedad de 4.7 % (ver anexo), pero al realizar la mezcla con el 60% del material procedente de la cantera “El Carmen” se observa que dicha humedad disminuye a 4.4% de humedad natural.

Tabla 8. Resultado de contenido de humedad (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera)

MUESTRA Nº 01		
Características	Nº de Recipiente	
	3	5
Peso del Suelo Húmedo + Recipiente (gr.)	4185.6	4195.60
Peso del Suelo Seco + Recipiente (gr.)	4039.0	4026.9
Peso del Agua (gr.)	146.6	168.7
Peso del Recipiente (gr.)	468.1	468.2
Peso del Suelo Seco (gr.)	3570.9	3558.7
% de Humedad	4.1	4.7
Promedio	4.4	

Límites de consistencia <40 (60% y 40%), el ensayo realizado según la norma MTC E -110, 111; determinó el grado de sensibilidad que presenta el suelo con relación al contenido de humedad, delimitando los límites correspondientes a los dos estados de consistencia que presenta un suelo Límite Líquido y Límite

Plástico, siendo el tercer indicador el Índice de Plasticidad, el cual resulta de la diferencia del Límite Líquido y el Límite Plástico

El Límite Líquido del material proveniente de la voladura de túnel (100%) ensayado presentó un 21.02%, en cambio al realizar la mezcla en la proporción de material de cantera 40% y material de voladura de túnel 60% el resultado de contenido de Límite Líquido fue de 19.5% (el segundo valor con mínimo % de humedad entre todos los ensayos). Veamos la siguiente tabla:

Tabla 9. Resultado del Límite Líquido (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera)

Características	Límite Líquido (LL)		
	Nº de Recipiente		
	2	4	6
Peso del Suelo Húmedo + Recipiente (gr.)	31.99	33.58	34.05
Peso del Suelo Seco + Recipiente (gr.)	29.98	30.14	30.07
Peso del Agua (gr.)	3.01	3.44	3.98
Peso del Recipiente (gr.)	14.23	14.05	12.38
Peso del Suelo Seco (gr.)	14.75	16.09	17.69
Contenido de Agua (W%)	20.41	21.38	22.50
Número de golpes	20	15	11

El Índice de Plasticidad (60% y 40%), del material proveniente de la voladura de túnel (100%) ensayado presentó un 7.29%, en cambio al realizar la mezcla en la proporción de material de cantera 40% y material de voladura de túnel 60% se observó que esta no presentaba plasticidad, lo cual favorece ampliamente su uso como base de un Terramesh. Veamos la siguiente tabla:

Tabla 10. Resultado del Límite Plástico (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera)

Características	Límite Plástico (LP)	
	Nº de Recipiente	
	-	-
Peso del Suelo Húmedo + Recipiente (gr.)	NO PRESENTA	
Peso del Suelo Seco + Recipiente (gr.)		
Peso del Agua (gr.)		
Peso del Recipiente (gr.)		
Peso del Suelo Seco (gr.)		
Contenido de Agua (W%)	N.P.	N.P.
Promedio de W%		

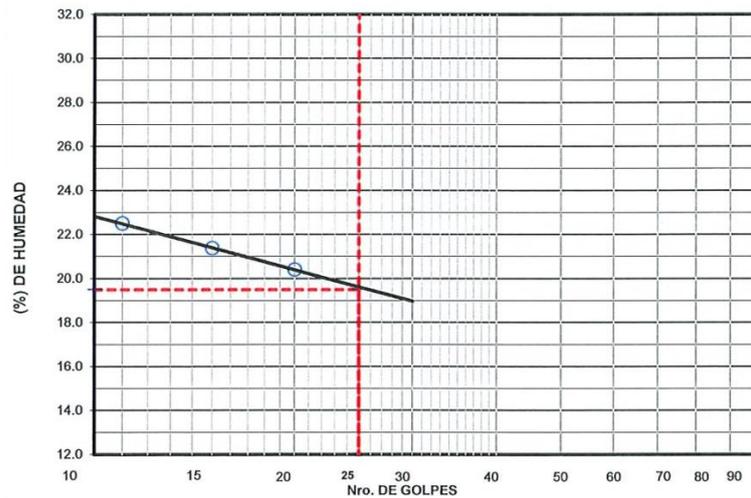


Figura 6. Recta del límite de líquido y plástico

Ensayo de equivalente de arena (60% y 40%), según la norma del MTC E-114, el ensayo está propuesto como indicativo de las proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos que superen pasar el tamiz N°4.

Tabla 11. Resultado del ensayo Equivalente de Arena (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera)

Equivalente de Arena			
Características	Identificación		
	1	2	3
Tamaño máximo (pasa tamiz N° 4) (mm)	4.75	4.75	4.75
Hora de entrada a saturación	10:20	10:22	10:24
Hora de salida de saturación (+10')	10:30	10:32	10:34
Hora de entrada a decantación	10:32	10:34	10:36
Hora de salida de decantación (+20')	10:52	10:54	10:56
Altura máxima de material fino (mm)	6.7	6.7	6.8
Altura máxima de la arena (mm)	3.12	3.2	3.2
Equivalente de arena %	47.8	47.8	47.1
Promedio %	48		

Ensayo de abrasión (Máquina de los Ángeles) - (60% y 40%), según el MTC y el ensayo E-207 la Máquina de los Ángeles es un aparato constituido por un tambor cilíndrico hueco de acero de 500 mm de longitud y 700 mm de diámetro aproximadamente, con su eje horizontal fijado a un dispositivo exterior que puede transmitirle un movimiento de rotación alrededor del eje; así, el tambor tiene una

abertura para la introducción del material de ensayo y de la carga abrasiva, en la siguiente tabla se muestra el resultado detallado de los resultados de la mezcla:

Tabla 12. Resultado del ensayo de Abrasión (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera)

TAMIZ	Graduaciones						
	A	B	C	D	E	F	G
2 ½"					2500		
2"					2500		
1 ½"					5005.9		
1"					-		
¾"					-		
½"					-		
3/8"					-		
¼"					-		
Nº 4					-		
Nº 8					-		
Peso total (g.)					10005.9		
Peso después del ensayo (g.)					2621.3		
Peso obtenido (g.)					7384.6		
Nº de esferas (und.)					12		
Peso de las esferas (g.)					4994.7		
Porcentaje obtenido (%)					26.2%		
Porcentaje promedio obtenido (%)					26.2%		

Contenido de Material Orgánico por ignición (60% y 40%), según la norma del MTC E-118, el ensayo esta propuesto a fin de determinar el contenido orgánico con pérdida por ignición de turbas, lodos orgánicos y suelos que en su composición presenten materia vegetal no descompuesta ni deteriorada (se incluyen residuos de plantas frescas como madera, raíces, pastos o carbonáceos como carbón, lignito, etc). Ver la siguiente tabla y anexos.

Tabla 13. Resultado contenido de material orgánico por ignición (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera)

Contenido de Material Orgánico por Ignición			
Características	Nº de Ensayos		
	1	2	3
(1) Peso del plato + suelo de evaporación antes de la ignición	86.070	70.830	72.410
(2) Peso del plato + suelo de evaporación después de la ignición	85.960	70.720	72.280
(3) Peso del plato de evaporación con una aproximación de 0.1 g	47.620	33.790	35.170
(4) Diferencia del material + el plato de evaporación (1-3)	38.45	37.04	37.24
(5) Peso del material orgánico (1-2)	0.11	0.11	0.13
(6) Porcentaje de material orgánico (5/4)*100	0.29	0.30	0.35
(7) Promedio %		0.311	

Para el ensayo de compactación (60% y 40%), según la norma del MTC E-115, 116; el ensayo esta propuesto a fin de hallar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos (curva de compactación), estos fueron compactados en moldes de 4 y 6 pulgadas de diámetro con un pistón de 44.5 N que cae a una altura de 457 mm (18 pulg.) con intención de producir una energía de 56000 pie-lbf/pie³, obteniéndose así los siguientes resultados de la muestra de relación 60% de material de cantera y 40% de material de voladura de túnel. Ver la siguiente tabla y anexos.

Tabla 14. Resultado del ensayo de compactación (60% material de voladura de túnel y 40% material de cantera)

Característica	Und.	Recipiente N°			
		4	6	7	9
Peso suelo+molde	gr	11830	12031	12211	12276
Peso molde	gr	7133	7133	7133	7133
Peso suelo húmedo compactado	gr	4697	4898	5078	5143
Volumen del molde	cm ³	2118	2118	2118	2118
Peso volumétrico húmedo	gr	2.22	2.31	2.40	2.43
Peso del suelo húmedo+tara	gr	1647.0	1640.0	1853.0	1810.0
Peso del suelo seco+tara	gr	1649.0	1588.0	1777.0	1715.0
Tara	gr	400.00	271.00	482.00	499.00
Peso de agua	gr	25.0	52.0	76.0	95.0
Peso del suelo seco	gr	1249.00	1317.00	1295.00	1216.00
Contenido de agua	%	2.00	3.95	5.87	7.81
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.174	2.225	2.265	2.252
				<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>	2.269
				<i>Humedad óptima (%)</i>	6.57
				<i>Densidad máxima corregida (gr/cm³)</i>	2.375
				<i>Humedad óptima (%)</i>	5.02

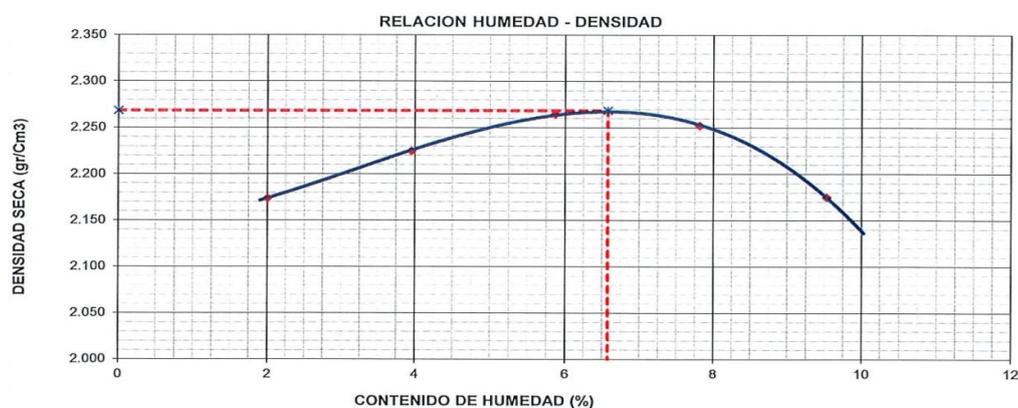


Figura 7. Curva de la relación humedad densidad del ensayo

4.3 Según control de compactación: propiedades físicas y mecánicas de la mezcla de materiales

En esta sección mostraremos los datos según el control de compactación, el cual se realiza con el densímetro nuclear (equipo marca Troxler 3440 – 38455), esta operación se realiza a fin de obtener una serie de datos como medida de control de la densidad humedad (gr/cc), humedad (%), densidad seca (gr/cc) y la compactación (%); toda esta operación está bajo concordancia con el ensayo E-124 (Densidad en el sitio – Método nuclear a profundidad reducida). Las figuras contiene información de la cantidad de ensayos aplicados y los valores obtenidos según el densímetro, posteriormente se compara con los datos obtenidos en laboratorio y finalmente se verifica que estos datos no sobrepasen el límite inferior especificación de 95%, para así determinar su aprobación o desaprobación; adelantamos que en todas las pruebas efectuadas con el densímetro se obtuvo que los valores son aprobados con una desviación estándar < 1.0 , por lo que queda demostrada la eficacia de la aplicación de la mezcla del material de voladura de túnel y el material de la cantera “El Carmen”.

Según (E.D., 2009) el método de la densidad/humedad nuclear opera bajo el principio “suelos densos absorben más radiación que suelos sueltos”, el medidor nuclear se coloca directamente sobre el suelo a analizar y los rayos gamma (de su fuente radioactiva) penetran en el suelo según el número de vacíos de aire que existan; un número de rayos se reflejan y vuelven a retornan a la superficie, estos rayos que se reflejan son registrados en el contador, luego la lectura del contador se compara con los dados en el densímetro nuclear, el cual indica la densidad del suelo en kg/m^3 , finalmente, esta densidad se compara con la densidad máxima de una prueba de Proctor previamente realizada y se obtiene la densidad relativa del Proctor. En la siguiente figura, mostramos los datos de compactación del densímetro nuclear en el Terramesh ubicado del Km 241+030 al Km 241+070, área donde se realizó 19 ensayos a un espesor de capa de 0.25 metros y bajo las indicaciones que determina el MTC en el ensayo E-124 (Densidad en el sitio – Método nuclear a profundidad reducida); en esta área se aplicó la mezcla de materiales (60% material del Túnel Ollachea y 40% material de Cantera) en la base del Terramesh.

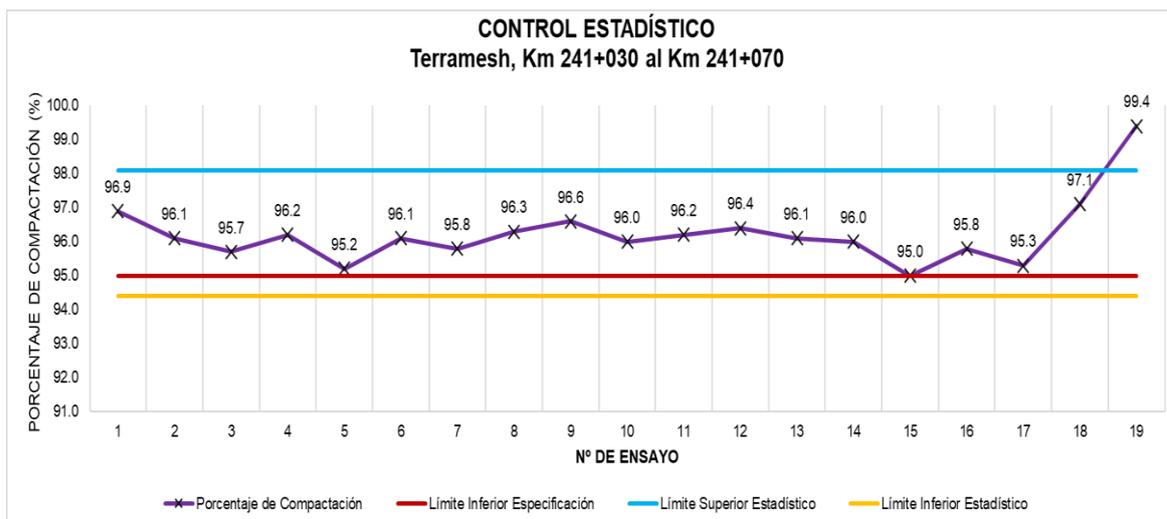


Figura 8. Control de compactación Km 241+030 a Km 241+070

Analizando los datos de compactación (%) mediante la estadística descriptiva encontramos que la cantidad total de ensayos analizados según el densímetro nuclear fueron de 19 ensayos (tamaño N), la suma de dichos valores fue de 1828.1%, el promedio fue de 96.2%, el valor mínimo dentro del rango hallado fue de 95.0%, el valor máximo dentro del rango fue de 99.4%, en cuanto a la desviación estándar obtuvimos un valor de 0.9%, la varianza también presentó el valor de 0.9% y el límite inferior de especificación fue de 95.0% (este valor es el mínimo exigido por el densímetro nuclear). Todos los ensayos fueron aprobados por el densímetro nuclear, lo que garantiza que la mezcla de los materiales es altamente eficaz como recurso de aprovechamiento.

El límite superior estadístico y el límite inferior estadístico se obtienen a partir de las siguientes ecuaciones, las cuales necesitan de la diferencia del valor máximo y del valor mínimo, luego el valor hallado es dividido entre 2 y posteriormente se le sumará al promedio (X_p) para el límite superior (mientras que para el caso del límite inferior dicho valor hallado es restado al promedio); para el presente caso de análisis los datos encontrados para el límite superior estadístico fue de 98.1%, y el límite inferior estadístico fue de 94.4% (ver las siguientes ecuaciones y su aplicación)

$$Ec.(1) \quad \text{Límite Superior Estadístico} = \text{Promedio } (X_p) + \left(\frac{\text{Valor Máximo} - \text{Valor Mínimo}}{2} \right)$$

$$Ec.(2) \quad \text{Límite Inferior Estadístico} = \text{Promedio } (X_p) - \left(\frac{\text{Valor Máximo} - \text{Valor Mínimo}}{2} \right)$$

Tabla 15. Aplicación fórmula estadística para LIE y LSE

Estadística respecto a los datos de compactación (%)	
LIE = Límite Inferior Estadístico Xp = Promedio V Máx. = Valor Máximo V Mín. = Valor Mínimo	LSE = Límite Superior Estadístico Xp = Promedio V Máx. = Valor Máximo V Mín. = Valor Mínimo
$LIE = Xp - \left(\frac{V \text{ Máx} - V \text{ Mín}}{2}\right)$ Ec. (1)	$LSE = Xp + \left(\frac{V \text{ Máx} - V \text{ Mín}}{2}\right)$ Ec. (2)
$LIE = 96.2 - \left(\frac{99.4 - 95.0}{2}\right)$	$LSE = 96.2 + \left(\frac{99.4 - 95.0}{2}\right)$
$LIE = 96.2 - (2.2)$	$LSE = 96.2 + (2.2)$
$LIE = 94.0$	$LSE = 98.4$

Tal como se aprecia en la anterior tabla, procederemos a aplicar la misma ecuación (1) y (2) para todas las variables (densidad húmeda (gr/cc), humedad (%), densidad seca (gr/cc), densidad máxima (gr/cc), humedad óptima (%) y compactación (%)); además, debe de evaluarse por cada tramo donde se encuentre un Terramesh; resulta necesario recalcar que, en grado de jerarquía (y también en el estudio de campo in situ), el parámetro/indicador “compactación” prima sobre las demás variables, es decir, al momento de aplicar el densímetro nuclear obtenemos todos los indicadores o parámetros mostrados en la tabla de abajo, pero, el indicador “compactación” determina si el requerimiento de las especiaciones técnicas halladas en los ensayos de suelos de laboratorio aún permanecen con sus valores superiores al 95% de compactación que exige el densímetro nuclear; es por ello que en la presente investigación se analiza la estadística de dicho parámetro y no el de los demás

Tabla 16. Control estadístico de variables Km 241+030 a Km 241+070

Control Estadístico						
Parámetro	Densidad Húmeda (gr/cc)	Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cc)	Densidad Máxima (gr/cc)	Humedad Óptima (%)	Compactación (%)
Tamaño o Cantidad (N)	19	19	19	19	19	19
Suma Total	45.8	80.2	44.0	45.7	93.1	1828.1
Promedio (Xp)	2.4	4.2	2.3	2.4	4.9	96.2
Valor Mínimo	2.4	3.2	2.3	2.4	4.9	95.0
Valor Máximo	2.5	4.9	2.4	2.4	4.9	99.4
Desviación Estándar	0.0	0.5	0.0	-	0.0	0.9
Varianza	0.0	0.2	0.0	-	0.0	0.9
Coefficiente de variación	117.8	8.4	103.3	-	0.0	103.3
Límite Superior Estadístico	2.5	5.2	2.4	2.4	4.9	98.1
Límite Inferior Estadístico	2.3	3.3	2.3	2.4	4.9	94.0
Límite Inferior Especificación	-	-	-	-	-	95.0

La siguiente figura corresponde a los datos del densímetro nuclear en el Terramesh ubicado del Km 241+050 al Km 241+080, área donde se realizó 14 ensayos a un espesor de capa de 0.25 metros y bajo las indicaciones que determina el MTC en el ensayo E-124 (Densidad en el sitio – Método nuclear a profundidad reducida).

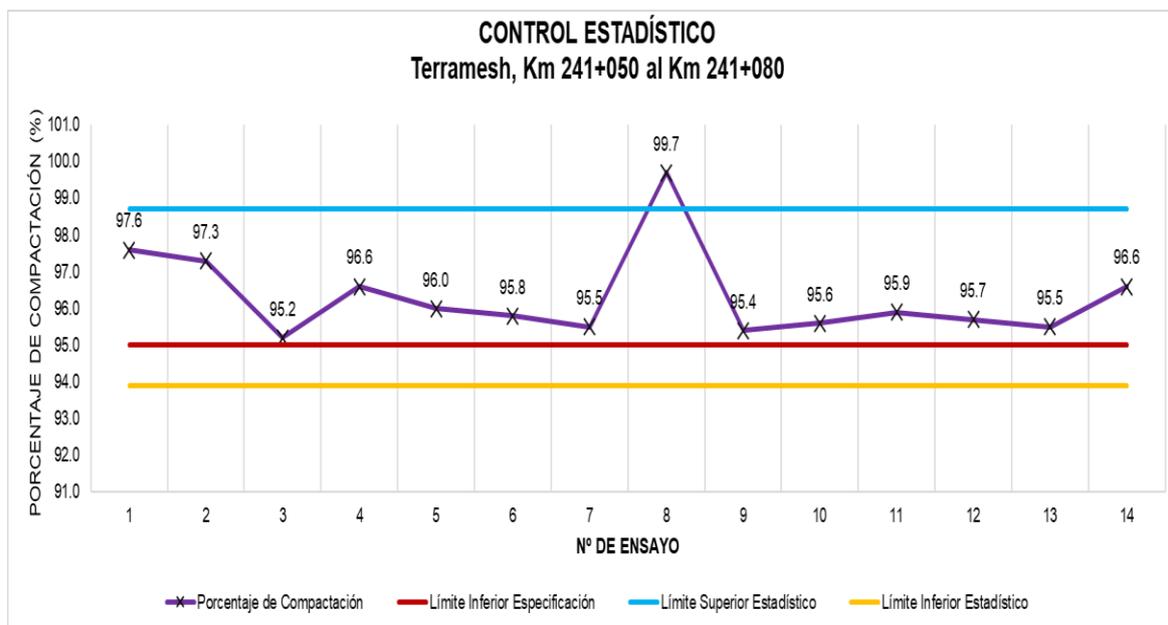


Figura 9. Control de compactación Km 241+050 a Km 241+080

Analizando los datos de compactación (%) mediante la estadística descriptiva encontramos que la cantidad total de ensayos analizados según el densímetro nuclear fueron de 14 ensayos (tamaño N), la suma de dichos valores fue de 1384.4%, el promedio fue de 96.3%, el valor mínimo dentro del rango hallado fue de 95.2%, el valor máximo dentro del rango fue de 99.7%, en cuanto a la desviación estándar obtuvimos un valor de 1.2%, la varianza también presentó el valor de 1.5%, el límite superior estadístico fue de 98.7%, el límite inferior estadístico fue de 93.9% y el límite inferior de especificación fue de 95.0% (este valor es el mínimo exigido por el densímetro nuclear). En conclusión, los 14 ensayos fueron aprobados.

Tabla 17. Control estadístico de variables Km 241+050 a Km 241+080

Parámetro	Control Estadístico					
	Densidad Húmeda (gr/cc)	Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cc)	Densidad Máxima (gr/cc)	Humedad Óptima (%)	Compactación (%)
Tamaño o Cantidad (N)	14	14	14	14	14	14
Suma Total	33.8	59.9	32.4	33.6	57.4	1348.4

Promedio (Xp)	2.4	4.3	2.3	2.4	4.1	96.3
Valor Mínimo	2.4	3.2	2.3	2.4	4.1	95.2
Valor Máximo	2.5	5.1	2.4	2.4	4.1	99.7
Desviación Estándar	0.0	0.5	0.0	-	0.0	1.2
Varianza	0.0	0.2	0.0	-	0.0	1.5
Coefficiente de variación	68.1	8.8	79.8	-	0.0	79.8
Límite Superior Estadístico	2.5	5.2	2.4	2.4	4.1	98.7
Límite Inferior Estadístico	2.3	3.3	2.3	2.4	4.1	93.9
Límite Inferior Especificación	-	-	-	-	-	95.0

La siguiente figura corresponde a los datos del densímetro nuclear en el Terramesh ubicado del Km 241+080 al Km 241+090, área donde se realizó 9 ensayos a un espesor de capa de 0.25 metros y bajo las indicaciones que determina el MTC en el ensayo E-124 (Densidad en el sitio – Método nuclear a profundidad reducida).

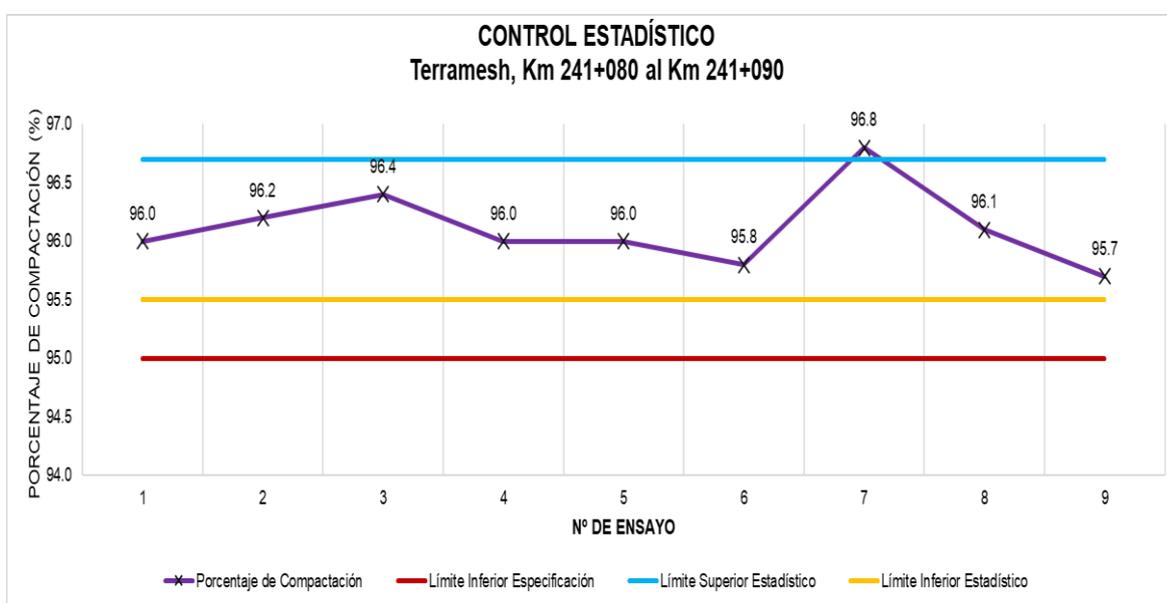


Figura 10. Control de compactación Km 241+080 a Km 241+090

Analizando los datos de compactación (%) mediante la estadística descriptiva encontramos que la cantidad total de ensayos analizados según el densímetro nuclear fueron de 9 ensayos (tamaño N), la suma de dichos valores fue de 864.9%, el promedio fue de 96.1%, el valor mínimo dentro del rango hallado fue de 95.7%, el valor máximo dentro del rango fue de 96.8%, en cuanto a la desviación estándar obtuvimos un valor de 0.3%, la varianza también presentó el valor de 0.1%, el límite superior estadístico fue de 96.7%, el límite inferior estadístico fue de 95.5% y el límite inferior de especificación fue de 95.0% (este valor es el mínimo exigido por el densímetro nuclear). En conclusión, los 9 ensayos fueron aprobados.

Tabla 18. Control estadístico de variables Km 241+080 a Km 241+090

Parámetro	Control Estadístico					
	Densidad Húmeda (gr/cc)	Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cc)	Densidad Máxima (gr/cc)	Humedad Óptima (%)	Compactación (%)
Tamaño o Cantidad (N)	9	9	9	9	9	9
Suma Total	21.7	38.6	20.8	21.7	44.1	864.9
Promedio (Xp)	2.4	4.3	2.3	2.4	4.9	96.1
Valor Mínimo	2.4	4.1	2.3	2.4	4.9	95.7
Valor Máximo	2.4	4.6	2.3	2.4	4.9	96.8
Desviación Estándar	0.0	0.2	0.0	-	0.0	0.3
Varianza	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.1
Coeficiente de variación	237.0	23.4	299.1	-	0.0	299.1
Límite Superior Estadístico	2.4	4.7	2.3	2.4	4.9	96.7
Límite Inferior Estadístico	2.4	3.9	2.3	2.4	4.9	95.5
Límite Inferior Especificación	-	-	-	-	-	95.0

La siguiente figura corresponde a los datos del densímetro nuclear en el Terramesh ubicado del Km 241+095 al Km 241+105, área donde se realizó 15 ensayos a un espesor de capa de 0.25 metros y bajo las indicaciones que determina el MTC en el ensayo E-124 (Densidad en el sitio – Método nuclear a profundidad reducida).

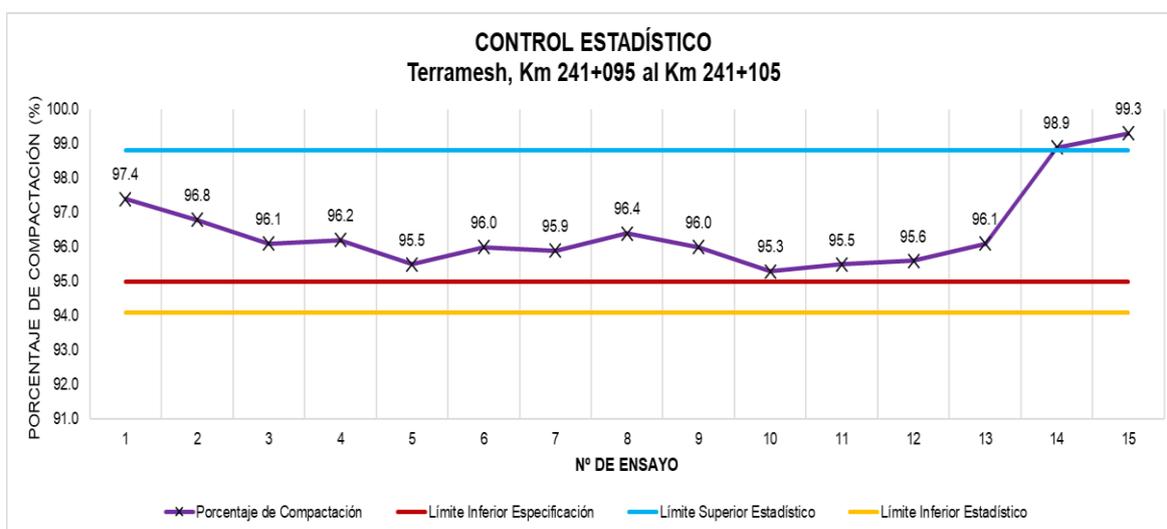


Figura 11. Control de compactación Km 241+095 a Km 241+105

Analizando los datos de compactación (%) mediante la estadística descriptiva encontramos que la cantidad total de ensayos analizados según el densímetro nuclear fueron de 9 ensayos (tamaño N), la suma de dichos valores fue de 864.9%, el promedio fue de 96.1%, el valor mínimo dentro del rango hallado fue de 95.7%, el valor máximo dentro del rango fue de 96.8%, en cuanto a la desviación estándar obtuvimos un valor de 0.3%, la varianza también presentó el valor de

0.1%, el límite superior estadístico fue de 96.7%, el límite inferior estadístico fue de 95.5% y el límite inferior de especificación fue de 95.0% (este valor es el mínimo exigido por el densímetro nuclear). En conclusión, los 9 ensayos fueron aprobados.

Tabla 19. Control estadístico de variables Km 241+095 a Km 241+105

Parámetro	Control Estadístico					
	Densidad Húmeda (gr/cc)	Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cc)	Densidad Máxima (gr/cc)	Humedad Óptima (%)	Compactación (%)
Tamaño o Cantidad (N)	15	15	15	15	15	15
Suma Total	36.1	60.2	34.7	36.0	61.5	1446.9
Promedio (Xp)	2.4	4.0	2.3	2.4	4.1	96.5
Valor Mínimo	2.4	3.4	2.3	2.4	4.1	95.3
Valor Máximo	2.5	4.9	2.4	2.4	4.1	99.3
Desviación Estándar	0.0	0.4	0.0	-	0.0	1.2
Varianza	0.0	0.1	0.0	-	0.0	1.4
Coeficiente de variación	79.2	10.7	80.7	-	0.0	80.7
Límite Superior Estadístico	2.5	4.8	2.4	2.4	4.1	98.8
Límite Inferior Estadístico	2.3	3.3	2.3	2.4	4.1	94.1
Límite Inferior Especificación	-	-	-	-	-	95.0

La siguiente figura corresponde a los datos del densímetro nuclear en el Terramesh ubicado del Km 241+095 al Km 241+105, área donde se realizó 8 ensayos a un espesor de capa de 0.25 metros y bajo las indicaciones que determina el MTC en el ensayo E-124 (Densidad en el sitio – Método nuclear a profundidad reducida).

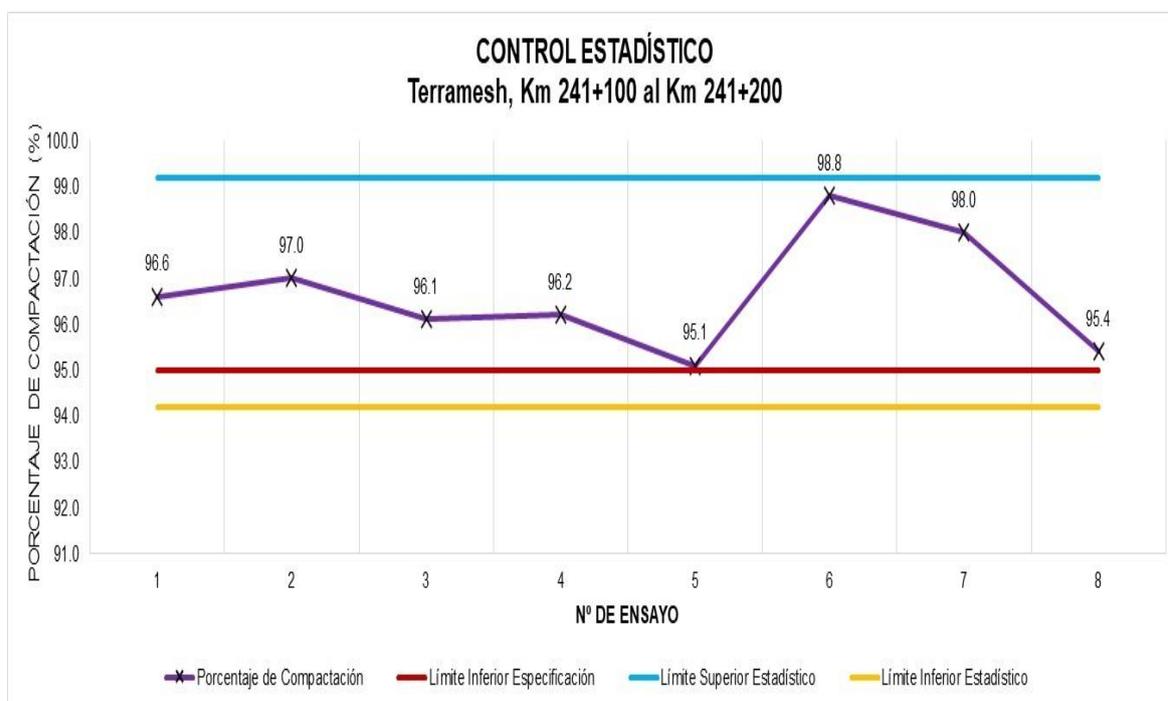


Figura 12. Control de compactación Km 241+100 a Km 241+200

Analizando los datos de compactación (%) mediante la estadística descriptiva encontramos que la cantidad total de ensayos analizados según el densímetro nuclear fueron de 8 ensayos (tamaño N), la suma de dichos valores fue de 773.2%, el promedio fue de 96.7%, el valor mínimo dentro del rango hallado fue de 95.1%, el valor máximo dentro del rango fue de 98.8%, en cuanto a la desviación estándar obtuvimos un valor de 1.3%, la varianza también presentó el valor de 1.6%, el límite superior estadístico fue de 99.2%, el límite inferior estadístico fue de 94.2% y el límite inferior de especificación fue de 95.0% (este valor es el mínimo exigido por el densímetro nuclear). En conclusión, los 8 ensayos fueron aprobados.

Tabla 20. Control estadístico de variables Km 241+100 a Km 241+200

Control Estadístico						
Parámetro	Densidad Húmeda (gr/cc)	Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cc)	Densidad Máxima (gr/cc)	Humedad Óptima (%)	Compactación (%)
Tamaño o Cantidad (N)	8	8	8	8	8	8
Suma Total	19.3	31.5	18.6	19.2	39.2	773.2
Promedio (Xp)	2.4	3.9	2.3	2.4	4.9	96.7
Valor Mínimo	2.4	3.1	2.3	2.4	4.9	95.1
Valor Máximo	2.5	4.6	2.4	2.4	4.9	98.8
Desviación Estándar	0.0	0.5	0.0	-	0.0	1.3
Varianza	0.0	0.2	0.0	-	0.0	1.6
Coficiente de variación	87.1	8.1	77.3	-	0.0	77.3
Límite Superior Estadístico	2.5	4.9	2.4	2.4	4.9	99.2
Límite Inferior Estadístico	2.4	3.0	2.3	2.4	4.9	94.2
Límite Inferior Especificación	-	-	-	-	-	95.0

La siguiente figura corresponde a los datos del densímetro nuclear en el Terramesh ubicado del Km 241+095 al Km 241+105, área donde se realizó 32 ensayos a un espesor de capa de 0.25 metros y bajo las indicaciones que determina el MTC en el ensayo E-124 (Densidad en el sitio – Método nuclear a profundidad reducida).

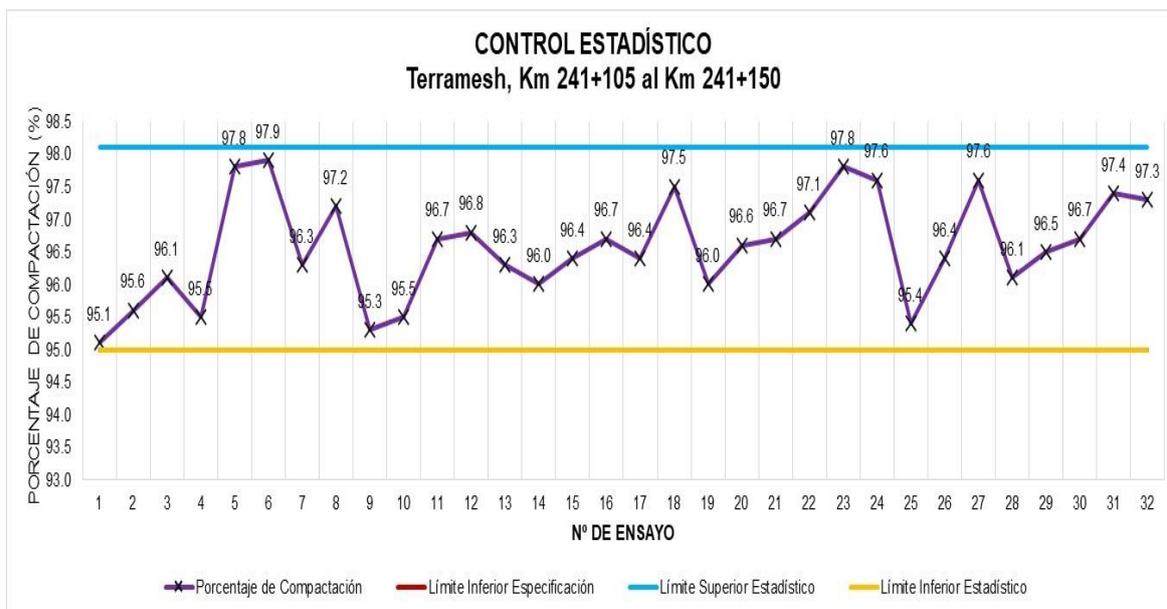


Figura 13. Control de compactación Km 241+105 a Km 241+150

Analizando los datos de compactación (%) mediante la estadística descriptiva encontramos que la cantidad total de ensayos analizados según el densímetro nuclear fueron de 32 ensayos (tamaño N), la suma de dichos valores fue de 3090%, el promedio fue de 96.6%, el valor mínimo dentro del rango hallado fue de 95.1%, el valor máximo dentro del rango fue de 97.9%, en cuanto a la desviación estándar obtuvimos un valor de 0.8%, la varianza también presentó el valor de 0.6%, el límite superior estadístico fue de 98.1%, el límite inferior estadístico fue de 95.0% y el límite inferior de especificación fue de 95.0% (este valor es el mínimo exigido por el densímetro nuclear). En conclusión, los 32 ensayos fueron aprobados.

Tabla 21. Control estadístico de variables Km 241+105 a Km 241+150

Parámetro	Control Estadístico					
	Densidad Húmeda (gr/cc)	Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cc)	Densidad Máxima (gr/cc)	Humedad Óptima (%)	Compactación (%)
Tamaño o Cantidad (N)	32	32	32	32	32	32
Suma Total	77.3	135.0	74.2	76.8	131.2	3090.0
Promedio (Xp)	2.4	4.2	2.3	2.4	4.1	96.6
Valor Mínimo	2.4	3.2	2.3	2.4	4.1	95.1
Valor Máximo	2.5	5.3	2.4	2.4	4.1	97.9
Desviación Estándar	0.0	0.6	0.0	-	0.0	0.8
Varianza	0.0	0.3	0.0	-	0.0	0.6
Coeficiente de variación	90.8	7.6	122.3	-	0.0	122.3
Límite Superior Estadístico	2.5	5.3	2.4	2.4	4.1	98.1
Límite Inferior Estadístico	2.4	3.1	2.3	2.4	4.1	95.0
Límite Inferior Especificación	-	-	-	-	-	95.0

La siguiente figura corresponde a los datos del densímetro nuclear en el Terramesh ubicado del Km 241+095 al Km 241+105, área donde se realizó 47 ensayos a un espesor de capa de 0.25 metros y bajo las indicaciones que determina el MTC en el ensayo E-124 (Densidad en el sitio – Método nuclear a profundidad reducida).

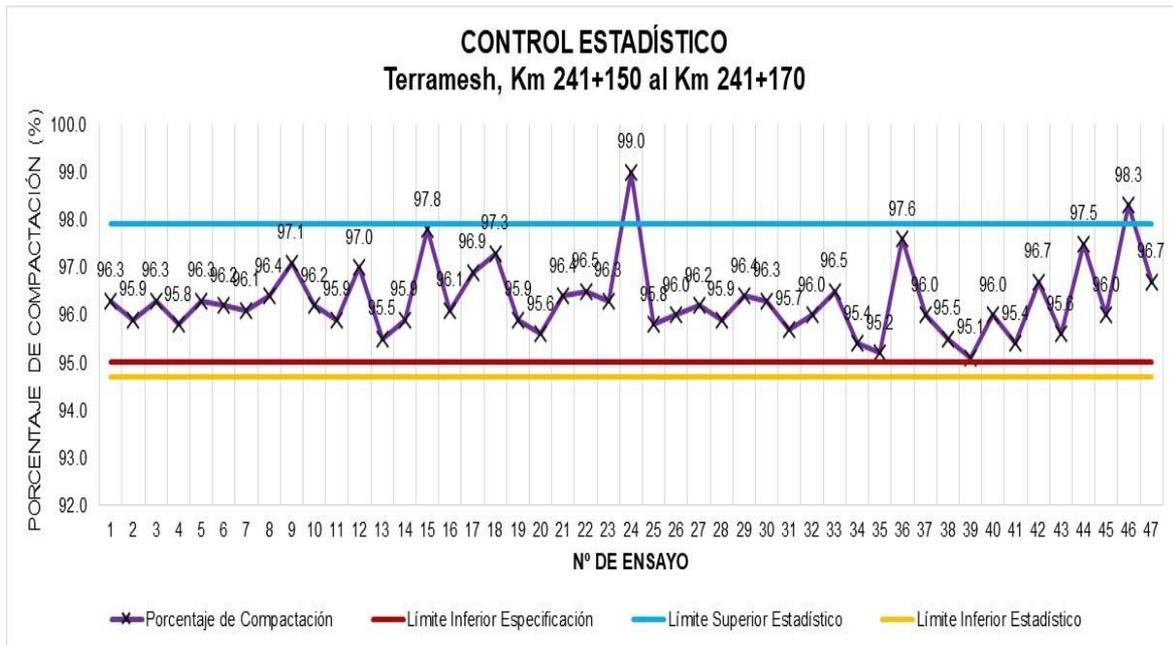


Figura 14. Control de compactación Km 241+150 a Km 241+170

Analizando los datos de compactación (%) mediante la estadística descriptiva encontramos que la cantidad total de ensayos analizados según el densímetro nuclear fueron de 47 ensayos (tamaño N), la suma de dichos valores fue de 4526.5%, el promedio fue de 96.3%, el valor mínimo dentro del rango hallado fue de 95.1%, el valor máximo dentro del rango fue de 99.0%, en cuanto a la desviación estándar obtuvimos un valor de 0.8%, la varianza también presentó el valor de 0.6%, el límite superior estadístico fue de 97.9%, el límite inferior estadístico fue de 94.7% y el límite inferior de especificación fue de 95.0% (este valor es el mínimo exigido por el densímetro nuclear). Los 47 ensayos fueron aprobados.

Tabla 22. Control estadístico de variables Km 241+150 a Km 241+170

Parámetro	Control Estadístico					Compactación (%)
	Densidad Húmeda (gr/cc)	Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cc)	Densidad Máxima (gr/cc)	Humedad Óptima (%)	
Tamaño o Cantidad (N)	47	47	47	47	47	47
Suma Total	113.6	212.6	108.7	112.8	192.7	4526.5
Promedio (Xp)	2.4	4.5	2.3	2.4	4.1	96.3
Valor Mínimo	2.4	3.2	2.3	2.4	4.1	95.1
Valor Máximo	2.5	5.2	2.4	2.4	4.1	99.0
Desviación Estándar	0.0	0.6	0.0	-	0.0	0.8
Varianza	0.0	0.3	0.0	-	0.0	0.6
Coefficiente de variación	96.0	8.0	123.4	-	0.0	123.4
Límite Superior Estadístico	2.5	5.7	2.3	2.4	4.1	97.9
Límite Inferior Estadístico	2.4	3.4	2.3	2.4	4.1	94.7
Límite Inferior Especificación	-	-	-	-	-	95.0

La siguiente figura corresponde a los datos del densímetro nuclear en el Terramesh ubicado del Km 241+095 al Km 241+105, área donde se realizó 41 ensayos a un espesor de capa de 0.25 metros y bajo las indicaciones que determina el MTC en el ensayo E-124 (Densidad en el sitio – Método nuclear a profundidad reducida).

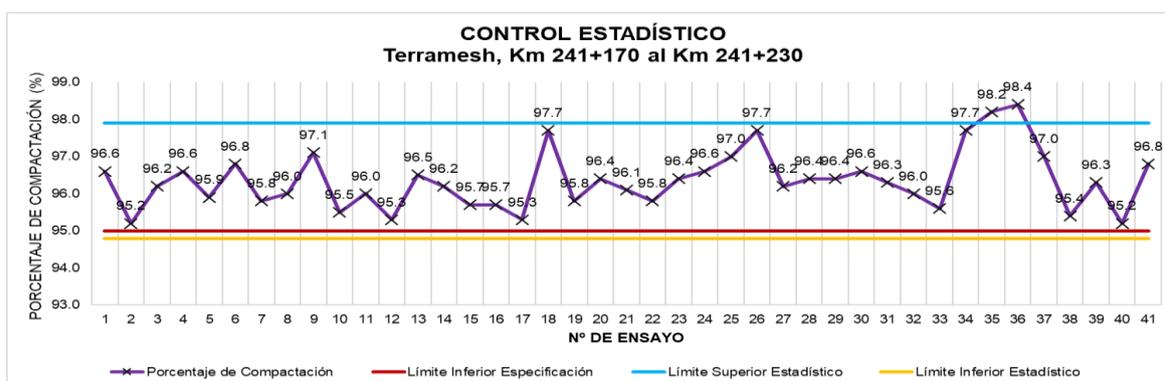


Figura 15. Control de compactación Km 241+170 a Km 241+230

Analizando los datos de compactación (%) mediante la estadística descriptiva encontramos que la cantidad total de ensayos analizados según el densímetro nuclear fueron de 41 ensayos (tamaño N), la suma de dichos valores fue de 3951.3%, el promedio fue de 96.4%, el valor mínimo dentro del rango hallado fue de 95.2%, el valor máximo dentro del rango fue de 98.4%, en cuanto a la desviación estándar obtuvimos un valor de 0.8%, la varianza también presentó el valor de 0.6%, el límite superior estadístico fue de 97.9%, el límite inferior estadístico fue de 94.8% y el límite inferior de especificación fue de 95.0% (este valor es el mínimo exigido por el densímetro nuclear). Los 41 ensayos fueron aprobados.

Tabla 23. Control estadístico de variables Km 241+170 a Km 241+230

Parámetro	Control Estadístico					
	Densidad Húmeda (gr/cc)	Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cc)	Densidad Máxima (gr/cc)	Humedad Óptima (%)	Compactación (%)
Tamaño o Cantidad (N)	41	41	41	41	41	41
Suma Total	98.9	175.3	94.9	98.4	168.1	3951.3
Promedio (Xp)	2.4	4.3	2.3	2.4	4.1	96.4
Valor Mínimo	2.4	3.4	2.3	2.4	4.1	95.2
Valor Máximo	2.5	5.7	2.4	2.4	4.1	98.4
Desviación Estándar	0.0	0.6	0.0	-	0.0	0.8
Varianza	0.0	0.4	0.0	-	0.0	0.6
Coefficiente de variación	101.6	6.8	123.6	-	0.0	123.6
Límite Superior Estadístico	2.5	5.5	2.4	2.4	4.1	97.9
Límite Inferior Estadístico	2.4	3.0	2.3	2.4	4.1	94.8
Límite Inferior Especificación	-	-	-	-	-	95.0

La siguiente figura corresponde a los datos del densímetro nuclear en el Terramesh ubicado del Km 241+095 al Km 241+105, área donde se realizó 15 ensayos a un espesor de capa de 0.25 metros y bajo las indicaciones que determina el MTC en el ensayo E-124 (Densidad en el sitio – Método nuclear a profundidad reducida).

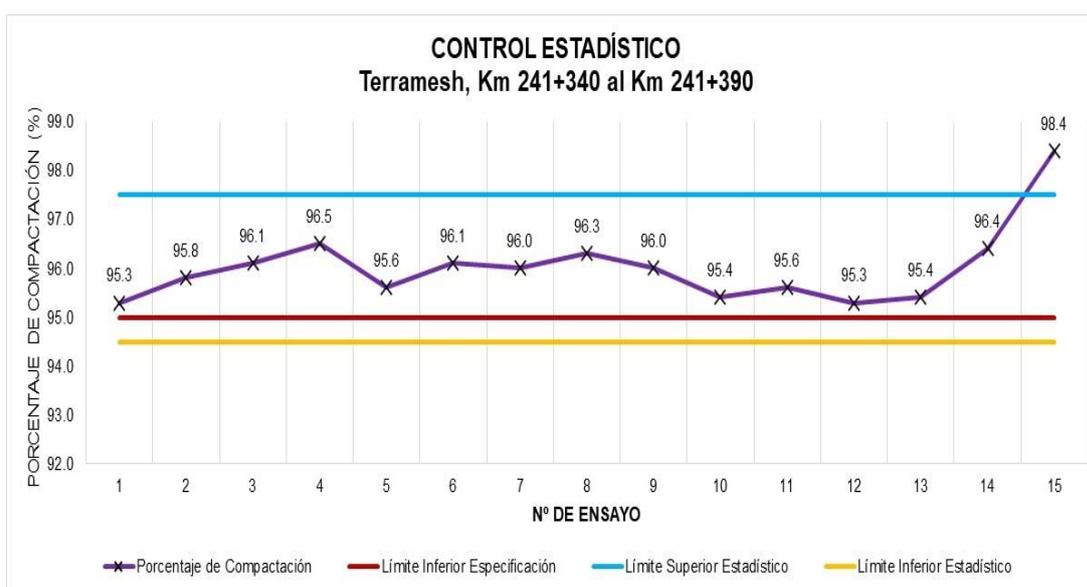


Figura 16. Control de compactación Km 241+340 a Km 241+390

Analizando los datos de compactación (%) mediante la estadística descriptiva encontramos que la cantidad total de ensayos analizados según el densímetro nuclear fueron de 15 ensayos (tamaño N), la suma de dichos valores fue de 1440.2%, el promedio fue de 96.0%, el valor mínimo dentro del rango hallado fue de 95.3%, el valor máximo dentro del rango fue de 98.4%, en cuanto a la desviación

estándar obtuvimos un valor de 0.8%, la varianza también presentó el valor de 0.6%, el límite superior estadístico fue de 97.5%, el límite inferior estadístico fue de 94.5% y el límite inferior de especificación fue de 95.0% (este valor es el mínimo exigido por el densímetro nuclear). Los 15 ensayos fueron aprobados.

Tabla 24. Control estadístico de variables Km 241+340 a Km 241+390

Control Estadístico						
Parámetro	Densidad Húmeda (gr/cc)	Humedad (%)	Densidad Seca (gr/cc)	Densidad Máxima (gr/cc)	Humedad Óptima (%)	Compactación (%)
Tamaño o Cantidad (N)	15	15	15	15	15	15
Suma Total	36.0	63.3	34.6	36.0	61.5	1440.2
Promedio (Xp)	2.4	4.2	2.3	2.4	4.1	96.0
Valor Mínimo	2.4	3.9	2.3	2.4	4.1	95.3
Valor Máximo	2.5	5.0	2.4	2.4	4.1	98.4
Desviación Estándar	0.0	0.4	0.0	-	0.0	0.8
Varianza	0.0	0.1	0.0	-	0.0	0.6
Coefficiente de variación	122.4	12.0	125.2	-	0.0	125.2
Límite Superior Estadístico	2.4	4.9	2.3	2.4	4.1	97.5
Límite Inferior Estadístico	2.4	3.5	2.3	2.4	4.1	94.5
Límite Inferior Especificación	-	-	-	-	-	95.0

V. DISCUSIÓN

Según los diversos autores como en Arabia Saudita con Alnuaim et al. (2021), en Vienna – Austria con Voit & Kuschel (2020), en Leoben – Austria con Haas et al. (2020) y muchos otros coincidían en señalar que al tener material de voladura de túnel era una oportunidad para aprovechar el material y no disponerlo en un DME; para ellos sugerían que analizar en laboratorio las muestras y describir estadísticamente los resultados eran primordiales para tomar dicha decisión; entonces demostramos con la investigación que concordamos con dicha perspectiva al aprovechar el material de voladura de túnel y su mezcla con el material de cantera.

Según el estudio de Bazán Gara (2018) de Lima – Perú, analizó los resultados de un estudio de caracterización de residuos de construcción y demolición (RCD) de dos obras: una edificación y un puerto, donde arribaron a concluir que al menos un 88% de los materiales de escombros pueden ser recuperados, y según nuestra investigación concluimos que un máximo del 75% del material de voladura de túnel puede ser recuperado.

Según Garboza Sanchez (2020) de Lima – Perú, sostienen que la gestión y manejo de los residuos de la construcción está contemplada en el reglamento solo de manera superficial, así la gestión de los residuos de la construcción tiene una deficiencia de 74.29%, por lo que medidas como el aprovechamiento de materiales lograrían reducir ampliamente dicho indicador, como en nuestro caso que el DME 235 tiene un potencial de aprovechamiento hasta de un 90% (esta afirmación solo será verídica si se realiza constantemente los ensayos en laboratorio a fin de aprovechar todo el material de voladura de túnel disponible).

VI. CONCLUSIONES

Del objetivo general se ha demostrado que es altamente eficaz aprovechar el material obtenido a partir de voladura de túnel para la base granular de un Terramesh en el caso de la carretera interoceánica KM 241 – Puno, con lo cual cumple con el Artículo 9 del DL 1501; el total de los seis ensayos que tenían la mezcla del material de la voladura de túnel y de la cantera El Carmen resultaron tener alta afinidad de eficacia, pero entre ellos, resalta la con los estándares requeridos, entonces podemos afirmar que dichos ensayos son aptos y/o recomendados para la construcción de la base de un Terramesh, entre todas las proporciones, la mezcla de materiales con la proporción de 60% de material de voladura de túnel y 40% de la Cantera “El Carmen” ha resultado el ensayo más óptimo a ser utilizado.

Del primer objetivo específico podemos describir que el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte o voladura de túnel y material de cantera “El Carmen”(proporción 60% y 40% respectivamente) según los diversos ensayos realizados en el laboratorio son los siguientes: Clasificación según tipo suelo (GW-GM & A-1-a (0)), materia orgánica (0.311%), equivalente de arena (48%), Humedad natural (4.4%), humedad óptima (6.57%), densidad máxima seca (2.269%), CBR (0%), Abrasión 26.2%, LL (19.5%), LP (no presenta), IP (no presenta).

Del segundo objetivo específico que fue analizar las características de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera según el control de compactación aplicado in situ (con la utilización del densímetro nuclear) y el uso de la estadística descriptiva (control estadístico) concluimos que todos los parámetros y sus datos analizados no han variado con respecto a los datos de laboratorio, garantizando que el uso del material de voladura de túnel y material de cantera son eficientes en el uso como base granular del Terramesh.

VII. RECOMENDACIONES

- Con las pruebas desarrolladas a lo largo de la investigación, se demuestra que si es posible reaprovechar los materiales de voladura de túnel, por lo que se recomienda tener especial cuidado al realizar los ensayos del análisis granulométrico, considerando que los resultados expuestos en la presente investigación corresponden al periodo de agosto – octubre del 2021 (período ausente de lluvias), más aún se desconoce los probables datos de granulometría para la temporada de lluvia, el cual es un factor de alta consideración.
- Se recomienda realizar el estudio de la mezcla de materiales de otros depósitos de materiales excedentes existentes en la obra, para utilizarlos en otros componentes estructurales que requiera la obra.
- El método del densímetro nuclear otorga medidas de forma no destructiva, este método determina con exactitud el control de calidad del grado de compactación, por esta razón estos quipos deben ser los primeros en ser considerados para el control de calidad, además el tiempo efectuado para el ensayo, la simplicidad y otros factores comparados con los métodos destructivos como el método de cono de arena no es favorable para el avance de obra.

REFERENCIAS

- Alnuaim, A., Abbas, Y. M., & Iqbal Khan, M. (2021). Sustainable application of processed TBM excavated rock material as green structural concrete aggregate. *Construction and Building Materials*, 274, 121245. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2020.121245>
- Bazán Gara, I. O. (2018). Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao (estudio de caso). In *Pontificia Universidad Católica del Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Carbajal Silva, M. A. (2018). Situación de la gestión y manejo de los residuos sólidos de las actividades de construcción civil del sector vivienda en la ciudad de Lima y Callao. *Universidad Nacional Agraria La Molina*.
- Garboza Sanchez, C. A. (2020). Evaluación de la gestión y manejo de los residuos de la actividad constructiva en el distrito de Lambayeque [Universidad César Vallejo]. In *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48390>
- Gaviria Guzmán, P. A., & Suárez Huaynatte, A. N. (2019). Sistema Terramesh como alternativa técnica económica de estabilización de taludes con materiales excedentes, caso: DME-03 - tramo I - carretera Oyón-Ambo. *Repositorio Institucional - URP*. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2701>
- Haas, M., Galler, R., Scibile, L., & Benedikt, M. (2020). Waste or valuable resource – a critical European review on re-using and managing tunnel excavation material. *Resources, Conservation and Recycling*, 162, 105048. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2020.105048>
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2015). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.
- Islam, R., Nazifa, T. H., Yuniarto, A., Shanawaz Uddin, A. S. M., Salmiati, S., & Shahid, S. (2019). An empirical study of construction and demolition waste generation and implication of recycling. *Waste Management*, 95, 10–21. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2019.05.049>

- Moromisato Sonan, D. B. (2018). Análisis de la gestión de los residuos de construcción y demolición en proyectos comerciales. In *Universidad Nacional Agraria La Molina*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Palacios Tovar, C. A. (2018). Efecto de la inversión pública en la infraestructura vial sobre el crecimiento de la economía peruana entre los años 2000-2016. *Ingeniería Industrial*, 36, 197–210. <https://doi.org/10.26439/ING.IND2018.N036.2454>
- Rahman, M. T., Mohajerani, A., & Giustozzi, F. (2020). Recycling of Waste Materials for Asphalt Concrete and Bitumen: A Review. *Materials*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/MA13071495>
- Ritter, S., Einstein, H. H., & Galler, R. (2013). Planning the handling of tunnel excavation material – A process of decision making under uncertainty. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 33, 193–201. <https://doi.org/10.1016/J.TUST.2012.08.009>
- Seidler, I. M. (2018). *Reuse of tunnel excavation material - real-time measurements and decision-making on the construction site of Research@ZaB - Zentrum am Berg - an underground research facility in Eisenerz, Austria*. Montanuniversität Leoben.
- Sivrikaya, O., Kiyıldı, K. R., & Karaca, Z. (2013). Recycling waste from natural stone processing plants to stabilise clayey soil. *Environmental Earth Sciences* 2013 71:10, 71(10), 4397–4407. <https://doi.org/10.1007/S12665-013-2833-X>
- Voit, K., & Kuschel, E. (2020). Rock Material Recycling in Tunnel Engineering. *Applied Sciences* 2020, Vol. 10, Page 2722, 10(8), 2722. <https://doi.org/10.3390/APP10082722>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Anexo 2. Matriz de consistencia

Anexo 3. Informe ensayo de laboratorio (Suelo integral 100% de excavación del Túnel Ollachea)

Anexo 4. Informe ensayo de laboratorio (Mezcla de suelo, 75% de excavación del Túnel Ollachea y 25% material Vía Evitamiento Ollachea)

Anexo 5. Informe ensayo de laboratorio (Mezcla de suelo, 70% de excavación del Túnel Ollachea y 30% material Cantera “El Carmen”)

Anexo 6. Informe ensayo de laboratorio (Mezcla de suelo, 60% de excavación del Túnel Ollachea y 40% material Cantera “El Carmen”)

Anexo 7. Informe ensayo de laboratorio (Mezcla de suelo, 50% de excavación del Túnel Ollachea y 50% material Cantera “El Carmen”)

Anexo 8. Informe ensayo de laboratorio (Suelo integral 100% de Cantera “El Carmen”)

Anexo 9. Certificados de calibración equipos de laboratorio

Anexo 10. Evidencias fotográficas

Anexo 11. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 25. Operacionalización de las variables de la investigación

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V. Independiente Aprovechamiento material de descarte	Aprovechar el material de descarte es elegible según la composición física y sus características mecánica según su uso (Seidler, 2018).	Todo material resultante de los procesos de las actividades productivas de bienes y servicios, siempre que constituyan un insumo directamente aprovechable en la misma actividad u otras actividades productivas (Moromisato Sonan, 2018)	Características físicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera.	- Clasificación SUCS ¹	Según tipo suelo
				- Clasificación AASHTO ²	Según tipo suelo
				- Materia orgánica	%
				- Equivalente de arena	%
				- Humedad natural	%
				- Humedad óptima	%
			Características mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera.	- CBR ³	%
				- Abrasión	%
				- Límite líquido	%
				- Límite plástico	%
V. Dependiente Base granular de un Terramesh	El Sistema Terramesh es un sistema modular versátil utilizado en aplicaciones de refuerzo de suelo. Esta se coloca horizontalmente en el talud con el relleno compactado sobre él. (Maccaferri, 2011).	Es un sistema que permite la estabilización total de un Terramesh mediante el empleo de refuerzos. (Maccaferri, 2011).	Especificación es técnicas para base según el manual de mecánica de suelos.	- Tamaño máximo	mm
				- Índice de plasticidad (IP)	%
				- Clasificación de suelo	Según tipo suelo
				- Porcentaje de piedra	%

Nota: ¹SUCS : Sistema Unificado de Clasificación de Suelo
²AASHTO : American Association of State Highway and Transportation Officials
³CBR : (California Bering Ratio) Valor de la relación de soporte

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuán eficaz es el aprovechamiento del material obtenido a partir de voladura de túnel, para la base granular de un Terramesh: Caso carretera interoceánica KM 241 – Puno?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál es el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera según datos de laboratorio?</p> <p>¿Cuáles son las características de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera según el control de compactación?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar la eficacia del aprovechamiento del material obtenido a partir de voladura de túnel, para la base granular de un Terramesh: Caso carretera interoceánica KM 241 – Puno.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Describir el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera según datos de laboratorio.</p> <p>Analizar las características de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera según el control de compactación.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL La eficacia del aprovechamiento del material obtenido a partir de voladura de túnel resulta ser una alternativa que satisface las especificaciones técnicas requeridas para la base granular de un Terramesh: Caso carretera interoceánica KM 241 – Puno.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS El análisis del comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera demuestran ser óptimas según datos de laboratorio.</p> <p>Las características físicas y mecánicas de la mezcla del material de descarte y material de cantera según el control de compactación demuestran mantener los datos hallados en laboratorio.</p>	<p>V. Independiente Aprovechamiento del material de descarte</p> <p>V. Dependiente Base granular de un Terramesh</p>	<p>POBLACION: La población de estudio es el material de descarte o voladura del Túnel Ollachea ubicado en el DME 235, donde primero se analizó las propiedades físicas y mecánicas; posteriormente se evaluó las propiedades al mezclar dicho material de descarte con el material de la cantera “El Carmen” en diversas proporciones, realizándose un total de 6 ensayos.</p> <p>MUESTRA: La muestra para el presente estudio es la mezcla del material de descarte (o voladura de túnel) y el material de la Cantera El Carmen; la cual fue analizada en el laboratorio de la Empresa INTERSUR y los ensayos correspondientes del manual de mecánica de suelos del MTC E-107, E-108, E-110, E-111, E-114, E-115, E-118, E-124, E-132, E-205, E-206 y E-207.</p> <p>MÉTODO: La investigación es Cuantitativa.</p> <p>TIPO: Aplicado</p> <p>DISEÑO: Experimental puro</p> <p>NIVEL: El nivel de investigación es descriptivo y explicativo.</p>

ANEXO 3.

INFORME ENSAYO DE LABORATORIO

**SUELO INTEGRAL 100% DE EXCAVACIÓN DEL TÚNEL
OLLACHEA**



**CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR
PERÚ - BRASIL
TRAMO 4
AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI**



LB-AG-007/Rev.00/OCTUBRE.2017

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E - 107)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

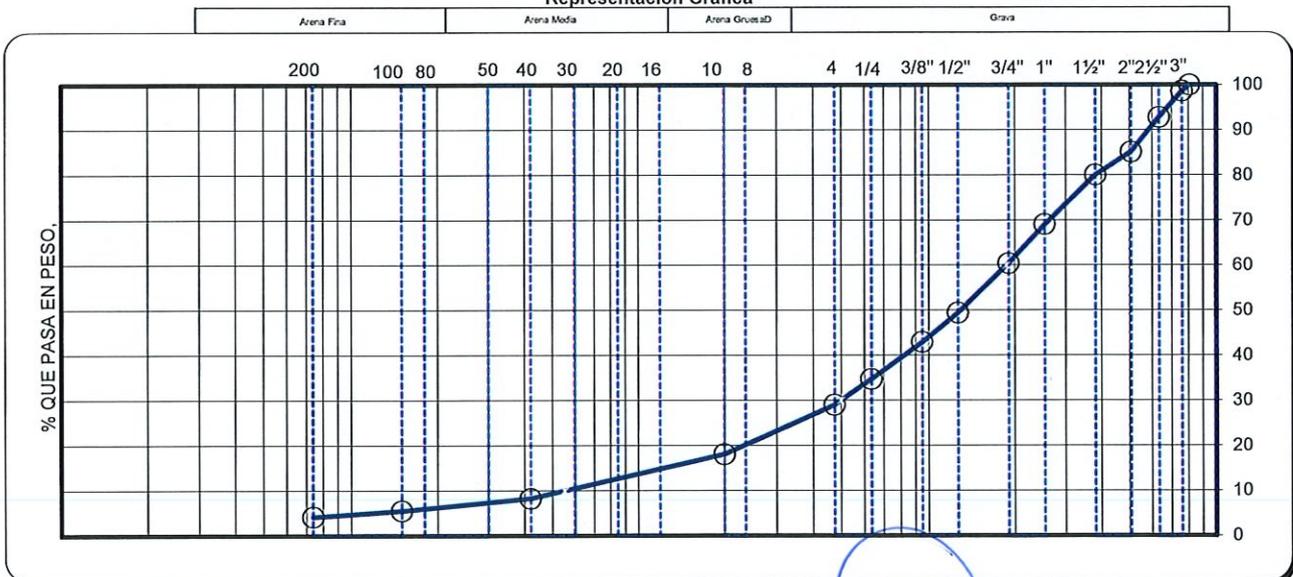
OBRA :	PID SECTOR CRITICO KM.240	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :		RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Material de excavacion del tunel < 4"	FECHA :	9-Ago-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA :	Km : 235+700	CERTIFICADO :	
MUESTRA :	Acopio	LADO :	Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES :	Tunel Olachea salida y entrada

Tamiz Ø	Pulgada	mm	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
			Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	max. (%)	
3 1/2"		80.89				100.00			% NIVEL FREÁTICO
3"		76.20	971.0	1.33	1.33	98.67			% de Humedad 4.7
2 1/2"		63.50	4269.8	5.85	7.18	92.82			% de Grava: 71.0
2"		50.80	5580.9	7.65	14.83	85.17			% de Arena: 24.9
1 1/2"		38.10	3697.6	5.07	19.90	80.10			Tamaño Máximo: 3 1/2"
1"		25.40	8023.4	10.99	30.89	69.11			% Pasante Nº 200 : 4.2
3/4"		19.05	6302.5	8.64	39.53	60.47			Peso Inicial: 72973.5
1/2"		12.70	8026.2	11.00	50.53	49.47			Porción de finos : 1265.0
3/8"		9.53	4752.0	6.51	57.04	42.96			Color :
1/4"		6.35	6009.6	8.24	65.28	34.72			L. L. : 21.0
Nº 4		4.75	4156.8	5.70	70.98	29.02			L.P. : 13.7
Nº8		2.36							I.P. : 7.3
Nº10		2.00	478.7	10.98	81.96	18.04			M.F. : 1.65 %
Nº16		1.19							CLASIFIC. SUCS : GW
Nº 20		0.85							CLASIFIC. AASHTO : A-2-4 (0)
Nº 30		0.60							OVER > 2":
Nº 40		0.42	426.0	9.77	91.73	8.27			INDICE DE CONSISTENCIA (I.C) : 2.24
Nº 50		0.30							DESCRIPCIÓN DEL (I.C) : DURA
Nº 60		0.25							INDICE DE LIQUIDES (I.L) : -1.24
Nº 80		0.18							Observaciones
Nº 100		0.15	120.1	2.76	94.49	5.51			
Nº 200		0.074	58.3	1.34	95.83	4.17			
Bandeja			181.9	4.17	100				

Representación Gráfica



Observaciones:

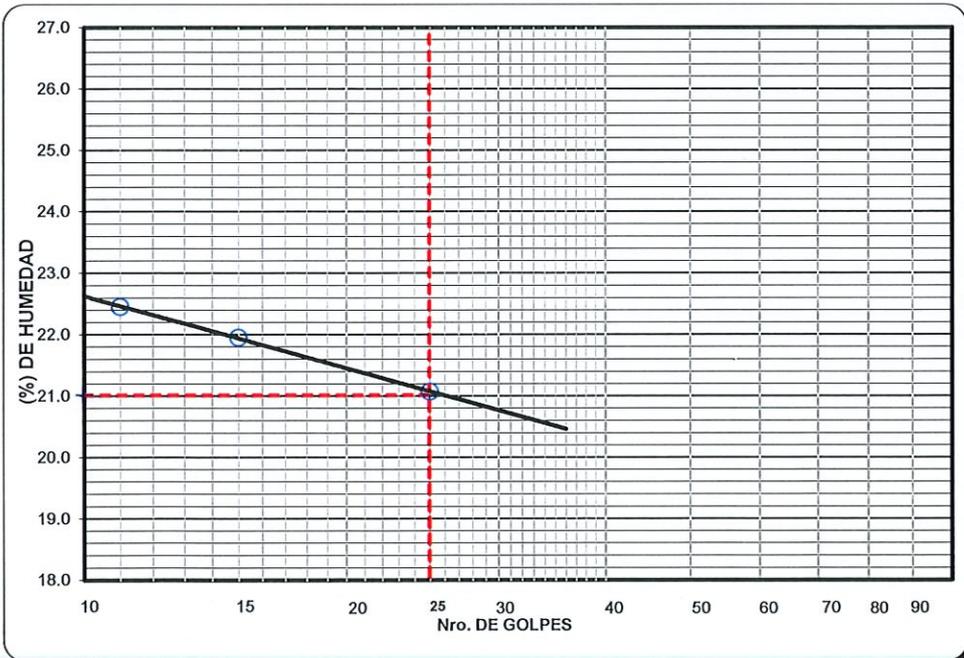
**TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

OPERADORA SURPERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
**ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA**

	CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR PERÚ - BRASIL TRAMO 4 AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI	
LB-LC-009/Rev.00/OCTUBRE.2017		
LIMITES DE CONSISTENCIA < 40		
(NORMA MTCE - 110, 111)		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA :	PID SECTOR CRITICO KM.240	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :		RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Material de excavacion del tunel < 4"	FECHA : 11-Ago-21
DATOS DE LA MUESTRA		
PROGRESIVA :	Km : 235+700	CERTIFICADO :
MUESTRA :	Acopio	LADO : Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES : Tunel Ollachea salida y entrada

LIMITE LIQUIDO (LL)					
Nº RECIPIENTE	11	12	13		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	28.10	28.15	28.23		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	25.43	25.53	24.04		
PESO DEL AGUA	2.67	2.61	2.19		
PESO DEL RECIPIENTE	13.53	13.63	13.65		
PESO DEL SUELO SECO	11.90	11.91	10.39		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	22.46	21.96	21.07		
NUMERO DE GOLPES	11	15	25		

LIMITE PLASTICO (LP)					
Nº RECIPIENTE	15	7			
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	19.79	19.85			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	19.06	19.06			
PESO DEL AGUA	0.74	0.79			
PESO DEL RECIPIENTE	13.763	13.25			
PESO DEL SUELO SECO	5.29	5.81			
CONTENIDO DE AGUA (W%)	13.88	13.57			
PROMEDIO DE W%					



L.L. = **21.02**

L.P. = **13.73**

I.P.= **7.29**

OBSERVACIONES

Observaciones: _____


 TECNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 OPERADORA SURPERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA

EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA MTC E - 114)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : PID SECTOR CRITICO KM.240	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :	RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL : Material de excavacion del tunel < 4"	FECHA : 09-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA : Km : 235+700	CERTIFICADO :
MUESTRA : Acopio	LADO : Derecho
PROF. (m) :	OBSERVACIONES : Tunel Ollachea salida y entrada

		IDENTIFICACION			Promedio %
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación		10:20	10:22	10:24	
Hora de salida de saturación (+ 10')		10:30	10:32	10:34	
Hora de entrada a decantación		10:32	10:34	10:36	
Hora de salida de decantación (+ 20')		10:52	10:54	10:56	
Altura máxima de material fino	mm	9.2	9.1	9.2	
Altura máxima de la arena	mm	2.9	2.9	2.9	
Equivalente de Arena	%	32	32	32	32

		IDENTIFICACION		Promedio %
		1	2	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación				
Hora de salida de saturación (+ 10')				
Hora de entrada a decantación				
Hora de salida de decantación (+ 20')				
Altura máxima de material fino	mm			
Altura máxima de la arena	mm			
Equivalente de Arena	%			

Observaciones:

TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista en Geotecnia y Pavimentos
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA



**CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR
PERÚ - BRASIL
TRAMO 4
AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI**



LB-HN-008/Rev.00/OCTUBRE.2017

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(NORMA MTC E - 108)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: PID SECTOR CRITICO KM.240	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	:	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: Material de excavacion del tunel < 4"	FECHA	: 9-Ago-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA	: Km : 235+700	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Acopio	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	: Tunel Ollachea salida y entrada

MUESTRA N°1

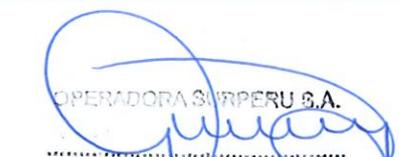
N° RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	16954.2			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	16265.3			
PESO DEL AGUA	688.9			
PESO DEL RECIPIENTE	1474.1			
PESO DEL SUELO SECO	14791.2			
% DE HUMEDAD	4.7			
PROMEDIO				4.7

MUESTRA N°2

N° RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
PROMEDIO				

Observaciones: _____


 TECNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.

 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA

	CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR PERU - BRASIL TRAMO 4 AZANGARO - PUENTE INAMBARI	
LB-ABRAS-016/Rev.00/ENERO.2018		
ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)		
(NORMA MTC E - 207)		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA : PID SECTOR CRITICO KM.240 TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI SUB TRAMO : MATERIAL : Material de excavacion del tunel < 4"	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN FECHA : 09-08-21	
DATOS DE LA MUESTRA		
PROGRESIVA : Km : 235+700 MUESTRA : Acopio PROF. (m) :	CERTIFICADO : LADO : Derecho OBSERVACIONES : Tunel Ollachea salida y entrada	

TAMIZ	GRADUACIONES						
	A	B	C	D	E	F	G
2 1/2"					2500.0		
2"					2501.2		
1 1/2"					5000.6		
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"							
1/4"							
Nº 4							
Nº 8							
PESO TOTAL					10001.8		
P.DESPUES DEL ENSAYO					1765.5		
PESO OBTENIDO					8236.3		
Nº DE ESFERAS					12		
PESO DE LAS ESFERAS					4994.7		
PORCENTAJE OBTENIDO					17.7%		
PORCENTAJE OBTENIDO	17.7%						

OBSERVACIONES :


 TECNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS

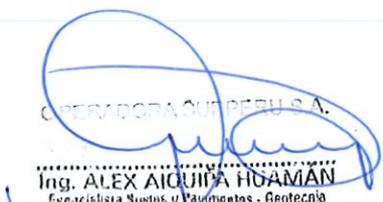

 OPERADORA OJIPERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA

	CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR PERÚ - BRASIL TRAMO 4 AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI	
		LB-MO-022/Rev.00/ENERO.2018
CONTENIDO DE MATERIAL ORGANICO POR IGNICION (NORMA MTC E - 118)		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA :	PID SECTOR CRITICO KM.240	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :		RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Material de excavacion del tunel < 4"	FECHA : 11-08-21
DATOS DE LA MUESTRA		
PROGRESIV. :	Km : 235+700	CERTIFICADO :
MUESTRA :	Acopio	LADO : Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES : Tunel Ollachea salida y entrada
SUELOS		

CANTERA : Material de excavacion del tunel < 4"	IDENTIFICACION			
	1	2	3	
ESTRATO :				
PROGRESIV. : Km : 235+700				
Nº DE ENSAYOS				
(1) Peso del plato + suelo de evaporacion antes de la ignicion	57.037	58.240	59.234	
(2) Peso del plato + suelo de evaporacion despues de la ignicion	57.037	58.240	59.234	
(3) Peso del plato de evaporacion con una aproximacion de 0,1 g	21.982	22.396	22.938	
(4) Diferencia del material + el plato de evaporacion (1-3)	35.06	35.84	36.30	
(5) Peso del material organico (1-2)	0.00	0.00	0.00	
(6) Porcentaje de material organico (5/4)*100	0.00	0.00	0.00	
(7) Promedio %	0.000			

Observaciones : _____


 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 OPERADORA SUR PERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA



CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR
PERÚ - BRASIL
TRAMO 4
AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI



LB-AG-007/Rev.00/OCTUBRE.2017

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTCE - 107)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

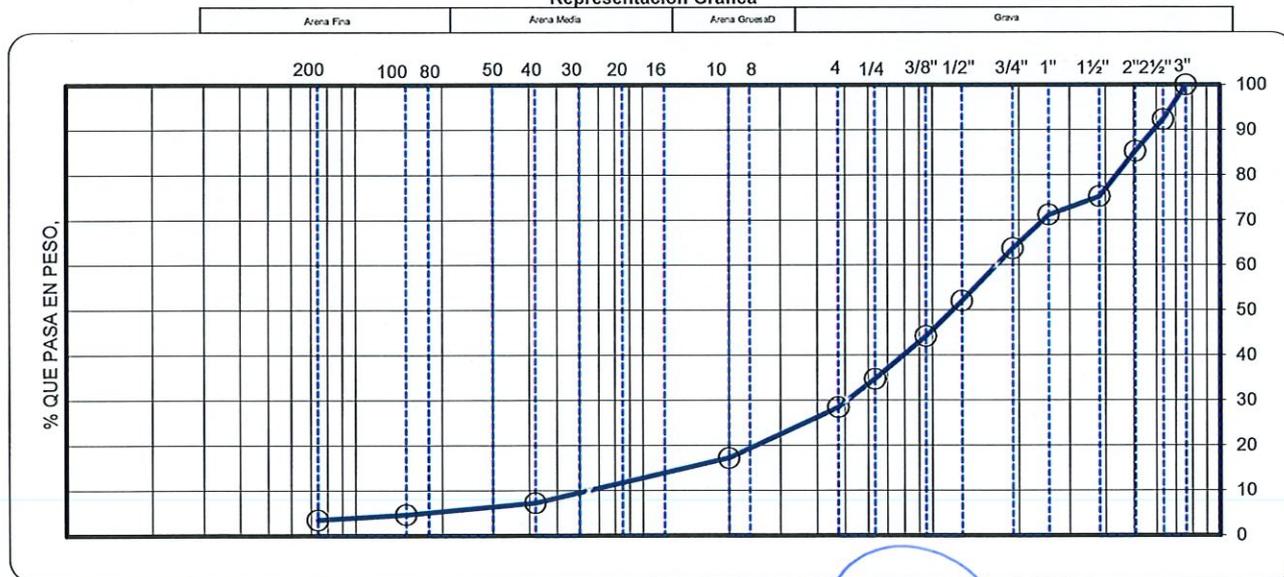
OBRA :	PID SECTOR CRITICO KM.240	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :		RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Material de excavacion del tunel < 4"	FECHA : 9-Ago-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA :	Km : 235+700	CERTIFICADO :
MUESTRA :	Acopio	LADO : Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES : Tunel Olalchea, entrada y salida

Tamiz		Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
Ø	mm	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	max. (%)	
3 1/2"	80.89						% NIVEL FREÁTICO	
3"	76.20				100.00		% de Humedad 5.6	
2 1/2"	63.50	4386.4	7.65	7.65	92.35		% de Grava: 71.6	
2"	50.80	4050.0	7.07	14.72	85.28		% de Arena: 25.0	
1 1/2"	38.10	5712.5	9.97	24.69	75.31		Tamaño Máximo: 3"	
1"	25.40	2338.5	4.08	28.77	71.23		% Pasante Nº 200 : 3.5	
3/4"	19.05	4314.8	7.53	36.30	63.70		Peso Inicial: 57305.0	
1/2"	12.70	6651.5	11.61	47.91	52.09		Porción de finos : 814.7	
3/8"	9.53	4487.4	7.83	55.74	44.26		Color :	
1/4"	6.35	5444.8	9.50	65.24	34.76		L. L. : 22.7	
Nº 4	4.75	3614.9	6.31	71.55	28.45		L. P. : 13.5	
Nº 8	2.36						I.P. : 9.2	
Nº 10	2.00	322.7	11.27	82.82	17.18		M.F. : 1.67 %	
Nº 16	1.19						CLASIFIC. SUCS :	
Nº 20	0.85						CLASIFIC. AASHTO : A-2-4 (0)	
Nº 30	0.60						OVER > 2":	
Nº 40	0.42	283.7	9.91	92.73	7.27		INDICE DE CONSISTENCIA (I.C) : 1.86	
Nº 50	0.30						DESCRIPCIÓN DEL (I.C) : DURA	
Nº 60	0.25						INDICE DE LIQUIDES (I.L.) : -0.86	
Nº 80	0.18						Observaciones	
Nº 100	0.15	74.8	2.61	95.34	4.66			
Nº 200	0.074	33.3	1.16	96.50	3.50			
Bandeja		100.2	3.50	100				

Representación Gráfica



Observaciones:

TÉCNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

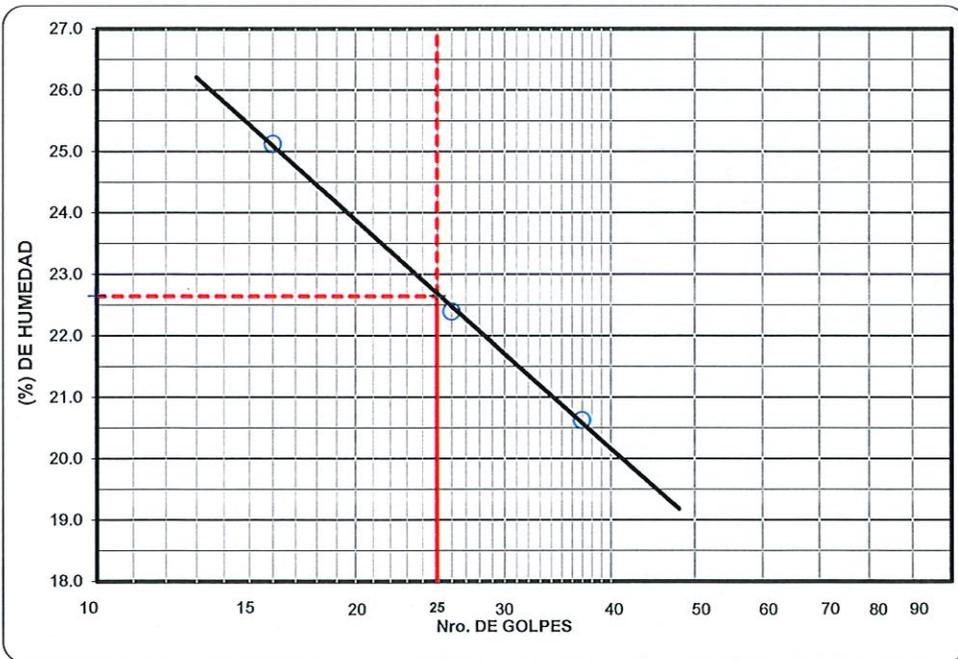
OPERADORA SURPERU S.A.

 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

	CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR PERÚ - BRASIL TRAMO 4 AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI	
LB-LC-009/Rev.00/OCTUBRE.2017		
LIMITES DE CONSISTENCIA < 40		
(NORMA MTCE - 110, 111)		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA :	PID SECTOR CRITICO KM.240	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :		RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Material de excavacion del tunel < 4"	FECHA : 11-Ago-21
DATOS DE LA MUESTRA		
PROGRESIVA :	Km : 235+700	CERTIFICADO :
MUESTRA :	Acopio	LADO : Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES : Tunel Ollachea, entrada y salida

LIMITE LIQUIDO (LL)					
Nº RECIPIENTE	81	66	68		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	26.41	26.99	27.26		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	23.65	24.65	24.83		
PESO DEL AGUA	2.76	2.34	2.43		
PESO DEL RECIPIENTE	12.66	14.22	13.04		
PESO DEL SUELO SECO	10.99	10.43	11.79		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	25.13	22.40	20.63		
NUMERO DE GOLPES	16	26	37		

LIMITE PLASTICO (LP)					
Nº RECIPIENTE	10	6			
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	17.39	16.97			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	16.92	16.51			
PESO DEL AGUA	0.47	0.46			
PESO DEL RECIPIENTE	13.446	13.107			
PESO DEL SUELO SECO	3.47	3.41			
CONTENIDO DE AGUA (W%)	13.42	13.51			
PROMEDIO DE W%					

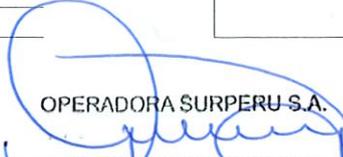


L.L. =	22.65
L.P. =	13.46
I.P. =	9.19

OBSERVACIONES

Observaciones: _____


 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 OPERADORA SURPERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista en Suelos y Pavimentos - Contratación
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA



CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR
PERU - BRASIL
TRAMO 4
AZANGARO - PUENTE INAMBARI



LB-EA-013/Rev.00/ENERO.2018

EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA MTC E - 114)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : PID SECTOR CRITICO KM.240 TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO : RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL : Material de excavacion del tunel < 4" FECHA : 09-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA : Km : 235+700 CERTIFICADO :
MUESTRA : Acopio LADO : Derecho
PROF. (m) : OBSERVACIONES : Tunel Ollachea, entrada y salida

		IDENTIFICACION			Promedio %
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación		9:12	9:14	9:16	
Hora de salida de saturación (+ 10')		9:22	9:24	9:26	
Hora de entrada a decantación		9:24	9:26	9:28	
Hora de salida de decantación (+ 20')		9:44	9:46	9:48	
Altura máxima de material fino	mm	9.8	9.8	9.8	
Altura máxima de la arena	mm	2.9	2.9	2.9	
Equivalente de Arena	%	30	30	30	30

		IDENTIFICACION			Promedio %
		1	2		
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación					
Hora de salida de saturación (+ 10')					
Hora de entrada a decantación					
Hora de salida de decantación (+ 20')					
Altura máxima de material fino	mm				
Altura máxima de la arena	mm				
Equivalente de Arena	%				

Observaciones:


TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.

Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(NORMA MTC E - 108)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: PID SECTOR CRITICO KM.240	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	:	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: Material de excavacion del tunel < 4"	FECHA	: 9-Ago-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA	: Km : 235+700	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Acopio	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	: Tunel Ollachea, entrada y salida

MUESTRA N°1

N° RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	15642.3			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	14896.2			
PESO DEL AGUA	746.1			
PESO DEL RECIPIENTE	1478.9			
PESO DEL SUELO SECO	13417.3			
% DE HUMEDAD	5.6			
PROMEDIO				5.6

MUESTRA N°2

N° RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
PROMEDIO				

Observaciones: _____



TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS



OPERADORA SURPERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista en Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

ANEXO 4.

INFORME ENSAYO DE LABORATORIO

**MEZCLA DE SUELO, 75% DE EXCAVACIÓN DEL
TÚNEL OLLACHEA Y 25% MATERIAL VÍA
EVITAMIENTO OLLACHEA**



CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR
PERÚ - BRASIL
TRAMO 4
AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI



LB-AG-007/Rev.00/OCTUBRE.2017

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E - 107)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

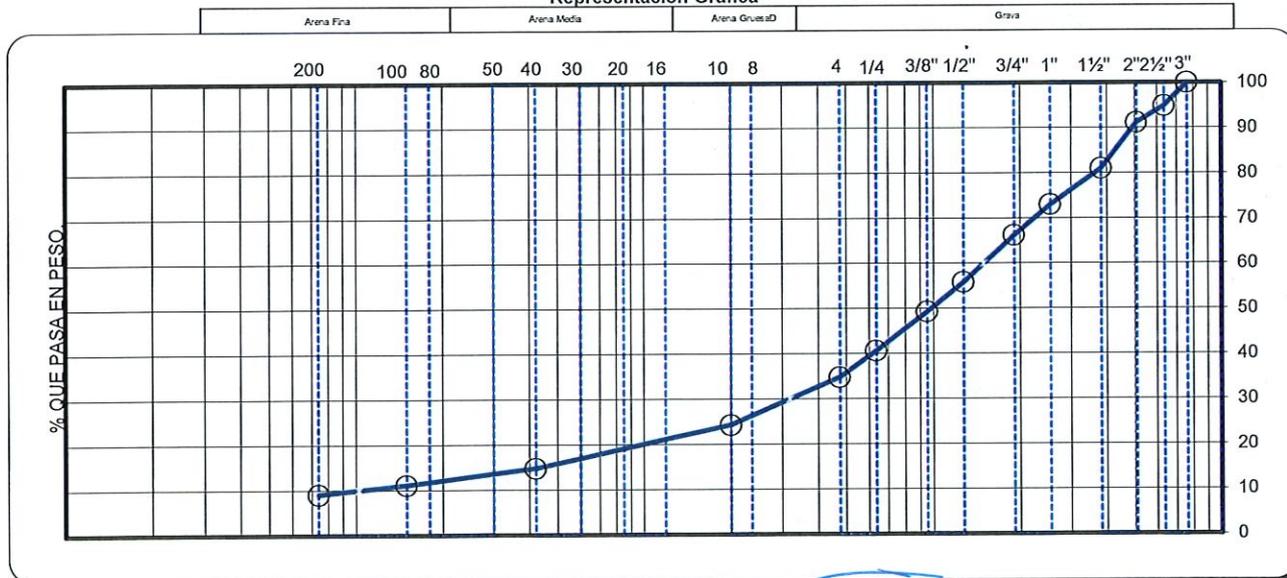
OBRA :	SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+220	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :		RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Mezcla de Suelo para Relleno	FECHA :	9-Ago-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA :		CERTIFICADO :	
MUESTRA :		LADO :	Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES :	

Tamiz		Material retenido			Material Pasante	Especificaciones		Descripción
Ø		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	(%)	min. (%)	max. (%)	
Pulgada	mm							
3 1/2"	80.89							% NIVEL FREÁTICO
3"	76.20				100.00			% de Humedad 4.2
2 1/2"	63.50	1621.3	5.10	5.10	94.90			% de Grava: 65.2
2"	50.80	1183.5	3.72	8.82	91.18			% de Arena: 25.7
1 1/2"	38.10	3236.5	10.17	18.99	81.01			Tamaño Máximo: 3"
1"	25.40	2536.8	7.97	26.96	73.04			% Pasante Nº 200 : 9.1
3/4"	19.05	2152.2	6.76	33.72	66.28			Peso Inicial: 31813.9
1/2"	12.70	3299.8	10.37	44.09	55.91			Porción de finos : 1384.9
3/8"	9.53	2097.8	6.59	50.68	49.32			Color :
1/4"	6.35	2747.6	8.64	59.32	40.68			L. L. : 22.7
Nº 4	4.75	1869.1	5.88	65.20	34.80			L. P. : 14.8
Nº 8	2.36							I. P. : 7.9
Nº 10	2.00	416.5	10.47	75.67	24.33			M. F. : %
Nº 16	1.19							CLASIFIC. SUGS : GP-GC
Nº 20	0.85							CLASIFIC. AASHTO : A-2-4 (0)
Nº 30	0.60							OVER > 2"
Nº 40	0.42	379.5	9.54	85.21	14.79			INDICE DE CONSISTENCIA (IC) : 2.36
Nº 50	0.30							DESCRIPCIÓN DEL (IC) : DURA
Nº 60	0.25							INDICE DE LIQUIDES (I.L.) : -1.36
Nº 80	0.18							Observaciones:
Nº 100	0.15	146.8	3.69	88.90	11.10			Mat. Exc., tunel 75%
Nº 200	0.074	80.6	2.03	90.93	9.07			Mat. Exc. Pro., EVOL 25%
Bandeja		361.5	9.07	100				

Representación Gráfica



Observaciones:

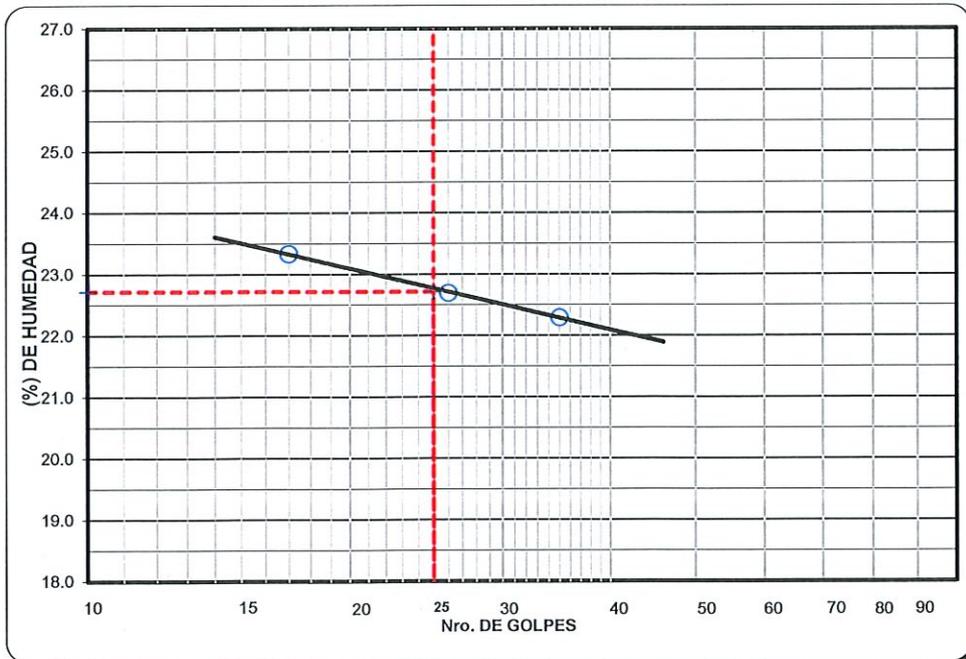
[Signature]
TECNICO DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

[Signature]
OPERADORA SURPERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

	CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR PERÚ - BRASIL TRAMO 4 AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI	
LB-LC-009/Rev.00/OCTUBRE.2017		
LIMITES DE CONSISTENCIA < 40		
(NORMA MTC E - 110, 111)		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA :	SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+220	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :		RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Mezcla de Suelo para Relleno	FECHA : 9-Ago-21
DATOS DE LA MUESTRA		
PROGRESIVA :		CERTIFICADO :
MUESTRA :		LADO : Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES :

LIMITE LIQUIDO (LL)					
Nº RECIPIENTE	26	25	33		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	28.36	27.12	26.78		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	25.82	24.84	24.35		
PESO DEL AGUA	2.54	2.28	2.44		
PESO DEL RECIPIENTE	14.93	14.79	13.42		
PESO DEL SUELO SECO	10.89	10.04	10.93		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	23.34	22.70	22.30		
NUMERO DE GOLPES	17	26	35		

LIMITE PLASTICO (LP)					
Nº RECIPIENTE	8	9			
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	18.32	18.52			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	17.69	17.85			
PESO DEL AGUA	0.64	0.67			
PESO DEL RECIPIENTE	13.374	13.395			
PESO DEL SUELO SECO	4.31	4.46			
CONTENIDO DE AGUA (W%)	14.73	14.96			
PROMEDIO DE W%					

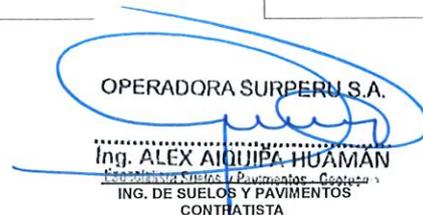


L.L. =	22.72
L.P. =	14.84
I.P. =	7.88

OBSERVACIONES

Observaciones: _____


 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 OPERADORA SURPERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 INGENIERO EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTABILISTA



CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR
PERÚ - BRASIL
TRAMO 4
AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI



LB-HN-008/Rev.00/OCTUBRE.2017

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(NORMA MTC E - 108)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+220 TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO : RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL : Mezcla de Suelo para Relleno FECHA : 9-Ago-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA : CERTIFICADO :
MUESTRA : LADO : Derecho
PROF. (m) : OBSERVACIONES :

MUESTRA N°1

N° RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	15423.2			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	14867.2			
PESO DEL AGUA	556.0			
PESO DEL RECIPIENTE	1472.3			
PESO DEL SUELO SECO	13394.9			
% DE HUMEDAD	4.2			
PROMEDIO				4.2

MUESTRA N°2

N° RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
PROMEDIO				

Observaciones: _____


TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.

Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

EQUIVALENTE DE ARENA
(NORMA MTC E - 114)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA	: SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+220	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	:	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: Mezcla de Suelo para Relleno	FECHA	: 09-08-21

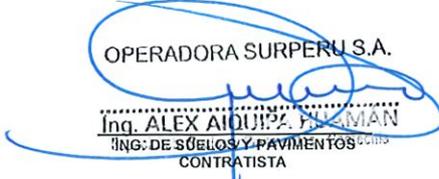
DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	: CERTIFICADO
MUESTRA	: LADO : Derecho
PROF. (m)	: OBSERVACIONES :

		IDENTIFICACION			Promedio %
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación		7:10	7:12	7:14	
Hora de salida de saturación (+ 10')		7:20	7:22	7:24	
Hora de entrada a decantación		7:22	7:24	7:26	
Hora de salida de decantación (+ 20')		7:42	7:44	7:46	
Altura máxima de material fino	mm	12.2	12.2	12.3	
Altura máxima de la arena	mm	2.6	2.6	2.6	
Equivalente de Arena	%	21	21	21	21

		IDENTIFICACION		Promedio %
		1	2	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación				
Hora de salida de saturación (+ 10')				
Hora de entrada a decantación				
Hora de salida de decantación (+ 20')				
Altura máxima de material fino	mm			
Altura máxima de la arena	mm			
Equivalente de Arena	%			

Observaciones:


 TECNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.

 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA



CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR
PERU - BRASIL
TRAMO 4
AZANGARO - PUENTE INAMBARI



LB-PROCT-010/Rev.00/OCTUBRE.2017

COMPACTACION (ASTM D-1557)

(NORMA MTC E 115, 116)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+220	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :		RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Mezcla de Suelo para Relleno	FECHA :	09-08-21

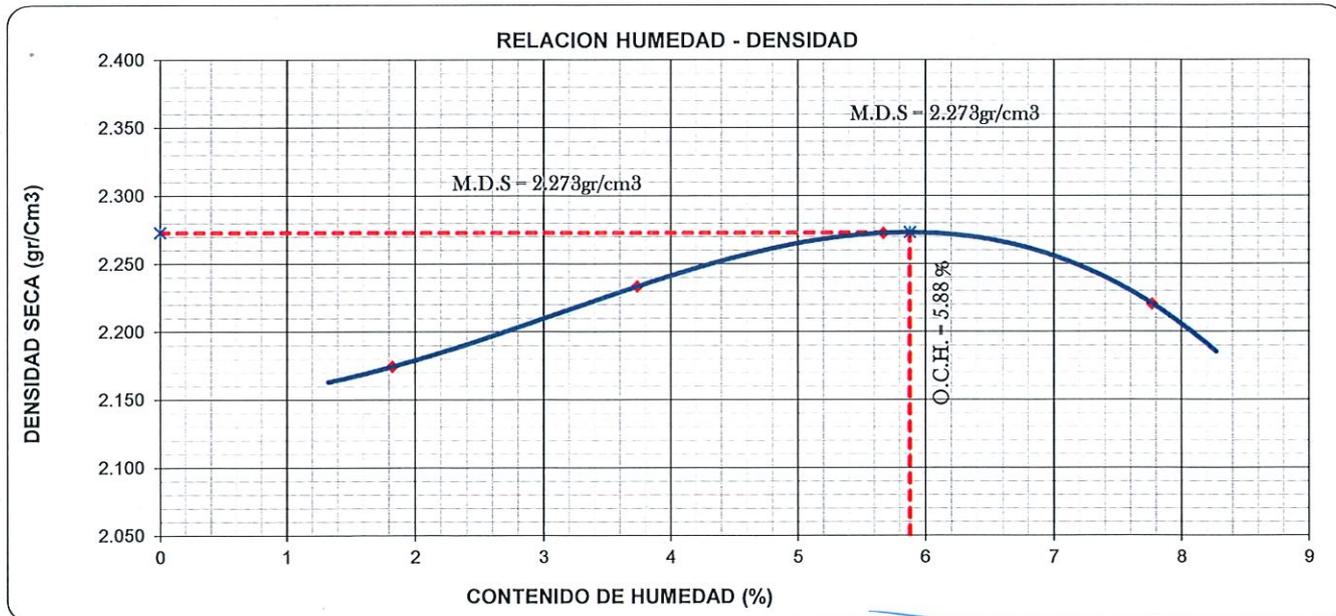
DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA :		LADO :	Derecho
MUESTRA :		CLASF. (SUCS) :	A-2-4 (0)
PROF. (m) :		CLASF. (AASHTO) :	GP-GC

METODO DE COMPACTACION : (C) FECHA DE ENSAYO : 9/08/2021

Peso suelo + molde	gr	11823	12041	12220	12202
Peso molde	gr	7134	7134	7134	7134
Peso suelo húmedo compactado	gr	4689	4907	5086	5068
Volumen del molde	cm ³	2118	2118	2118	2118
Peso volumétrico húmedo	gr	2.21	2.32	2.40	2.39
Recipiente N°					
Peso del suelo húmedo+tara	gr	677.3	664.1	617.4	637.8
Peso del suelo seco + tara	gr	668.3	644.2	593.1	600.4
Tara	gr	175.20	111.50	164.70	119.00
Peso de agua		9.0	19.9	24.3	37.4
Peso del suelo seco	gr	493.10	532.70	428.40	481.40
Contenido de agua	%	1.83	3.74	5.67	7.77
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.174	2.234	2.273	2.221

MATERIAL DE ESPONJAMIENTO	D. MAX. (A)	P. U. S.	% ESP.	Densidad máxima (gr/cm ³)	2.273
				Humedad óptima (%)	5.88
				Densidad máxima corregida (gr/cm ³)	2.385
				Humedad óptima (%)	4.57



Observaciones:

TÉCNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA



CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR
PERU - BRASIL
TRAMO 4
AZANGARO - PUENTE INAMBARI



LB-CBR-011/Rev.00/OCTUBRE.2017

ENSAYO DE C. B. R.

(NORMA MTC E - 132)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+220	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :		RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Mezcla de Suelo para Relleno	FECHA :	13-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA :		CERTIFICADO :	
MUESTRA :		LADO :	Derecho
PROF. (m) :		ANILLO Kg Y SERIE :	5000 (3207)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Golpes por capa N°	EC = 56 GOLPES		EC = 25 GOLPES		EC = 12 GOLPES	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13709	13747	13411	13502	13178	13316
Peso de molde (gr)	8617	8617	8532	8532	8548	8548
Peso del suelo húmedo (gr)	5092	5130	4879	4970	4630	4768
Volumen del molde (cm ³)	2116	2116	2122	2122	2120	2120
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.406	2.424	2.299	2.342	2.184	2.249
Humedad (%)	5.81	6.06	5.83	7.05	5.85	8.02
Densidad seca (gr/cm ³)	2.274	2.285	2.172	2.188	2.063	2.082
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr)	666.80	782.50	697.50	793.00	675.60	791.80
Tarro + Suelo seco (gr)	640.20	746.70	668.20	752.30	647.50	745.20
Peso del Agua (gr)	26.60	35.80	29.30	40.70	28.10	46.60
Peso del tarro (gr)	182.30	156.40	166.00	175.30	167.50	164.50
Peso del suelo seco (gr)	457.90	590.30	502.20	577.00	480.00	580.70
Humedad (%)	5.81	6.06	5.83	7.05	5.85	8.02
Promedio de Humedad (%)	5.81	6.06	5.83	7.05	5.85	8.02

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		DIAL		DIAL		DIAL	
			EXPANSION mm	%	EXPANSION mm	%	EXPANSION mm	%		

SIN EXPANSION

PENETRACION

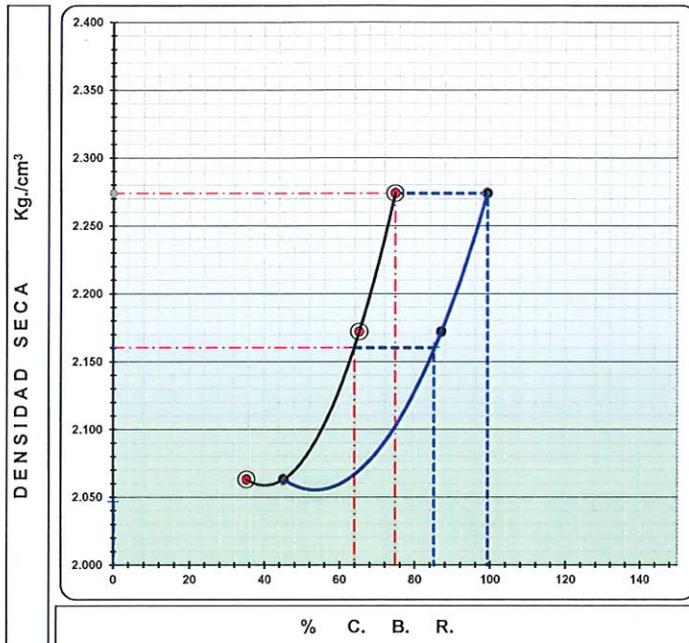
PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3				
		CARGA			CBR	CARGA			CBR	CARGA			CBR	
		pulg	mm	Lectura Dial (0.1mm)	kg	Corregi (kg)	%	Lectura Dial (0.1mm)	kg	Corregi (kg)	%	Lectura Dial (0.1mm)	kg	Corregi (kg)
0.025	63.5		100	237.5			80	197.1			65	166.9		
0.050	127.0		235	510.0			152	342.5			128	294.0		
0.075	190.5		370	782.5			280	600.8			181	401.0		
0.100	254.0	70.31	490	1024.7	1020.0	74.78	400	843.0	890.0	65.2	220	479.7	480.0	35.2
0.150	381.0		750	1549.4			650	1347.6			300	641.2		
0.200	508.0	105	1072	2199.3	2024.0	99.4	860	1771.4	1772.0	87.0	362	766.3	770.0	37.8
0.250	635.0		1200	2457.6			1008	2070.1			423	889.4		
0.300	762.0		1503	3069.2			1121	2298.2			480	1004.5		
0.350	889.0													

Observacione.

TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA S.M.P. PERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista en Suelos y Pavimentos
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

	CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR PERU - BRASIL TRAMO 4 AZANGARO - PUENTE INAMBARI	
LB-CBR-012/Rev.00/OCTUBRE.2017		
GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.		
<small>(NORMA MITCE - 132)</small>		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA : SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+050 AL KM 241+220	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS	
TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN	
SUB TRAMO :	RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN	
MATERIAL : Mezcla de Suelo para Relleno	FECHA : 13-08-21	
DATOS DE LA MUESTRA		
PROGRESIVA :	CERTIFICADO :	
MUESTRA :	LADO : Derecho	
PROF. (m) :	OBSERVACIONES :	

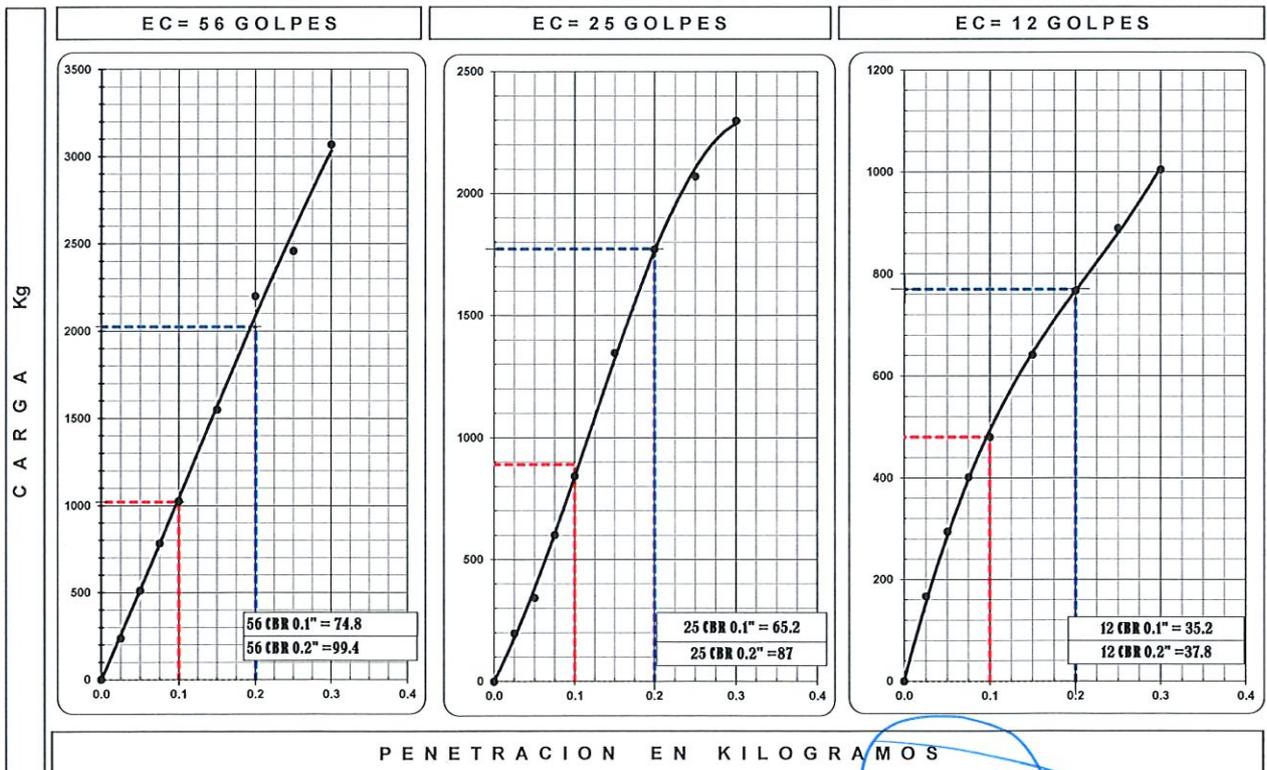


PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	74.8	99.4
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	64.0	85.0
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :		
C.B.R. (DENSIDAD NATURAL) :		

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.274	gr./cm ³
Optimo Humedad	5.81	%

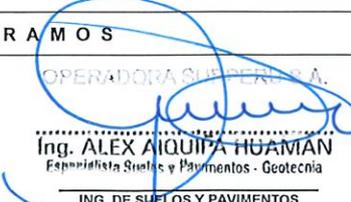
OBSERVACIONES:

	CBR ESP.	M.D.S.
C.B.R. AL 100% de BASE ESP. :		
C.B.R. AL 100% de SUB BASE ESP. :		



Observaciones:


 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 OPERADORA SUPERIOR S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA



CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR
PERU - BRASIL
TRAMO 4
AZANGARO - PUENTE INAMBARI



LB-CF-014/Rev.00/ENERO.2018

DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS

(NORMA ASTM D-5821 MTC E210)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+220

TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS

TRAMO 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI

REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN

SUB TRAMO

RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN

MATERIAL Mezcla de Suelo para Relleno

FECHA : 09-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA

CERTIFICADO :

MUESTRA

LADO : Derecho

PROF. (m)

OBSERVACIONES :

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		AGREGADO GRUESO			D	E	F	G
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	Peso Ret. (A)	% Ret (B)	% Pasa (C)	(g)	(g)	((D/E)*100)	F*B
1 1/2"	1"	2536.8	25.2	74.8	2000.0	1789.9	89.50	2250.8
1"	3/4"	2152.2	21.3	53.5	1500.0	1425.6	95.04	2027.9
3/4"	1/2"	3299.8	32.7	20.8	1200.0	1140.5	95.04	3109.3
1/2"	3/8"	2097.8	20.8	0.0	300.0	291.2	97.07	2018.8
TOTAL		10086.6	100.0		5000			9406.7
%CON UNA CARA FRACTURADA =					TOTAL E	94.1		
					TOTAL (b)			

A.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		AGREGADO GRUESO			D	E	F	G
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	Peso Ret. (A)	% Ret (B)	% Pasa (C)	(g)	(g)	((D/E)*100)	F*B
1 1/2"	1"	2536.8	25.2	74.8	2000.0	1789.9	89.50	2250.8
1"	3/4"	2152.2	21.3	53.5	1500.0	1437.1	95.81	2044.2
3/4"	1/2"	3299.8	32.7	20.8	1200.0	1140.5	95.04	3109.3
1/2"	3/8"	2097.8	20.8	0.0	300.0	291.2	97.07	2018.8
TOTAL		10086.6	100.0		5000			9423.1
%CON 2 O MAS CARA FRACTURADA =					TOTAL E	94.2		
					TOTAL (b)			

Observaciones:

TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADOR INTERSUR S.A.

Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

(NORMA MTC E - 221)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+220
 TRAMO : 4. AZANGARO - PUENTE INAMBARI
 SUB TRAMO :
 MATERIAL : Mezcla de Suelo para Relleno

TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
 REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 FECHA : 09-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA :
 MUESTRA :
 PROF. (m) :

CERTIFICADO :
 LADO : Derecho
 OBSERVACIONES :

TAMIZ	MATERIAL	AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS			CHATAS Y ALARGADAS (%) PARCIAL (h) = g
		Peso Ret. (A)	% Ret (b)	% Pasa (c)	Peso de La Fraccion (g)	Peso (g) (e)	(%) (f) = e/d*100	
(pulg)	(mm)							
3"	76.200							
2"	50.800			100.0				
1 1/2"	38.100	3236.5	20.1	79.9	2000.0	93.8	4.7	0.94
1"	25.400	2536.8	15.8	64.1	2000.0	250.7	12.5	1.98
3/4"	19.050	2152.2	13.4	50.7	1500.0	195.5	13.0	1.75
1/2"	12.700	3299.8	20.5	30.2	1200.0	100.6	8.4	1.72
3/8"	8.750	2097.8	13.1	17.1	500.0	44.3	8.9	1.16
1/4"	6.350	2747.6	17.1		500.0	86.2	17.2	2.95
TOTAL		16070.7	100		7700.0	771.1	47.91	10.49

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(g)	16071
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	(%)	10.5

OBSERVACIONES:



ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia

ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

	CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR PERU - BRASIL TRAMO 4 AZANGARO - PUENTE INAMBARI	
LB-ABRAS-016/Rev.00/ENERO.2018		
ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)		
(NORMA MITC E - 207)		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA :	SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+220	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :		RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Mezcla de Suelo para Relleno	FECHA : 09-08-21
DATOS DE LA MUESTRA		
PROGRESIVA :		CERTIFICADO :
MUESTRA :		LADO : Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES :

TAMIZ	GRADUACIONES						
	A	B	C	D	E	F	G
2 1/2"					2504.5		
2"					2500.6		
1 1/2"					5000.4		
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"							
1/4"							
Nº 4							
Nº 8							
PESO TOTAL					10005.5		
P.DESPUES DEL ENSAYO					2436.4		
PESO OBTENIDO					7569.1		
Nº DE ESFERAS					12		
PESO DE LAS ESFERAS					4994.7		
PORCENTAJE OBTENIDO					24.4%		
PORCENTAJE OBTENIDO	24.4%						

OBSERVACIONES :


 TECNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 OPERADORA SURPERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA



CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR
PERU - BRASIL
TRAMO 4
AZANGARO - PUENTE INAMBARI



LB-PUSS-018/Rev.00/ENERO.2018

PESO UNITARIO SUELTO

(NORMA MTC E - 203)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+2 TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO : RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL : Mezcla de Suelo para Relleno FECHA : 09-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA : CERTIFICADO :
MUESTRA : LADO : Derecho
PROF. (m) : OBSERVACIONES :

AGREGADO GRUESO

CANTERA :	CALICATA :	PROGRESIVA :	IDENTIFICACION				Promedio
			1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	(Kg)		32786.70	32740.00	32789.00		
Peso del recipiente	(Kg)		8034.00	8034.00	8034.00		
Peso de la muestra	(Kg)		24752.70	24706.00	24755.00		
Volumen	(m ³)		14188.50	14188.50	14188.50		
Peso unitario compactado	(Kg/m ³)		1.745	1.741	1.745		1.744
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara	(g)		361.90				
Peso de tara + muestra humeda	(g)		1257.10				
Peso de tara + muestra seca	(g)		1232.80				
Peso Agua	(g)		24.30				
Peso Suelo Seco	(g)		870.90				
Contenido de humedad	(%)		2.79				
Peso unitario compactado seco	(Kg/m ³)		1.697	1.694	1.697		1.696

Observaciones:


TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS


OPERADORA SUR PERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA



CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR
PERU - BRASIL
TRAMO 4
AZANGARO - PUENTE INAMBARI



LB-PE-020/Rev.00/ENERO.2018

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA MTC E - 205, 206)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+220 TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO : RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL : Mezcla de Suelo para Relleno FECHA : 10-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA : CERTIFICADO :
MUESTRA : LADO : Derecho
PROF. (m) : OBSERVACIONES : de 3" - 3/4"

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

AGREGADO FINO MTC E 205

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)				
B	Peso Frasco + agua				
C	Peso Frasco + agua + A (gr)				
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)				
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)				
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)				
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)				PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E				
	Pe bulk (Base saturada) = A/E				
	Pe aparente (Base Seca) = F/G				
	% de absorción = ((A - F)/F)*100				

AGREGADO GRUESO MTC E 206

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	2294.0	2300.3	2105.1	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	1441.3	1449.8	1324.0	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	852.7	850.5	781.1	
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	2276.6	2280.9	2092.1	
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)	835.3	831.1	768.1	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.670	2.682	2.678	2.677
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.690	2.705	2.695	2.697
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.725	2.744	2.724	2.731
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.764	0.851	0.621	0.745

Observaciones:


TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS


OPERADORA SUR PERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

	CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR PERU - BRASIL TRAMO 4 AZANGARO - PUENTE INAMBARI		
	LB-SS-021/Rev.00/ENERO.2018		
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS <small>(NORMA DE ENSAYOS VN-E18-89)</small>			
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+220	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :		RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Mezcla de Suelo para Relleno	FECHA :	11-08-21
DATOS DE LA MUESTRA			
PROGRESIVA :		CERTIFICADO :	
MUESTRA :		LADO :	Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES :	

AGREGADO GRUESO

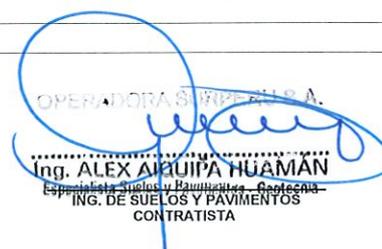
CANTERA : _____ CALICATA : _____ PROGRESIVA : _____	IDENTIFICACION			
	Nº DE ENSAYOS	1	2	3
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	47.029	46.641	46.040	
(2) Peso Tarro + agua + sal	97.637	96.647	96.038	
(3) Peso Tarro Seco + sal	47.040	46.653	46.050	
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.011	0.012	0.010	
(5) Peso de Agua (2-3)	50.597	49.994	49.988	
(6) Porcentaje de Sal	0.022	0.024	0.020	
(7) Promedio %	0.022%			

AGREGADO FINO

CANTERA : _____ CALICATA : _____ PROGRESIVA : _____	IDENTIFICACION			
	Nº DE ENSAYOS	1	2	3
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	47.535	47.450	47.129	
(2) Peso Tarro + agua + sal	97.536	97.458	97.129	
(3) Peso Tarro Seco + sal	47.552	47.465	47.144	
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.02	0.02	0.02	
(5) Peso de Agua (2-3)	49.98	49.99	49.99	
(6) Porcentaje de Sal	0.034	0.030	0.030	
(7) Promedio %	0.031%			

Observaciones : _____


 TECNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 OPERADORAS VIAL S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA



CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR
PERÚ - BRASIL
TRAMO 4
AZÁNGARO - PUENTE INAMBARÍ



LB-MO-022/Rev.00/ENERO.2018

CONTENIDO DE MATERIAL ORGANICO POR IGNICION

(NORMA MTC E - 118)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : SEC. CRITICO, SUB TRAMO KM 241+060 AL KM 241+220
TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARÍ
SUB TRAMO :
MATERIAL : Mezcla de Suelo para Relleno

TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
FECHA : 11-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIV. :
MUESTRA :
PROF. (m) :

CERTIFICADO :
LADO : Derecho
OBSERVACIONES :

SUELOS

CANTERA : Mezcla de Suelo para Relleno ESTRATO : PROGRESIVA :	IDENTIFICACION			
	1	2	3	
Nº DE ENSAYOS				
(1) Peso del plato + suelo de evaporacion antes de la ignicion	53.552	54.273	55.515	
(2) Peso del plato + suelo de evaporacion despues de la ignicion	53.552	54.273	55.515	
(3) Peso del plato de evaporacion con una aproximacion de 0,1 g	21.983	22.396	22.937	
(4) Diferencia del material + el plato de evaporacion (1-3)	31.57	31.88	32.58	
(5) Peso del material organico (1-2)	0.00	0.00	0.00	
(6) Porcentaje de material organico (5/4)*100	0.00	0.00	0.00	
(7) Promedio %	0.000			

Observaciones : _____

TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.

Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnica

ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

ANEXO 5.

INFORME ENSAYO DE LABORATORIO

**MEZCLA DE SUELO, 70% DE EXCAVACIÓN DEL
TÚNEL OLLACHEA Y 30% MATERIAL CANTERA “EL
CARMEN”**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E - 107)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

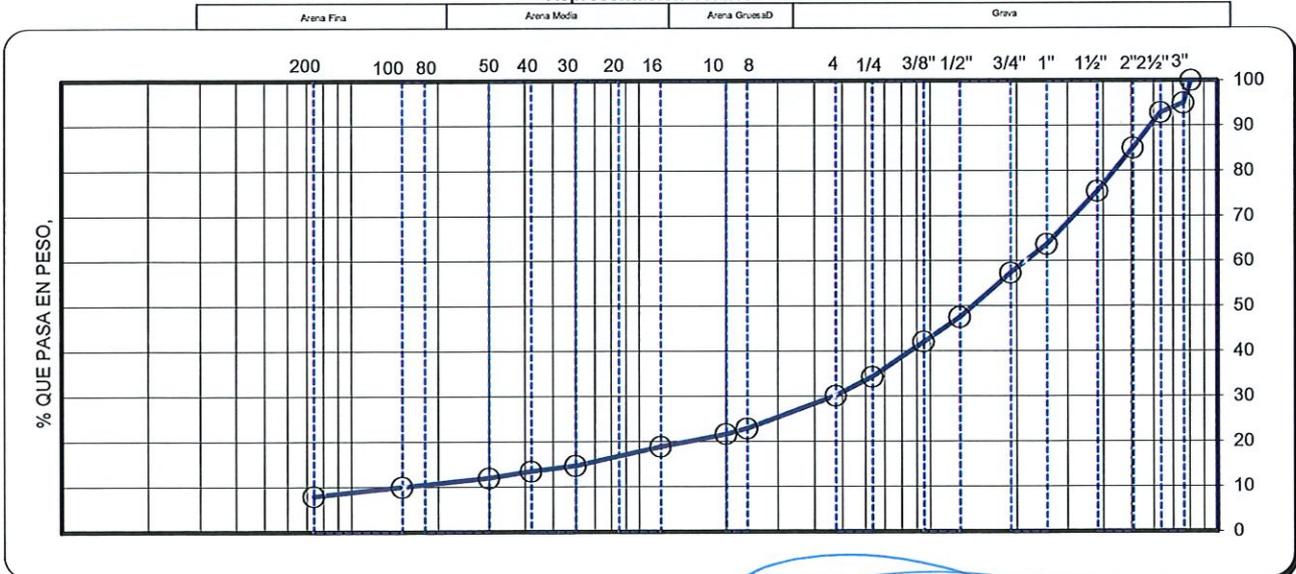
OBRA :	VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :	KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	536.G Suelo Reforzado -Conformacion de terraplen	FECHA :	23-Set-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA :	(30% Cantera Carmen+70% Mat. Exc. Tunel)	CERTIFICADO :	
MUESTRA :	Material granular < 4"	LADO :	
PROF. (m) :		OBSERVACIONES :	Tramo de Prueba

Tamiz Ø	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción	
	Pulgada	mm	Peso (g)		Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)
3 1/2"		80.89			100.00			% NIVEL FREÁTICO
3"		76.20	1361.0	5.01	5.01	94.99		% de Humedad 6.0
2 1/2"		63.50	576.0	2.12	7.13	92.87		% de Grava: 69.9
2"		50.80	2135.0	7.85	14.98	85.02		% de Arena: 22.2
1 1/2"		38.10	2597.0	9.55	24.53	75.47		Tamaño Máximo: 3 1/2"
1"		25.40	3189.0	11.73	36.26	63.74		% Pasante N° 200 : 7.9
3/4"		19.05	1741.0	6.40	42.66	57.34		Peso Inicial: 27185.0
1/2"		12.70	2669.0	9.82	52.48	47.52		Porción de finos : 986.0
3/8"		9.53	1470.0	5.41	57.89	42.11		Color :
1/4"		6.35	2122.0	7.81	65.70	34.30		L. L. : 22.4
N° 4		4.75	1137.0	4.18	69.88	30.12		L.P. : 16.3
N° 8		2.36	236.0	7.21	77.09	22.91		I.P. : 6.1
N° 10		2.00	42.0	1.28	78.37	21.63		M.F. : 4.92 %
N° 16		1.19	90.0	2.75	81.12	18.88		CLASIFIC. SUCS : GP-GC
N° 20		0.85						CLASIFIC. AASHTO : A-2-4 (0)
N° 30		0.60	138.0	4.22	85.34	14.66		OVER > 2"
N° 40		0.42	40.0	1.22	86.56	13.44		INDICE DE CONSISTENCIA (I.C) : 2.68
N° 50		0.30	48.0	1.47	88.03	11.97		DESCRIPCION DEL (I.C) : DURA
N° 60		0.25						INDICE DE LIQUIDES (I.L) : -1.68
N° 80		0.18						Observaciones
N° 100		0.15	66.0	2.02	90.05	9.95		
N° 200		0.074	66.0	2.02	92.07	7.93		
Bandeja			260.0	7.93	100			

Representación Grafica



Observaciones:

TÉCNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.

 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - GEOTECNIA
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(NORMA MTC E - 108)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :	KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	536.G Suelo Reforzado -Conformacion de terraplen	FECHA :	23-Set-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA :	(30% Cantera Carmen+70% Mat. Exc. Tunel)	CERTIFICADO :	
MUESTRA :	Material granular < 4"	LADO :	
PROF. (m) :		OBSERVACIONES :	Tramo de Preba

MUESTRA N°1

N° RECIPIENTE	3	5		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	4325.0	4310.0		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	4139.0	4142.0		
PESO DEL AGUA	186.0	168.0		
PESO DEL RECIPIENTE	468.1	468.2		
PESO DEL SUELO SECO	3670.9	3673.8		
% DE HUMEDAD	5.1	4.6		
PROMEDIO				4.8

MUESTRA N°2

N° RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
PROMEDIO				

Observaciones: _____



TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS



OPERADORA SURPERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista en Obras y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA < 40

(NORMA MTC E - 110, 111)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: 536.G Suelo Reforzado -Conformacion de terraplen	FECHA	: 25-Sep-21

DATOS DE LA MUESTRA

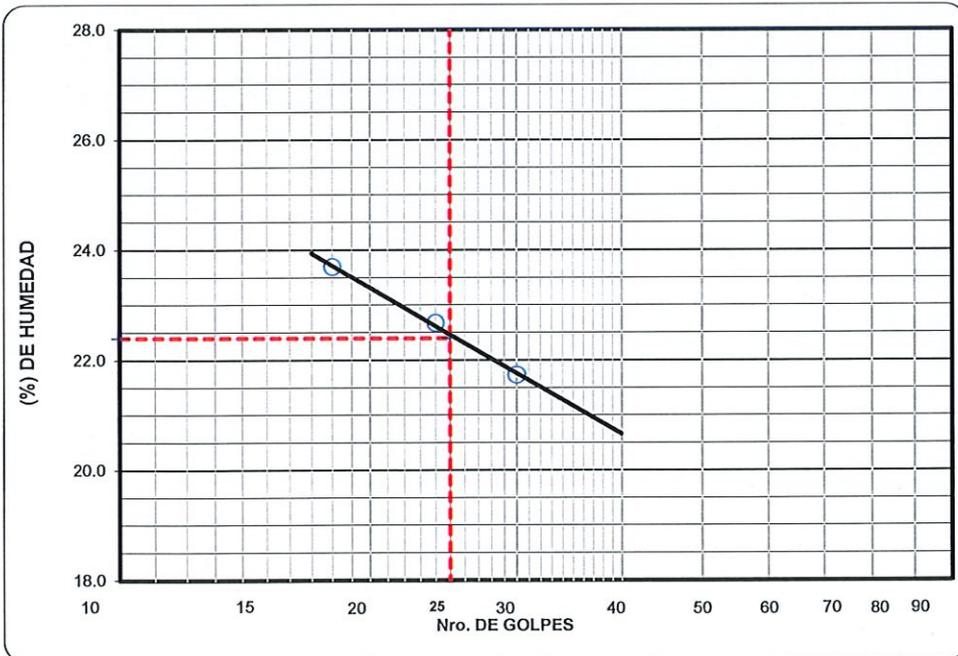
CANTERA	: (30% Cantera Carmen+70% Mat. Exc. Tunel)	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Material granular < 4"	LADO	:
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	: Tramo de Preba

LIMITE LIQUIDO (LL)

Nº RECIPIENTE	1	2	3		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	34.44	38.11	39.17		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	30.75	33.48	34.45		
PESO DEL AGUA	3.69	4.63	4.72		
PESO DEL RECIPIENTE	13.77	13.06	14.53		
PESO DEL SUELO SECO	16.98	20.42	19.92		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	21.73	22.67	23.69		
NUMERO DE GOLPES	30	24	18		

LIMITE PLASTICO (LP)

Nº RECIPIENTE	4	5			
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	20.07	19.96			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	19.20	19.05			
PESO DEL AGUA	0.87	0.91			
PESO DEL RECIPIENTE	13.93	13.39			
PESO DEL SUELO SECO	5.27	5.66			
CONTENIDO DE AGUA (W%)	16.51	16.08			
PROMEDIO DE W%					



L.L. = **22.40**

L.P. = **16.29**

I.P. = **6.11**

OBSERVACIONES

Observaciones:

[Signature]
TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.
[Signature]
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA MTC E - 114)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241 TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI SUB TRAMO : KM 241+060 AL KM 241+220 MATERIAL : 536.G Suelo Reforzado -Conformacion de terraplen	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN FECHA : 23-09-21
---	---

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : (30% Cantera Carmen+70% Mat. Exc. Tunnel) MUESTRA : Material granular < 4" PROF. (m) :	CERTIFICADO : LADO : OBSERVACIONES : Tramo de Preba
---	--

		IDENTIFICACION			Promedio %
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación		10:26	10:28	10:30	
Hora de salida de saturación (+ 10')		10:36	10:38	10:40	
Hora de entrada a decantación		10:38	10:40	10:42	
Hora de salida de decantación (+ 20')		10:58	11:00	11:02	
Altura máxima de material fino	mm	11.9	11.9	11.9	
Altura máxima de la arena	mm	2.7	2.7	2.8	
Equivalente de Arena	%	22.7	22.7	23.5	23.0

		IDENTIFICACION		Promedio %
		1	2	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación				
Hora de salida de saturación (+ 10')				
Hora de entrada a decantación				
Hora de salida de decantación (+ 20')				
Altura máxima de material fino	mm			
Altura máxima de la arena	mm			
Equivalente de Arena	%			

Observaciones:


 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 OPERADORA SURPERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista en Suelos y Pavimentos Geotecnia
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA



CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR
PERÚ - BRASIL
TRAMO 4
AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI



LB-MO-022/Rev.00/ENERO.2018

CONTENIDO DE MATERIAL ORGANICO POR IGNICION

(NORMA MTC E - 118)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241 TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
 TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 SUB TRAMO : KM 241+060 AL KM 241+220 RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 MATERIAL : 536.G Suelo Reforzado -Conformacion de terraplen FECHA : 25-09-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : (30% Cantera Carmen+70% Mat. Exc. Tunel) CERTIFICADO :
 MUESTRA : Material granular < 4" LADO :
 PROF. (m) : OBSERVACIONES : Tramo de Preba

SUELOS

CANTERA : 536.G Suelo Reforzado -Conformacion de terra	IDENTIFICACION			
ESTRATO :				
PROGRESIV : (30% Cantera Carmen+70% Mat. Exc. Tunel)				
Nº DE ENSAYOS	1	2	3	
(1) Peso del plato + suelo de evaporacion antes de la ignicion	53.090	51.500	50.670	
(2) Peso del plato + suelo de evaporacion despues de la ignicion	52.720	51.130	50.320	
(3) Peso del plato de evaporacion con una aproximacion de 0,1 g	22.940	21.980	22.400	
(4) Diferencia del material + el plato de evaporacion (1-3)	30.15	29.52	28.27	
(5) Peso del material organico (1-2)	0.37	0.37	0.35	
(6) Porcentaje de material organico (5/4)*100	1.23	1.25	1.24	
(7) Promedio %	1.240			

Observaciones :

[Signature]
 TECNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista Suelos y Pavimentos Geotecnia
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA MTC E - 205, 206)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: 536.G Suelo Reforzado -Conformacion de terraplen	FECHA	: 24-09-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: (30% Cantera Carmen+70% Mat. Exc. Tunel)	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Material granular < 4"	LADO	:
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	: Tramo de Preba

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

AGREGADO FINO MTC E 205

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)				
B	Peso Frasco + agua				
C	Peso Frasco + agua + A (gr)				
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)				
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)				
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)				
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)				
	Pe bulk (Base seca) = F/E				
	Pe bulk (Base saturada) = A/E				
	Pe aparente (Base Seca) = F/G				
	% de absorción = ((A - F)/F)*100				

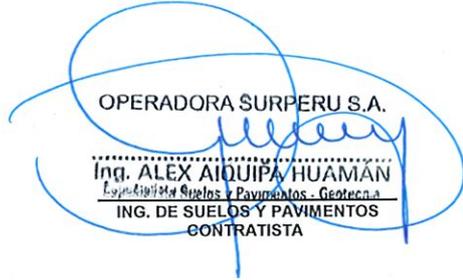
AGREGADO GRUESO MTC E 206

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	3145.0	3163.0		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	1973.0	1989.0		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	1172.0	1174.0		
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	3104.0	3115.0		
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	1131.0	1126.0		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.648	2.653		2.651
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.683	2.694		2.689
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.744	2.766		2.755
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.321	1.541		1.431

Observaciones:



TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS



OPERADORA SURPERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA



CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR

PERU - BRASIL

TRAMO 4

AZANGARO - PUENTE INAMBARÍ



010

LB-PROCT-010/Rev.00/OCTUBRE.2017

COMPACTACION (ASTM D-1557)

(NORMA MTC E 115, 116)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	:	VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	:	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	:	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARÍ	REVISADO	:	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	:	KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE	:	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	:	536.G Suelo Reforzado -Conformacion de terraplen	FECHA	:	23-09-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	:	(30% Cantera Carmen+70% Mat. Exc. Tunel)	LADO	:	
MUESTRA	:	Material granular < 4"	CLASF. (SUCS)	:	A-2-4 (0)
PROF. (m)	:		CLASF. (AASHTO)	:	GP-GC

METODO DE COMPACTACION : (C) FECHA DE ENSAYO : 23/09/2021

Peso suelo + molde	gr	11925	12118	12305	12182
Peso molde	gr	7133	7133	7133	7133
Peso suelo húmedo compactado	gr	4792	4985	5172	5049
Volumen del molde	cm3	2118	2118	2118	2118
Peso volumétrico húmedo	gr	2.26	2.35	2.44	2.38
Recipiente N°		4	6	7	9
Peso del suelo húmedo+tara	gr	1687.0	1877.0	1717.0	1837.0
Peso del suelo seco + tara	gr	1658.0	1817.0	1625.0	1729.0
Tara	gr	400.00	499.00	271.00	491.00
Peso de agua		29.0	60.0	92.0	108.0
Peso del suelo seco	gr	1258.00	1318.00	1354.00	1238.00
Contenido de agua	%	2.31	4.55	6.79	8.72
Peso volumétrico seco	gr/cm3	2.212	2.251	2.287	2.193

Densidad máxima (gr/cm³) 2.288

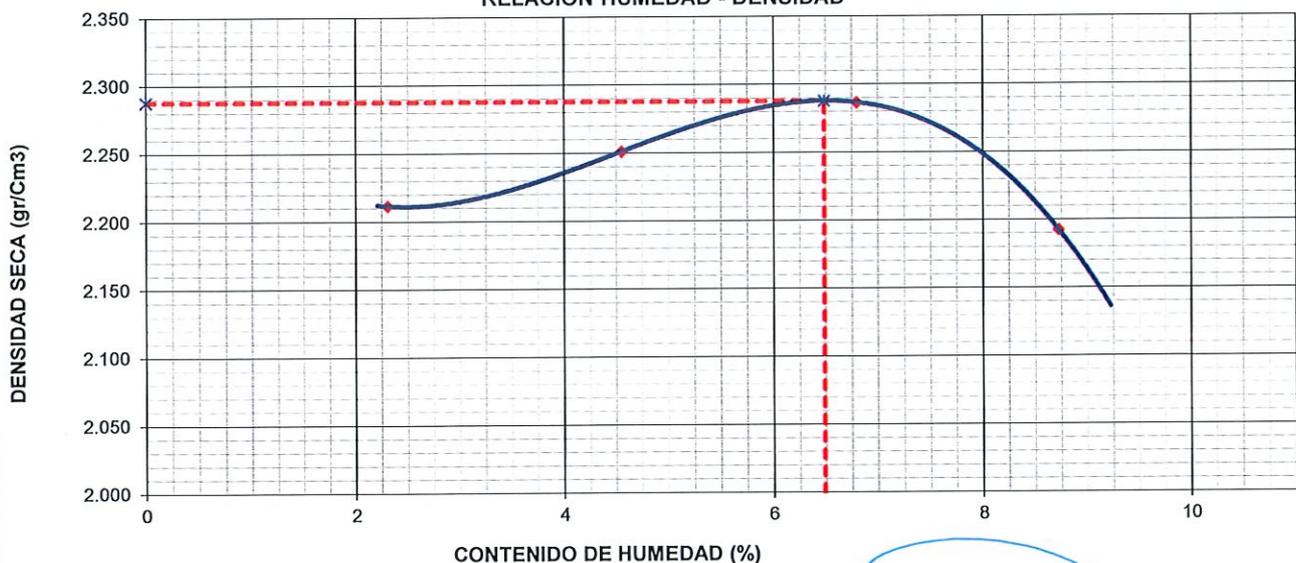
Humedad óptima (%) 6.48

Densidad máxima corregida (gr/cm³) 2.430

Humedad óptima (%) 4.33

MATERIAL DE ESPONJAMIENTO	D. MAX. (A)	P. U. S.	% ESP.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones:

TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.

Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NORMA MTC E - 207)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: 536.G Suelo Reforzado -Conformacion de terraplen	FECHA	: 23-09-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: (30% Cantera Carmen+70% Mat. Exc. Tunel)	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Material granular < 4"	LADO	:
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	: Tramo de Preba

TAMIZ	GRADUACIONES						
	A	B	C	D	E	F	G
2 1/2"					2500		
2"					2500		
1 1/2"					4993		
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"							
1/4"							
N° 4							
N° 8							
PESO TOTAL					9993		
P.DESPUES DEL ENSAYO					2514		
PESO OBTENIDO					7479		
N° DE ESFERAS					12		
PESO DE LAS ESFERAS					4933.1		
PORCENTAJE OBTENIDO					25.2%		
PORCENTAJE OBTENIDO	25.2%						

OBSERVACIONES :

[Signature]
TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.
[Signature]
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA



CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR
TRAMO 4
AZÁNGARO - Pte INAMBARI



CONTROL DE COMPACTACIÓN - TERRENO DE FUNDACION (NORMA MTC E 124)

OBRA: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241+060 AL KM 241+220 OPERADOR: Julio Cesar Quispe Mamani
METODO: DENSIMETRO NUCLEAR N° LICENCIA INDIVIDUAL: 0481-17
EQUIPO: TROXLER 3440 - 37959 ING. RESPONSABLE: ING. ALEX AIQUIPA HUAMÁN

N°	FECHA	MATERIAL DE PRESTAMO (Km:)	PROGRESIVA (Km:)	ESTRUCTURA	LADO	CAPA No.	DATOS DE CAMPO			DATOS DE LABORATORIO		COMPACTACION (%)		
							DENSIDAD HUMEDA (gr/cc)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (gr/cc)	DENSIDAD MAXIMA (gr/cc)	HUMEDAD OPTIMA (%)	CAMPO	ESPECIFICACION	APROB (SI/NO)

Tramo de prueba, Terramesh km 241+160 km 241+210

ESPESOR DE CAPA 0.25m

1	23-09-21	70% TUOL + 30% Carmen	241+200	Tramo de prueba, Terramesh km 241+160 km 241+210	E	60	2.410	4.2	2.313	2.433	4.3	95.1	95.0	SI
2	23-09-21	70% TUOL + 30% Carmen	241+210	Tramo de prueba, Terramesh km 241+160 km 241+210	D	60	2.338	4.1	2.246	2.433	4.3	92.3	95.0	NO
3	23-09-21	70% TUOL + 30% Carmen	241+215	Tramo de prueba, Terramesh km 241+160 km 241+210	E	60	2.393	4.9	2.281	2.433	4.3	93.8	95.0	NO
4	23-09-21	Mezcla de 50 x 50 TUOL y Carmen	241+230	Tramo de prueba, Terramesh km 241+160 km 241+210	E	60	2.393	4.4	2.292	2.433	4.3	94.2	95.0	NO

OPERADORA SURPERU S.A.

OPERADOR DENSIMETRO NUCLEAR

OPERADORA SURPERU S.A.

Ing. ALEX AIQUIPA HUAMÁN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia



CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR
TRAMO 4
AZÁNGARO - Pte INAMBARI



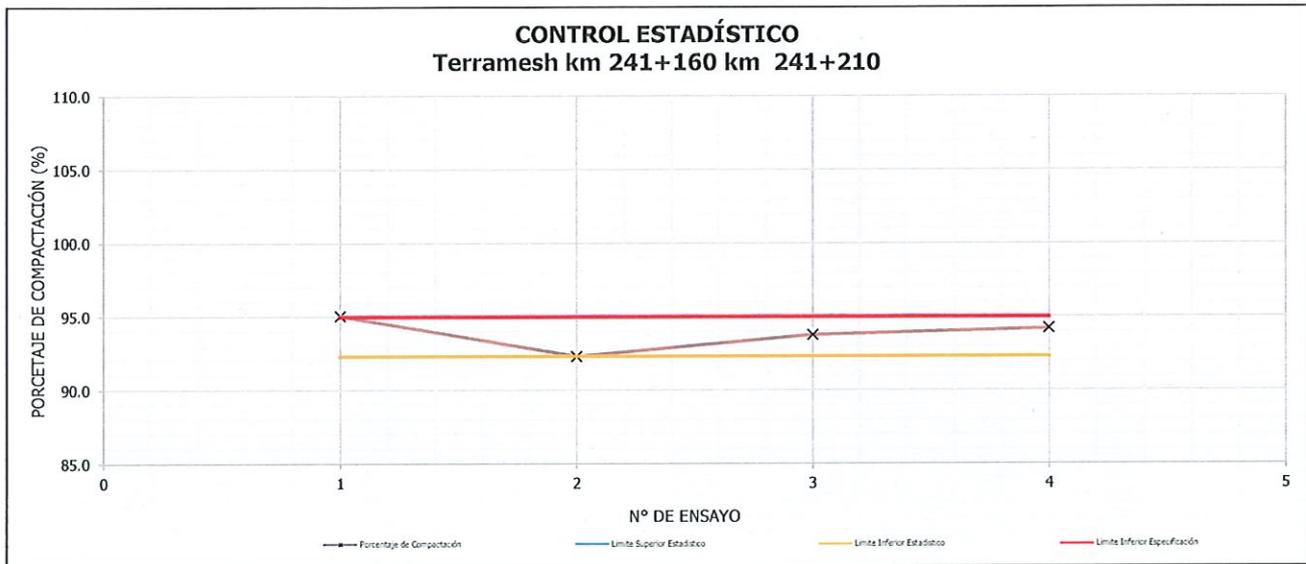
CONTROL DE COMPACTACIÓN - TERRENO DE FUNDACION (NORMA MTC E 124)

OBRA: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241+060 AL KM 241+220 OPERADOR: Julio Cesar Quispe Mamani
 METODO: DENSIMETRO NUCLEAR N° LICENCIA INDIVIDUAL: 0481-17
 EQUIPO: TROXLER 3440 - 37959 ING. RESPONSABLE: ING. ALEX AIQUIPA HUAMÁN

N°	FECHA	MATERIAL DE PRESTAMO (Km:)	PROGRESIVA (Km:)	ESTRUCTURA	LADO	CAPA No.	DATOS DE CAMPO			DATOS DE LABORATORIO		COMPACTACION (%)		
							DENSIDAD HUMEDA (gr/cc)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (gr/cc)	DENSIDAD MAXIMA (gr/cc)	HUMEDAD OPTIMA (%)	CAMPO	ESPECIFICACION	APROB (SI/NO)

Tramo de prueba, Terramesh km 241+160 km 241+210

ESPESOR DE CAPA 0.25m



NOTA
Tramo de prueba

CONTROL ESTADÍSTICO						
PARÁMETRO	DENSIDAD HUMEDA (gr/cc)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (gr/cc)	DENSIDAD MAXIMA (gr/cc)	HUMEDAD OPTIMA (%)	COMPAC. (%)
N	4	4	4	4	4	4
SUMA	9.5	17.6	9.1	9.7	17.3	375.3
Xp	2.38	4.40	2.28	2.43	4.33	93.84
MIN	2.34	4.10	2.25	2.43	4.33	92.31
MAX	2.41	4.90	2.31	2.43	4.33	95.06
DESV. ESTANDAR	0.03	0.36	0.03	0.00	0.00	1.15
VARIANZA	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	1.33
COEF. VARIACION	78.0	12.4	81.5	0.0	0.0	81.5
LIMITE SUPERIOR ESTADISTICO	2.45	5.11	2.34	2.43	4.33	96.14
LIMITE INFERIOR ESTADISTICO	2.32	3.69	2.23	2.43	4.33	91.53
LIMITE INFERIOR ESPECIFICACIÓN	-	-	-	-	-	-

OPERADORA SURPERU S.A.

 OPERADOR DENSÍMETRO NUCLEAR

OPERADORA SURPERU S.A.

 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMÁN
 Especialista Sueldos y Pavimentos - Geotecnia

ANEXO 6.

INFORME ENSAYO DE LABORATORIO

**MEZCLA DE SUELO, 60% DE EXCAVACIÓN DEL
TÚNEL OLLACHEA Y 40% MATERIAL CANTERA “EL
CARMEN”**



**CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR
PERÚ - BRASIL
TRAMO 4
AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI**



LB-AG-007/Rev.00/OCTUBRE.2017

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC.E - 107)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

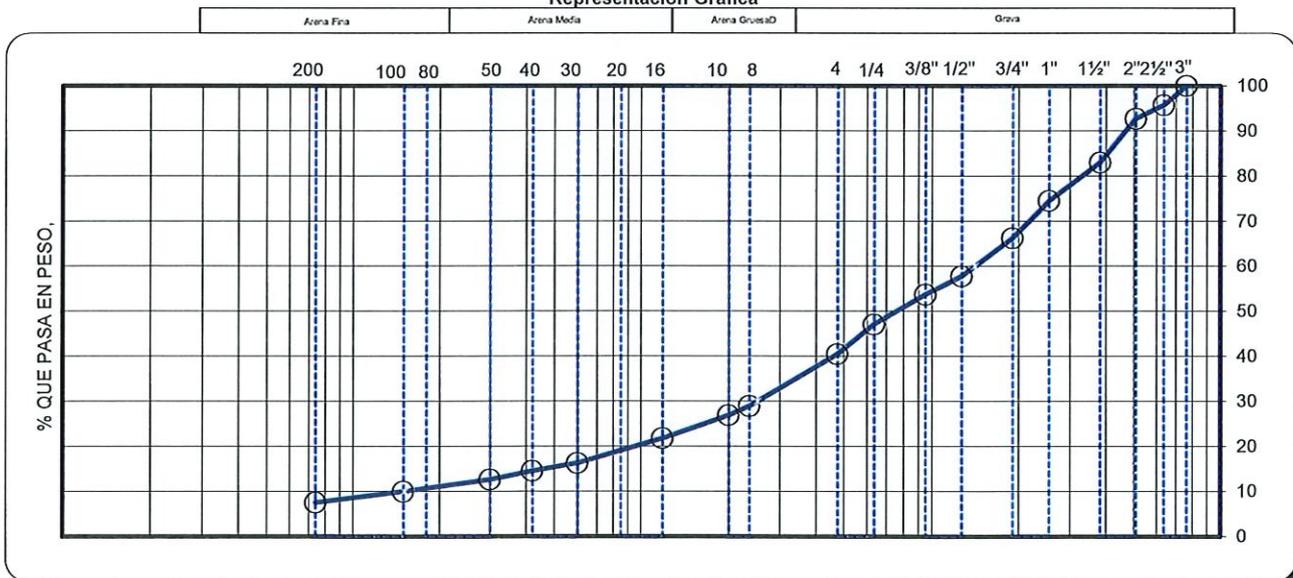
OBRA :	VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :		REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :	Km 241+060 @ Km 241+220	RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	536G Suelo Reforzado-Conformacion de terraplen	FECHA :	29-Set-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA :	60% TUOL + 40% Km 274+500	CERTIFICADO :	
MUESTRA :	Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	LADO :	Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES :	

Tamiz	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
	Ø	Peso (g)	Retenido (%)		Acumulado (%)	min. (%)	
Pulgada	mm						
3 1/2"	80.89						% NIVEL FREÁTICO
3"	76.20			100.00			% de Humedad 6.0
2 1/2"	63.50	783.0	4.29	4.29	95.71		% de Grava: 59.5
2"	50.80	551.0	3.02	7.31	92.69		% de Arena: 32.9
1 1/2"	38.10	1771.0	9.71	17.02	82.98		Tamaño Máximo: 3"
1"	25.40	1537.0	8.43	25.45	74.55		% Pasante N° 200 : 7.5
3/4"	19.05	1511.0	8.28	33.73	66.27		Peso Inicial: 18240.0
1/2"	12.70	1545.0	8.47	42.20	57.80		Porción de finos : 845.0
3/8"	9.53	745.0	4.08	46.28	53.72		Color :
7/8"	6.35	1209.0	6.63	52.91	47.09		L. L. : 19.5
N° 4	4.75	1207.0	6.62	59.53	40.47		L.P. : N.P.
N°8	2.36	241.0	11.54	71.07	28.93		I.P. : N.P.
N°10	2.00	42.0	2.01	73.08	26.92		M.F. : 4.70 %
N°16	1.19	107.0	5.12	78.20	21.80		CLASIFIC. SUCS : GW-GM
N° 20	0.85						CLASIFIC. AASHTO : A-1-a (0)
N° 30	0.60	115.0	5.51	83.71	16.29		OVER > 2" :
N° 40	0.42	37.0	1.77	85.48	14.52		INDICE DE CONSISTENCIA (I.C) :
N° 50	0.30	40.0	1.92	87.40	12.60		DESCRIPCION DEL (I.C) :
N° 60	0.25						INDICE DE LIQUIDES (I.L) :
N° 80	0.18						Observaciones
N° 100	0.15	55.0	2.63	90.03	9.97		
N° 200	0.074	51.0	2.44	92.47	7.53		
Bandeja		157.0	7.53	100			

Representación Grafica



Observaciones:

[Signature]
**TÉCNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

[Signature]
**INGENIERO ALEX AIQUIPA HUAMAN
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(NORMA MTC E - 108)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	:	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: Km 241+060 @ Km 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: 536G Suelo Reforzado-Conformacion de terraplen	FECHA	: 29-Set-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: 60% TUOL + 40% Km 274+500	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	:

MUESTRA N°1

N° RECIPIENTE	3	5		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	4185.6	4195.6		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	4039.0	4026.9		
PESO DEL AGUA	146.6	168.7		
PESO DEL RECIPIENTE	468.1	468.2		
PESO DEL SUELO SECO	3570.9	3558.7		
% DE HUMEDAD	4.1	4.7		
PROMEDIO				4.4

MUESTRA N°2

N° RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
PROMEDIO				

Observaciones: _____



TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS



OPERADORA SUPLENTE S.A.
ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
CONTRATISTA
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotécnica

LIMITES DE CONSISTENCIA < 40

(NORMA MTC E - 110, 111)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	:	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: Km 241+060 @ Km 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: 536G Suelo Reforzado-Conformacion de terraplen	FECHA	: 1-Oct-21

DATOS DE LA MUESTRA

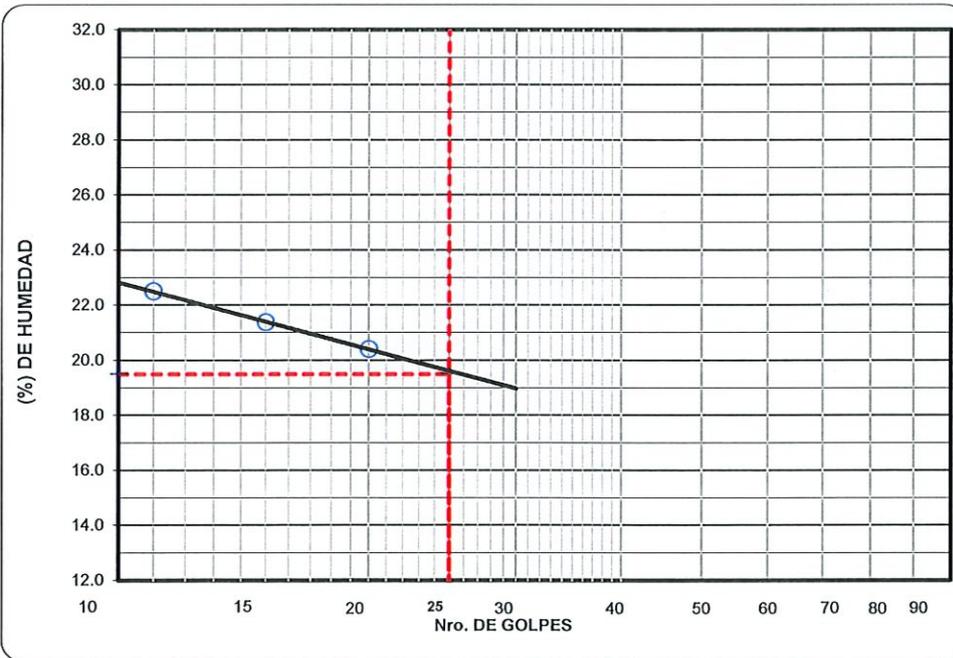
CANTERA	: 60% TUOL + 40% Km 274+500	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	:

LIMITE LIQUIDO (LL)

Nº RECIPIENTE	2	4	6		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	31.99	33.58	34.05		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	28.98	30.14	30.07		
PESO DEL AGUA	3.01	3.44	3.98		
PESO DEL RECIPIENTE	14.23	14.05	12.38		
PESO DEL SUELO SECO	14.75	16.09	17.69		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	20.41	21.38	22.50		
NUMERO DE GOLPES	20	15	11		

LIMITE PLASTICO (LP)

Nº RECIPIENTE					
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE					
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE					
PESO DEL AGUA					
PESO DEL RECIPIENTE					
PESO DEL SUELO SECO					
CONTENIDO DE AGUA (W%)	N.P.	N.P.			
PROMEDIO DE W%					



L.L. = **19.50**

L.P. = **N.P.**

I.P. = **N.P.**

OBSERVACIONES

Observaciones: _____

[Signature]
TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PERU DORA SURPENU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA MTC E - 114)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	:	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: Km 241+060 @ Km 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: 536G Suelo Reforzado-Conformacion de terraplen	FECHA	: 29-09-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: 60% TUOL + 40% Km 274+500	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	:

		IDENTIFICACION			Promedio %
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación		10:20	10:22	10:24	
Hora de salida de saturación (+ 10')		10:30	10:32	10:34	
Hora de entrada a decantación		10:32	10:34	10:36	
Hora de salida de decantación (+ 20')		10:52	10:54	10:56	
Altura máxima de material fino	mm	6.7	6.7	6.8	
Altura máxima de la arena	mm	3.2	3.2	3.2	
Equivalente de Arena	%	47.8	47.8	47.1	48

		IDENTIFICACION		Promedio %
		1	2	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación				
Hora de salida de saturación (+ 10')				
Hora de entrada a decantación				
Hora de salida de decantación (+ 20')				
Altura máxima de material fino	mm			
Altura máxima de la arena	mm			
Equivalente de Arena	%			

Observaciones:


 TÉCNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.

 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

	CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR PERÚ - BRASIL TRAMO 4 AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI	
---	---	---

LB-MO-022/Rev.00/ENERO.2018

CONTENIDO DE MATERIAL ORGANICO POR IGNICION

(NORMA MTCE - 118)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241 TRAMO : SUB TRAMO : Km 241+060 @ Km 241+220 MATERIAL : 536G Suelo Reforzado-Conformacion de terraplen	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN FECHA : 01-10-21
--	---

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : 60% TUOL + 40% Km 274+500 MUESTRA : Material granular < 4" (cuerpo de terraplen) PROF. (m) :	CERTIFICADO : LADO : Derecho OBSERVACIONES :
---	---

SUELOS

CANTERA : 536G Suelo Reforzado-Conformacion de terraplen ESTRATO : PROGRESIV. : 60% TUOL + 40% Km 274+500	IDENTIFICACION																																
Nº DE ENSAYOS	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:25%;"></td> <td style="width:25%; text-align: center;">1</td> <td style="width:25%; text-align: center;">2</td> <td style="width:25%; text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>(1) Peso del plato + suelo de evaporacion antes de la ignicion</td> <td style="text-align: center;">86.070</td> <td style="text-align: center;">70.830</td> <td style="text-align: center;">72.410</td> </tr> <tr> <td>(2) Peso del plato + suelo de evaporacion despues de la ignicion</td> <td style="text-align: center;">85.960</td> <td style="text-align: center;">70.720</td> <td style="text-align: center;">72.280</td> </tr> <tr> <td>(3) Peso del plato de evaporacion con una aproximacion de 0,1 g</td> <td style="text-align: center;">47.620</td> <td style="text-align: center;">33.790</td> <td style="text-align: center;">35.170</td> </tr> <tr> <td>(4) Diferencia del material + el plato de evaporacion (1-3)</td> <td style="text-align: center;">38.45</td> <td style="text-align: center;">37.04</td> <td style="text-align: center;">37.24</td> </tr> <tr> <td>(5) Peso del material organico (1-2)</td> <td style="text-align: center;">0.11</td> <td style="text-align: center;">0.11</td> <td style="text-align: center;">0.13</td> </tr> <tr> <td>(6) Porcentaje de material organico (5/4)*100</td> <td style="text-align: center;">0.29</td> <td style="text-align: center;">0.30</td> <td style="text-align: center;">0.35</td> </tr> <tr> <td>(7) Promedio %</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">0.311</td> </tr> </table>		1	2	3	(1) Peso del plato + suelo de evaporacion antes de la ignicion	86.070	70.830	72.410	(2) Peso del plato + suelo de evaporacion despues de la ignicion	85.960	70.720	72.280	(3) Peso del plato de evaporacion con una aproximacion de 0,1 g	47.620	33.790	35.170	(4) Diferencia del material + el plato de evaporacion (1-3)	38.45	37.04	37.24	(5) Peso del material organico (1-2)	0.11	0.11	0.13	(6) Porcentaje de material organico (5/4)*100	0.29	0.30	0.35	(7) Promedio %	0.311		
	1	2	3																														
(1) Peso del plato + suelo de evaporacion antes de la ignicion	86.070	70.830	72.410																														
(2) Peso del plato + suelo de evaporacion despues de la ignicion	85.960	70.720	72.280																														
(3) Peso del plato de evaporacion con una aproximacion de 0,1 g	47.620	33.790	35.170																														
(4) Diferencia del material + el plato de evaporacion (1-3)	38.45	37.04	37.24																														
(5) Peso del material organico (1-2)	0.11	0.11	0.13																														
(6) Porcentaje de material organico (5/4)*100	0.29	0.30	0.35																														
(7) Promedio %	0.311																																

Observaciones :


 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.

 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista Suelos y Pavimentos - Geotécnico
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA MTC E - 205, 206)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	:	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: Km 241+060 @ Km 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: 536G Suelo Reforzado-Conformacion de terraplen	FECHA	: 30-09-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: 60% TUOL + 40% Km 274+500	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	:

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

AGREGADO FINO MTC E 205

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)				
B	Peso Frasco + agua				
C	Peso Frasco + agua + A (gr)				
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)				
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)				
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)				
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)				
	Pe bulk (Base seca) = F/E				
	Pe bulk (Base saturada) = A/E				
	Pe aparente (Base Seca) = F/G				
	% de absorción = ((A - F)/F)*100				

AGREGADO GRUESO MTC E 206

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	3614.0	3771.0		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	2277.0	2376.0		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	1337.0	1395.0		
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	3565.0	3719.0		
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	1288.0	1343.0		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.666	2.666		2.666
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.703	2.703		2.703
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.768	2.769		2.769
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.374	1.398		1.386

Observaciones:



TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS



OPERADORA SURPERU S.A.
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Especialista en Pruebas de Suelos y Pavimentos - Geotécnica

COMPACTACION (ASTM D-1557)

(NORMA MTC E 115, 116)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :		REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :	Km 241+060 @ Km 241+220	RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	536G Suelo Reforzado-Conformacion de terraplen	FECHA :	29-09-21

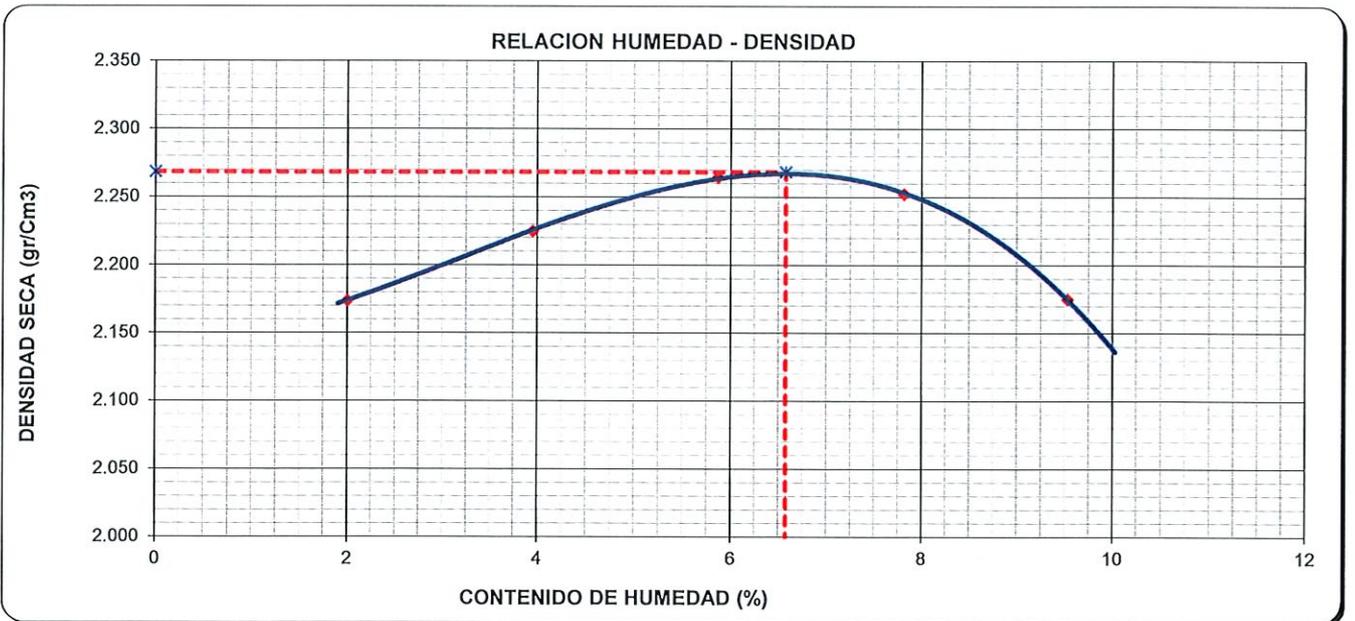
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA :	60% TUOL + 40% Km 274+500	LADO :	Derecho
MUESTRA :	Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	CLASF. (SUCS) :	A-1-a (0)
PROF. (m) :		CLASF. (AASHTO) :	GW-GM

METODO DE COMPACTACION : (C) FECHA DE ENSAYO : 29/09/2021

Peso suelo + molde	gr	11830	12031	12211	12276	12179
Peso molde	gr	7133	7133	7133	7133	7133
Peso suelo húmedo compactado	gr	4697	4898	5078	5143	5046
Volumen del molde	cm ³	2118	2118	2118	2118	2118
Peso volumétrico húmedo	gr	2.22	2.31	2.40	2.43	2.38
Recipiente N°		4	6	7	9	10
Peso del suelo húmedo+tara	gr	1674.0	1640.0	1853.0	1810.0	1583.0
Peso del suelo seco + tara	gr	1649.0	1588.0	1777.0	1715.0	1488.0
Tara	gr	400.00	271.00	482.00	499.00	491.00
Peso de agua		25.0	52.0	76.0	95.0	95.0
Peso del suelo seco	gr	1249.00	1317.00	1295.00	1216.00	997.00
Contenido de agua	%	2.00	3.95	5.87	7.81	9.53
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.174	2.225	2.265	2.252	2.175

MATERIAL DE ESPONJAMIENTO	D. MAX. (A)	P. U. S.	% ESP.	Densidad máxima (gr/cm ³)	2.269
				Humedad óptima (%)	6.57
				Densidad máxima corregida (gr/cm ³)	2.375
				Humedad óptima (%)	5.02



Observaciones:

[Signature]
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NORMA MTC E - 207)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241
 TRAMO :
 SUB TRAMO : Km 241+060 @ Km 241+220
 MATERIAL : 536G Suelo Reforzado-Conformacion de terraplen

TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
 REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 FECHA : 29-09-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : 60% TUOL + 40% Km 274+500
 MUESTRA : Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)
 PROF. (m) :

CERTIFICADO :
 LADO : Derecho
 OBSERVACIONES :

TAMIZ	GRADUACIONES						
	A	B	C	D	E	F	G
2 1/2"					2500		
2"					2500		
1 1/2"					5005.9		
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"							
1/4"							
Nº 4							
Nº 8							
PESO TOTAL					10005.9		
P.DESPUES DEL ENSAYO					2621.3		
PESO OBTENIDO					7384.6		
Nº DE ESFERAS					12		
PESO DE LAS ESFERAS					4994.7		
PORCENTAJE OBTENIDO					26.2%		
PORCENTAJE OBTENIDO	26.2%						

OBSERVACIONES :

TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA

PESO UNITARIO SUELTO

(NORMA MTC E - 203)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	:	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: Km 241+060 @ Km 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: 536G Suelo Reforzado-Conformacion de terraplen	FECHA	: 29-09-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: 60% TUOL + 40% Km 274+500	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	:

AGREGADO GRUESO

CANTERA	CALICATA	PROGRESIVA	IDENTIFICACION				Promedio
			1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	(Kg)		15959.00	15949.00	15980.00		
Peso del recipiente	(Kg)		6418.8	6418.80	6418.80		
Peso de la muestra	(Kg)		9540.20	9530.20	9561.20		
Volumen	(m ³)		5358.19	5358.19	5358.19		
Peso unitario compactado	(Kg/m ³)		1.780	1.779	1.784		1.781
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara	(g)		309.00				
Peso de tara + muestra humeda	(g)		1085.00				
Peso de tara + muestra seca	(g)		1081.00				
Peso Agua	(g)		4.00				
Peso Suelo Seco	(g)		772.00				
Contenido de humedad	(%)		0.52				
Peso unitario compactado seco	(Kg/m ³)		1.771	1.769	1.775		1.772

Observaciones:

TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.

ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

ANEXO 7.

INFORME ENSAYO DE LABORATORIO

**MEZCLA DE SUELO, 50% DE EXCAVACIÓN DEL
TÚNEL OLLACHEA Y 50% MATERIAL CANTERA “EL
CARMEN”**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E - 107)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

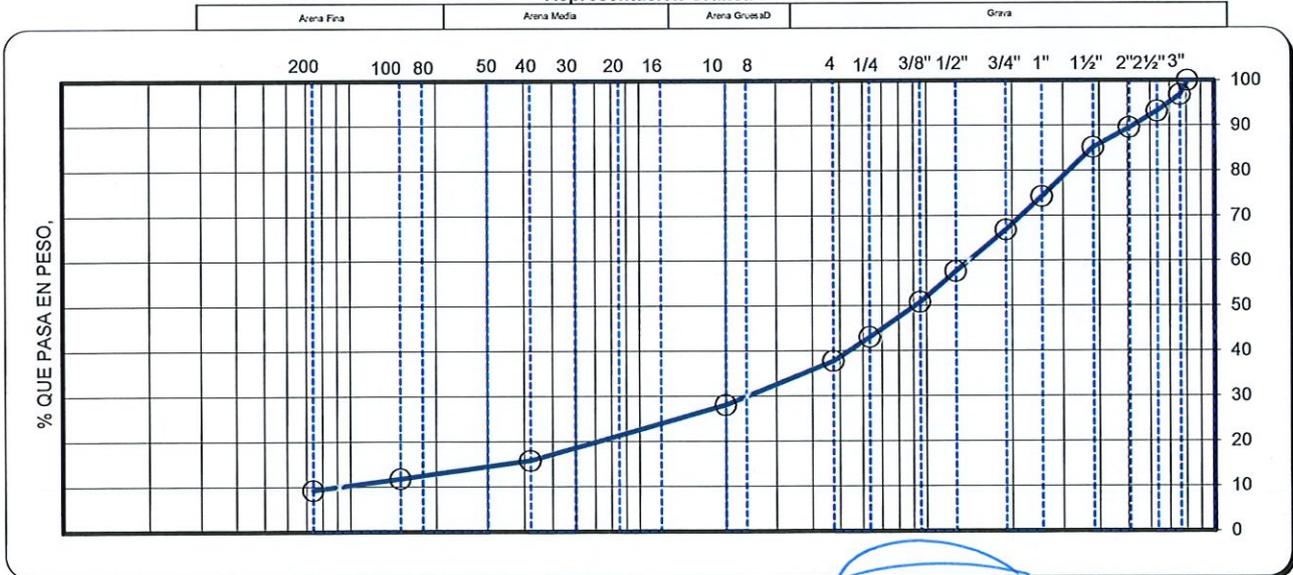
OBRA :	VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :	KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	FECHA :	28-Ago-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA :	(50% Cantera Carmen+50% Mat. Exc. Tunel)	CERTIFICADO :	
MUESTRA :	Acopiado km 241+230	LADO :	Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES :	

Tamiz	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción	
	Pulgada	mm	Peso (g)		Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)
3 1/2"	80.89							% NIVEL FREÁTICO
3"	76.20	888.9	3.18	3.18	96.82			% de Humedad: 6.0
2 1/2"	63.50	1016.7	3.64	6.82	93.18			% de Grava: 62.3
2"	50.80	1016.2	3.64	10.46	89.54			% de Arena: 28.5
1 1/2"	38.10	1230.9	4.40	14.86	85.14			Tamaño Máximo: 3 1/2"
1"	25.40	3031.2	10.85	25.71	74.29			% Pasante Nº 200: 9.2
3/4"	19.05	2062.3	7.38	33.09	66.91			Peso Inicial: 27949.8
1/2"	12.70	2575.6	9.22	42.31	57.69			Porción de finos: 923.6
3/8"	9.53	1908.4	6.83	49.14	50.86			Color:
1/4"	6.35	2171.7	7.77	56.91	43.09			L.L.: 20.1
Nº 4	4.75	1493.2	5.34	62.25	37.75			L.P.: N.P.
Nº 8	2.36							I.P.: N.P.
Nº 10	2.00	236.9	9.68	71.93	28.07			M.F.: %
Nº 16	1.19							CLASIFIC. SUCS: GP-GM
Nº 20	0.85							CLASIFIC. AASHTO: A-1-a (0)
Nº 30	0.60							OVER > 2":
Nº 40	0.42	301.3	12.31	84.24	15.76			INDICE DE CONSISTENCIA (I.C.):
Nº 50	0.30							DESCRIPCIÓN DEL (I.C.):
Nº 60	0.25							INDICE DE LIQUIDES (I.L.):
Nº 80	0.18							Observaciones
Nº 100	0.15	97.8	4.00	88.24	11.76			
Nº 200	0.074	61.6	2.52	90.76	9.24			
Bandeja		226.0	9.24	100				

Representación Gráfica



Observaciones:

TÉCNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Laboratorio de Suelos y Pavimentos - Geotecnia
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(NORMA MTC E - 108)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	FECHA	: 28-Ago-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: (50% Cantera Carmen+50% Mat. Exc. Tunel)	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Acopiado km 241+230	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	:

MUESTRA N°1

N° RECIPIENTE	3	5		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	4331.0	4333.0		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	4139.0	4142.0		
PESO DEL AGUA	192.0	191.0		
PESO DEL RECIPIENTE	468.1	468.2		
PESO DEL SUELO SECO	3670.9	3673.8		
% DE HUMEDAD	5.2	5.2		
PROMEDIO				5.2

MUESTRA N°2

N° RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
PROMEDIO				

Observaciones: _____



TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS



OPERADORA SURPERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA < 40

(NORMA MTC E - 110, 111)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	FECHA	: 30-Ago-21

DATOS DE LA MUESTRA

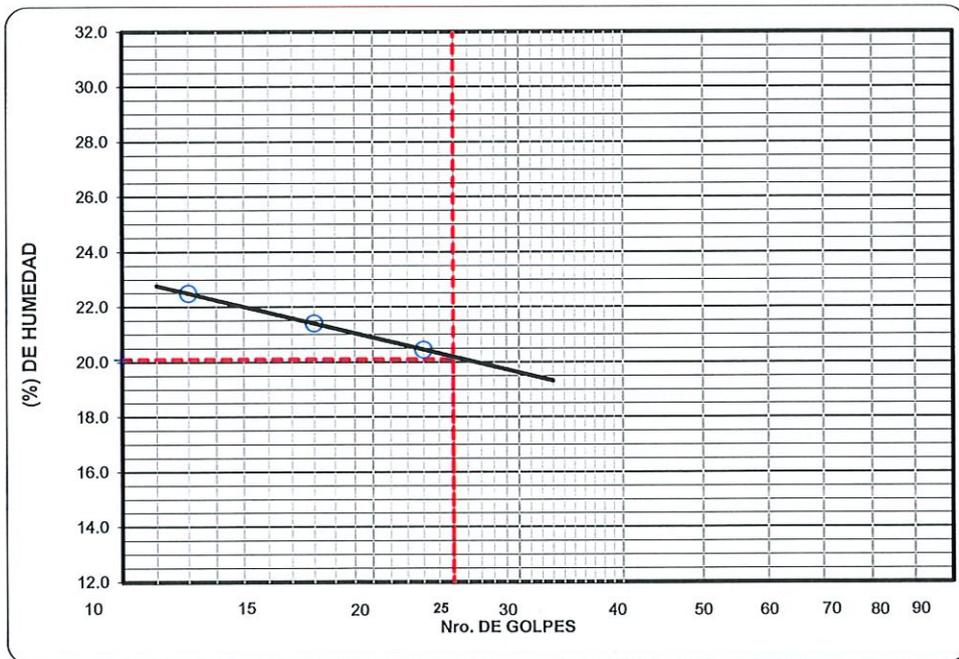
CANTERA	: (50% Cantera Carmen+50% Mat. Exc. Tunel)	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Acopiado km 241+230	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	:

LIMITE LIQUIDO (LL)

Nº RECIPIENTE	13.62	13.65	13.75		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	32.47	31.77	31.62		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	29.23	28.41	28.18		
PESO DEL AGUA	3.24	3.36	3.44		
PESO DEL RECIPIENTE	13.39	12.72	12.89		
PESO DEL SUELO SECO	15.84	15.69	15.29		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	20.45	21.41	22.50		
NUMERO DE GOLPES	23	17	12		

LIMITE PLASTICO (LP)

Nº RECIPIENTE					
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE					
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE					
PESO DEL AGUA					
PESO DEL RECIPIENTE					
PESO DEL SUELO SECO					
CONTENIDO DE AGUA (W%)	N.P.	N.P.			
PROMEDIO DE W%					



L.L. = **20.10**

L.P. = **N.P.**

I.P. = **N.P.**

OBSERVACIONES

Observaciones:

[Signature]
TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.
[Signature]
ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos - Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA MTC E - 114)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARÍ	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	FECHA	: 28-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: (50% Cantera Carmen+50% Mat. Exc. Tunnel)	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Acopiado km 241+230	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	:

		IDENTIFICACION				Promedio %
		1	2	3		
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación		13:22	13:24	13:26		
Hora de salida de saturación (+ 10')		13:32	13:34	13:36		
Hora de entrada a decantación		13:34	13:36	13:38		
Hora de salida de decantación (+ 20')		13:54	13:56	13:58		
Altura máxima de material fino	mm	8.9	8.9	8.9		
Altura máxima de la arena	mm	2.5	2.6	2.5		
Equivalente de Arena	%	28.1	29.2	28.1		28.5

		IDENTIFICACION		Promedio %
		1	2	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación				
Hora de salida de saturación (+ 10')				
Hora de entrada a decantación				
Hora de salida de decantación (+ 20')				
Altura máxima de material fino	mm			
Altura máxima de la arena	mm			
Equivalente de Arena	%			

Observaciones:

TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

	CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR PERÚ - BRASIL TRAMO 4 AZÁNGARO - PUENTE INAMBARÍ	
---	---	---

LB-MO-022/Rev.00/ENERO.2018

CONTENIDO DE MATERIAL ORGANICO POR IGNICION

(NORMA MTC E - 118)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241 TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARÍ SUB TRAMO : KM 241+060 AL KM 241+220 MATERIAL : Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN FECHA : 30-08-21
---	---

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : (50% Cantera Carmen+50% Mat. Exc. Tunel) MUESTRA : Acopiado km 241+230 PROF. (m) :	CERTIFICADO : LADO : Derecho OBSERVACIONES :
---	---

SUELOS

	IDENTIFICACION			
CANTERA : Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)				
ESTRATO :				
PROGRESIV : (50% Cantera Carmen+50% Mat. Exc. Tunel)				
N° DE ENSAYOS	1	2	3	
(1) Peso del plato + suelo de evaporacion antes de la ignicion	64.840	63.610	67.970	
(2) Peso del plato + suelo de evaporacion despues de la ignicion	64.620	63.370	67.720	
(3) Peso del plato de evaporacion con una aproximacion de 0,1 g	37.590	34.590	36.340	
(4) Diferencia del material + el plato de evaporacion (1-3)	27.25	29.02	31.63	
(5) Peso del material organico (1-2)	0.22	0.24	0.25	
(6) Porcentaje de material organico (5/4)*100	0.81	0.83	0.79	
(7) Promedio %	0.808			

Observaciones : _____


 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 OPERADORA SUR PERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA MTC E - 205, 206)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	FECHA	: 29-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: (50% Cantera Carmen+50% Mat. Exc. Tunel)	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Acopiado km 241+230	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	:

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

AGREGADO FINO MTC E 205

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)				
B	Peso Frasco + agua				
C	Peso Frasco + agua + A (gr)				
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)				
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)				
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)				
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)				
	Pe bulk (Base seca) = F/E				
	Pe bulk (Base saturada) = A/E				
	Pe aparente (Base Seca) = F/G				
	% de absorción = ((A - F)/F)*100				

AGREGADO GRUESO MTC E 206

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	5145.4	5144.5		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	3262.0	3263.1		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	1883.4	1881.4		
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	5100.1	5102.3		
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	1838.1	1839.2		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.708	2.712		2.710
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.732	2.734		2.733
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.775	2.774		2.774
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.888	0.827		0.858

Observaciones:



TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

COMPACTACION (ASTM D-1557)

(NORMA MTC E 115, 116)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :	KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	FECHA :	28-08-21

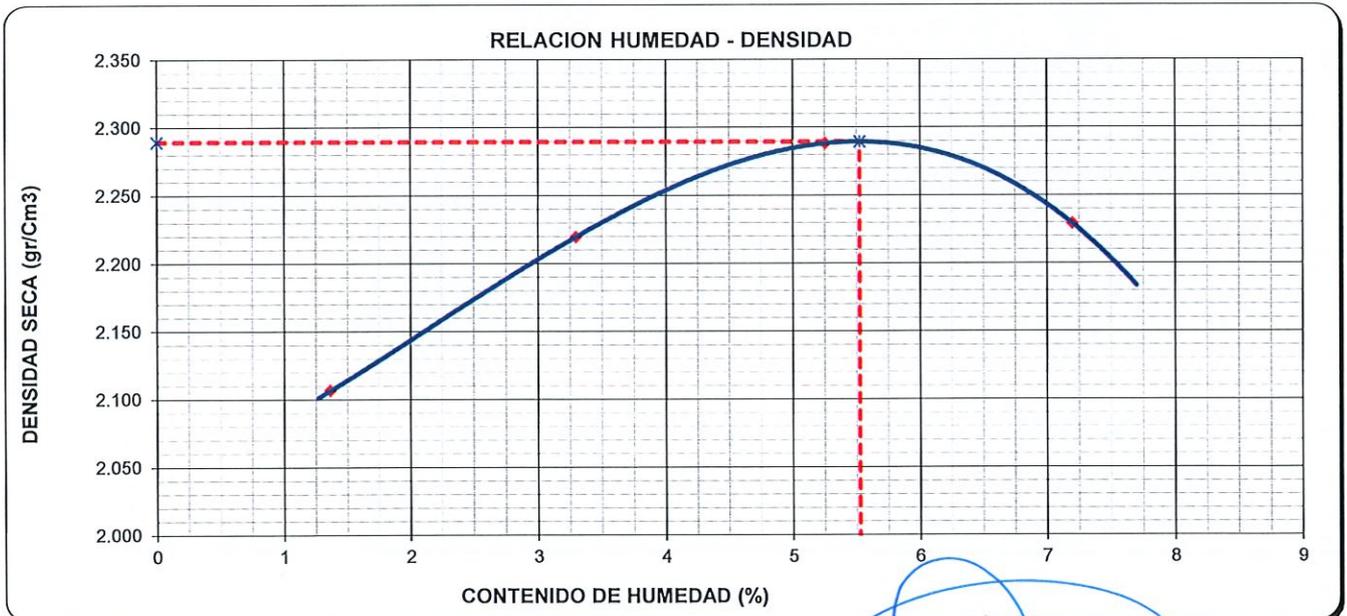
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA :	(50% Cantera Carmen+50% Mat. Exc. Tunel)	LADO :	Derecho
MUESTRA :	Acopiado km 241+230	CLASF. (SUCS) :	A-1-a (0)
PROF. (m) :		CLASF. (AASHTO) :	GP-GM

METODO DE COMPACTACION : (C) FECHA DE ENSAYO : 28/08/2021

Peso suelo + molde	gr	11094	11420	11660	11621
Peso molde	gr	6665	6665	6665	6665
Peso suelo húmedo compactado	gr	4429	4755	4995	4956
Volumen del molde	cm ³	2074	2074	2074	2074
Peso volumétrico húmedo	gr	2.14	2.29	2.41	2.39
Recipiente N°		4	6	7	9
Peso del suelo húmedo+tara	gr	1842.9	1692.7	1934.3	1541.9
Peso del suelo seco + tara	gr	1821.9	1649.5	1864.4	1464.3
Tara	gr	287.20	338.10	533.70	386.20
Peso de agua		21.0	43.2	69.9	77.6
Peso del suelo seco	gr	1534.70	1311.40	1330.70	1078.10
Contenido de agua	%	1.37	3.29	5.25	7.20
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.107	2.220	2.288	2.229

MATERIAL DE ESPONJAMIENTO	D. MAX. (A)	P. U. S.	% ESP.	Densidad máxima (gr/cm ³)	2.289
				Humedad óptima (%)	5.52
				Densidad máxima corregida (gr/cm ³)	2.401
				Humedad óptima (%)	4.12



Observaciones:

TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

ENSAYO DE C. B. R.

(NORMA MTC E - 132)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :	KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	FECHA :	28-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA :	(50% Cantera Carmen+50% Mat. Exc. Tunel)	CERTIFICADO :	
MUESTRA :	Acopiado km 241+230	LADO :	Derecho
PROF. (m) :		ANILLO Kg Y SERIE :	5000 (3207)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	EC = 56 GOLPES		EC = 25 GOLPES		EC = 12 GOLPES	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13690	13750	13404	13575	13309	13512
Peso de molde (gr)	8617	8617	8532	8532	8548	8548
Peso del suelo húmedo (gr)	5073	5133	4872	5043	4761	4964
Volumen del molde (cm3)	2116	2116	2122	2122	2120	2120
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.397	2.426	2.296	2.377	2.246	2.342
Humedad (%)	5.35	6.84	5.10	7.47	5.31	7.94
Densidad seca (gr/cm3)	2.275	2.271	2.185	2.212	2.133	2.170
Tarro N°	4		6		7	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	1447.0	1219.8	1456.4	1177.6	1667.4	1298.2
Tarro + Suelo seco (gr)	1393.1	1164.0	1411.6	1120.2	1597.8	1227.6
Peso del Agua (gr)	53.9	55.8	44.8	57.4	69.6	70.6
Peso del tarro (gr)	386.1	347.7	533.9	351.7	287.2	338.1
Peso del suelo seco (gr)	1007.0	816.3	877.7	768.5	1310.6	889.5
Humedad (%)	5.4	6.8	5.1	7.5	5.3	7.9
Promedio de Humedad (%)	5.4	6.8	5.1	7.5	5.3	7.9

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/07/2021	16:00	0									
20/07/2021		24									
21/07/2021		48									
22/07/2021		72									

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
pulg	mm.		CARGA		CBR		CARGA		CBR		CARGA		CBR	
		Lectura Dial (0.1mm)	kg	Corregi (kg)	%	Lectura Dial (0.1mm)	kg	Corregi (kg)	%	Lectura Dial (0.1mm)	kg	Corregi (kg)	%	
0.025	63.5	140	318.2			110	257.7			60	156.8			
0.050	127.0	310	661.4			240	520.1			105	247.6			
0.075	190.5	510	1065.0			370	782.5			160	358.6			
0.100	254.0	70.3	570	1387.9	1350.0	98.97	490	1024.7	1000.0	73.3	210	459.5	460.0	33.7
0.150	381.0	820	1690.7			690	1428.3			280	600.8			
0.200	508.0	105.0	1100	2255.8	2200.0	108.0	840	1731.1	1720.0	84.4	390	822.8	825.0	40.5
0.250	635.0	1330	2720.0			950	1953.1			480	1004.5			
0.300	762.0	1640	3345.7			1100	2255.8			560	1165.9			
0.350	889.0													

Observacione

TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CORREDORA SURPER S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.

(NORMA MTC E-132)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

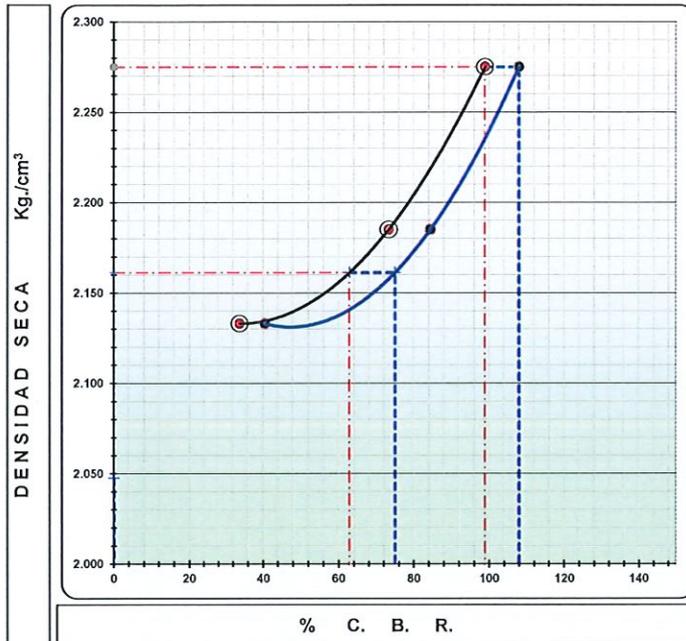
OBRA : VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241
TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI
SUB TRAMO : KM 241+060 AL KM 241+220
MATERIAL : Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)

TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
FECHA : 28-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : (50% Cantera Carmen+50% Mat. Exc. Tunel)
MUESTRA : Acopiado km 241+230
PROF. (m) :

CERTIFICADO :
LADO : Derecho
OBSERVACIONES :



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	99.0	108.0
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	63.0	75.0
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :		
C.B.R. (DENSIDAD NATURAL) :		

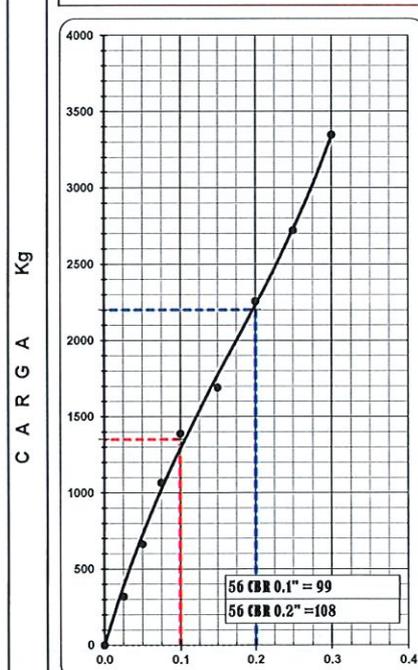
Datos del Proctor

Densidad Seca	2.275	gr./cm ³
Optimo Humedad	5.35	%

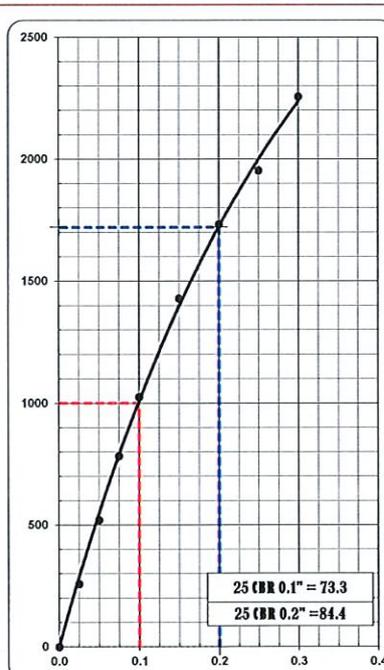
OBSERVACIONES:

	CBR ESP.	M.D.S.
C.B.R. AL 100% de BASE ESP. :		
C.B.R. AL 100% de SUB BASE ESP. :		

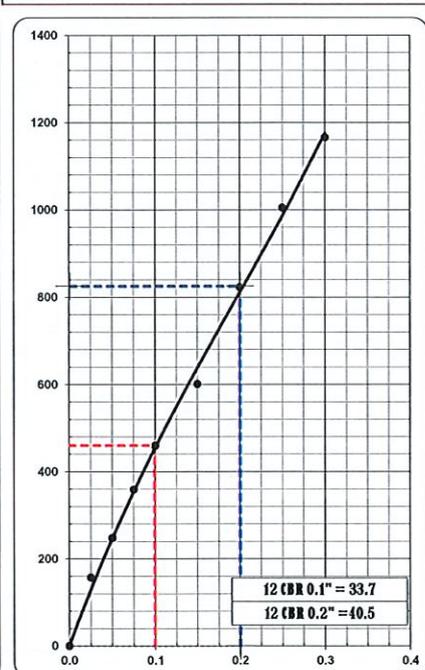
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



PENETRACION EN KILOGRAMOS

Observaciones:

[Signature]
TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

[Signature]
CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NORMA MTC E - 207)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: Material granular < 4" (cuerpo de terraplen)	FECHA	: 28-08-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: (50% Cantera Carmen+50% Mat. Exc. Tunel)	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Acopiado km 241+230	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	:

TAMIZ	GRADUACIONES						
	A	B	C	D	E	F	G
2 1/2"					2504.2		
2"					2501.2		
1 1/2"					5003.4		
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"							
1/4"							
Nº 4							
Nº 8							
PESO TOTAL					10008.8		
P.DESPUES DEL ENSAYO					1752.3		
PESO OBTENIDO					8256.5		
Nº DE ESFERAS					12		
PESO DE LAS ESFERAS					4994.7		
PORCENTAJE OBTENIDO					17.5%		
PORCENTAJE OBTENIDO	17.5%						

OBSERVACIONES :

TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

C. PERIODO DE SUPL. S. A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista en Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

ANEXO 8.

INFORME ENSAYO DE LABORATORIO

SUELO INTEGRAL 100% DE CANTERA “EL CARMEN”

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTCE - 107)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

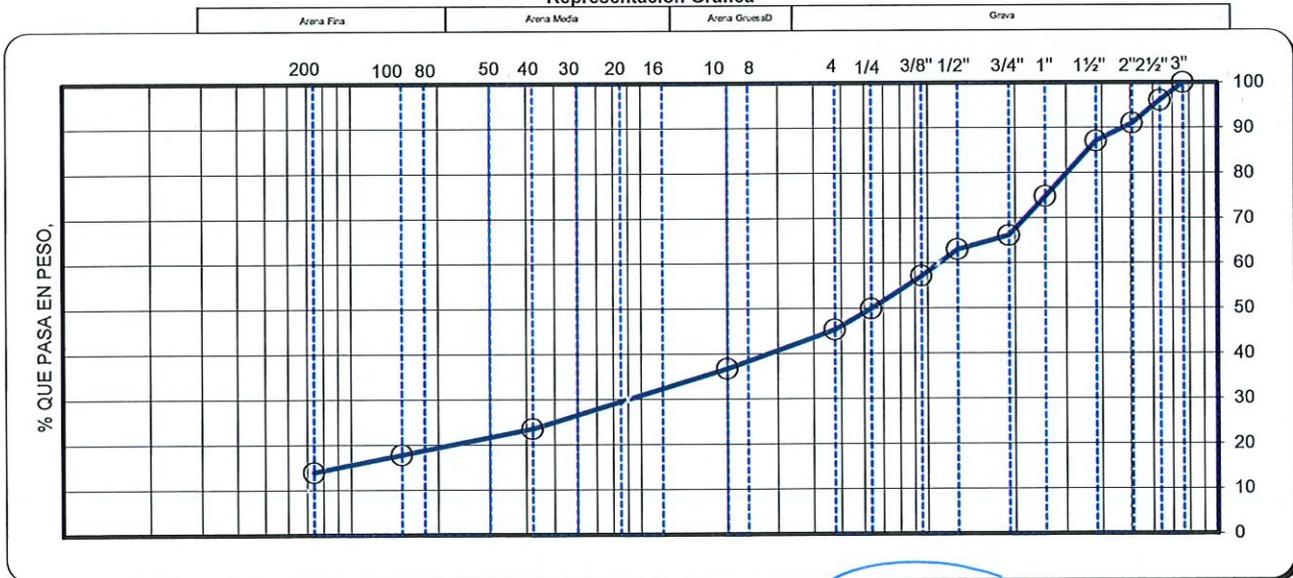
OBRA :	VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :	KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Material Granular < 4"	FECHA :	9-Set-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA :	Cantera Carmen	CERTIFICADO :	
MUESTRA :	Acopiado km 241+230	LADO :	Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES :	

Tamiz Ø	Pulgada	mm	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción
			Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	max. (%)	
3 1/2"		80.89							% NIVEL FREÁTICO
3"		76.20				100.00			% de Humedad 6.0
2 1/2"		63.50	1785.9	3.88	3.88	96.12			% de Grava: 54.6
2"		50.80	2348.1	5.11	8.99	91.01			% de Arena: 31.5
1 1/2"		38.10	1802.7	3.92	12.91	87.09			Tamaño Máximo: 3"
1"		25.40	5613.6	12.21	25.12	74.88			% Pasante Nº 200 : 14.0
3/4"		19.05	3980.1	8.66	33.78	66.22			Peso Inicial: 45983.6
1/2"		12.70	1427.2	3.10	36.88	63.12			Porción de finos : 713.9
3/8"		9.53	2701.8	5.88	42.76	57.24			Color :
1/4"		6.35	3323.8	7.23	49.99	50.01			L. L. : 18.7
Nº 4		4.75	2120.4	4.61	54.60	45.40			L.P. : N.P.
Nº 8		2.36							IP. : N.P.
Nº 10		2.00	135.8	8.64	63.24	36.76			M.F. : %
Nº 16		1.19							CLASIFIC. SUCS : GM
Nº 20		0.85							CLASIFIC. AASHTO : A-1-a (0)
Nº 30		0.60							OVER > 2":
Nº 40		0.42	207.2	13.18	76.42	23.58			INDICE DE CONSISTENCIA (I.C.):
Nº 50		0.30							DESCRIPCION DEL (I.C.):
Nº 60		0.25							INDICE DE LIQUIDES (I.L.):
Nº 80		0.18							Observaciones
Nº 100		0.15	91.0	5.79	82.21	17.79			
Nº 200		0.074	60.4	3.84	86.05	13.95			
Bandeja			219.5	13.95	100				

Representación Gráfica



Observaciones:

TÉCNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.

 ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(NORMA MTCE - 108)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: Material Granular < 4"	FECHA	: 9-Set-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: Cantera Carmen	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Acopiado km 241+230	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	:

MUESTRA N°1

N° RECIPIENTE	3			
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	3345.4			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	3095.5			
PESO DEL AGUA	249.9			
PESO DEL RECIPIENTE	200.0			
PESO DEL SUELO SECO	2895.5			
% DE HUMEDAD	8.6			
PROMEDIO				8.6

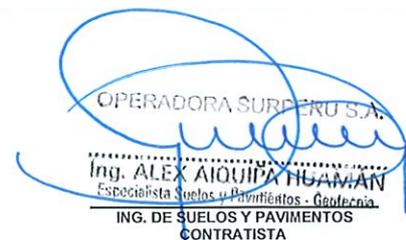
MUESTRA N°2

N° RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
PROMEDIO				

Observaciones: _____



TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS



OPERADORA SURPERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA < 40

(NORMA MTCE - 110, 111)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	: VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO	: SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO	: 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO	: KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE	: ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL	: Material Granular < 4"	FECHA	: 11-Set-21

DATOS DE LA MUESTRA

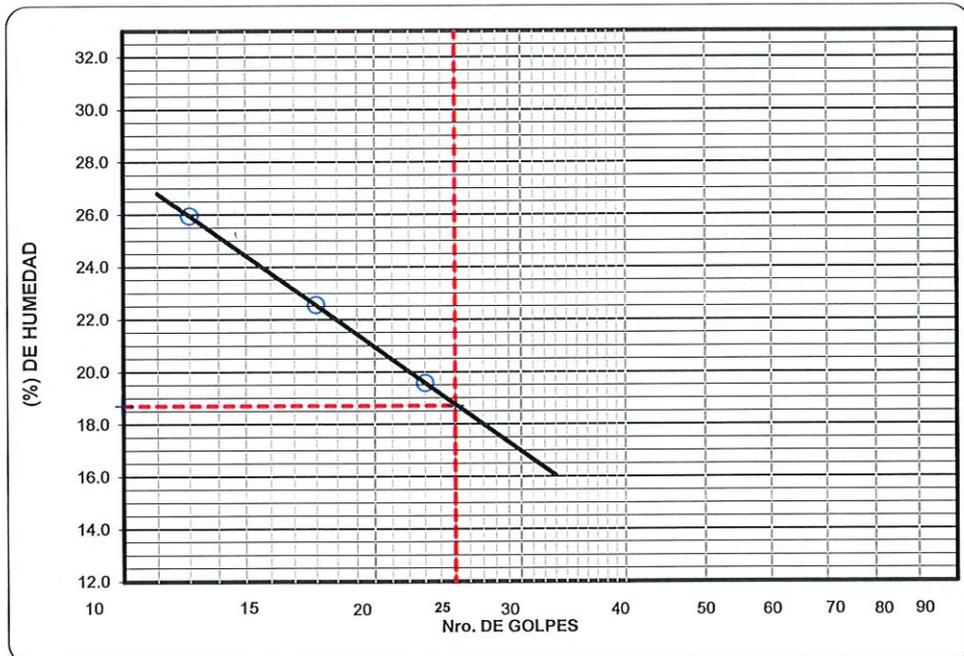
CANTERA	: Cantera Carmen	CERTIFICADO	:
MUESTRA	: Acopiado km 241+230	LADO	: Derecho
PROF. (m)	:	OBSERVACIONES	:

LIMITE LIQUIDO (LL)

Nº RECIPIENTE	13.62	13.65	13.75		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	35.10	34.73	33.08		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	31.50	30.85	29.10		
PESO DEL AGUA	3.60	3.88	3.98		
PESO DEL RECIPIENTE	13.11	13.65	13.76		
PESO DEL SUELO SECO	18.39	17.20	15.34		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	19.58	22.56	25.95		
NUMERO DE GOLPES	23	17	12		

LIMITE PLASTICO (LP)

Nº RECIPIENTE					
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE					
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE					
PESO DEL AGUA					
PESO DEL RECIPIENTE					
PESO DEL SUELO SECO					
CONTENIDO DE AGUA (W%)	N.P.	N.P.			
PROMEDIO DE W%					



L.L. = **18.70**

L.P. = **N.P.**

I.P. = **N.P.**

OBSERVACIONES

Observaciones:

[Signature]
TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

[Signature]
OPERADORA SURPERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

COMPACTACION (ASTM D-1557)

(NORMA MTC E 115, 116)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :	KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Material Granular < 4"	FECHA :	09-09-21

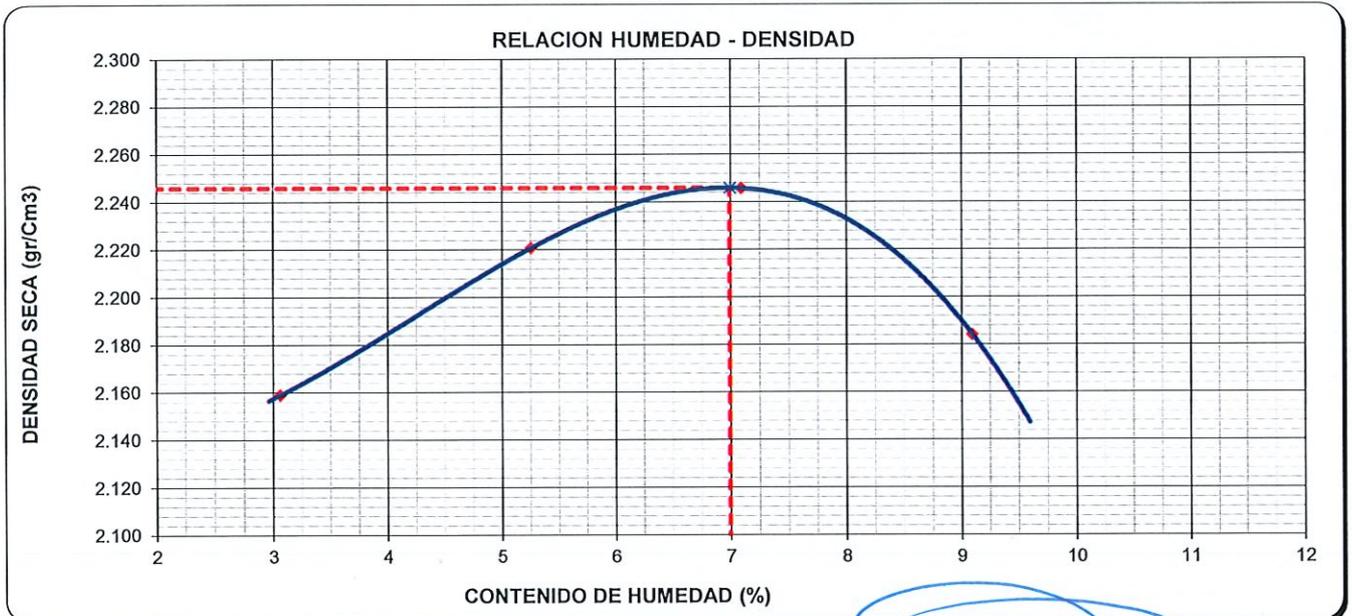
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA :	Cantera Carmen	LADO :	Derecho
MUESTRA :	Acopiado km 241+230	CLASF. (SUCS) :	A-1-a (0)
PROF. (m) :		CLASF. (AASHTO) :	GM

METODO DE COMPACTACION : (C) FECHA DE ENSAYO : 9/09/2021

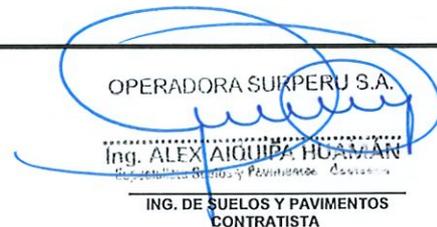
Peso suelo + molde	gr	11280	11513	11653	11607
Peso molde	gr	6665	6665	6665	6665
Peso suelo húmedo compactado	gr	4615	4848	4988	4942
Volumen del molde	cm3	2074	2074	2074	2074
Peso volumétrico húmedo	gr	2.23	2.34	2.41	2.38
Recipiente N°		4	6	7	9
Peso del suelo húmedo+tara	gr	795.5	863.3	996.0	951.5
Peso del suelo seco + tara	gr	775.6	828.0	941.5	885.9
Tara	gr	125.80	156.40	173.00	164.50
Peso de agua		19.9	35.3	54.5	65.6
Peso del suelo seco	gr	649.80	671.60	768.50	721.40
Contenido de agua	%	3.06	5.26	7.09	9.09
Peso volumétrico seco	gr/cm3	2.159	2.221	2.246	2.184

MATERIAL DE ESPONJAMIENTO	D. MAX. (A)	P. U. S.	% ESP.	Densidad máxima (gr/cm ³)	2.246
				Humedad óptima (%)	6.99
				Densidad máxima corregida (gr/cm ³)	2.371
				Humedad óptima (%)	5.19



Observaciones:


 TÉCNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SUPPERU S.A.

 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 INGENIERO EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA MTC E - 114)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO : KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL : Material Granular < 4"	FECHA : 09-09-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Cantera Carmen	CERTIFICADO :
MUESTRA : Acopiado km 241+230	LADO : Derecho
PROF. (m) :	OBSERVACIONES :

		IDENTIFICACION			Promedio %
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación		13:06	13:08	13:10	
Hora de salida de saturación (+ 10')		13:16	13:18	13:20	
Hora de entrada a decantación		13:18	13:20	13:22	
Hora de salida de decantación (+ 20')		13:38	13:40	13:42	
Altura máxima de material fino	mm	10.0	10.1	10.1	
Altura máxima de la arena	mm	2.6	2.8	2.6	
Equivalente de Arena	%	26.0	27.7	25.7	26.5

		IDENTIFICACION			Promedio %
		1	2		
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4)	mm	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación					
Hora de salida de saturación (+ 10')					
Hora de entrada a decantación					
Hora de salida de decantación (+ 20')					
Altura máxima de material fino	mm				
Altura máxima de la arena	mm				
Equivalente de Arena	%				

Observaciones:


TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS


OPERADORA SURPERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
Especialista Suelos y Pavimentos - Geotecnia
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

 INTERSUR CONCESIONES S.A.	CORREDOR VIAL INTEROCEÁNICO SUR PERÚ - BRASIL TRAMO 4 AZÁNGARO - PUENTE INAMBARI	 OSITRAN ORGANISMO SUPLENTE DE REGULACIÓN DE LA INGENIERÍA CIVIL DE PERÚ (MTC) S.A.
--	---	---

LB-MO-022/Rev.00/ENERO.2018

CONTENIDO DE MATERIAL ORGANICO POR IGNICION

(NORMA MTC E - 118)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO :	SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO :	4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO :	KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE :	ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL :	Material Granular < 4"	FECHA :	11-09-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA :	Cantera Carmen	CERTIFICADO :	
MUESTRA :	Acopiado km 241+230	LADO :	Derecho
PROF. (m) :		OBSERVACIONES :	

SUELOS

CANTERA :	Material Granular < 4"	IDENTIFICACION			
ESTRATO :					
PROGRESIV. :	Cantera Carmen				
Nº DE ENSAYOS		1	2	3	
(1) Peso del plato + suelo de evaporacion antes de la ignicion		75.630	76.200	80.220	
(2) Peso del plato + suelo de evaporacion despues de la ignicion		75.300	75.800	79.920	
(3) Peso del plato de evaporacion con una aproximacion de 0,1 g		37.590	33.790	47.670	
(4) Diferencia del material + el plato de evaporacion (1-3)		38.04	42.41	32.55	
(5) Peso del material organico (1-2)		0.33	0.40	0.30	
(6) Porcentaje de material organico (5/4)*100		0.87	0.94	0.92	
(7) Promedio %		0.911			

Observaciones :


TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OPERADORA SURPERU S.A.


Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA MTC E - 205, 206)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS
TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI	REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
SUB TRAMO : KM 241+060 AL KM 241+220	RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN
MATERIAL : Material Granular < 4"	FECHA : 10-09-21

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Cantera Carmen	CERTIFICADO :
MUESTRA : Acopiado km 241+230	LADO : Derecho
PROF. (m) :	OBSERVACIONES : de 3" - 3/4"

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

AGREGADO FINO MTC E 205

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)				
B	Peso Frasco + agua				
C	Peso Frasco + agua + A (gr)				
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)				
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)				
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)				
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)				PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E				
	Pe bulk (Base saturada) = A/E				
	Pe aparente (Base Seca) = F/G				
	% de absorción = ((A - F)/F)*100				

AGREGADO GRUESO MTC E 206

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	5538.5	5421.2		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	3637.2	3562.2		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	1901.3	1859.0		
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	5479.5	5373.6		
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)	1842.3	1811.4		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.882	2.891		2.886
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.913	2.916		2.915
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.974	2.967		2.970
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.077	0.886		0.981

Observaciones:


TECNICO DE LABORATORIO
DE SUELOS Y PAVIMENTOS


OPERADORA SURPERU S.A.
Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONTRATISTA

	CORREDOR VIAL INTEROCEANICO SUR PERU - BRASIL TRAMO 4 AZANGARO - PUENTE INAMBARI	
LB-ABRAS-016/Rev.00/ENERO.2018		
ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)		
(NORMA MTC E - 207)		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA : VARIANTE SECTOR INESTABLE KM 241 TRAMO : 4, AZANGARO - PUENTE INAMBARI SUB TRAMO : KM 241+060 AL KM 241+220 MATERIAL : Material Granular < 4"	TÉCNICO : SANTOS AROCUTIPA ARCOS REVISADO : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN RESPONSABLE : ING. ALEX AIQUIPA HUAMAN FECHA : 09-09-21	
DATOS DE LA MUESTRA		
CANTERA : Cantera Carmen MUESTRA : Acoplado km 241+230 PROF. (m) :	CERTIFICADO : LADO : Derecho OBSERVACIONES :	

TAMIZ	GRADUACIONES						
	A	B	C	D	E	F	G
2 1/2"					2501.1		
2"					2503.2		
1 1/2"					5002.3		
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"							
1/4"							
Nº 4							
Nº 8							
PESO TOTAL					10006.6		
P.DESPUES DEL ENSAYO					1791.8		
PESO OBTENIDO					8214.8		
Nº DE ESFERAS					12		
PESO DE LAS ESFERAS					4994.7		
PORCENTAJE OBTENIDO					17.9%		
PORCENTAJE OBTENIDO	17.9%						

OBSERVACIONES :


 TÉCNICO DE LABORATORIO
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS


 OPERADORA SURPERU S.A.
 Ing. ALEX AIQUIPA HUAMAN
 Especialista Suelos - Pavimentos - Geotecnia
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CONTRATISTA

ANEXO 9.

INFORME ENSAYO DE LABORATORIO

**CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN EQUIPOS DE
LABORATORIO**



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 053-2021-C05 TE

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

DATOS DEL SOLICITANTE

Cliente : OPERADORA SURPERU S.A.
RUC : 20544268873
Dirección : Av. República de Panamá Nro. 3531 Int. 1401 Urb. Limatambo
Lima - Lima - San Isidro

DATOS DEL EQUIPO

Equipo : DENSIMETRO NUCLEAR
Marca : TROXLER
Modelo : 3440
Serie : 38455

FECHA DE CALIBRACION

Fecha : 07 de Junio del 2021

LUGAR DE CALIBRACION

Calibrado en : Laboratorio de TECPRO ELECTRÓNICA S.A.C.

METODO DE MEDICIÓN UTILIZADO

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

PATRON DE MEDICION

Tres Blocks Secundarios de Calibración de Magnesio, Magnesio/Aluminio y Aluminio.

TEMPERATURA

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

CONCLUSIÓN

Los errores encontrados no superan el $\pm 1\%$ establecido por el fabricante.
Se adjuntan datos de las mediciones.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

TROXLER recomienda la calibración anual del equipo.



TECPRO ELECTRONICA S.A.C.

Félix Uribe Barreto
Gerente



SOLICITANTE: OPERADORA SUR PERÚ S.A.
Dirección: Cal. Coronel Andrés Reyes 360 Urb. Jardín Int. 401 B
Lima - Lima - San Isidro

OBJETO DE CALIBRACIÓN: Prensa CBR
Marca: No indica
Modelo: No indica
Serie: 5000-3207

Código de identificación: No indica
Ubicación: Laboratorio campamento Uruhuasi
Procedencia: No indica
Alcance: 5 mm 50 t
División de escala: 0,001 mm

DE LA RECEPCIÓN:
Fecha de recepción: 2021-09-06
Fecha de calibración: 2021-09-06
Lugar: Laboratorio campamento Uruhuasi

Método utilizado: Por comparación directa y considerando recomendaciones del fabricante. Tomando como referencia ASTM D1883 - 16 Standard Test Método for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida según el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados declarados en este informe son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones. Corresponde al solicitante establecer una próxima verificación, la cual está en función del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ASEGURAMIENTO METROLÓGICO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la verificación aquí declarados.

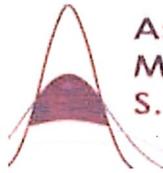
El certificado de calibración sin firma carece de validez.

2021-09-08

Fecha de emisión

Christian Astorga
Técnico encargado





SOLICITANTE: OPERADORA SURPERU S.A.

Dirección: Cal. Coronel Andres Reyes 360 Urb. Jardin Int. 401 B Lima -
Lima - San Isidro

OBJETO DE CALIBRACIÓN: Vernier analógico

Marca: Insize

Modelo: No indica

Serie: No indica

Código de identificación: No indica

Ubicación: Laboratorio campamento Uruhuasi

Procedencia: No indica

Alcance: 300 mm

Resolución: 0,05 mm

Este informe de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida según el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados declarados en este certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones. Corresponde al solicitante establecer una próxima calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DE LA RECEPCIÓN:

Fecha de recepción: 2021-09-06

DE LA CALIBRACIÓN:

Fecha de calibración: 2021-09-06

Lugar: Laboratorio campamento Uruhuasi

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

Método utilizado: Por comparación directa, tomando como referencia el DI-008 "Procedimiento para la calibración de pies de rey", CEM, Centro Español de Metrología.

El certificado de calibración sin firma carece de validez.

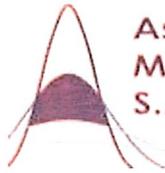
2021-09-07

Fecha de emisión



Christian Astorga
Técnico encargado





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
141-2021-CL

Página 1 de 2

SOLICITANTE: OPERADORA SURPERU S.A.

Dirección: Cal. Coronel Andres Reyes 360 Urb. Jardin Int. 401 B Lima -
Lima - San Isidro

OBJETO DE CALIBRACIÓN: Vernier digital

Marca: BAKER

Modelo: CR-2032

Serie: ED30

Código de identificación: No indica

Ubicación: Laboratorio campamento Uruhuasi

Procedencia: No indica

Alcance: 300 mm

Resolución: 0,01 mm

DE LA RECEPCIÓN:

Fecha de recepción: 2021-09-06

DE LA CALIBRACIÓN:

Fecha de calibración: 2021-09-06

Lugar: Laboratorio campamento Uruhuasi

Método utilizado: Por comparación directa, tomando como referencia el DI-008 "Procedimiento para la calibración de pies de rey", CEM, Centro Español de Metrología.

Este informe de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida según el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados declarados en este certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones. Corresponde al solicitante establecer una próxima calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

El certificado de calibración sin firma carece de validez.

2021-09-07

Fecha de emisión



Christian Astorga
Técnico encargado



SOLICITANTE: OPERADORA SUR PERÚ S.A.

Dirección: Cal. Coronel Andrés Reyes 360 Urb. Jardín Int. 401 B
Lima - Lima - San Isidro

OBJETO DE CALIBRACIÓN: Reloj comparador

Marca: Digimess

Modelo: JEWELLED

Serie: 6C07053

Código de identificación: No indica

Ubicación: Laboratorio campamento Uruhuasi

Procedencia: No indica

Alcance: 10 mm

Resolución: 0,01 mm

DE LA RECEPCIÓN:

Fecha de recepción: 2021-09-07

DE LA CALIBRACIÓN:

Fecha de calibración: 2021-09-07

Lugar: Laboratorio Aseguramiento Metrológico S.A.C.

Método utilizado: Por comparación directa, tomando como referencia el DI-008 "Procedimiento para la calibración de pies de rey", CEM, Centro Español de Metrología.

Este informe de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida según el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados declarados en este certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones. Corresponde al solicitante establecer una próxima calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

El certificado de calibración sin firma carece de validez.

2021-09-08

Fecha de emisión



Christian Astorga
Técnico encargado



SOLICITANTE: OPERADORA SUR PERU S.A.
Dirección: Cal. Coronel Andrés Reyes 360 Urb. Jardín Int. 401 B
Lima - Lima - San Isidro

OBJETO DE CALIBRACIÓN: Copa casagrande
Marca: SOLO TEST
Modelo: 104 001
Serie: 2040
Código de identificación: 000537
Ubicación: Laboratorio campamento Uruhuasi

Procedencia: No indica
Alcance: No aplica
Resolución: No aplica

DE LA RECEPCIÓN:
Fecha de recepción: 2021-09-06

DE LA CALIBRACIÓN:
Fecha de calibración: 2021-09-06
Lugar: Laboratorio campamento Uruhuasi

Método utilizado: Por comparación directa, tomando como referencia las normas INV E 125 | ASTM D 4318 | NTC 4630

Este informe de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida según el Sistema Internacional de Unidades (SI).

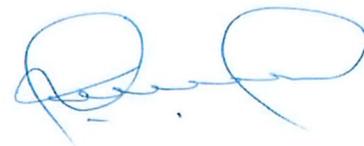
Los resultados declarados en este certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones. Corresponde al solicitante establecer una próxima calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

El certificado de calibración sin firma carece de validez.

2021-09-07

Fecha de emisión



Christian Astorga
Técnico encargado





**Aseguramiento
Metrológico
S.A.C.**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN 466-2021-CT

ISO / IEC 17025

SOLICITANTE: OPERADORA SUR PERU S.A.
Dirección: Cal. Coronel Andrés Reyes 360 Urb. Jardín Int. 401 B
Lima - Lima - San Isidro

OBJETO DE CALIBRACIÓN: Mufla
Marca: Wisd
Modelo: No indica
Serie: No indica
Código de identificación: No indica
Ubicación: Laboratorio de Pacaje km1 + 750 lado izquierdo.
Procedencia: No indica
Parámetros de trabajo: 500 °C ± 10 °C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida según el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados declarados en este certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones. Corresponde al solicitante establecer una próxima calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Instrumento de Medición del equipo

Nombre	Alcance de Indicación	División Mínima	Tipo
OR DE TEMPERATU	No indica	1 °C	Digital

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

El certificado de calibración sin firma carece de validez.

DE LA RECEPCIÓN:

Fecha de recepción: 2021-09-06
Fecha de Calibración: 2021-09-06
Lugar: Laboratorio campamento Uruhuasi.

Método y Procedimiento utilizado:

Por comparación directa con termómetros, PC-018 Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático.

2021-09-08

Fecha de emisión

Christian Astorga
Responsable de Metrología





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
468-2021-CT

Página 1 de 2

SOLICITANTE: OPERADORA SUR PERU S.A.

Dirección: Cal. Coronel Andrés Reyes 360 Urb. Jardín Int. 401 B
Lima - Lima - San Isidro

OBJETO DE CALIBRACIÓN: Termómetro de indicación digital

Marca: No indica

Modelo: No indica

Serie: No indica

Código de identificación: No indica

Ubicación: Laboratorio campamento Uruhuasi

Procedencia: No indica

Alcance: -50 °C a 300 °C

División de escala: 0,1 °C

DE LA RECEPCIÓN:

Fecha de recepción: 2021-09-06

DE LA CALIBRACIÓN:

Fecha de calibración: 2021-09-06

Lugar: Laboratorio campamento Uruhuasi, OPERADORA SUR PERU S.A.

Método utilizado: Por comparación directa, tomando como referencia el procedimiento PC-017 para la calibración de termómetros digitales, INDECOPI

Este informe de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida según el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados declarados en este certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones. Corresponde al solicitante establecer una próxima calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

El certificado de calibración sin firma carece de validez.

2021-09-07

Fecha de emisión

Christian Astorga
Técnico encargado





**Aseguramiento
Metrológico
S.A.C.**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN 473-2021-CT

ISO / IEC 17025

SOLICITANTE: OPERADORA SURPERU S.A.
Dirección: Cal. Coronel Andres Reyes 360 Urb. Jardin Int.
401 B Lima - Lima - San Isidro

OBJETO DE CALIBRACIÓN: Horno
Marca: NOVA ETICA
Modelo: No indica
Serie: No indica
Código de identificación: No indica
Ubicación: Laboratorio campamento Uruhuasi
Procedencia: No indica
Parámetros de trabajo: 110 °C ± 10 °C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida según el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados declarados en este certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones. Corresponde al solicitante establecer una próxima calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Instrumento de Medición del equipo

Nombre	Alcance de Indicación	División Mínima	Tipo
OR DE TEMPERATU	0° A 240°	0,1 °C	Digital

DE LA RECEPCIÓN:

Fecha de recepción: 2021-09-06
Fecha de Calibración: 2021-09-06
Lugar: Laboratorio campamento Uruhuasi

Método y Procedimiento utilizado: Por comparación directa con termómetros, PC-018 Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático.

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

El certificado de calibración sin firma carece de validez.



Christian Astorga
Responsable de Metrología

SOLICITANTE: OPERADORA SURPERU S.A.
Dirección: Cal. Coronel Andrés Reyes 360 Urb. Jardín Int. 401 B
Lima - Lima - San Isidro

OBJETO DE CALIBRACIÓN: Máquina de abrasión los ángeles
Marca: Pinzuar
Modelo: PC-117
Serie: 1300
Código de identificación: **001164**
Ubicación: Laboratorio campamento Uruhuasi

Procedencia: Colombia
Alcance: No indica
División de escala: 1 vuelta

DE LA RECEPCIÓN:

Fecha de recepción: 2021-09-06

DE LA CALIBRACIÓN:

Fecha de calibración: 2021-09-06

Lugar: Laboratorio campamento Uruhuasi OPERADORA
SURPERU S.A.

Método utilizado: Por comparación directa, tomando como referencia las
normas+N28 ASTM C-131, C- 535

Este informe de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida según el Sistema Internacional de Unidades (SI).

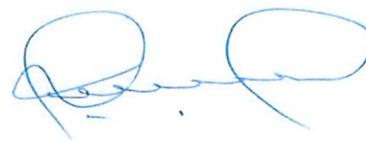
Los resultados declarados en este certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones. Corresponde al solicitante establecer una próxima calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

El certificado de calibración sin firma carece de validez.

2021-09-07

Fecha de emisión



Christian Astorga
Técnico encargado



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
024-2021-CE

Página 1 de 2

SOLICITANTE: OPERADORA SUR PERU S.A.

Dirección: Cal. Coronel Andrés Reyes 360 Urb. Jardín Int. 401 B
Lima - Lima - San Isidro

OBJETO DE CALIBRACIÓN: TAMIZADORA

Marca: Orion

Modelo: TM01

Serie: 06-018

Código de identificación: 001016

Ubicación: Laboratorio campamento Uruhuasi

Procedencia: Perú

Alcance: No indica

División de escala: 0,01 s

DE LA RECEPCIÓN:

Fecha de recepción: 2021-09-06

DE LA CALIBRACIÓN:

Fecha de calibración: 2021-09-06

Lugar: Laboratorio campamento Uruhuasi OPERADORA SUR
PERU S.A.

Método utilizado: Por comparación directa, tomando como referencia las
Normas NTC 32, INV E 123

Este informe de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida según el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados declarados en este certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones. Corresponde al solicitante establecer una próxima calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

El certificado de calibración sin firma carece de validez.

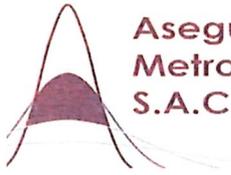
2021-09-08

Fecha de emisión



Christian Astorga
Técnico encargado





SOLICITANTE: OPERADORA SURPERU S.A.

DIRECCIÓN: Cal. Coronel Andres Reyes 360 Urb. Jardin Int. 401 B
Lima - Lima - San Isidro

CONTACTO: aiquipa@intersur.com.pe

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales representan las unidades de medida según el Sistema Internacional de Unidades (SI).

OBJETO DE CALIBRACIÓN: Balanza

TIPO: No automática
CLASIFICACIÓN: Electronica
MARCA: Ohaus
MODELO: R71MHD35
NÚMERO DE SERIE: B633882685
PROCEDENCIA: China
IDENTIFICACIÓN: No indica
CAPACIDAD MÁXIMA: 35 kg
DIV. DE ESCALA (d): 0,0001 kg
DIV. DE VERIFICACIÓN (e): 0,0001 kg *
CLASE DE EXACTITUD: III *
 ΔT LOCAL: de 19 °C a 32 °C **

Los resultados declarados en este certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones para el ítem calibrado. Corresponde al solicitante establecer una próxima calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. El certificado de calibración es valido para el equipo con las especificaciones declaradas.

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

El certificado de calibración sin firma carece de validez.

FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN

La recepción del equipo fue el 2021-09-06 y fue calibrado el 2021-09-06 en las instalaciones de OPERADORA SURPERU S.A. en Laboratorio campamento Uruhuasi

MÉTODO Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó con el método de comparación de las indicaciones de la balanza con pesas patrón aplicadas según el procedimiento PC-001 Tercera Edición "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático Clase III Y Clase III" del SM - Indecopi Tercera Edición Enero 2009.

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Metroil SAC	Termómetro	T-3090-2020
Lo Justo SAC	Termohigrómetro	T-2665-2020
SAT SAC	Pesas de 1 g a 1 kg	LM-0275-2021
SAT SAC	Pesa de 2 kg	LM-0274-2021
SAT SAC	Pesa de 5 kg	PES21-180
SAT SAC	Pesa de 10 kg	LM-0271-2021
SAT SAC	Pesas de 20 kg	LM-0270-2021

2021-09-06
Fecha de Emisión

Autoriza el Certificado de Calibración el
Responsable de Metrología
Christian Astorga Paredes



Anexo 10. Evidencias fotográficas



Voladura de Túnel Ollachea



Traslado del material de voladura al DME 235



Acopio de material



Cantera el Carmen



Construcción de cajas Gaviones



Depósito de material excedente



Muestreo del Material



Traslado del material a Laboratorio



Equipos de laboratorio



Ensayos en laboratorio



Aplicación de la mezcla de materiales en la base de Terramesh



Operador y el Densímetro Nuclear