



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente y su efecto en los parámetros de diseño”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Pacuri Zapana, Jesus Fernando (orcid.org/0000-0003-1407-0010)

ASESOR:

M. Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (orcid.org/0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico esta investigación a mi familia, la cual estuvo conmigo en todo momento, siendo esta investigación el resultado de su apoyo y confianza.

Jesus Fernando

Agradecimiento

Agradecer a mi familia, la cual confió en mi para poder realizar esta investigación, a mis docentes los cuales me impartieron sus conocimientos, a mi asesor que tuvo la paciencia y la dedicación para apoyarme.

Jesus Fernando

Índice de Contenido

| | |
|--|-----|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Declaratoria de autenticidad..... | iv |
| Índice de tablas | vi |
| Índice de figuras | vii |
| Índice de abreviaturas | ix |
| Índice de anexos | x |
| Resumen..... | xi |
| Abstract..... | xii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 15 |
| III. METODOLOGÍA..... | 33 |
| 3.1. Tipo y diseño de Investigación..... | 33 |
| 3.2. Variables y Operacionalización | 34 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 35 |
| 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos | 36 |
| 3.5. Validez y confiabilidad..... | 36 |
| 3.6. Procedimientos. | 38 |
| 3.7. Aspectos Éticos..... | 50 |
| IV. RESULTADOS | 51 |
| V. DISCUSIÓN..... | 74 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 75 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 76 |
| VIII. REFERENCIAS..... | 77 |
| ANEXOS | 75 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1: <i>Gradación Mezcla Asfáltica en Caliente.</i> | 28 |
| Tabla 2: <i>Numero de probetas y sus diferentes proporciones.</i> | 35 |
| Tabla 3: <i>Coeficiente de Confiabilidad Alfa de Cronbach</i> | 37 |
| Tabla 4: <i>Tabla de Cálculo de Confiabilidad Alfa de Cronbach</i> | 37 |
| Tabla 5: <i>Metales preciosos y su porcentaje en relave minero.</i> | 40 |
| Tabla 6: <i>Análisis granulométrico para agregado Grueso (MAC Control)</i> | 51 |
| Tabla 7: <i>Análisis granulométrico para agregado Fino (MAC Control)</i> | 52 |
| Tabla 8: <i>Análisis granulométrico para Agregado Natural (MAC Control)</i> | 53 |
| Tabla 9: <i>Análisis granulométrico para Agregado Combinado (MAC Control)</i> | 54 |
| Tabla 10: <i>Requerimientos y resultados de Agregados Gruesos.</i> | 55 |
| Tabla 11: <i>Requerimientos y resultados de Agregados Finos.</i> | 55 |
| Tabla 12: <i>Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica Control</i> | 56 |
| Tabla 13: <i>Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica 2</i> | 58 |
| Tabla 14: <i>Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica 3</i> | 61 |
| Tabla 15: <i>Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica 4</i> | 63 |
| Tabla 16 <i>Resumen de los resultados de parámetros de diseño óptimos.</i> | 68 |
| Tabla 17: <i>Estadísticas Básicas Hipótesis Secundaria 1</i> | 69 |
| Tabla 18: <i>Prueba de hipótesis Secundaria 1</i> | 69 |
| Tabla 19: <i>Estadísticas Básicas Hipótesis Secundaria 2</i> | 71 |
| Tabla 20: <i>Prueba de hipótesis Secundaria 2</i> | 71 |
| Tabla 21: <i>Estadísticas Básicas Hipótesis Secundaria 2</i> | 72 |
| Tabla 22: <i>Prueba de hipótesis Secundaria 2</i> | 72 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: The Great Bath, Mohenjo-daro, provincia de Sindh, Pakistán..... | 21 |
| Figura 2: El lago de Brea, Trinidad y Tobago..... | 21 |
| Figura 3: Lascas o trozos desprendidos de piedras..... | 22 |
| Figura 4: Lepenski Vir..... | 23 |
| Figura 5: Via Apia..... | 23 |
| Figura 6: Requerimientos para los agregados finos..... | 24 |
| Figura 7: Agregado Grueso..... | 25 |
| Figura 8: Requerimientos para los agregados finos..... | 26 |
| Figura 9: Agregado fino..... | 26 |
| Figura 10: Filler mineral..... | 27 |
| Figura 11: Graduación de los Agregados para mezclas asfálticas..... | 28 |
| Figura 12: Tipos de pesos específicos de agregado..... | 29 |
| Figura 13: Colocación de mezcla asfáltica en caliente con pavimentadora..... | 30 |
| Figura 14: Molde de compactación y sus respectivas medidas..... | 31 |
| Figura 15: Proceso Cuantitativo..... | 34 |
| Figura 16: Visita a la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca..... | 38 |
| Figura 17: Verificación y extracción de agregado grueso y fino..... | 39 |
| Figura 18: Extracción de relave minero..... | 39 |
| Figura 19: Análisis de metales de relave minero..... | 40 |
| Figura 20: Cuarteo de los agregados..... | 41 |
| Figura 21: Ensayos de granulometría de los agregados..... | 41 |
| Figura 22: Ensayo de Durabilidad de los agregados gruesos..... | 42 |
| Figura 23: Ensayo de Adherencia de los agregados gruesos..... | 43 |
| Figura 24: Ensayo de Partículas Chatas y Caras Fracturadas..... | 43 |
| Figura 25: Ensayo de Sales Solubles de los agregados finos y gruesos..... | 44 |
| Figura 26: Ensayo de Absorción de los agregados gruesos..... | 44 |
| Figura 27: Ensayo de Equivalente de Arena de los agregados finos..... | 45 |
| Figura 28: Calentamiento de cemento asfáltico..... | 46 |
| Figura 29: Agregado grueso, fino y filler..... | 46 |
| Figura 30: Mezcla de los agregados, filler y cemento asfáltico..... | 47 |
| Figura 31: Moldeado de la mezcla asfáltica con las diferentes % de filler..... | 47 |
| Figura 32: Prensado de los moldes a 75 golpes..... | 48 |

| | |
|--|----|
| Figura 33: Armado del extractor de especímenes..... | 48 |
| Figura 34: Inmersión de los especímenes en agua..... | 49 |
| Figura 35: Medicion de la Estabilidad y Flujo Marshall..... | 49 |
| Figura 36: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control..... | 56 |
| Figura 37: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño Control)..... | 57 |
| Figura 38: Flujo vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño Control)..... | 57 |
| Figura 39: % de Vacíos vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño Control) ... | 58 |
| Figura 40: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control + 0.5% Filler..... | 59 |
| Figura 41: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 2) | 59 |
| Figura 42: Flujo vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 2) | 60 |
| Figura 43: Porcentaje de vacíos vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 2) | 60 |
| Figura 44: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control + 1.0% Filler..... | 61 |
| Figura 45: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 3) | 62 |
| Figura 46: Flujo vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 3) | 62 |
| Figura 47: Porcentaje de vacíos vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 3) | 63 |
| Figura 48: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control + 1.0% Filler..... | 64 |
| Figura 49: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 4) | 64 |
| Figura 50: Flujo vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 4) | 65 |
| Figura 51: Porcentaje de vacíos vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 4) | 65 |
| Figura 52: Resumen del Parámetro Estabilidad..... | 66 |
| Figura 53: Resumen del Parámetro Flujo..... | 67 |
| Figura 54: Resumen del Parámetro Porcentaje de Vacios..... | 67 |
| Figura 55: Gráfica de Distribucion Hipotesis Secundaria 1 | 70 |
| Figura 56: Grafica de Distribucion Hipotesis Secundaria 2 | 71 |
| Figura 57: Grafica de Distribucion Hipotesis Secundaria 3. | 73 |

Resumen

La desacelerada acción en la construcción en nuestro país específicamente en la rama de transportes, la contaminación por relaves mineros en el sector minero, nos invita a hacer nuevas investigaciones, en consecuencia, las siguientes paginas son fruto de la investigación realizada que tiene como objetivo analizar los parámetros de diseño de una mezcla asfáltica en caliente adicionando relave minero como filler. El método que se usó para esta investigación fue hipotético deductivo, ya que se propusieron una hipótesis general y tres específicas las cuales nos permitirán llegar a los resultados previstos. Para esta investigación se tuvo que analizar las propiedades físicas y mecánicas (análisis granulométrico, límites de consistencia, equivalente de arena, abrasión, caras fracturadas, angularidad, peso específico y absorción, durabilidad, sales solubles, peso unitario suelto y recubrimiento de agregado grueso)de los agregados pétreos, tanto agregados finos, agregados gruesos y filler, posteriormente a ello se hizo el diseño de mezcla asfáltica en caliente bajo el método Marshall para ellos se realizaron los ensayos que se rigen bajo el manual de carreteras – especificaciones técnicas generales para construcción del 2013 y el manual de ensayo de materiales 2016, estos ensayos y la elaboración de los especímenes fueron realizados en el laboratorio CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L. Donde se realizó el diseño de mezclas asfálticas en caliente con el tipo de cemento asfáltico PEN 120/150 adicionando relaves mineros como filler en proporciones de 0, 0.5, 1.0, 1.5 % elaborando así 60 probetas de mezcla asfáltica en caliente.

Al haberse obtenido las probetas los resultados obtenidos respecto a los parámetros de diseño fueron que la estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos para MAC Control fue 919 kg, 3.3 mm y 3.8 %; para MAC Control +0.5% fue de 979 kg, 3.4 mm y 3.5 %; para MAC Control +1% fue de 985 kg, 3.5 mm y 3.3 %; finalmente para MAC Control +1.5% fue de 1122 kg, 3.9 mm y 3.0 %.

Palabras clave: asfalto, mezcla asfáltica en caliente, método Marshall, relave minero, estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos.

Abstract

The decelerated action in construction in our country, specifically in the transportation branch, contamination by mining tailings in the mining sector, invites us to do new research, consequently, the following pages are the result of the research carried out that aims to analyze the design parameters of a hot mix asphalt adding mine tailings as filler. The method used for this investigation was hypothetical deductive, since a general hypothesis and three specific ones were proposed, which will allow us to reach the expected results. For this investigation, it was necessary to analyze the physical and mechanical properties (particle size analysis, consistency limits, sand equivalent, abrasion, fractured faces, angularity, specific weight and absorption, durability, soluble salts, loose unit weight and coarse aggregate coating) of the stone aggregates, as many fine aggregates, coarse aggregates and filler, after that the design of hot asphalt mixture was made under the Marshall method for them the tests that are governed by the highway manual were carried out - general technical specifications for construction of the 2013 and the materials testing manual 2016, these tests and the elaboration of the specimens were carried out in the CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L. Where the design of hot asphalt mixtures was carried out with the type of asphalt cement PEN 120/150, adding mining tailings as filler in proportions of 0, 0.5, 1.0, 1.5%, thus preparing 60 hot asphalt mixture specimens.

When obtaining the test pieces, the results obtained regarding the design parameters were that the stability, flow and percentage of voids for MAC Control was 919 kg, 3.3 mm and 3.8%; for MAC Control +0.5% it was 979 kg, 3.4 mm and 3.5%; for MAC Control +1% it was 985 kg, 3.5 mm and 3.3 %; finally for MAC Control +1.5% it was 1122 kg, 3.9 mm and 3.0%.

Keywords: asphalt, hot mix asphalt, mine tailings marshall method, stability, flow

I.INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación está enfocado a dos sectores económicos muy importantes de nuestro país como son el sector construcción y la minería, a los profesionales participantes de los mismos, y público en general que es beneficiado y afectado por estos.

Esta investigación resultará ser beneficiosa al sector construcción ya que los porcentajes registrados y publicados respecto a la pavimentación de las vías no son nada alentadoras para el país, siendo uno de los países que menos impacto tuvo por la inflación en Latinoamérica. La desacelerada pavimentación en la red vial nacional con un 72% y departamental con un 13% de nuestro país.(Gestión 2019)

A la par de lo antes mencionado tenemos al sector minero el cual es calificado como una actividad extractiva y que tiene lugar en todo el mundo pero a su vez es una de los principales fuentes de desarrollo y sustento.(Osinergmin 2017)

El Perú es uno de los principales productores de minería en Latinoamérica y en el mundo siendo sus principales minerales estaño, zinc, plomo, oro, plata, cobre y hierro; y en consecuencia es de gran importancia para el PBI, pero así como la importancia que tiene también tiene deficiencias en cuanto se refiere al manejo ambiental, como se sabe en el país la extracción de los minerales antes mencionados se da de dos formas :producción formal que es la que cuenta con la debida autorización por las autoridades competentes y la producción informal (artesanal), en esta última no se tiene un plan de manejo ambiental de los residuos producidos (relaves mineros) los cuales contaminan el medio ambiente afectan la flora y fauna, en consecuencia, la salud de las personas en nuestro país.

En consideración con lo anteriormente mencionado la investigación presente propone que ambos sectores puedan beneficiarse mutuamente y así ser eco amigables, ya que estos comparten campos similares como son la geología y la geotecnia, aprovechando los relaves de la minería como filler para mezclas asfálticas en caliente para el sector construcción. Para esto se tiene previsto realizar el diseño de mezclas asfálticas en caliente adicionando relave minero como filler en proporciones dadas por las normas vigentes.

Formulación del problema.

Problema general.

¿En qué proporción los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente modifican los parámetros de diseño?

Problemas específicos.

- ¿Cómo los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente podrían modificar la estabilidad?
- ¿Cómo los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente podrían modificar el flujo?
- ¿Cómo los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente podrían modificarla el porcentaje de vacíos con aire?

Justificación

Justificación técnica

En relación a los métodos usados para realizar los ensayos se hicieron de acuerdo a las normas vigentes de AASHTO, los manuales y guías del MTC en el cual nos ilustra el procedimiento a seguir. El método Marshall para la elaboración de estos será el que nos de los parámetros para la elaboración de los especímenes a ensayar.

Justificación social

En referente a la parte social es viable la utilización del relave en los proyectos de pavimentación para poblaciones cercanas a centros mineros y con vías de acceso en condiciones de afirmado.

Objetivos

Objetivo general

Modificar los parámetros de diseño por medio de los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.

Objetivos secundarios.

- Modificar la estabilidad utilizando los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.

- Modificar el flujo utilizando los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.
- Modificar el porcentaje de vacíos con aire utilizando los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.

Hipótesis.

Hipótesis general.

Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican los parámetros de diseño.

Las hipótesis específicas.

- Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican la estabilidad.
- Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican el flujo.
- Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican el porcentaje de vacíos con aire.

Delimitaciones.

Delimitación temporal.

Se llevo a cabo en un periodo de 06 meses (10 de febrero al 10 de julio) del año 2022, de los cuales 04 meses estuvieron abocados exclusivamente a la ejecución del proyecto de investigación, como son ensayos, trabajo de gabinete y finalmente la interpretación de resultados obtenidos.

Delimitación espacial

El área de investigación se realizó en la Región de Puno, Provincia de San Antonio de Putina, Distrito de Ananea, ciudad de La Rinconada.

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos previos

Ámbito nacional

(Quispe Chacon 2021) en su tesis de nombre “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con incorporación de residuos de PVC como Filler en un porcentaje óptimo” en la cual incorpora residuos de pvc para reemplazarlo con residuos de pvc como filler, como objetivo principal se tuvo el análisis de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas modificadas con la incorporación de residuos de pvc, el método usado fue el hipotético deductivo, los residuos de PVC se incorporaron en porcentajes de 0.50%, 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% y posteriormente se realizaron ensayos físico-mecánicos como la resistencia de mezclas bituminosas empleando el método Marshall, los resultados obtenidos indican que se dio un mejor comportamiento de las propiedades mecánicas para el porcentaje de 0.50% de residuos de PVC.

(Salas Chañi y Yllatupa Lima 2019) en su tesis “Filler De Diatomita en el Diseño de la Mezcla Asfáltica en Caliente mediante Método Marshall, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ciudad de Cusco, 2016-2017” nos muestra el uso de la Diatomita como filler en mezclas asfálticas en caliente y así comparar los valores de peso específico, estabilidad, flujo, vacíos y vacíos en agregado mineral, el objetivo principal es establecer la influencia de la Diatomita como filler en los factores de diseño de la mezcla asfáltica en caliente, el método usado para este fue hipotético deductivo, para esto se uso asfalto PEN 85/100 y se prepararon mezclas asfálticas en caliente sin y con Diatomita para luego compararlas, los resultados obtenidos fueron que la Diatomita como filler nos da resultados bajos en comparación con la mezcla asfáltica patrón pero aun así estos resultados cumplen con los requisitos mínimos de las normas.

(Auccasi Espillco 2018) en la tesis denominada “Diseño De Mezcla Con Adición De Relaves Mineros Para Pavimentos De Resistencia Media, Ayacucho 2018” nos detalla que opta por usar relaves mineros como agregados para pavimentos de resistencia media con concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, su principal objetivo diseñar mezclas de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para tránsito liviano, el método de investigación fue analítico, inductivo, deductivo, observacional y medición, el

procedimiento a seguir fue reemplazar el agregado fino en un 25 %, el método para determinar la resistencia a la compresión fue producir testigos de concreto y someterlos a carga axial para su posterior rotura a los 7,14,21 y 28 días determinando el $f'c$, dándose como resultados que la resistencia baja a 173.95 kg/cm^2 (99.40%), se dio por válido el objetivo de reducir costos entre el relave minero y el agregado de cantera.

(Curo Ordoñez y Rashuamán Benito 2015) en su tesis denominada “Diseño de mezcla de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ adicionado relave minero de la relavera n° 09-Acchilla-Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI) en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica” que tiene como objetivo utilizar el relave minero para producir concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y así darle un uso al desecho minero y optimizar costos de producción nos menciona el reemplazo del cemento portland por el relave minero de 15% y 20%, el método que se usó para esta investigación fue experimental aplicada por lo que se realizó testigos de concreto y luego realizarle el ensayo de compresión axial a los 7,14,21 y 28 días dando como resultados que se logró incorporar al relave como agregado, en el día 28 que se hizo la rotura en los valores oscilan en un 10% superior al $f'c$ patrón que se tenía.

(Romero Huayta y Salinas Navarro 2020) en su tesis de título “Estudio experimental del concreto para adoquines tipo II, Adicionando Relaves Mineros” nos presenta un estudio para adoquines de concreto reemplazando el agregado fino por relave minero en proporciones de 5%,10%,25% y 50% , el objetivo fue determinar las propiedades físico mecánicas para el adoquín tipo II para una resistencia a la compresión de 380 kg/cm^2 para ello se hizo los ensayos a los 7,14 y 28 días como son absorción, densidad y variación dimensional, el método con el cual se realizó dicha investigación fue experimental los resultados de esta investigación fueron que es viable reemplazar el agregado fino por relave minero ya que supero los ensayos de absorción, densidad y variación dimensional tal como estipula las normas técnicas peruanas, en cuanto a la resistencia a la compresión que al 5% y al 10% llegando así a resistencias promedio de 384.72 kg/cm^2 , superando los porcentajes de adición de relave minero la resistencia a la compresión comienza a disminuir con la resistencia prevista.

(Flores Armas 2020) en su tesis de nombre “Evaluación de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente utilizando aditivo SBS, Trujillo – La Libertad” nos menciona la adición de SBS (estireno – butadieno- estireno) que comúnmente es llamado caucho con porcentajes de 4.17%, 4.67%, 5.17%, 5.67% y 6.17%; el principal objetivo de la investigación fue evaluar la estabilidad de la mezcla adicionando SBS, adicionalmente a esto se hizo ensayos de suelos como son análisis granulométrico, peso específico, y absorción para los agregados; el método usado es experimental puro con post prueba , para ello se elaboraron 15 briquetas patrones sin adición de SBS y 15 briquetas con adición de SBS con los porcentajes anteriormente mencionados, los cuales dieron los siguientes resultados que el porcentaje óptimo de SBS fue 4.95% con el cual se alcanzó la estabilidad de 17.60 KN con lo cual se superó ampliamente lo establecido por el MTC.

(Ramos Rojas y Torres Ramos 2014) en su tesis denominada “Estudio del relave minero de la mina Acchilla del distrito de Ccochaccasa como estabilizante para carreteras de tercer orden a nivel de base” nos detallan que hicieron una comparativa en dos tramos de carreteras de tercer orden, una de las cuales una de las cuales tuvo 25% en proporción 1:3 de material de relave y agregado de cantera a la cual se le hicieron ensayos de CBR en laboratorio, el objetivo fue determinar la viabilidad del uso del relave para la capa base de dicha carretera, el propósito fue que el relave actuara como aglutinante en este tramo y estabilizar así la capa de suelo, el método usado fue experimental, los resultados nos indican que hubo disminución de la porosidad y un aumento en el CBR en proporción de 25% de relave y 75 % de material de cantera, incrementándose así de 1.98 gr/cc a 2.16 gr/cc, a la par el contenido de humedad óptimo se elevó de 7.40% a 8.30% resultando así satisfactorio para los autores.

Ámbito Internacional

(Mistry y Roy 2016) nos presentan en su artículo de revista académica titulado “Effect of using fly ash as alternative filler in hot mix asphalt” cuyo objetivo fue viabilizar el uso de cenizas volantes en una mezcla asfáltica en reemplazo de la cal hidratada las cuales fueron incorporadas a las mezclas asfálticas en caliente para ello se usó el método experimental aplicativo, ya que se hicieron 4 diseños por el método Marshall en proporciones de 2%, 4%, 6% y 8% y fueron comparados con

un ensayo patrón adicionado con cal hidratada con proporción de 2%, los resultados de esta investigación nos indican que en la proporción de 4% de ceniza volante la reducción en el contenido óptimo de bitumen se redujo en un 7.5% respecto a la cal hidratada lo que nos indica un bajo costo de diseño, además los valores de flujo estabilidad y porcentaje de vacíos cumplen con las especificaciones requeridas.

(Sutradhar et al. 2015) en su artículo de investigación de nombre "Effect of Using Waste Material as Filler in Bituminous Mix Design"

(Oluwasola, Hainin y Aziz 2015) en su artículo académico denominado "Evaluation of rutting potential and skid resistance of hot mix asphalt incorporating electric arc furnace steel slag and copper mine tailing" nos da a conocer el uso de escoria de acero y relaves de minas de cobre queriendo así investigar el ahuellamiento y el deslizamiento que se da en estas mezclas asfálticas modificadas, cuyo objetivo fue determinar la resistencia al deslizamiento y deformación de una mezcla de asfalto modificada con escoria de acero y relave de cobre, el método que se uso fue experimental aplicativo, para ello se usó cuatro mezclas asfálticas diferentes proporciones como 5.04%, 5.06%, 5.13% y 5.18% con cual determino la deformación permanente no recuperable con el ensayo de rueda de Hamburgo ayudándose del software Asphalt Pavement Analyzer (APA), la resistencia al deslizamiento fue realizada el ensayo Probador británico de resistencia al deslizamiento del péndulo, los resultados obtenidos en dichos ensayos fueron que con 20% de relave y 80% de escoria de acero se tiene un número más alto de deslizamiento y que la deformación permanente no recuperable disminuye del 70% al 80% de su profundidad.

(Tapia Benavides 2018) en su tesis de nombre "Evaluación De La Influencia De La Escoria De Cobre En Mezclas Asfálticas Con Altos Porcentajes De Pavimento Asfáltico Reciclado Frente Al Ensayo De Ahuellamiento Y De Macrotextura" que tiene como objetivo fue evaluar el ahuellamiento y la macrotextura en mezclas asfálticas modificadas con pavimento reciclado y escoria de cobre, para ello el método usado fue experimental aplicativo promover el uso de pavimento asfáltico reciclado (RAP) y la escoria de cobre, las cuales fueron utilizadas en proporciones de RAP a 0%, 50%, 60% y 70% mientras que en escoria de cobre fue de 0%, 7.5%

y 15% utilizando un bitumen como ligante, el ensayo a utilizar fue la rueda de Hamburgo y el ensayo de macrotextura mediante el método del círculo de arena, los resultados dados nos muestran que con el 70% de pavimento asfáltico reciclado se da el mejor desempeño respecto a ahuellamiento, destacan también la mezcla entre RAP entre 70% y 50% y escoria de cobre en 15%, mencionan además que se obtiene una macrotextura más lisa.

En (Djellali et al. 2019) y su artículo de nombre “Evaluation of Cement-Stabilized Mine Tailings as Pavement Foundation Materials” nos presenta como objetivo evaluar materiales de fundación estabilizados con cemento y relaves de minería, el método usado fue experimental aplicativo, se hizo el estudio el uso de margas, piedra caliza y residuos de mineral de hierro de la mina Boukhadra en Argelia para la estabilización de suelos. Para ello se usaron ensayos de Proctor modificado y CBR (California Bearing Ratio) en intervalos de 2% entre 0 – 6%, los resultados mostraron que hay un aumento en los valores de Proctor modificado y CBR.

(Kumar et al. 2014) en su artículo denominado “Utilization Of Iron Ore Tailings As Replacement To Fine Aggregates In Cement Concrete Pavements” cuyo objetivo fue la utilización de relaves de mineral de hierro en reemplazo de agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico y con ello determinar las propiedades mecánicas, el método usado en dicha investigación fue experimental aplicativo, para esto se determinó la resistencia del concreto para 3, 7, 28 y 56 días, los resultados de las pruebas para 5 tipos de especímenes y un espécimen patrón, nos presentan que en resistencia a la compresión se llega a superar lo estimado a los 28 y 56 días, la resistencia a la flexión al contrario disminuye considerablemente frente al espécimen patrón, con lo cual deducimos que este funcionaría en estructuras a compresión mas no a flexión.

(Gopez 2015) en su investigación de nombre “Utilizing Mine Tailings as Substitute Construction Material: The Use of Waste Materials in Roller Compacted Concrete” como programa experimental se tuvo el uso de relaves mineros de cobre, oro y cenizas volantes, el objetivo fue el uso de los relaves mineros como sustituto de materiales de construcción, el método usado en esta investigación fue experimental aplicativo, se tuvo que determinar la resistencia a compresión mediante ensayos de rotura de testigos para ellos se realizaron diversas mezclas de cemento y los

agregados de los desechos, la investigación dio como resultado que la resistencia alcanzada a los 28 días fue de 17Mpa a 37Mpa para los concretos mezclados con cobre y oro; y 17Mpa a 28Mpa para los concretos mezclados con cobre oro y cenizas volantes respectivamente.

Teorías relacionadas al tema

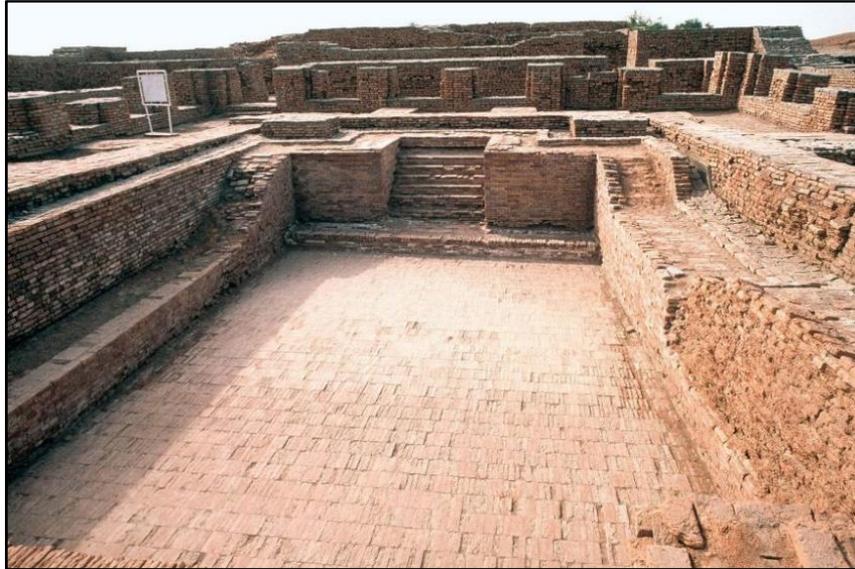
Teorías sobre el origen del asfalto

Para entender el origen del asfalto es necesario hablar sobre un término muy importante “Bitumen” el cual tiene procedencia del sanscrito que nos describe la palabra “jatu” como alquitrán y “jatubrit” como creación de alquitrán, el equivalente a estos términos en el latín fue “gwitu-men” y “pixtu-men” que posteriormente se conocería como bitumen.(E-asphalt 2005)

Las teorías sobre los primeros usos del alquitrán se remontan incluso a pasajes bíblicos del libro de Genesis en los cuales se refiere a un impermeabilizante el cual fue preparado con y sin alquitrán y en la aventura juvenil de Moisés “Un Arca de Espadaña, pintarrajeada con lodo y con alquitrán”, con esto podríamos deducir que el ser humano tenía noción de las propiedades impermeabilizantes del asfalto.(E-asphalt 2005)

En pasajes de la biblia sobre la torre de babel se tiene este párrafo “ellos usaron ladrillos en vez de piedras y asfalto en vez de mortero” según la traducción de Moffat en 1935 del cual inferimos el uso de asfalto como ligante.(E-asphalt 2005)

Hacia los años 3200 A.C la civilización denominada “cultura del valle de indo” en la actual Pakistán nos revelo importantes usos con asfalto, los cuales fueron descubiertos por excavaciones que nos permitieron conocer el uso del asfalto en combinación con minerales finos y paja para revestimiento de baños públicos como se muestra en la figura 1 y con esto lograr impermeabilizar los mismos.(E-asphalt 2005)



*Figura 1:*The Great Bath, Mohenjo-daro, provincia de Sindh, Pakistán.

Fuente: Departamento de Arqueología y Museos, Gobierno de Pakistán

En 1595 Sir Walter Raleigh descubrió el Lago de asfalto en la actual Trinidad y Tobago, el más grande deposito natural de asfalto con 47 hectáreas de superficie y 80 m de profundidad tal como se observa en la figura 2, el cual se utilizó para mejorar la impermeabilización en el acollado de barcos.(E-asphalt 2005)



*Figura 2:*El lago de Brea, Trinidad y Tobago.

Fuente: (Grueslayer 2019)

En 1850 en el Reino unido se empiezan a ejecutar las primeras obras viales con alquitrán, a la par de los españoles que pavimentaron zonas peatonales de la puerta del sol de Madrid entre 1847 a 1854.(E-asphalt 2005)

A finales del siglo XIX el gobierno de estados unidos sentó bases y parámetros de la tecnología de mezclas bituminosas para pavimentación. (Victor Yepes 2014)

Teorías sobre el origen de la piedra y agregados

Las primeras lascas o trozos desprendidos de una piedra se encontraron en Kenia en 2011 como se aprecia en la figura 3, según investigaciones estas fueron usadas hace 3,3 millones de años en lo que conocemos ahora como la edad de piedra, fueron usadas como cuchillos y otras herramientas por nuestros antepasados.(Universidad de Burgos 2020)

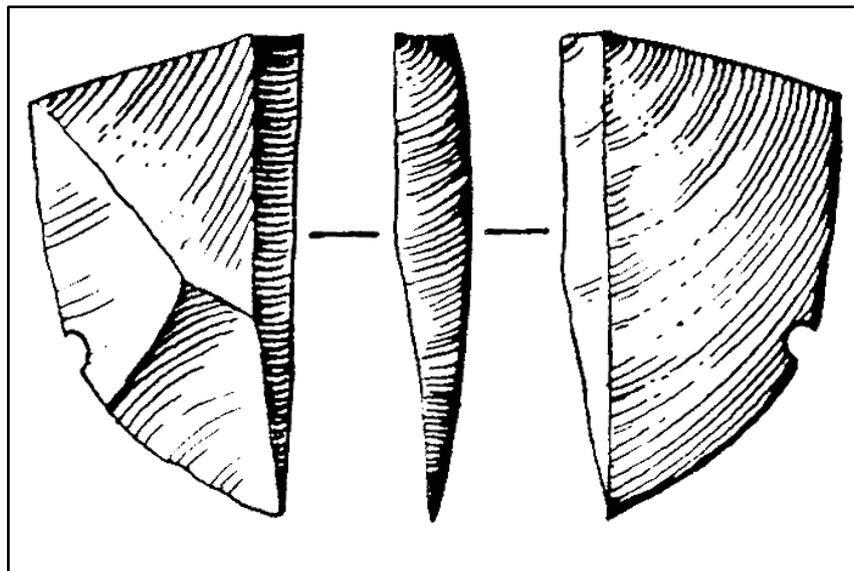


Figura 3: Lascas o trozos desprendidos de piedras.

Fuente: (Universidad de Burgos 2020)

La evidencia más antigua que se tiene sobre el uso de la piedra en combinación con mortero (mezcla de polvo de roca y arena humedecida) para crear bloques pétreos se encuentra en una cabaña en Lepenski Vir como se observa en la figura

4, está ubicada en la actual Serbia esta se dio hace más de 5600 años. (Universidad de Burgos 2020)



Figura 4: Lepenski Vir.

Fuente: (Brana Vladislavljevic)

La piedra como uso en vías no se dio hasta el 312 A.C con la Via Apia que se observa con más detalle en la figura 5, esta vía unía Roma con Brindisi fue creada por orden del Emperador Apio Claudio, los Romanos llegaron a pavimentar alrededor de 100,000 km de vías. (Universidad de Burgos 2020)



Figura 5: Via Apia.

Fuente:(Universidad de Burgos 2020)

Marco Conceptual

Agregado

El agregado comúnmente llamado roca material granular o agregado mineral es cualquier material mineral duro e inerte usado, en forma de partículas graduadas o fragmentadas como parte de un pavimento de mezcla asfáltica en caliente, este constituye entre el 90% - 95% en el peso y entre el 75% - 85% del volumen total de la mayoría de las estructuras de un pavimento.(ASPHALT INSTITUTE 1999)

Agregado Grueso

Deberá proceder de la trituración de roca o grava o por una mezcla de ambas; deberán estar libres de sustancias ajenas a las partículas, tener resistencia y durabilidad, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables esos requerimientos se observan en figura 6 (MTC 2013)

| Ensayos | Norma | Requerimiento | |
|--------------------------------------|-----------|----------------|-----------|
| | | Altitud (msnm) | |
| | | ≤3.000 | >3.000 |
| Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) | MTC E 209 | 18% máx. | 15% máx. |
| Abrasión Los Ángeles | MTC E 207 | 40% máx. | 35% máx. |
| Adherencia | MTC E 517 | +95 | +95 |
| Índice de Durabilidad | MTC E 214 | 35% mín. | 35% mín. |
| Partículas chatas y alargadas | ASTM 4791 | 10% máx. | 10% máx. |
| Caras fracturadas | MTC E 210 | 85/50 | 90/70 |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | 0,5% máx. | 0,5% máx. |
| Absorción * | MTC E 206 | 1,0% máx. | 1,0% máx. |

Figura 6: Requerimientos para los agregados gruesos.

Fuente: (MTC 2013)

Agregado Grueso procedente de la cantera Cabanillas – San Román - Puno y posteriormente triturada en la Planta de Asfalto de la Ciudad de Juliaca como se observa en la figura 7.



Figura 7: Agregado Grueso.

Fuente: Elaboración propia

Agregado Fino

El agregado fino se compone de arena de trituración o en su variación una mezcla con arena natural.

Las partículas del agregado fino tendrán características como dureza, partículas limpias y de superficie con angularidad y rugosidad. El material deberá estar libre de cualquier sustancia, que obstruya la adhesión con el asfalto y deberá satisfacer los requisitos mínimos de calidad indicados en la figura 8. (MTC 2013)

| Ensayos | Norma | Requerimiento | |
|---------------------------------------|--------------|--------------------|-----------|
| | | Altitud (m.s.n.m.) | |
| | | ≤ 3.000 | > 3.000 |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | 60 | 70 |
| Angularidad del agregado fino | MTC E 222 | 30 | 40 |
| Azul de metileno | AASTHO TP 57 | 8 máx. | 8 máx. |
| Índice de Plasticidad (malla N.º 40) | MTC E 111 | NP | NP |
| Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) | MTC E 209 | - | 18% máx. |
| Índice de Durabilidad | MTC E 214 | 35 mín. | 35 mín. |
| Índice de Plasticidad (malla N.º 200) | MTC E 111 | 4 máx. | NP |
| Sales Solubles Totales | MTC E 219 | 0,5% máx. | 0,5% máx. |
| Absorción* * | MTC E 205 | 0,5% máx. | 0,5% máx. |

Figura 8: Requerimientos para los agregados finos.

Fuente: (MTC 2013)

Agregado Grueso procedente de la cantera Cabanillas – San Román – Puno, posteriormente triturada en la Planta de Asfalto de la Ciudad de Juliaca y luego mezclada con arena natural como se observa en la figura 9.

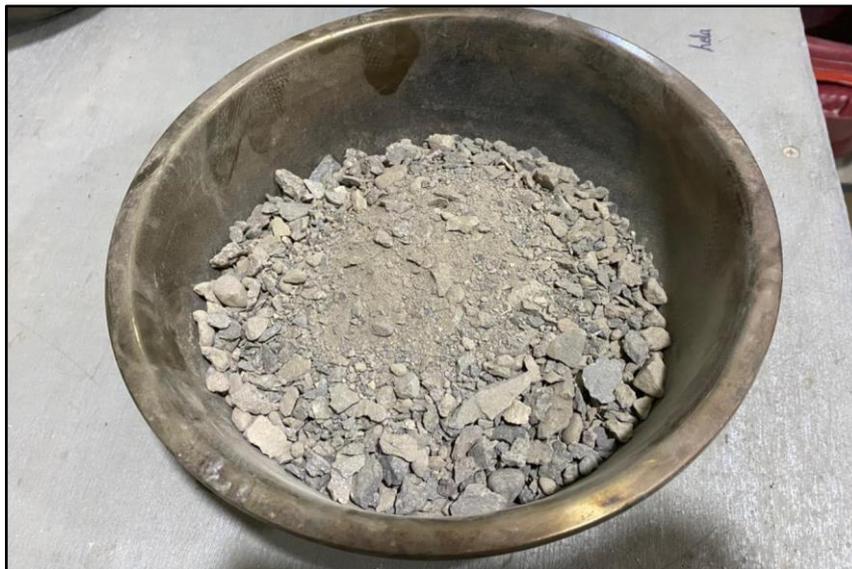


Figura 9: Agregado fino.

Fuente: Elaboración propia

Filler

El polvo mineral o llenante proviene de la trituración de los agregados pétreos o se podrá disponer de productos comerciales, los más conocidos como cal hidratada o cemento portland. Podrá usarse una parte del material proveniente de la

clasificación, siempre que se verifique que no tenga actividad y que tenga plasticidad.

El filler de procedencia de las relaveras cercanas a la mina La Rinconada – San Antonio de Putina – Puno se extrajeron, secaron y posteriormente desintegraron ya que presentaban partículas adheridas entre sí de mayor tamaño como se observa en la figura 10.



Figura 10: Filler mineral.

Fuente: Elaboración propia

Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

La gradación de mezclas asfálticas en caliente deberán estar dentro de lo especificado en la tabla 1 que nos brinda el MTC en la EG-2013, adicionalmente el MTC nos permite utilizar la norma ASTM D 3515.

Tabla 1: Gradación Mezcla Asfáltica en Caliente.

| TAMIZ | PORCENTAJE QUE PASA | | |
|------------------|---------------------|--------|-------|
| | MAC -1 | MAC-2 | MAC-3 |
| 25,0 mm (1") | 100 80 | - | |
| 19,0 mm (3/4") | 80-100 | 100 80 | |
| 12,5 mm (1/2") | 67-85 | 80-100 | |
| 9,5 mm (3/8") | 60-77 | 70-88 | 100 |
| 4,75 mm (N.º 4) | 43-54 | 51-68 | 65-87 |
| 2,00 mm (N.º 10) | 29-45 | 38-52 | 43-61 |
| 425 µm (N.º 40) | 14-25 | 17-28 | 16-29 |
| 180 µm (N.º 80) | 8-17 | 8-17 | 9-19 |
| 75 µm (N.º 200) | 4-8 | 4-8 | 5-10 |

Fuente :(MTC 2013)

Tabla de Graduacion de Agregados para Mezclas Asfálticas en Caliente según ASTM la cual podemos usar alternativamente, esta es la tabla con la que se trabajo para la graduacion en nuestro caso teniendo como tamaño maximo nominal la malla de ¾" (D-4) como se obserba en la figura 11.

| D 3515 | | | | | | | | | |
|---|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------------|--------------------|--|
| TABLE 1 Composition of Bituminous Paving Mixtures | | | | | | | | | |
| Dense Mixtures | | | | | | | | | |
| Sieve Size | Mix Designation | | | | | | | | |
| | D-1 | D-2 | D-3 | D-4 | D-5 | D-6 | D-7 | D-8 | D-9 |
| | 50 mm (2 in.) | 37.5 mm (1½ in.) | 25.0 mm (1 in.) | 19.0 mm (¾ in.) | 12.5 mm (½ in.) | 9.5 mm (¾ in.) | 4.75 mm (No. 4) (Sand Asphalt) | 2.36 mm (No. 8) | 1.18 mm (No. 16) (Sheet Asphalt) |
| Grading of Total Aggregate (Coarse Plus Fine, Plus Filler if Required) Amounts Finer Than Each Laboratory Sieve (Square Opening), Weight % | | | | | | | | | |
| 63-mm (2½ in.) | 100 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 50-mm (2 in.) | 90 to 100 | 100 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 37.5-mm (1½ in.) | ... | 90 to 100 | 100 | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 25.0-mm (1 in.) | 60 to 80 | ... | 90 to 100 | 100 | ... | ... | ... | ... | ... |
| 19.0-mm (¾ in.) | ... | 56 to 80 | ... | 90 to 100 | 100 | ... | ... | ... | ... |
| 12.5-mm (½ in.) | 35 to 65 | ... | 56 to 80 | ... | 90 to 100 | 100 | ... | ... | ... |
| 9.5-mm (¾ in.) | ... | ... | ... | 56 to 80 | ... | 90 to 100 | 100 | ... | ... |
| 4.75-mm (No. 4) | 17 to 47 | 23 to 53 | 29 to 59 | 35 to 65 | 44 to 74 | 55 to 85 | 80 to 100 | ... | 100 |
| 2.36-mm (No. 8) ^a | 10 to 36 | 15 to 41 | 19 to 45 | 23 to 49 | 28 to 58 | 32 to 67 | 65 to 100 | ... | 95 to 100 |
| 1.18-mm (No. 16) | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 40 to 80 | ... | 85 to 100 |
| 600-µm (No. 30) | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 25 to 65 | ... | 70 to 95 |
| 300-µm (No. 50) | 3 to 15 | 4 to 16 | 5 to 17 | 5 to 19 | 5 to 21 | 7 to 23 | 7 to 40 | ... | 45 to 75 |
| 150-µm (No. 100) | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 3 to 20 | ... | 20 to 40 |
| 75-µm (No. 200) ^e | 0 to 5 | 0 to 6 | 1 to 7 | 2 to 8 | 2 to 10 | 2 to 10 | 2 to 10 | ... | 9 to 20 |

Figura 11: Graduación de los Agregados para mezclas asfálticas.

Fuente: (ASTM D3515 2010)

Peso especifico de los agregados

El peso especifico de un agregado es la proporcion entre el peso de un volumen dado de agregado y el peso de un volumen igual de agua.

Todos los agregados son porosos hasta cierto punto son porosos para ello se han desarrollado 3 tipos de peso específico como se muestra en la figura 9.(ASPHALT INSTITUTE 1999) como se muestra en la figura 12.

- Peso específico total
- Peso específico aparente
- Peso específico efectivo

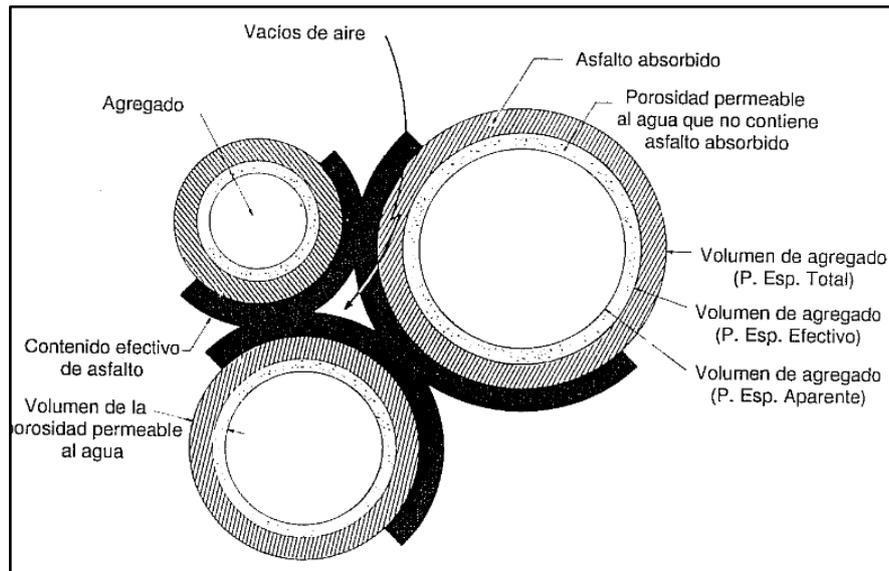


Figura 12: Tipos de pesos específicos de agregado.

Fuente: (ASPHALT INSTITUTE 1999)

Relaves mineros

(MINEM 2009) en la guía define a este como el desecho mineral sólido de tamaño entre arena y limo que provienen del proceso de concentración que son producidos, transportados o depositados en forma de lodo.

Mezclas Asfálticas

(Rondón Quintana 2015) en su libro define a las mezclas asfálticas como la combinación de agregados pétreos y un ligante asfáltico, estos agregados tienen una granulometría y requisitos mínimos de calidad, además de tener una función dentro de la estructura del pavimento.

La colocación de estas mezclas se denomina tendido y se realiza mediante una pavimentadora la cual se gradúa de acuerdo al espesor y ancho requerido, la temperatura juega un papel muy importante en esta ya que al tener un cambio

brusco en esta se puede desarrollar un efecto llamado cristalización el cual afecta las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla, la figura 13 nos muestra más detalles.



Figura 13: Colocación de mezcla asfáltica en caliente con pavimentadora.

Fuente: Elaboración propia

Método Marshall de Diseño de Mezclas Asfálticas

El concepto del método fue desarrollado por Bruce Marshall cuyo propósito es determinar el contenido óptimo de asfalto para una combinación específica de agregados, el método también nos ofrece información sobre propiedades de la mezcla asfálticas.(ASPHALT INSTITUTE 1999)

Los equipos que se usan para realizar la mezcla asfáltica en caliente por este método son: el molde ensamblado para especímenes como se muestra en la figura 14, el extractor de especímenes, el manubrio de compactación, el pedestal de compactación y el sostén del molde del espécimen.

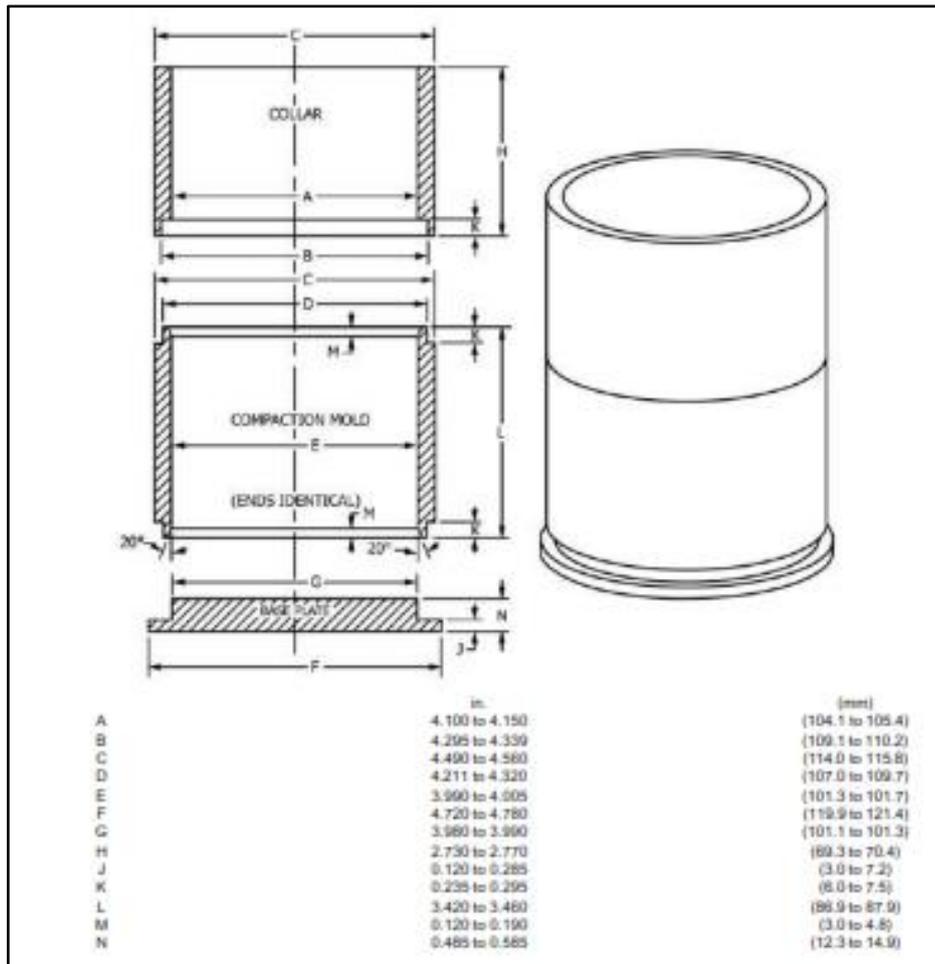


Figura 14: Molde de compactación y sus respectivas medidas.

Fuente: (ASTM D6926 2010)

Estabilidad

La estabilidad es una medida de la carga bajo la cual una probeta falla parcial o totalmente, este valor nos indica la resistencia de una probeta a la deformación.

Debido a que la estabilidad indica la resistencia a la deformación existe una tendencia a pensar que un valor más alto de estabilidad es mejor lo cual es equivoco pues eso indicaría que la mezcla asfáltica sería rígida y tendría tendencia a fisuramientos por fatiga. (ASPHALT INSTITUTE 1999)

Flujo

La fluencia o flujo Marshall medida en centésimas de pulgada representa la deformación de la briqueta, esta deformación está indicada por la disminución en el diámetro vertical de la briqueta.

Las mezclas que tienen valores de flujo muy bajos se consideran demasiado frágiles y rígidas y en su oposición las mezclas que tienen valores de flujo muy altos se consideran demasiado plásticas y tienen tendencia a deformarse. (ASPHALT INSTITUTE 1999)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación para el presente proyecto de tesis es experimental ya que tuvo nuestra intervención en el mismo, para lo cual esto se sustentó con los ensayos antes mencionados y la interpretación de los resultados.

Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es el experimental ya que cuenta con intervención deliberada, esta se muestra en la manipulación de la variable independiente a razón de proporciones determinadas. Supo (2014)

Gc (a): $Y1 \rightarrow X \rightarrow Y2$

Gc: Grupo Control, sin adicionar relaves mineros como filler.

Ge (a): $Y3 \rightarrow X' \rightarrow Y4$

Ge: Grupo Experimental, adicionando relaves mineros como filler.

X: Muestra

Método de investigación

El método usado para la presente investigación fue el método hipotético deductivo para lo cual se establecieron hipótesis las cuales se comprobaron.

Enfoque de la investigación

El enfoque del presente proyecto es cuantitativo ya que se tuvo que recolectar y analizar datos para probar las hipótesis y teorías antes mencionadas. (Supo 2014)

El proceso en este tipo de investigación consto de 6 fases las cuales se detallan en la figura 15.

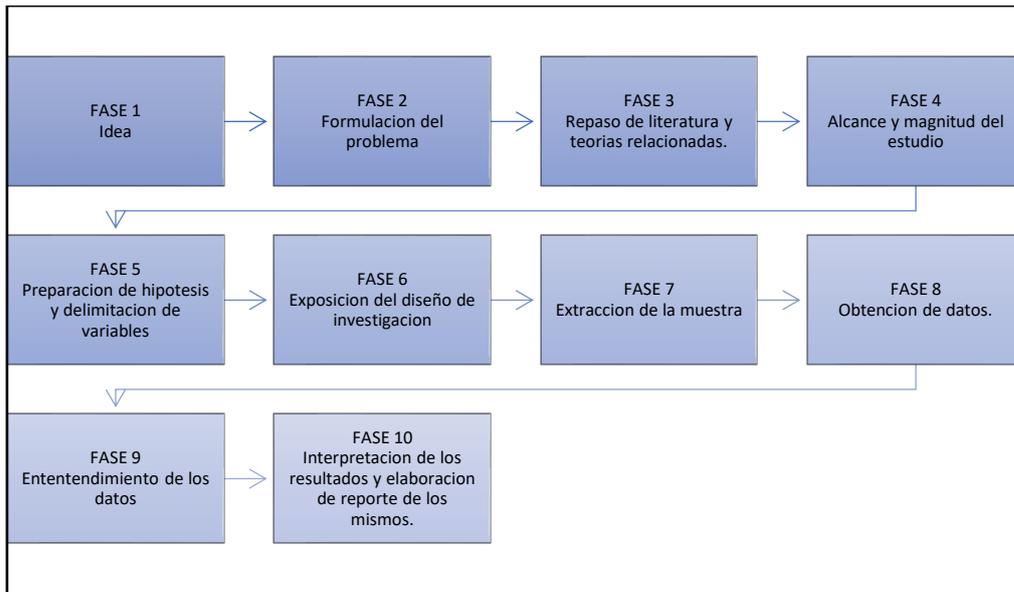


Figura 15: Proceso Cuantitativo

Fuente: Elaboración propia

Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo ya que tenemos una variable independiente y otra dependiente y su relación entre ellas será de causa – efecto. Supo (2014, pág. 02)

3.2. Variables y Operacionalización

Operacionalización de variables.

Se considera para este nivel de investigación dos tipos de variables como son la variable independiente y dependiente. Supo (2014, pág. 07)

El cuadro de operacionalización de variables se expresa con más detalle en el anexo 01.

Variable independiente.

Sera el porcentaje de filler que se modificó para cada diseño de mezcla asfáltica en proporciones dadas.

Variable dependiente

Serán los parámetros de diseño de las mezclas asfálticas en caliente.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población.

Con respecto a la población estos son un conjunto finito o infinito de elementos que serán el objetivo de estudio. (Arias Odón 2012)

La población para esta investigación estuvo dada por probetas de mezclas asfálticas en caliente adicionando relave minero como filler en proporciones de 0, 0.5%, 1.0% y 1.5%.

Muestra.

La muestra es un subconjunto de la población ya que resulta ser muy extenso abarcar ello por lo tanto extraemos una parte para que sea más factible analizar. Arias (2012, pág. 83)

El tamaño de la muestra fue de 60 probetas. Ya que se realizaron 15 probetas para diseño (proporción) según el MTC se adicione proporciones de PEN 120/150 DE 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Numero de probetas y sus diferentes proporciones.

| | DISEÑO PATRÓN + (0%) RELAVE MINERO | DISEÑO PATRÓN + (0.5%) RELAVE MINERO | DISEÑO PATRÓN + (1.0%) RELAVE MINERO | DISEÑO PATRÓN + (1.5%) RELAVE MINERO |
|--------------------|--|--|--|--|
| PEN 120/150 (4.5%) | 3 especímenes | 3 especímenes | 3 especímenes | 3 especímenes |
| PEN 120/150 (5%) | 3 especímenes | 3 especímenes | 3 especímenes | 3 especímenes |
| PEN 120/150 (5.5%) | 3 especímenes | 3 especímenes | 3 especímenes | 3 especímenes |
| PEN 120/150 (6%) | 3 especímenes | 3 especímenes | 3 especímenes | 3 especímenes |
| PEN 120/150 (6.5%) | 3 especímenes | 3 especímenes | 3 especímenes | 3 especímenes |
| PARCIAL | 15 especímenes | 15 especímenes | 15 especímenes | 15 especímenes |
| TOTAL | | | | 60 especímenes |

Fuente: Elaboración propia

Muestreo.

El muestreo se denomina a la forma de la recolección de la muestra para su posterior evaluación. Arias (2012, pág. 83 - 84)

Para este tema en cuestión se usó el tipo de muestreo intencional.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnicas.

La técnica usada para la recolección de datos se realizó mediante la técnica observacional la cual tiene como objetivo recolectar datos y su posterior cuantificación de la variable independiente. (Supo 2014)

Esta técnica en nuestro caso nos sirvió para recolectar y medir las variables evitando así errores.

Instrumentos.

Los instrumentos son las herramientas que nos ayudaron a la recolección de datos.

- Balanza de precisión
- Ficha de recolección
- Herramientas manuales
- Cámara de fotos
- Equipos de laboratorio

3.5. Validez y confiabilidad.

Validez.

La validez de los equipos tales como Balanza de precisión, herramientas manuales, cámara de fotos y los equipos de laboratorio; su calibración y sus especificaciones técnicas fueron dadas por el fabricante y de ser el caso por el laboratorio al cual se recurrió para realizar dichos ensayos. En caso de las fichas de recolección la validez fue dada por la opinión de expertos.

Confiabilidad.

Según (Hidalgo 2016) la confiabilidad significa el grado de igualdad de las respuestas obtenidas entre el investigador y su contraparte la investigación propiamente dicha. De esta manera aseguramos la confiabilidad de los instrumentos usados en la investigación.

Se sintetizó en rangos de categorización y condición como se explica en la tabla 3.

Tabla 3: Coeficiente de Confiabilidad Alfa de Cronbach

| Categorización | Condición |
|-----------------|-------------------------|
| 0.01 hasta 0.20 | Confiabilidad nula |
| 0.21 hasta 0.40 | Confiabilidad baja |
| 0.41 hasta 0.60 | Confiable |
| 0.61 hasta 0.80 | Muy confiable |
| 0.81 hasta 1.00 | Excelente confiabilidad |

Fuente: (Ruiz Bolivar 2013)

Para nuestro caso la confiabilidad se dio en base a instrumentos de validación de datos revisados y analizados por ingenieros colegiados con experiencia en la materia los cuales verificaron los ítems y los puntuaron en base a la escala de Likert como se observa en la tabla 4.

Tabla 4: Tabla de Cálculo de Confiabilidad Alfa de Cronbach.

| OBSERVACIONES | ITEMS | | | | | | | | SUMA |
|---------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| 1 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 39 |
| 2 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 33 |
| 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 35 |
| VARIANZA | 0.67 | 0.22 | 0.22 | 0.89 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | |
| $\sum s_i^2$ | 2.889 | | | | | | | | |
| S_t^2 | 6.222 | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

El valor de α Calculado se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{k(1 - \sum s_i^2 / s_t^2)}{k-1}$$

$$\alpha = \frac{10(1 - 2.889/6.222)}{10-1}$$

$$\alpha = 0.612244898$$

Verificando en la Tabla N° 4 nuestro α de Cronbach tiene una condición de muy confiable.

3.6. Procedimientos.

Agregados

- Visita a la planta de asfalto y obtención de agregados gruesos y finos como se muestra en la figura 16, siguiendo las especificaciones dadas en el manual de especificaciones técnicas generales sección 415 subsección 415.02, la cual nos indica que se denominara agregado grueso a la parte que se retiene en el tamiz N° 4 (4.75 mm) y agregado fino a la parte que se encuentra entre los tamices N° 4 (4.75 mm) y N° 200 (75 μ m)



Figura 16: Visita a la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca.

Fuente: Elaboración propia

- Se verifico la procedencia de los materiales, los agregados gruesos y finos proviene de la trituración de roca, grava, también se verifico el estado de las partículas limpias y exentas de polvo, tierra, o algún otro contaminante como se observa en la figura 17.



Figura 17: Verificación y extracción de agregado grueso y fino.

Fuente: Elaboración propia

- Extracción del filler (relave minero) se muestra en la figura 18, el material proviene de la trituración de agregados pétreos como indica el manual de especificaciones técnicas generales.



Figura 18: Extracción de relave minero.

Fuente: Elaboración propia

- Análisis de metales mediante el analizador Thermo Scientific Niton XL2 (XRF) del relave minero extraído esto con el fin de identificar los componentes de nuestro filler como se observa en la figura 19 y se detalla en la tabla N° 7



Figura 19: Análisis de metales de relave minero.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5: *Metales preciosos y su porcentaje en relave minero.*

| Elemento | % |
|----------|-------|
| Au | 1.60 |
| Ag | 1.91 |
| Pd | 0.980 |
| Rh | 4.92 |
| Ru | 0.785 |
| Ir | 10.70 |
| Cd | 2.08 |
| Fe | 68.58 |
| Zn | 0.631 |
| Mn | 0.983 |
| Ti | 5.97 |

Fuente: Elaboración Propia

- Mezclado Secado y Cuarteo manual del material, en el caso de los agregados finos el agregado se mantuvo con la suficiente humedad para evitar la pérdida de finos como se muestra en la figura 20.



Figura 20: Cuarteo de los agregados.

Fuente: Elaboración Propia

- El ensayo de análisis granulométrico para los agregados gruesos y finos nos regimos a la norma EG-2013 que nos indica que la parte grueso se retiene en el tamiz N° 4 y la parte fina entre el tamiz N° 4 y N°200, al realizar la combinación de agregados Gruesos Finos y Filler se hizo otro Análisis Granulométrico Combinado el cual nos regimos por la norma ASTM D3515 “Especificación estándar para Mezclas bituminosas para pavimentación mezcladas en caliente” la cual nos indica el análisis granulométrico respecto a el tamaño máximo de partículas que para nuestro caso fue de $\frac{1}{2}$ ”



Figura 21: Ensayos de granulometría de los agregados.

Fuente: Elaboración Propia

- Se realizó el ensayo de durabilidad de los agregados al sulfato de sodio y magnesio, se incorporó sulfato de sodio y magnesio en agua a una temperatura de 25°C a 30°C se introdujeron las muestras por 17 horas aprox., se secó las muestras en horno y se procedieron a pesar.



Figura 22: Ensayo de Durabilidad de los agregados gruesos.

Fuente: Elaboración Propia

- Para el ensayo de Adherencia se procedió a contar un numero definido de agregados luego se hizo la mezcla de los agregados con cemento asfáltico PEN 120/150, luego se procedió a verificar y clasificar a aquellos que no fueron adheridos con el cemento asfáltico como parcialmente cubierto o completamente cubierto como se observa en la figura 23.



Figura 23: Ensayo de Adherencia de los agregados gruesos.

Fuente: Elaboración Propia.

- Para el ensayo de Partículas Chatas y Caras Fracturadas de los agregados gruesos se procedió a tamizar una cantidad mínima para cada tamiz, luego en una bandeja se clasificó las partículas como chatas, alargadas y ni chatas ni alargadas, luego con el calibrador comenzamos a medir cada una de ellas como se muestra en la figura 24.



Figura 24: Ensayo de Partículas Chatas y Caras Fracturadas.

Fuente: Elaboración Propia

- Se realizó el ensayo de Sales Solubles de los agregados finos y gruesos, secando los agregados y agregando agua destilada a la muestra como se observa en la figura 25, agitamos la muestra en un vaso decantado y luego decantamos durante 10 min, se repite el proceso hasta que se detecte sales.



Figura 25: Ensayo de Sales Solubles de los agregados finos y gruesos.

Fuente: Elaboración Propia

- Para el ensayo de absorción se realizó en primer lugar pesando muestras para determinado tamiz, luego se procedió a secar la muestra a 110°C, seguidamente hacemos rodar la muestra en un paño, pero teniendo aun humedad en las partículas, pesamos estas muestras luego pesamos la muestra sumergida en agua, secamos la muestra nuevamente en el horno y pesamos de nuevo, se realizan los cálculos correspondientes.



Figura 26: Ensayo de Absorción de los agregados gruesos.

Fuente: Elaboración Propia

- Para el ensayo de Equivalente de Arena de los agregados finos seleccionamos 1.5 kg de agregado, tamizamos la muestra en el tamiz N° 4, añadimos el agregado al recipiente de medida y añadimos la solución stock, sacudimos ligeramente y registramos la cantidad de material contenido.



Figura 27: Ensayo de Equivalente de Arena de los agregados finos.

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de Mezcla Asfáltica Método Marshall

- Se procedió al calentamiento del cemento asfáltico PEN 120/150 a 140°C para su posterior mezcla con los agregados, como se muestra en la figura 28.



Figura 28: Calentamiento de cemento asfáltico.

Fuente: Elaboración Propia

- Preparamos los agregados Grueso, Fino, Arena Natural y el filler a los porcentajes de 0.5%, 1%, 1.5%.



Figura 29: Agregado grueso, fino y filler.

Fuente: Elaboración Propia

- Mezcla de los agregados, filler en proporciones de 0.5%, 1%, 1.5% y cemento asfáltico PEN 120/150.



Figura 30: Mezcla de los agregados, filler y cemento asfáltico.

Fuente: Elaboración Propia

- Moldeado de la mezcla asfáltica con las diferentes proporciones de filler a 6.35 cm aprox como se muestra en la figura 31.



Figura 31: Moldeado de la mezcla asfáltica con las diferentes % de filler.

Fuente: Elaboración Propia

- Para la compactación de los especímenes se hizo el chuseo correspondiente con una espátula luego se procedió a realizar la compactación a 75 golpes en ciclos constantes.



Figura 32: Prensado de los moldes a 75 golpes.

Fuente: Elaboración Propia

- Se procedió a armar el extractor de especímenes para obtener las probetas y ensayarlas posteriormente.



Figura 33: Armado del extractor de especímenes.

Fuente: Elaboración Propia

- Llevamos los especímenes a inmersión de agua de 30 a 40 min como se muestra en la figura 34, para luego secarlos con aire y realizar los ensayos correspondientes.



Figura 34: Inmersión de los especímenes en agua.

Fuente: Elaboración Propia

- Se ensayaron 3 especímenes por cada porcentaje de bitumen anotando los valores del dial como se muestra en la figura 35.



Figura 35: Medicion de la Estabilidad y Flujo Marshall.

Fuente: Elaboración Propia

3.7. Aspectos Éticos.

En cuanto a la ética en esta investigación asumimos la responsabilidad de todo lo mencionado anteriormente, de acuerdo al artículo N° 06 el plagio se evitó y hubo transparencia en el proceso de investigación, respecto al artículo N° 15 las citas de los autores fueron hechas correctamente de acuerdo a la norma ISO 690 y en cuanto artículo N° 18 los laboratorios cuentan con la calidad y certificación que se requiere, tal como se nos indica el Código de Ética de esta casa de estudios.

IV. RESULTADOS

Agregados

Análisis Granulométrico Agregado Grueso.

Respecto al análisis granulométrico por tamizado que se hizo para agregado grueso podemos observar que el 98.2% de partículas se retuvieron en la malla N° 4 como se muestra en la tabla 6, estos resultados fueron obtenidos para la Mezcla Asfáltica Control, los análisis granulométricos de agregado grueso para MAC 2, MAC 3 Y MAC 4 con 0.5%, 1.0%,1,5% de filler respectivamente se muestran en el anexo 5.

Tabla 6: Análisis granulométrico para agregado Grueso (MAC Control)

| TAMIZADO | | | | | | | |
|----------|--------------|--------|----------|------|---------|---------------|--|
| TAMIZ | | | RETENIDO | | PASANTE | ACUMULADO (%) | |
| N | DENOMINACIÓN | | PESO (g) | % | SUELO | | |
| | ASTM | (mm) | | | % | | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 733 | 7.2 | 92.8 | | |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 3,462 | 33.8 | 59.0 | | |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 3,204 | 31.3 | 27.7 | | |
| 10 | #4 | 4.750 | 2,657.0 | 25.9 | 1.8 | | |
| 11 | #8 | 2.360 | 350.0 | 1.8 | 0.0 | | |
| 12 | #20 | 0.850 | | | | | |
| 13 | #40 | 0.425 | | | | | |
| 14 | #100 | 0.150 | | | | | |
| 15 | #200 | 0.075 | | | | | |
| 16 | Fondo | 0.075 | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Análisis Granulométrico Agregado Fino

Respecto al análisis granulométrico por tamizado que se hizo para agregado fino podemos observar que el 92.3 % de partículas se retuvieron entre la malla N° 4 y la malla N° 200 como se muestra en la tabla 7, estos resultados fueron obtenidos para la Mezcla Asfáltica Control, los análisis granulométricos de agregado fino para MAC 2, MAC 3 Y MAC 4 con 0.5%, 1.0%,1,5% de filler respectivamente se muestran en el anexo 5.

Tabla 7: Análisis granulométrico para agregado Fino (MAC Control)

| TAMIZADO | | | | | | |
|-----------------|--------------|--------|----------|-------------|-----------------------|--|
| TAMIZ | | | RETENIDO | | PASANTE ACUMULADO (%) | |
| N | DENOMINACIÓN | | PESO (g) | % | SUELO | |
| | ASTM | (mm) | | | % | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 10 | #4 | 4.750 | 435.0 | 31.9 | 68.1 | |
| 11 | #8 | 2.360 | 325.2 | 23.8 | 44.3 | |
| 12 | #16 | 1.190 | 206.1 | 15.1 | 29.3 | |
| 13 | #30 | 0.600 | 117.5 | 8.6 | 20.7 | |
| 14 | #50 | 0.300 | 70.7 | 5.2 | 15.5 | |
| 15 | #100 | 0.150 | 63.8 | 4.7 | 10.8 | |
| 16 | #200 | 0.075 | 42.8 | 3.1 | 7.7 | |
| 17 | Fondo | | 104.9 | 7.7 | | |

Fuente: Elaboración Propia

Análisis Granulométrico Agregado Natural

Respecto al análisis granulométrico por tamizado que se hizo para agregado fino podemos observar que el 94.5 % de partículas se retuvieron entre la malla N° 4 y la malla N° 200 como se muestra en la tabla 8, estos resultados fueron obtenidos para la Mezcla Asfáltica Control, los análisis granulométricos de agregado natural para MAC 2, MAC 3 Y MAC 4 con 0.5%, 1.0%,1,5% de filler respectivamente se muestran en el anexo 5.

Tabla 8: Análisis granulométrico para Agregado Natural (MAC Control)

| TAMIZADO | | | | | | |
|-----------------|--------------|--------|----------|-------------|-------------|---------------|
| TAMIZ | | | RETENIDO | | PASANTE | ACUMULADO (%) |
| N | DENOMINACIÓN | | PESO (g) | % | SUELO | |
| | ASTM | (mm) | | | % | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | |
| 10 | #4 | 4.750 | 294.0 | 10.9 | 89.1 | |
| 11 | #8 | 2.360 | 328.8 | 12.1 | 77.0 | |
| 12 | #16 | 1.190 | 504.6 | 18.6 | 58.4 | |
| 13 | #30 | 0.600 | 591.4 | 21.8 | 36.6 | |
| 14 | #50 | 0.300 | 494.2 | 18.2 | 18.4 | |
| 15 | #100 | 0.150 | 327.2 | 12.0 | 6.4 | |
| 16 | #200 | 0.075 | 77.8 | 2.9 | 3.5 | |
| 17 | Fondo | 0.075 | 96.0 | 3.5 | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Análisis Granulométrico Combinado

Respecto al análisis granulométrico por tamizado que se hizo para para los agregados combinados podemos observar que los porcentajes pasantes están dentro de los rangos que nos brinda la norma ASTM D 3515 que se detalla mejor en la figura 9, para un tipo de Mezcla Asfáltica D-4 como se muestra en la tabla 9, estos resultados fueron obtenidos para la Mezcla Asfáltica Control, los análisis granulométricos de agregado combinado para MAC 2, MAC 3 Y MAC 4 con 0.5%, 1.0%,1,5% de filler respectivamente se muestran en el anexo 5.

Tabla 9: Análisis granulométrico para Agregado Combinado (MAC Control)

| TAMIZADO | | | | | | | |
|-----------------|--------------|--------|----------|------|---------|--------------------------------------|-----|
| TAMIZ | | | RETENIDO | | PASANTE | ACUMULADO (%) | |
| N | DENOMINACIÓN | | PESO (g) | % | SUELO | | |
| | ASTM | (mm) | | | % | ASTM D 3515 ESPECIFICACION D-4 | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | 100 | 100 |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 78 | 2.6 | 97.4 | 90 | 100 |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 436 | 14.5 | 82.9 | | |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 364 | 12.1 | 70.7 | 56 | 80 |
| 10 | #4 | 4.750 | 710.0 | 23.7 | 47.1 | 35 | 65 |
| 11 | #8 | 2.360 | 380.1 | 11.9 | 35.1 | 23 | 49 |
| 12 | #16 | 1.190 | 315.1 | 9.9 | 25.3 | | |
| | #30 | 0.600 | 265.7 | 8.3 | 16.9 | | |
| 13 | #50 | 0.300 | 196.5 | 6.2 | 10.8 | 5 | 19 |
| 14 | #100 | 0.150 | 165.0 | 5.2 | 5.6 | | |
| 15 | #200 | 0.075 | 61.0 | 1.9 | 3.7 | 2 | 8 |
| 16 | Fondo | 0.075 | 116.6 | 3.7 | | | |

Requerimientos para los Agregados Gruesos de Mezclas Asfálticas en Caliente

Según el MTC en la EG-2013 Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción en la Sección 423 Subsección 423.02 nos indica que los agregados gruesos que serán componentes de una Mezcla asfáltica en Caliente deberán cumplir con los requisitos mínimos establecidos, la tabla 10 nos muestra los ensayos realizados y sus resultados.

Tabla 10: Requerimientos y resultados de Agregados Gruesos.

| | ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS | ABRASIÓN LOS ÁNGELES | PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS | PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS | DURABILIDAD | SALES SOLUBLES | ADHERENCIA | INDICE DE DURABILIDAD |
|--|----------------------------|----------------------|--|---------------------------------|-------------|----------------|------------|-----------------------|
| REQUERIMIENTOS EG-2013 Altitud >3000 msnm | 1.0% MAX | 35% MAX | 10% MAX | 90/70 | 15% MAX | 0.5% MAX | >95% | 35% MIN |
| MUESTRA 1 | 2.569 % | 20.4 % | 2.93 % | 98.99/ 95.70 | 4.77% | 0.077% | 98% | 60.3% |
| MUESTRA 2 | | | 3.10% | 96.74% | | | | |
| MUESTRA 3 | | | 3.63% | 95.40% | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

*Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.(MTC 2013)

Requerimientos para los Agregados Finos de Mezclas Asfálticas en Caliente

Según el MTC en la EG-2013 Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción en la Sección 423 Subsección 423.02 nos indica que los agregados gruesos que serán componentes de una Mezcla asfáltica en Caliente deberán cumplir con los requisitos mínimos establecidos, la tabla 11 nos muestra los ensayos realizados y sus resultados.

Tabla 11: Requerimientos y resultados de Agregados Finos.

| | EQUIVALENTE DE ARENA | ANGULARIDAD | INDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N° 40) | ABSORCIÓN | DURABILIDAD | SALES SOLUBLES | INDICE DE DURABILIDAD | INDICE DE PLASTICIDAD (MALLA N.° 200) |
|--|----------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|-------------|----------------|-----------------------|---------------------------------------|
| REQUERIMIENTOS EG-2013 ALTITUD >3000 MSNM | 70 | 40 | NP | 0.5% MAX | 18% MAX | 0.5% MAX | 35% MIN | NP |
| ARENA CHANCADA | 71.7 | 52.1 | NP | 2.80 7 % | 6.1% | 0.082 % | 42.35 % | NP |
| ARENA NATURAL | 76.9 | 45.4 | NP | 2.97 6% | 9.0% | 0.097 % | 39.69 % | NP |

Fuente: Elaboración Propia

**Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.(MTC 2013)

Mezcla Asfáltica en Caliente Método Marshall

Mezcla Asfáltica Control

Los resultados de la mezcla asfáltica control superaron los parámetros mínimos requerido por el MTC como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12: *Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica Control*

| CARACTERISTICAS | RESULTADOS |
|-----------------------------|------------|
| Golpes por cara | 75 |
| Cemento asfáltico (PEN) | 120/150 |
| Peso unitario | 2.275 |
| Porcentaje de vacíos | 3.8 |
| Flujo 0.01" | 3.3 |
| Estabilidad | 919 |
| Estabilidad/flujo | 2785 |
| Relación polvo - asfalto | 0.8 |

Fuente: Elaboración Propia

La dosificación óptima luego del procesamiento de datos y realizando una línea de tendencia exponencial nos indica que el bitumen óptimo es de 6.19% como se observa en la figura 36.

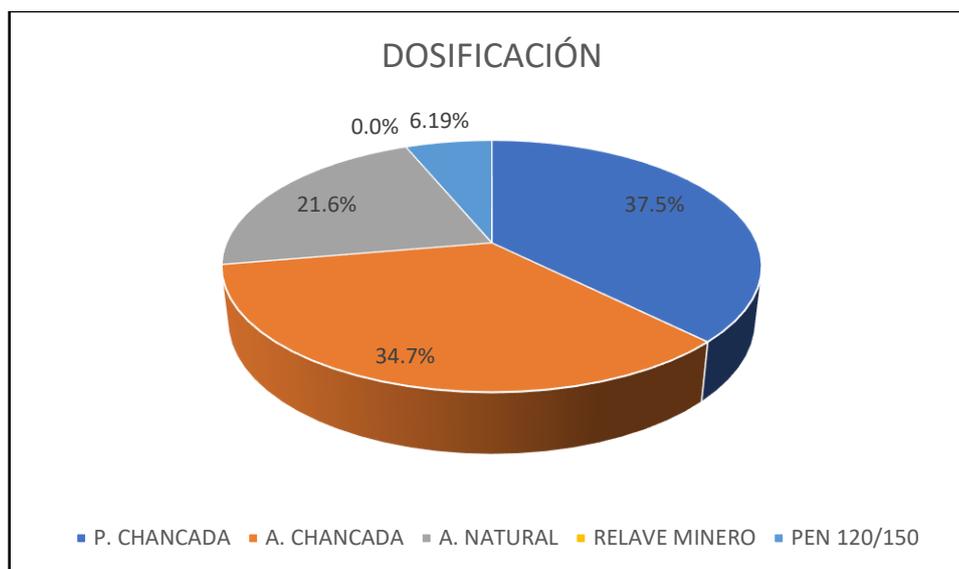


Figura 36: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control.

Fuente: Elaboración Propia.

Las estabilidades para el MAC Control respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.19% de cemento asfáltico se halló la estabilidad más alta de 919 kg como se observa en el gráfico 37.

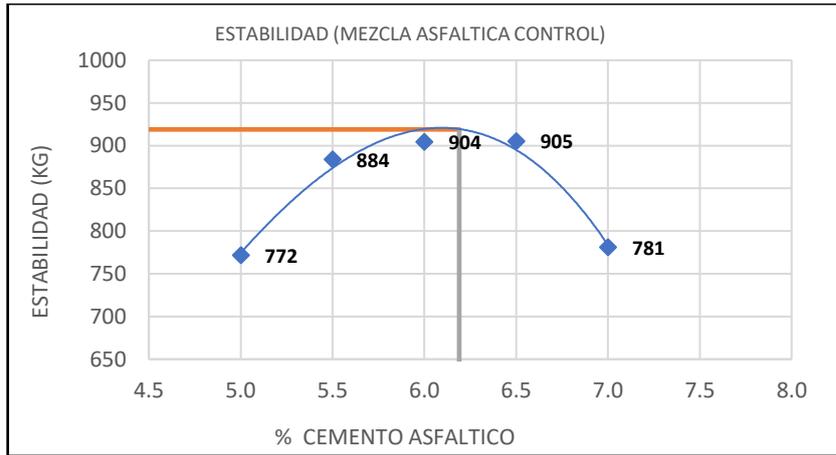


Figura 37: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño Control)

Fuente: Elaboración Propia

El flujo para el MAC Control respecto al porcentaje de cemento asfaltico nos indican que a 6.19% de cemento asfaltico se halló un flujo de 3.3 mm como se observa en el grafico 38.

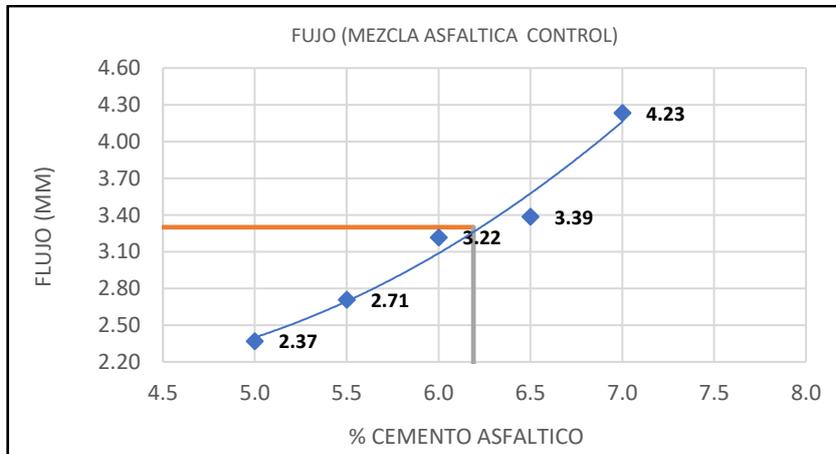


Figura 38: Flujo vs porcentajes de cemento asfaltico (Diseño Control).

Fuente: Elaboración Propia

El Porcentaje de Vacíos para el MAC Control respecto al porcentaje de cemento asfaltico nos indican que a 6.19% de cemento asfaltico se halló un Porcentaje de Vacíos de 3.8 como se observa en el grafico 39.

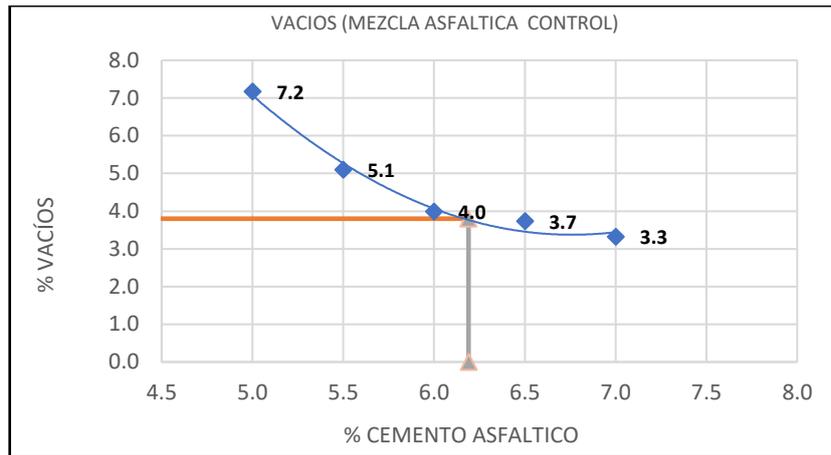


Figura 39: % de Vacíos vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño Control)

Fuente: Elaboración Propia

Mezcla Asfáltica control + 0.5% de Filler (Relave Minero)

Respecto a los resultados de la Mezcla Asfáltica Control + 0.5% de filler se observa un menor Porcentaje de Vacíos ya que se adiciono Filler con ese fin, el Flujo y el Porcentaje de Vacíos se mantienen en el rango de la norma, esto se muestra en la tabla 13.

Tabla 13: Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica 2

| CARACTERISTICAS | RESULTADOS |
|-----------------------------|------------|
| Golpes por cara | 75 |
| Cemento asfáltico (PEN) | 120/150 |
| Peso unitario | 2.283 |
| Porcentaje de vacíos | 3.5 |
| Flujo 0.01" | 3.4 |
| Estabilidad | 979 |
| Estabilidad/flujo | 2879 |
| Relación polvo - asfalto | 1.0 |

Fuente: Elaboración Propia

La dosificación óptima luego del procesamiento de datos y realizando una línea de tendencia exponencial nos indica que el bitumen óptimo es de 6.12% como se observa en la figura 40.

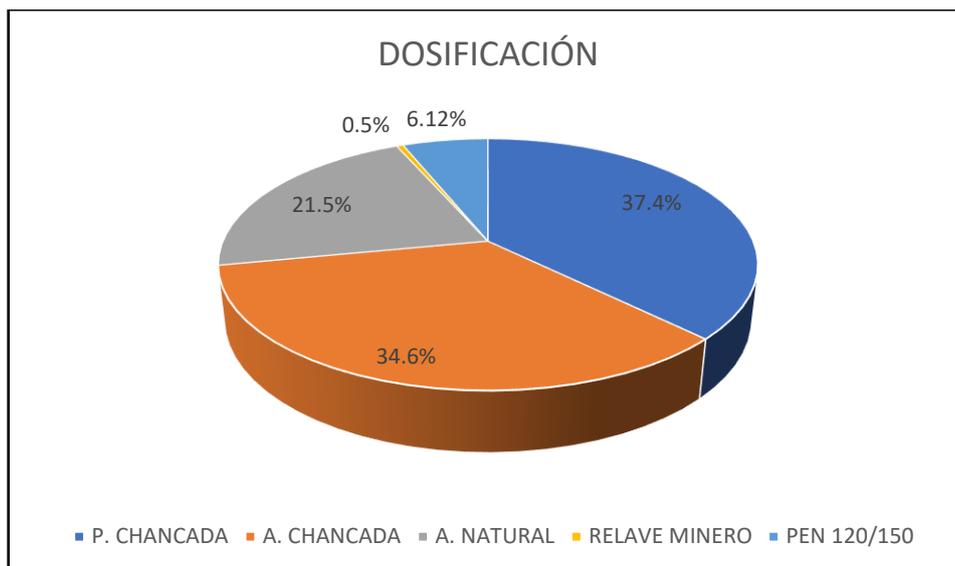


Figura 40: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control + 0.5% Filler.

Fuente: Elaboración Propia

Las estabilidades para el MAC Control +0.5% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.12% de cemento asfáltico se halló la estabilidad más alta de 979 kg como se observa en la figura 41.

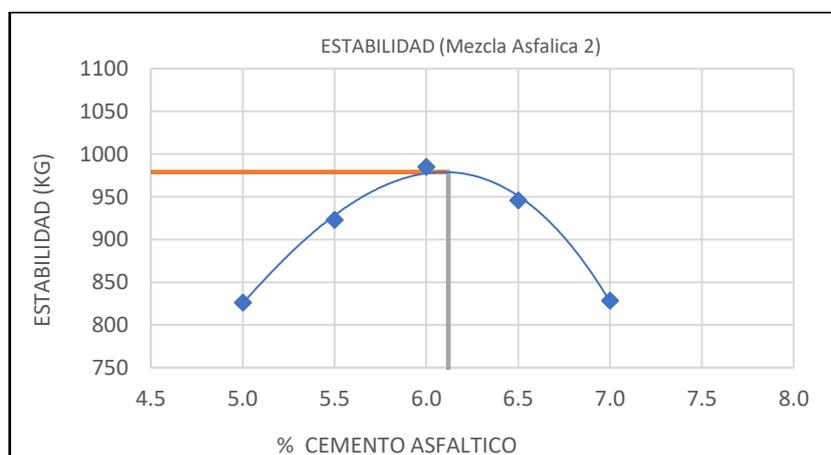


Figura 41: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 2)

Fuente: Elaboración Propia

El flujo para el MAC Control +0.5% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.12% de cemento asfáltico se halló un flujo de 3.4 mm como se observa en la figura 42.

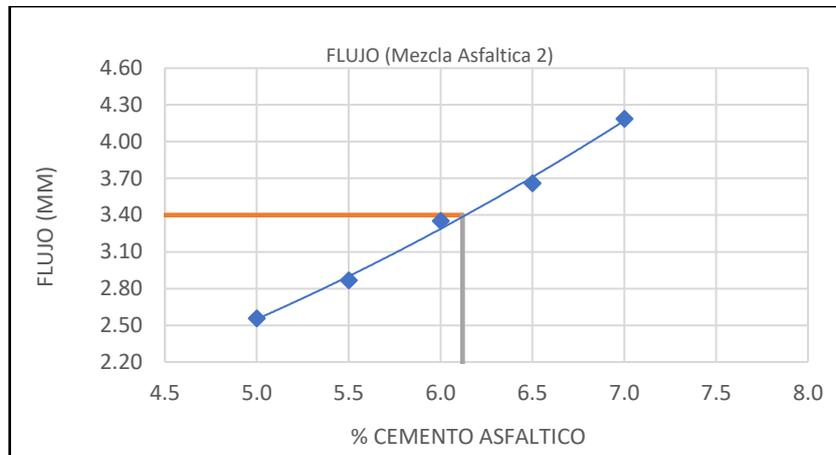


Figura 42: Flujo vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 2)

Fuente: Elaboración Propia

El Porcentaje de Vacíos para el MAC Control +0.5% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.12% de cemento asfáltico se halló un Porcentaje de Vacíos de 3.5 como se observa en la figura 43.

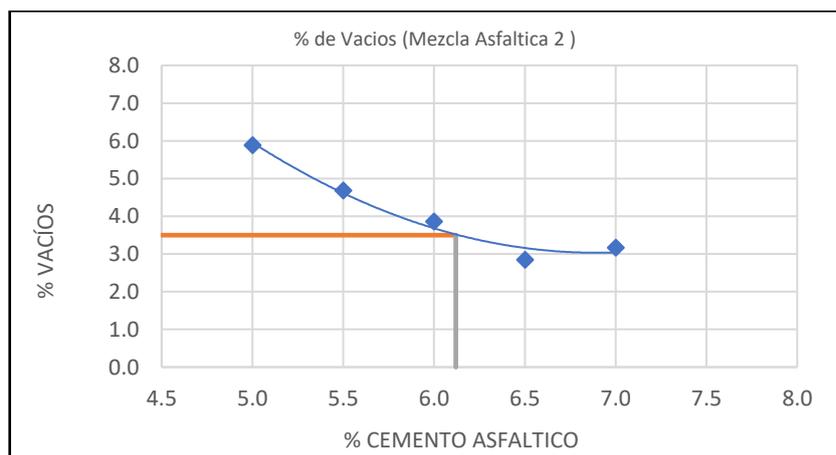


Figura 43: Porcentaje de vacíos vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 2)

Fuente: Elaboración Propia

Mezcla Asfáltica Control + 1.0% de Filler (Relave Minero)

Respecto a los resultados de la Mezcla Asfáltica Control + 1.0% de filler se observa un menor Porcentaje de Vacíos ya que se adiciono Filler con ese fin, el Flujo y el Porcentaje de Vacíos se mantienen en el rango de la norma, esto se muestra en la tabla 14.

Tabla 14: *Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica 3.*

| CARACTERISTICAS | RESULTADOS |
|-----------------------------|------------|
| Golpes por cara | 75 |
| Cemento asfáltico (PEN) | 120/150 |
| Peso unitario | 2.295 |
| Porcentaje de vacíos | 3.3 |
| Flujo 0.01" | 3.5 |
| Estabilidad | 985 |
| Estabilidad/flujo | 2814 |
| Relación polvo - asfalto | 1.1 |

Fuente: Elaboración Propia

La dosificación óptima luego del procesamiento de datos y realizando una línea de tendencia exponencial nos indica que el bitumen óptimo es de 6.03% como se observa en la figura 44.

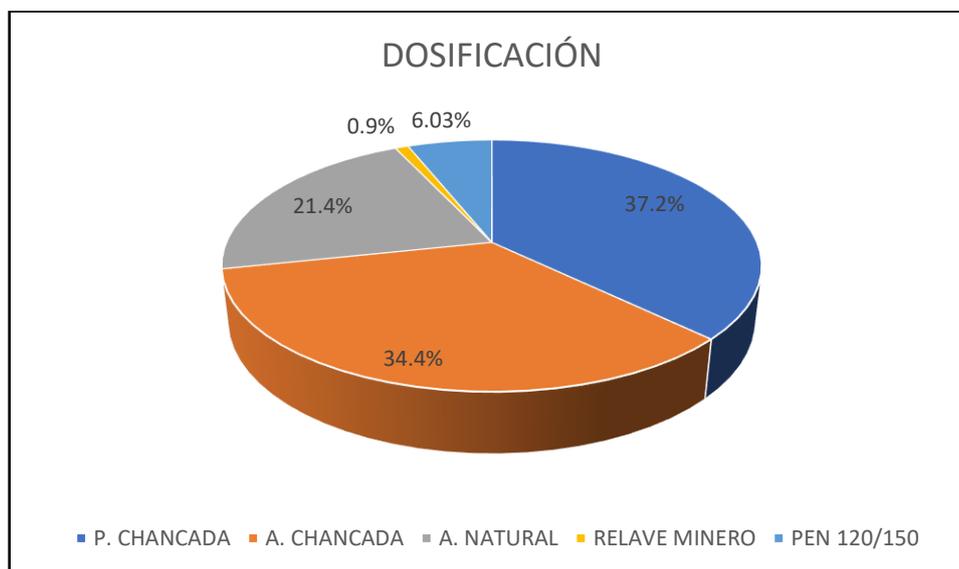


Figura 44: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control + 1.0% Filler

Fuente: Elaboración Propia

Las estabilidades para el MAC Control + 1.0% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.03% de cemento asfáltico se halló la estabilidad más alta de 985 kg como se observa en la figura 45.

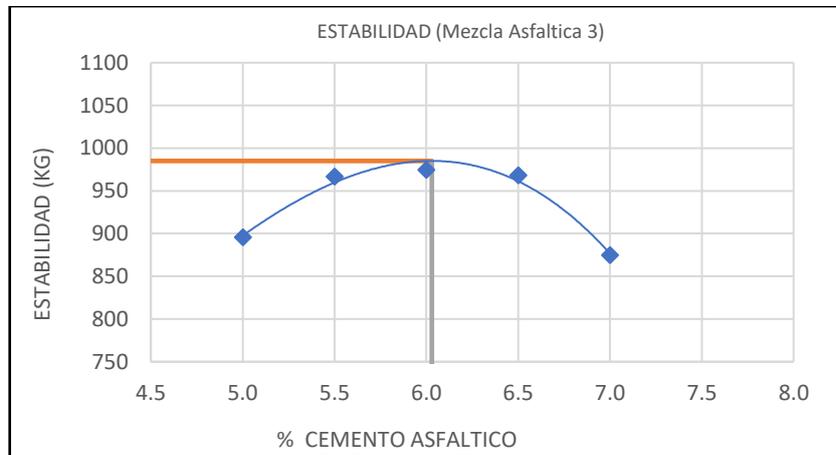


Figura 45: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 3)

Fuente: Elaboración Propia

El flujo para el MAC Control + 1.0% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.03% de cemento asfáltico se halló un flujo de 3.5 mm como se observa en la figura 46.

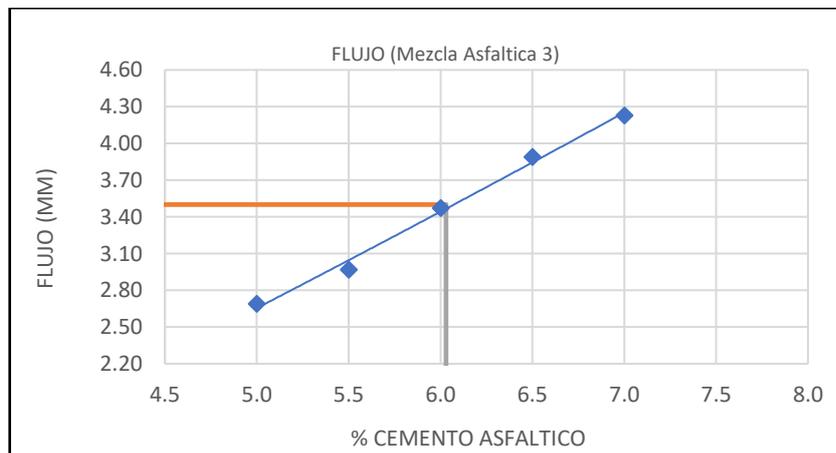


Figura 46: Flujo vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 3)

Fuente: Elaboración Propia

El Porcentaje de Vacíos para el MAC Control + 1.0% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 6.03% de cemento asfáltico se halló un Porcentaje de Vacíos de 3.3 como se observa en la figura 47.

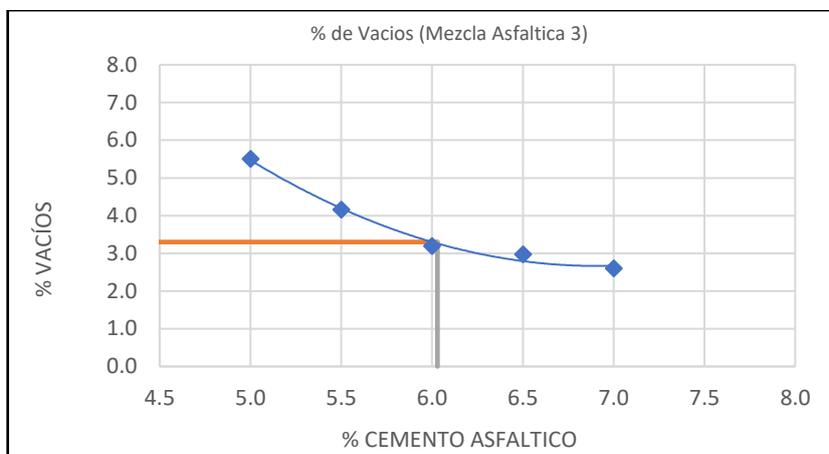


Figura 47: Porcentaje de vacíos vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 3)

Fuente: Elaboración Propia

Mezcla Asfáltica control + 1.5% de Filler (Relave Minero)

Respecto a los resultados de la Mezcla Asfáltica Control + 1.5% de filler se observa un menor Porcentaje de Vacíos ya que se adiciono Filler con ese fin, el Flujo y el Porcentaje de Vacíos se mantienen en el rango de la norma, esto se muestra en la tabla 15.

Tabla 15: Parámetros de diseño Mezcla Asfáltica 4.

| CARACTERÍSTICAS | RESULTADOS |
|-----------------------------|-------------|
| Golpes por cara | 75 |
| Cemento asfáltico (PEN) | 120/150 |
| Peso unitario | 2.300 |
| Porcentaje de vacíos | 3.0 |
| Flujo 0.01" | 3.9 |
| Estabilidad | 1122 |
| Estabilidad/flujo | 2877 |
| Relación polvo - asfalto | 1.3 |

Fuente: Elaboración Propia

La dosificación óptima luego del procesamiento de datos y realizando una línea de tendencia exponencial nos indica que el bitumen óptimo es de 5.95% como se observa en la figura 48.

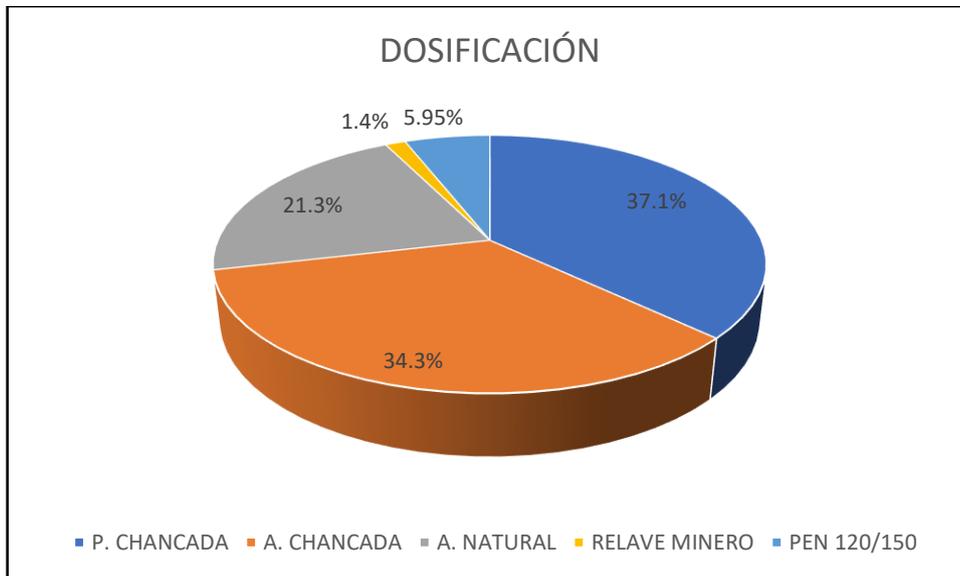


Figura 48: Dosificación Óptima Hallada para MAC Control + 1.0% Filler.

Fuente: Elaboración Propia

Las estabilidades para el MAC Control + 1.5% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 5.95% de cemento asfáltico se halló la estabilidad más alta de 1122 como se observa en la figura 49.

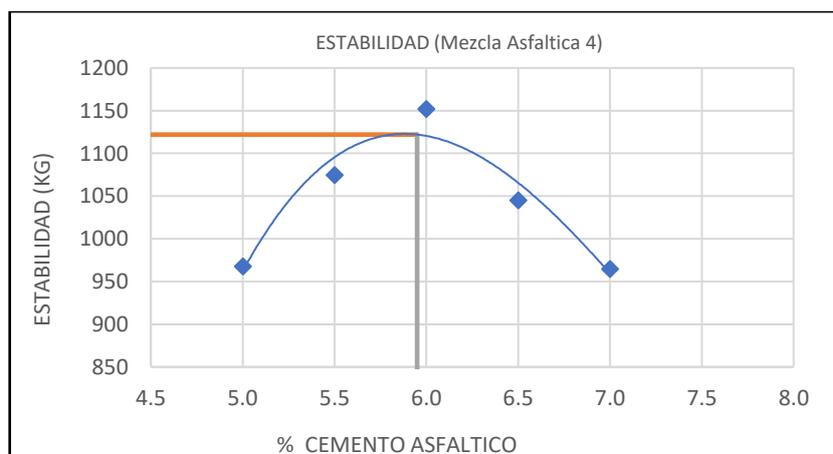


Figura 49: Estabilidad vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 4)

Fuente: Elaboración Propia

El flujo para el MAC Control + 1.5% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 5.95% de cemento asfáltico se halló un flujo de 3.9 mm como se observa en la figura 50.

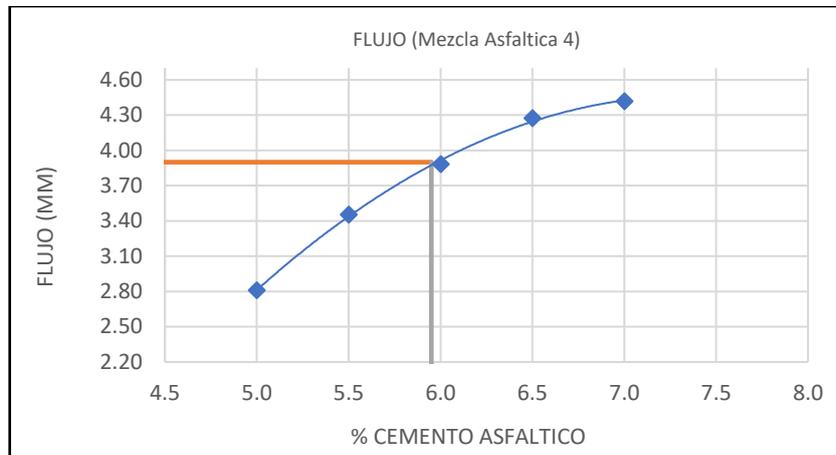


Figura 50: Flujo vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 4)

Fuente: Elaboración Propia

El Porcentaje de Vacíos para el MAC Control + 1.5% de filler respecto al porcentaje de cemento asfáltico nos indican que a 5.95% de cemento asfáltico se halló un Porcentaje de Vacíos de 3.0 como se observa en la figura 51.

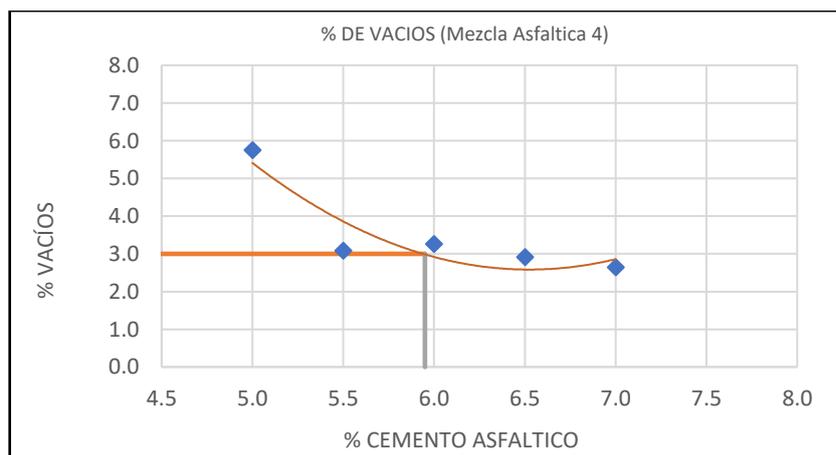


Figura 51: Porcentaje de vacíos vs porcentajes de cemento asfáltico (Diseño 4)

Fuente: Elaboración Propia

Resumen de los Parámetros en sus Porcentajes de Contenido Asfáltico.

Estabilidad.

Se puede observar en la figura 52 una comparativa de las estabilidades reales halladas contrastadas con el porcentaje de cemento asfáltico y el porcentaje de filler adicionado

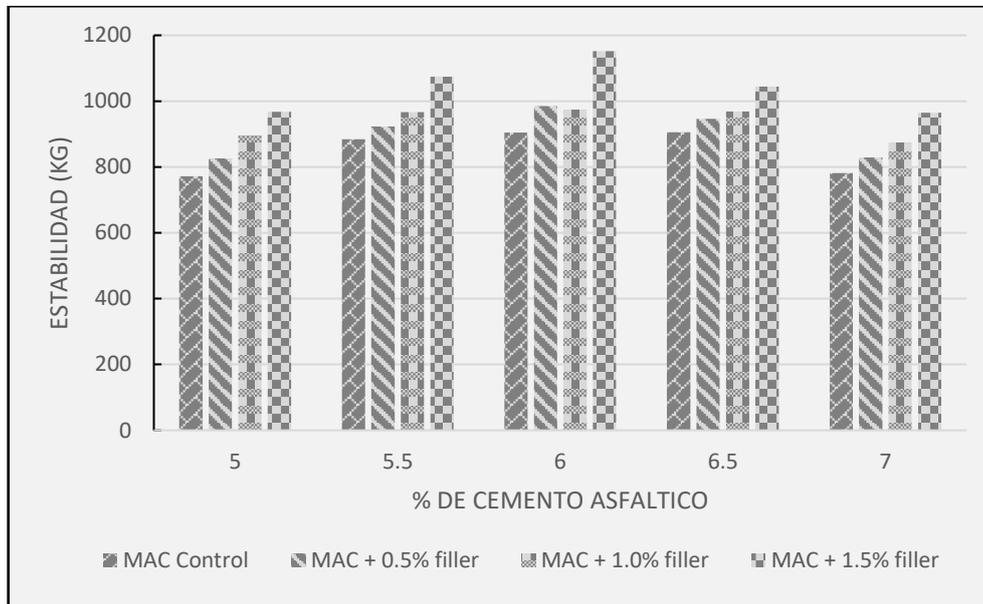


Figura 52: Resumen del Parámetro Estabilidad.

Fuente: Elaboración Propia

Flujo

Se puede observar en la figura 53 una comparativa de los flujos reales hallados contrastados con el porcentaje de cemento asfáltico y el porcentaje de filler adicionado.

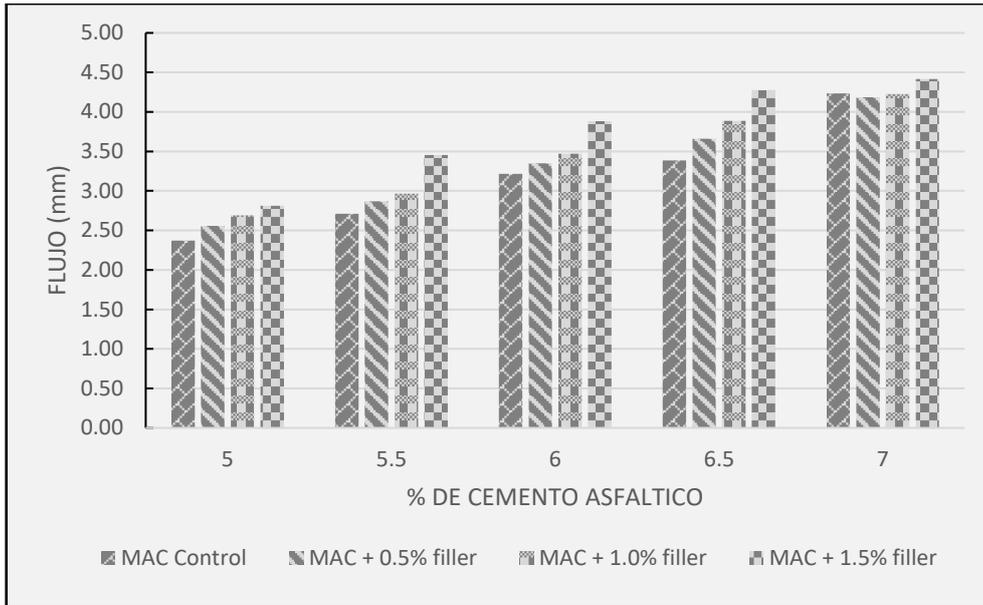


Figura 53: Resumen del Parámetro Flujo.

Fuente: Elaboración Propia.

Porcentaje de Vacíos

Se puede observar en la figura 54 una comparativa de los porcentajes de vacios reales hallados contrastados con el porcentaje de cemento asfaltico y el porcentaje de filler adicionado.

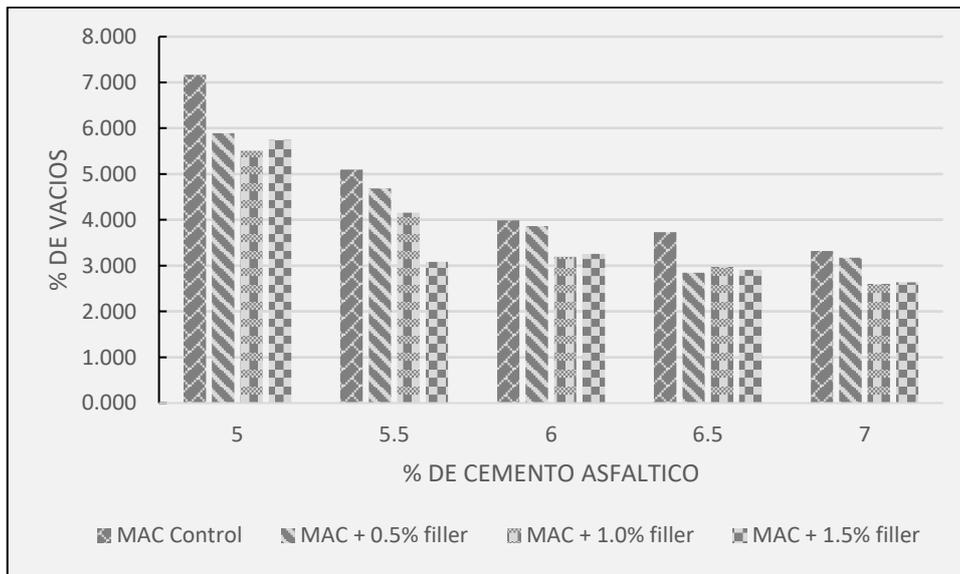


Figura 54: Resumen del Parámetro Porcentaje de Vacíos.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16 Resumen de los resultados de parámetros de diseño óptimos.

| CARACTERISTICAS | RESULTADOS | | | |
|--------------------------|--|---|---|---|
| | PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23% | PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5% | PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0% | PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5% |
| GOLPES POR CARA | 75 | 75 | 75 | 75 |
| CEMENTO ASFALTICO PEN | 120/150 | 120/150 | 120/150 | 120/150 |
| PESO UNITARIO | 2.275 | 2.283 | 2.295 | 2.300 |
| PORCENTAJE DE VACÍOS | 3.8 | 3.5 | 3.3 | 3.0 |
| V.M.A. | 13.9 | 13.4 | 12.9 | 12.5 |
| VACIOS LLENOS CON C.A. | 72.1 | 74.1 | 74.6 | 77.0 |
| FLUJO 0.01" | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.9 |
| ESTABILIDAD | 919 | 979 | 985 | 1122 |
| ESTABILIDAD/FLUJO | 2785 | 2879 | 2814 | 2877 |
| INDICE DE COMPATIBILIDAD | 7.58 | 7.66 | 7.72 | 7.84 |
| ESTABILIDAD RETENIDA 24H | 91.2 | 90.5 | 89.7 | 89.1 |
| RELACIÓN POLVO - ASFALTO | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.3 |

Fuente: Elaboración Propia

Contrastación de Hipótesis.

Según(Supo 2014) una hipótesis es una proposición anticipada esta puede ser verdadera o falsa.

Formulación de Hipótesis

Se formuló la Hipótesis Alternativa (H1) y la Hipótesis Nula (Ho) que viene a ser la negación de la alterna. (Supo 2014)

Ho: Hipótesis nula.

H1: Hipótesis alterna.

• Contrastación de Hipótesis Secundaria 1

Ho: $\mu=815$ kg La proporción de 1.5% de relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente no modifica el parámetro de Estabilidad.

Hi: $\mu\neq 815$ kg La proporción 1.5% de relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente modifica el parámetro de Estabilidad.

Se utilizó el valor P para realizar la contrastación de hipótesis

Valor $p >$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la Ho y se rechaza Hi.

Valor $p <$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la Hi y se rechaza Ho.

Para la investigación se consideró un nivel de significancia de 5% y un nivel de confianza de 95%.

Para hallar el valor p debemos de contar con conceptos matemáticos básicos como la media aritmética la desviación estándar como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17: Estadísticas Básicas Hipótesis Secundaria 1

| Variable | N | Media | Error estándar de la media | Desv.Est. |
|-------------|---|--------|----------------------------|-----------|
| ESTABILIDAD | 4 | 1001.3 | 42.9 | 85.8 |

Fuente: Elaboración Propia

Se realizo la prueba de Hipótesis Secundaria 1 como se muestra en la tabla 18

Tabla 18: Prueba de hipótesis Secundaria 1.

| | |
|-------------------|---------------------|
| Hipótesis nula | $H_0: \mu = 815$ |
| Hipótesis alterna | $H_1: \mu \neq 815$ |
| Valor T | Valor p |
| 4.34 | 0.023 |

Fuente: Elaboración Propia

Ya que el valor de P es menor al nivel de significancia aceptamos la Hipótesis Alternativa (H_i).

Elaboramos la gráfica de distribución de Probabilidad para mayor entendimiento como se muestra en la figura 55.

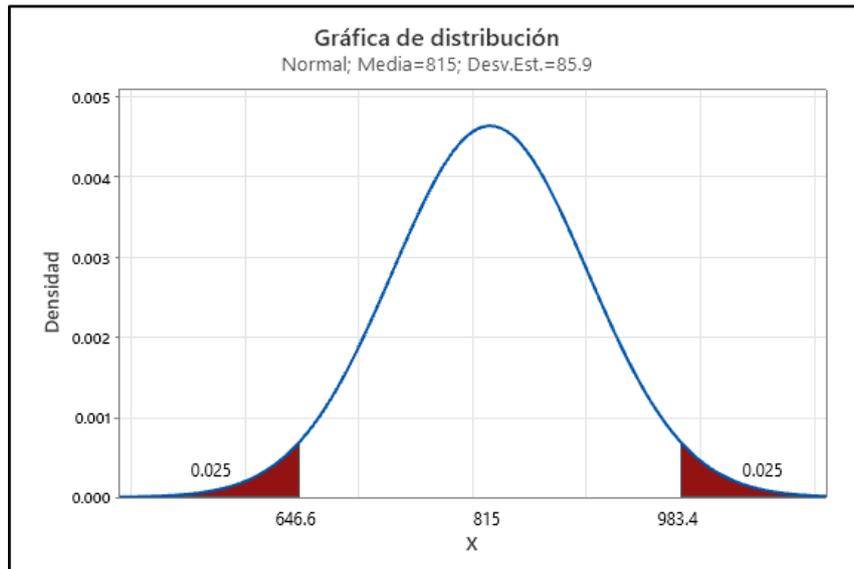


Figura 55: Gráfica de Distribución Hipotesis Secundaria 1.

Fuente: Elaboración Propia.

Contrastación de Hipótesis Secundaria 2

Ho: $\mu=2\text{mm}$ La proporción de 1.5% de relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente no modifica el parámetro de Flujo.

Hi: $\mu \neq 2\text{mm}$ La proporción de 1.5% de relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente modifica el parámetro de Flujo.

Se utilizó el valor P para realizar la contrastación de hipótesis

Valor $p >$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la Ho y se rechaza Hi.

Valor $p <$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la Hi y se rechaza Ho.

Para la investigación se consideró un nivel de significancia de 5% y un nivel de confianza de 95%.

Para hallar el valor p debemos de contar con conceptos matemáticos básicos como la media aritmética la desviación estándar como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19: Estadísticas Básicas Hipótesis Secundaria 2.

| Variable | N | Media | Error estándar de la media | Desv.Est. |
|----------|---|-------|----------------------------|-----------|
| FLUJO | 4 | 3.525 | 0.131 | 0.263 |

Fuente: Elaboración Propia.

Se realizó la prueba de Hipótesis Secundaria 2 como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20: Prueba de hipótesis Secundaria 2.

| | |
|-------------------|-------------------|
| Hipótesis nula | $H_0: \mu = 2$ |
| Hipótesis alterna | $H_1: \mu \neq 2$ |
| Valor T | Valor p |
| 11.60 | 0.001 |

Fuente: Elaboración Propia

Ya que el valor de P es menor al nivel de significancia aceptamos la Hipótesis Alternativa (H_i).

Elaboramos la gráfica de distribución de Probabilidad para mayor entendimiento como se muestra en la figura 56.

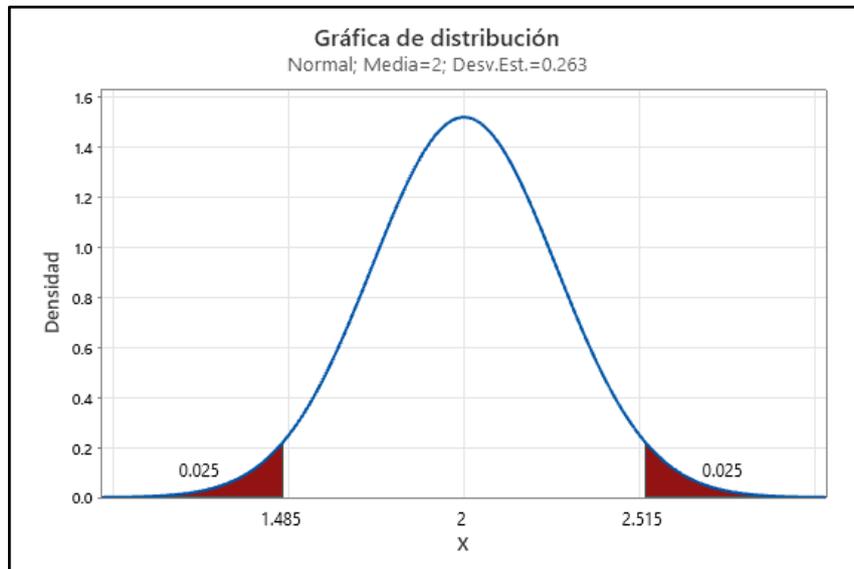


Figura 56: Grafica de Distribucion Hipotesis Secundaria 2

Fuente: Elaboración Propia

Contrastación de Hipótesis Secundaria 3

Ho: $\mu=4\%$ La proporción de 1.5% de relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente no modifica el parámetro de Porcentaje de Vacíos.

Hi: $\mu\neq 4\%$ La proporción de 1.5% de relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente modifica el parámetro de Porcentaje de Vacíos.

Se utilizo el valor P para realizar la contrastación de hipótesis

Valor $p >$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la Ho y se rechaza Hi.

Valor $p <$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la Hi y se rechaza Ho.

Para la investigación se consideró un nivel de significancia de 5% y un nivel de confianza de 95%.

Para hallar el valor p debemos de contar con conceptos matemáticos básicos como la media aritmética la desviación estándar como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21: Estadísticas Básicas Hipótesis Secundaria 2.

| Variable | N | Media | Error estándar de la media | Desv.Est. |
|-------------|---|-------|----------------------------|-----------|
| % DE VACIOS | 4 | 3.400 | 0.168 | 0.337 |

Fuente: Elaboración Propia

Se realizo la prueba de Hipótesis Secundaria 2 como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22: Prueba de hipótesis Secundaria 2.

| | |
|-------------------|-------------------|
| Hipótesis nula | $H_0: \mu = 4$ |
| Hipótesis alterna | $H_1: \mu \neq 4$ |
| Valor T | Valor p |
| -3.56 | 0.038 |

Fuente: Elaboración Propia

Ya que el valor de P es menor al nivel de significancia aceptamos la Hipótesis Alternativa (Hi).

Elaboramos la gráfica de distribución de Probabilidad para mayor entendimiento como se muestra en la figura 57.

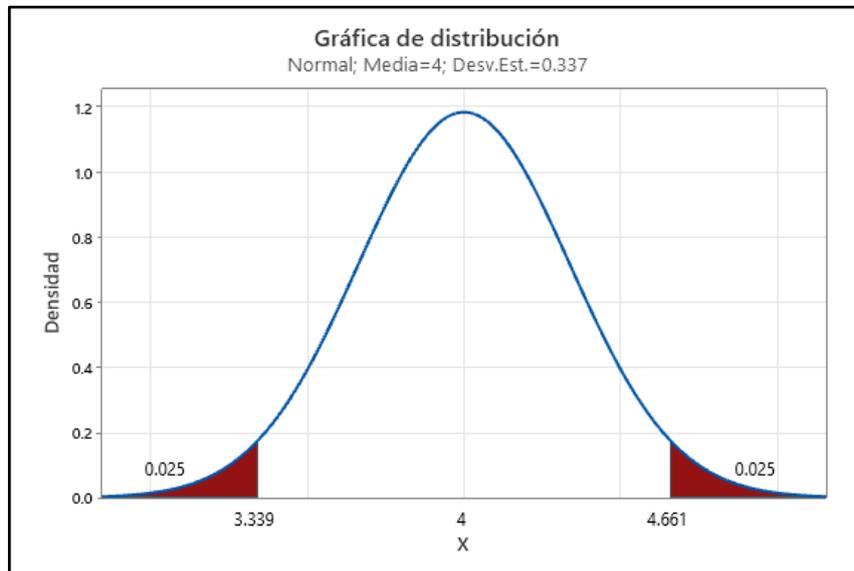


Figura 57: Grafica de Distribucion Hipotesis Secundaria 3.

Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

La investigación tuvo como finalidad modificar los parámetros de diseño de las mezclas asfálticas en caliente al adicionar relave minero como filler en proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%, esto se vio reflejado significativamente en los resultados para el parámetro de estabilidad consideramos como min 815 kg(8 kN) lo que se vio rápidamente superado en la primera mezcla asfáltica (MAC Control) la cual tuvo un resultado de 919 kg (9.01KN), en la segunda mezcla asfáltica (MAC Control + 0.5% de filler) se tuvo como resultado 979 kg (9.6 KN), en la tercera mezcla asfáltica (MAC Control + 1.0%) se tuvo como resultado 985 kg(9.66 KN), en la cuarta mezcla asfáltica se tuvo como resultado 1122 kg (11 KN); estos resultados de estabilidad que van incrementando son teóricos ya que a los diferentes porcentajes cemento asfáltico respecto los puntos obtenidos de estabilidad se le hizo una línea de tendencia de tipo exponencial la cual nos muestra como más óptimo, a su vez estos resultados no se interpretan como mejor a medida que aumentan su valor, tampoco como una mayor rigidez de la muestra, al incrementar la proporción de relave minero como filler lo que ocurre es que cerramos vacíos que se dan entre partículas las cuales no fueron ocupadas por el cemento asfáltico, en consecuencia aumentamos la plasticidad de nuestra muestra y eso hace que se dé una pseudo rigidez mayor, en (Quispe Chacon 2021) nos presenta de similar forma los valores de estabilidad obtenidos se incrementan adicionando residuos de PVC como filler, en ambos casos al incrementar la plasticidad de la mezcla asfáltica disminuimos la resistencia a la fatiga por cambio de temperatura y las cargas de tránsito, lo cual influiría directamente en problemas de fisuramientos y grietas de la capa de rodadura, respecto a la investigación hecha por (Mistry y Roy 2016) y la comparación con cenizas volantes es baja ya que en dicha investigación el porcentaje de cenizas volantes añadido es de 2%, 4%, 6% y 8%, de acuerdo a la curva de tendencia en nuestra investigación esta subiría si adicionáramos relaves mineros como filler en proporciones similares, el flujo de igual manera es bajo para la investigación antes mencionada, respecto a los vacíos en agregado mineral también es menor nuestra investigación comparada a la anterior pero considerando nuestras proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% todas ellas están dentro de los rangos de los parámetros dictados por el MTC.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación nos indican que la adición de relave minero como filler en las mezclas asfálticas logran modificar los parámetros de estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos.

La estabilidad sin adición de relave minero como filler tuvo un resultado de 919 kg, al adicionarle filler en un 0.5% se elevó a 979, con 1% de filler siguió incrementando a 985 kg y finalmente con 1.5% 1122 kg.

El flujo sin adición de relave minero como filler tuvo un resultado de 3.3 mm, al adicionarle filler en un 0.5% se elevó a 3.4 mm, con 1% de filler siguió incrementando a 3.5 mm kg y finalmente con 1.5% 3.5 mm lo que nos indica una mayor deformabilidad de los especímenes para cada adición.

El porcentaje de vacíos sin adición de relave minero como filler tuvo un resultado de 3.6%, al adicionarle filler en un 0.5% disminuyó a 3.5 %, con 1% de filler siguió disminuyendo a 3.3 mm kg y finalmente con 1.5% 3.0% lo cual es lógico ya que se cerraron los espacios vacíos de los especímenes para cada adición.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una comparativa con un producto comercial como cal hidrata o cemento para verificar la viabilidad del uso en reemplazo de estos productos ya que sería mucho más económico y ayudaría en el aprovechamiento de los residuos de minería.

Se recomienda realizar ensayos de Rueda de Hamburgo para el diseño más óptimo y con esto obtener resultados de deformación permanente.

Se recomienda realizar ensayos de Viga de Fatiga para el diseño más óptimo y con esto obtener resultados de rigidez.

Se recomienda realizar ensayos de Resistencia a la Tracción Indirecta para el diseño más óptimo y con esto obtener resultados de deformación recuperable.

VIII. REFERENCIAS

ARTICULOS DE REVISTAS ACADEMICAS

DJELLALI, Adel, et.al, [2019]. Evaluation of Cement-Stabilized Mine Tailings as Pavement Foundation Materials. *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 37, no. 4, pp. 2811-2822. ISSN 1573-1529. DOI 10.1007/s10706-018-00796-8. Disponible en: <https://bit.ly/3LuybLj>

GOPEZ, Renato, 2015. Utilizing Mine Tailings as Substitute Construction Material: The Use of Waste Materials in Roller Compacted Concrete. *Open Access Library Journal*, vol. 2, no. 12, pp. 1-9. DOI 10.4236/oalib.1102199. Disponible en: <https://bit.ly/3JWeFa5>

HIDALGO, Laura, 2016. Confiabilidad y Validez en el Contexto de la Investigación y Evaluación Cualitativas, pp. 21. Disponible en: <https://bit.ly/38hhox8>

KUMAR, Skanda, R, Suhas., SHET, Santosh. y SRISHAILA, J.M., 2014. Utilization of Iron Ore Tailings as Replacement to Fine Aggregates in Cement Concrete Pavements [en línea]. [2014]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3iPEKMe>.

MISTRY, R. y ROY, T.K., 2016. Effect of using fly ash as alternative filler in hot mix asphalt. *Perspectives in Science*, vol. 8, pp. 307-309. ISSN 2213-0209. DOI 10.1016/j.pisc.2016.04.061.

OLUWASOLA, Ebenezer, HAININ, Mohd y AZIZ, Maniruzzaman, 2015. Evaluation of rutting potential and skid resistance of hot mix asphalt incorporating electric arc furnace steel slag and copper mine tailing. En: Accepted: 2015-11-24T04:51:43Z, *IJEMS Vol.22(5) [October 2015]* [en línea], [Consulta: 30 marzo 2022]. ISSN 0975-1017 (Online); 0971-4588 (Print). Disponible en: <http://> <https://bit.ly/372qRHU>

OSINERGMIN, 2017. La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3qI1PVG>.

SEED, H.B., MITRY, F.G., MONISMITH, C.L. y CHAN, C.K., 196]. Prediction of Flexible Pavement Deflections from Laboratory Repeated-Load Test". Highway Research Board. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3JUa5th>.

SUTRADHAR, D., MIAH, Md.M., GOLAM, J., CHOWDHURY, M., y SOBHAN, 2015. Effect of Using Waste Material as Filler in Bituminous Mix Design. American Journal of Civil Engineering, vol. 3, pp. 88-94. DOI 10.11648/j.ajce.20150303.16. Disponible en: <https://bit.ly/3uz6IHX>.

STEYN, Wynand y DENNEMAN, Erik, 2022. Comparison between the permanent deformation behaviour of a standard and a rut resistant HMA (hot-mix asphalt) mix. , [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3qSz7Bh>

ARTICULOS DE PERIODICOS

GESTIÓN, 2019. MTC aseguró pavimentar el 90% de la Red Vial Nacional y 70% de la Departamental para 2021. [en línea]. Lima, 2019. Disponible en: <https://bit.ly/38bPjau>.

LIBROS

ARIAS, Fidias, 2012. El Proyecto de Investigación 6ta Edición. - Introducción a la metodología científica [en línea]. Venezuela: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3IVngZA>.

Asphalt Institute, 1999. *Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente* [en línea]. S.l.: ASPHALT INSTITUTE. Serie de manuales. Disponible en: <https://bit.ly/3ynVstp>.

HIDALGO, L., 2016. Confiabilidad y Validez en el Contexto de la Investigación y Evaluación Cualitativas., pp. 21.

MENENDEZ José, 2012. Ingeniería De Pavimentos-Materiales, Diseño y Conservación [en línea]. Lima: ICG. Disponible en: <https://bit.ly/372N3BS>.

RONDÓN, Hugo, 2015. Pavimentos - Materiales, Construcción y Diseño [en línea]. Primera Edición. Bogotá: ECOE. Disponible en: <https://bit.ly/375VfRW>.

RUIZ, Carlos, 2013. Instrumentos y Técnicas de la Investigación Educativa Un Enfoque Cuantitativo y Cualitativo para la Recolección y Análisis de Datos [en línea]. Houston, Texas -USA: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3DpqtiO>.

SUPO José, 2014. Seminarios de Investigación Científica: Sinopsis del Libro y Carpeta de Aprendizaje [en línea]. Arequipa-Perú: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3Ds59sQ>.

NORMAS Y GUIAS

ASTMD, 2006. Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Asphalt Mixtures. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3iUnCVu>.

ASTM D3515, 2010. Standard Specification for Hot-Mixed, Hot-Laid Bituminous Paving Mixtures (Withdrawn 2009). [en línea]. [Consulta: 1 julio 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3PtASz1>.

ASTM D6926, 2010. ASTM International - ASTM D6926-10 - Standard Practice for Preparation of Bituminous Specimens Using Marshall Apparatus | Engineering360. [en línea]. [Consulta: 1 julio 2022]. Disponible en: bit.ly/3loAW0v.

Instituto Mexicano del Transporte, [2001]. Módulos de resiliencia en suelos finos y materiales granulares. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3iPDk4A>.

MINEM, 2009. Guía Ambiental Para el Manejo de Relaves Mineros. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/36XKqRF>.

MTC, 2016. Manual de Ensayo De Materiales. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3tQzpuy>.

PAGINAS DE INTERNET

Brana Vladislavjevic, [sin fecha]. Lepenski Vir | Serbia Attractions. Lonely Planet [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3ysbhzi>.

E-ASPHALT, 2005. Origen de Asfalto. [en línea]. Disponible en: bit.ly/3G2JrNA.

GRUESLAYER, 2019. Lago de la Brea. En: Page Versión ID: 118783627, Wikipedia, la enciclopedia libre [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3yYZhXP>.

UNIVERSIDAD DE BURGOS, 2020. Historia y evolución de la piedra - Historia de los materiales. [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3yPxdWv>.

VICTOR YEPES, 2014. Evolución histórica de la fabricación de mezclas bituminosas. [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3uUMh31>.

TESIS

AUCCASI Espillco, Hernán, 2018. Diseño de mezcla con adición de relaves mineros para pavimentos de resistencia media, Ayacucho 2018 [en línea]. Ayacucho: Universidad Alas Peruanas. [Consulta: 21 marzo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/37ZhAAP>.

CURO Ordoñez, Eliseo. y RASHUAMÁN Benito, Percy, 2015. Diseño de mezcla de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ adicionado relave minero de la relavera n° 09-Acchilla-Cochaccasa, para tránsito ligero (metodo aci) en el Distrito de Lircay Provincia de Angaraes - Huancavelica [en línea]. Huancavelica: universidad nacional de Huancavelica. [Consulta: 30 marzo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/36JFfF7>.

FLORES Armas, Sandra, 2020. Evaluación de estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente utilizando aditivo SBS, Trujillo – La Libertad [en línea]. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://bit.ly/3wQaNUn>.

QUISPE CHACON, L.M., 2021. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con incorporación de residuos de PVC como Filler en un porcentaje óptimo [en línea]. S.I.: Universidad Andina del Cusco. [Consulta: 23 junio 2022]. Disponible en: bit.ly/3yb8ITn.

RAMOS Rojas, Cerafín. y TORRES Ramos, Jesus, 2014. Estudio del relave minero de la mina Acchilla del distrito de Ccochaccasa como estabilizante para carreteras de tercer orden a nivel de base. En: Accepted: 2016-10-19T19:45:59Z, Universidad

Nacional de Huancavelica [en línea], [Consulta: 31 marzo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3LNMbjJ>.

ROMERO Huayta, Mario y SALINAS Navarro, Manuel, 2020. Estudio experimental del concreto para adoquines tipo II, adicionando relaves mineros [en línea]. Arequipa: Universidad Nacional San Agustín. [Consulta: 30 marzo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3qKXpwX>.

SALAS CHAÑI, K.D. y YLLATUPA LIMA, M.L., 2019. Filler de diatomita en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente mediante método Marshall, en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la escuela profesional de Ingeniería Civil, ciudad de Cusco, 2016-2017 [en línea]. Cusco - Peru: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. [Consulta: 23 junio 2022]. Disponible en: bit.ly/3QFx8vB.

TAPIA Benavides, Claudio, 2018. Evaluación De La Influencia De La Escoria De Cobre En Mezclas Asfálticas Con Altos Porcentajes De Pavimento Asfáltico Reciclado Frente Al Ensayo De Ahuellamiento Y De Macrotextura [en línea]. Chile: Universidad Austral De Chile. Disponible en: <https://bit.ly/3uZU7aP>.

ANEXOS

Anexo N° 01: Cuadro de operacionalización de Variables.

| Variable | Variable de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | | Escala de medición |
|-------------------------------|-----------------------------|--|---|--|--|-----------------------------|--------------------|
| Variable dependiente | Proporción de relave minero | Desecho mineral solido de tamaño entre arena y limo provenientes del proceso de concentración que son producidos, transportados o depositados en forma de lodo.(Osinergmin 2017) | El relave minero será usado proporcionalmente en porcentajes que se añadirán a la mezcla asfáltica en caliente como filler. | Porcentaje de relave minero | % de relave minero: 0%, 0.5%, 1.0% 1.5% | | De razón |
| Variable independiente | Parámetros de diseño | Los parámetros de diseño de mezclas asfálticas en caliente son rangos de valores de diseño, los cuales tiene que cumplir para ser válidos.(Menendez Acurio 2012) | Se determinarán 3 parámetros los cuales son: | Estudio de mecánica de suelos | Análisis granulométrico | Peso específico y absorción | De razón |
| | | | | | Límites de consistencia | Durabilidad | |
| | | | | | Equivalente de arena | Sales solubles | |
| | | | | | Abrasión | Peso unitario suelto | |
| | | | | | Caras fracturadas | Recubrimiento | |
| | | | | | Partículas Chatas y alargadas | | |
| | | | | Diseño de mezclas asfálticas en caliente | Estabilidad | | |
| Flujo | | | | | | | |
| Porcentaje de vacíos con aire | | | | | | | |

Anexo N° 02: Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente y su efecto en los parámetros de diseño.

Autor: Pacuri Zapana, Jesus Fernando.

| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSION | INDICADORES | METODOLOGIA |
|---|--|--|--|---|---|---|
| <p>PROBLEMA PRINCIPAL ¿En qué proporción los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente modifican los parámetros de diseño?</p> | <p>OBJETIVO PRINCIPAL Modificar los parámetros de diseño por medio de los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.</p> | <p>HIPOTESIS PRINCIPAL Los relaves mineros como filler en proporciones de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican los parámetros de diseño.</p> | <p>VI: RELAVES MINEROS</p> | <p>• Cantidad</p> | <p>• Peso (Kg) y/o %</p> | <p>• METODO DE INVESTIGACION: Científico hipotético deductivo</p> <p>• DISEÑO DE INVESTIGACION: Experimental Ge1 (A): $Y1 \rightleftharpoons X1 \rightleftharpoons Y2$ Ge2 (A): $Y3 \rightleftharpoons X2 \rightleftharpoons Y4$ Ge1 Observación con RI Ge2 Observación con RM</p> <p>• TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> <p>• NIVEL DE INVESTIGACIÓN correlacional-explicativo</p> <p>• POBLACIÓN Relaveras Centro poblado de la rinconada y alrededores.</p> <p>• MUESTRA 60 especímenes</p> <p>• TECNICAS DE OBTENCION DE DATOS: Fuentes primarias: Observación Fuentes secundarias: Textos, tesis, formatos de control, fichas.</p> <p>• TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS: A través de software y análisis</p> |
| <p>PROBLEMA SECUNDARIO N° 1 •¿Cómo los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente podrían modificar la estabilidad?</p> | <p>OBJETIVO SECUNDARIO N° 1 •Modificar la estabilidad utilizando los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.</p> | <p>HIPOTESIS SECUNDARIO N°1 • Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican la estabilidad.</p> | | | | |
| <p>PROBLEMA SECUNDARIO N° 2 •¿Cómo los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente podrían modificar el flujo?</p> | <p>OBJETIVO SECUNDARIO N° 2 •Modificar el flujo utilizando los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.</p> | <p>HIPOTESIS SECUNDARIO N°2 •Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican el flujo.</p> | <p>VD: Parámetros de diseño</p> | <p>• Estabilidad • Flujo • Porcentaje de vacíos con aire.</p> | <p>• Fuerza (Kn) • Peso (Kg) • Porcentaje (%)</p> | |
| <p>PROBLEMA SECUNDARIO N° 3 •¿Cómo los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente podrían modificarla el porcentaje de vacíos con aire?</p> | <p>OBJETIVO SECUNDARIO N° 3 •Modificar el porcentaje de vacíos con aire utilizando los relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente.</p> | <p>HIPOTESIS SECUNDARIO N°3 •Los relaves mineros como filler en proporción de 1.5% en las mezclas asfálticas en caliente modifican los porcentajes de vacío con aire.</p> | | | | |

Anexo N° 04: Constancia de Validación.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, RONNY RICHARD PARIZACA QUISPE con CIP N° 183927, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente y su efecto en los parámetros de diseño”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

| Criterios | Indicadores | Valoración | | | | |
|-------------------------|---|------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Pertinencia | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación. | | | | | X |
| Coherencia | Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores. | | | | | X |
| Congruencia | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | | | | X |
| Suficiencia | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | | | X | |
| Objetividad | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | | | X |
| Consistencia | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | | | | X |
| Organización | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | | | X |
| Claridad | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | | | X | |
| Valoración Total | | 38 | | | | |

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

| Validación | Deficiente | Regular | Bueno | Excelente |
|---------------------|------------|---------|---------|-----------|
| Rango de valoración | 0-20 | 21 - 30 | 31 - 36 | 37 - 40 |

La valoración obtenida fue de 38 y está dentro del rango de valoración 37 – 40 y su validación fue excelente.

Juliaca, 27 de mayo del 2022.




Ing. RONNY RICHARD PARIZACA QUISPE
CIP N° 183927

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ALBERTH YSIDRO QUISPE BUSTINZA con CIP N° 151300, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente y su efecto en los parámetros de diseño”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

| Criterios | Indicadores | Valoración | | | | |
|-------------------------|---|------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Pertinencia | Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación. | | | | | X |
| Coherencia | Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores. | | | | | X |
| Congruencia | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | | | X | |
| Suficiencia | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | | | | X |
| Objetividad | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | | | X |
| Consistencia | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | | | | X |
| Organización | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | | | X |
| Claridad | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | | | | X |
| Valoración Total | | 39 | | | | |

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

| Validación | Deficiente | Regular | Bueno | Excelente |
|---------------------|------------|---------|---------|-----------|
| Rango de valoración | 0-20 | 21 - 30 | 31 - 36 | 37 - 40 |

La valoración obtenida fue de 38 y está dentro del rango de valoración 37 – 40 y su validación fue excelente.

Juliaca, 26 de mayo del 2022.

Ing. ALBERTH YSIDRO QUISPE BUSTINZA
CIP 151300

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, JOHN DARWIN TICONA QUISPE con CIP N° 167739, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Relaves mineros como filler en las mezclas asfálticas en caliente y su efecto en los parámetros de diseño”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

| Criterios | Indicadores | Valoración | | | | |
|-------------------------|---|------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Pertinencia | Los Items miden lo previsto en los objetivos de investigación. | | | | X | |
| Coherencia | Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores. | | | | | X |
| Congruencia | Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología. | | | | | X |
| Suficiencia | Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable. | | | | | X |
| Objetividad | Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables. | | | | X | |
| Consistencia | Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable. | | | | X | |
| Organización | Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones. | | | | | X |
| Claridad | Están redactados en un lenguaje claro y entendible. | | | | | X |
| Valoración Total | | 37 | | | | |

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

| Validación | Deficiente | Regular | Bueno | Excelente |
|---------------------|------------|---------|---------|-----------|
| Rango de valoración | 0-20 | 21 - 30 | 31 - 36 | 37 - 40 |

La valoración obtenida fue de 37 y está dentro del rango de valoración 37 – 40 y su validación fue bueno.

Juliaca, 25 de mayo del 2022.



John Darwin Ticona Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP 167739

Ing. JOHN DARWIN TICONA QUISPE
CIP N° 167739

Anexo N° 05: Resultados de los Ensayos de Laboratorio.



CONGEMAT
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYOS DE AGREGADOS



**RELAVES MINEROS COMO FILLER
EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS
PARÁMETROS DE DISEÑO**

2022



**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

ENSAYOS DE AGREGADOS

**PUNO – PERÚ
2022**



**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

**ENSAYOS DE
AGREGADOS**

**ARENA
CHANCADA**

**PUNO – PERÚ
2022**

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 01-jun-22

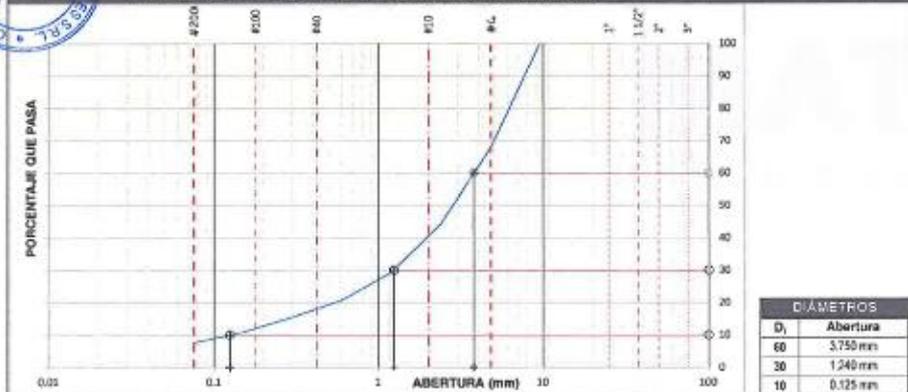
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

| TAMIZADO | | | | | | RESUMEN | | |
|----------|--------------|--------|----------|------|---------|--------------|----------------------------|---------|
| N | TAMIZ | | RETENIDO | | PASANTE | ACUMULADO(%) | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | DENOMINACIÓN | (mm) | PESO (g) | % | (%) | SUELO | | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Prato muestra seca | 1.365 g |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra lavada y seca | 1.280 g |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Frac. equl. < 94 | 89.1% |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Frac. equl. < 94 | 31.9% |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Frac. equl. < 84 | 83% |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Frac. equl. < 630 | 7.7% |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | TPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | TAMANO MAXIMO | 38" |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | COEFICIENTES | |
| 10 | 3/4" | 4.750 | 435.0 | 31.9 | 88.1 | | Uniformidad (Cu) | 30.000 |
| 11 | 48 | 2.360 | 325.2 | 23.8 | 44.3 | | Curvatura (Cc) | 3.280 |
| 12 | #10 | 1.180 | 204.1 | 15.1 | 29.3 | | | |
| 13 | #30 | 0.850 | 117.5 | 8.6 | 20.7 | | | |
| 14 | #50 | 0.300 | 70.7 | 5.2 | 15.5 | | | |
| 15 | #100 | 0.150 | 33.8 | 4.7 | 10.8 | | | |
| 16 | #200 | 0.075 | 42.8 | 3.1 | 7.7 | | | |
| 17 | Fondo | | 104.9 | 7.7 | | | | |



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES
- Muestras preparadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Porcohuay Tintaya
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Blasius Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden únicos y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 01-jun-22

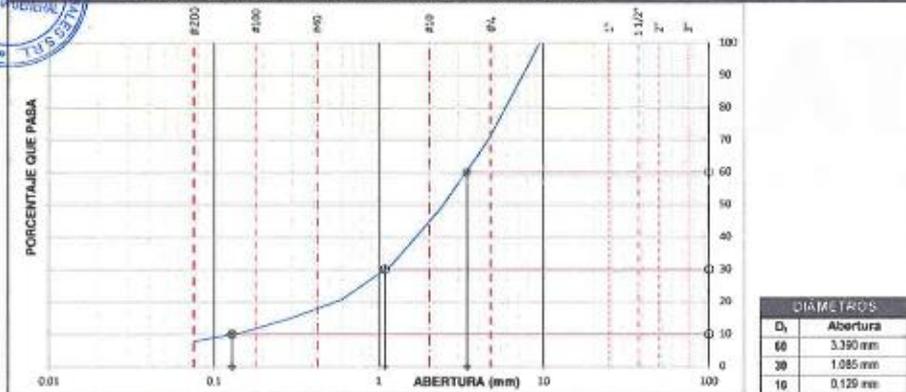
DATOS DE LA MUESTRA

CANtera: CAGANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA
MUESTRA: N° 2
LUGAR DE MUESTREO: CANtera (CHANCADORA)

| TAMIZADO | | | | | | RESUMEN | | |
|----------|--------------|--------|----------|------|---------|---------------|----------------------------|---------|
| N | TAMIZ | | RETENIDO | | PASANTE | ACUMULADO (%) | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | DENOMINACIÓN | (mm) | PESO (g) | % | SUELO | | | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra seca | 2.335 g |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra lavada y seca | 2.335 g |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Frac. eq. < 4# | 71.2% |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Grava esada | 28.8% |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fino apesado < #4 | 1.810 g |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Frac. eq. < #100 | 7.9% |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | TAMIZO MÁXIMO | 38" |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | COEFICIENTES | |
| 10 | 3/16" | 4.750 | 729.0 | 28.8 | 71.2 | | Uniformidad (Cu) | 26.275 |
| 11 | #4 | 4.750 | 603.4 | 22.2 | 49.1 | | Curvatura (Cc) | 2.652 |
| 12 | #16 | 1.190 | 445.3 | 17.5 | 31.5 | | | |
| 13 | #30 | 0.600 | 273.3 | 10.8 | 20.8 | | | |
| 14 | #60 | 0.300 | 140.6 | 5.5 | 15.2 | | | |
| 15 | #100 | 0.150 | 117.4 | 4.8 | 10.6 | | | |
| 16 | #200 | 0.075 | 70.4 | 2.8 | 7.9 | | | |
| 17 | Fondo | 0.075 | 190.6 | 7.9 | | | | |



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichagua Tintaya
TEL. DE SUSUOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Duciris Yari Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf : (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Jullaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 01-jun-22

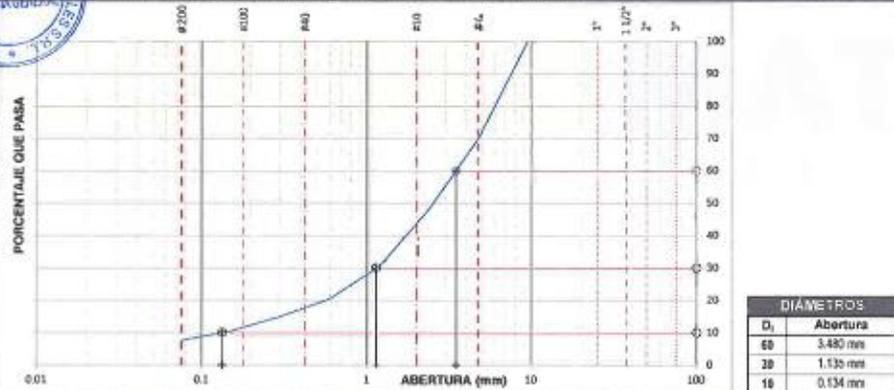
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABAYLLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA
MUESTRA: N°3
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

| TAMIZADO | | | | | | RESUMEN | | |
|----------|--------------|--------|----------|------|---------|---------------|----------------------------|---------|
| N | TAMIZ | | RETENIDO | | PASANTE | ACUMULADO (%) | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | DENOMINACIÓN | (mm) | PESO (g) | % | % | SUELO | | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | GENERALES | |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra seca | 2.007 g |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra lavada y seca | 1.847 g |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Frac. equiv. <#4 | 89.8% |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Grava gruesa | 30.2% |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Frac. ensayado <#4 | 1.840 g |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Frac. equiv. <#20 | 7.7% |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | TAMANO MÁXIMO | 3/8" |
| 10 | #4 | 4.750 | 834.0 | 30.2 | 69.8 | | COEFICIENTES | |
| 11 | #8 | 2.360 | 510.0 | 21.7 | 48.1 | | Uniformidad (Cu) | 25.970 |
| 12 | #16 | 1.190 | 469.7 | 17.4 | 35.6 | | Curvatura (Cc) | 2.763 |
| 13 | #30 | 0.600 | 239.3 | 10.2 | 29.5 | | | |
| 14 | #60 | 0.300 | 127.4 | 5.4 | 15.0 | | | |
| 15 | #100 | 0.150 | 106.4 | 4.5 | 19.5 | | | |
| 16 | #200 | 0.075 | 65.6 | 2.8 | | | | |
| 17 | Fondo | 0.075 | 181.1 | 7.7 | | | | |



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
Juan Percy Paricacua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dirección Tury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Tel.: (051) 495295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO :** C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PAOLURI ZAPANA **FECHA :** 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS **MUESTRA :** N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | | |

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° TARRO | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARRA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

| | |
|---------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz nro. 40


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichagua Tintaya
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Enrique Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: (051) 436296



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Jullaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Balda Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANERA : CABANILLAS
UBICACIÓN : SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA
MUESTRA : N° 2
LUGAR DE MUESTREO : CANERA (CHANCADORA)

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | |
| NÚMERO DE GOLPES | | | | |

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | |
|---------------------------|--------|----------|--|--|
| N° TARRO | ID | | | |
| PESO TARRA + SUELO HUMEDO | (g) | | | |
| PESO TARRA + SUELO SECO | (g) | | | |
| PESO DE LA TARRA | (g) | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 5 | 25 | 50 |
|--------------------------|---|----|----|
| 24.0 | | | |
| 23.0 | | | |
| 22.0 | | | |
| 21.0 | | | |
| 20.0 | | | |
| 19.0 | | | |
| 18.0 | | | |
| 17.0 | | | |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz nro. 40

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Baricahua Timaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf. : 0511 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Jullica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS **MUESTRA :** N° 3
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | | |

NP

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° TARRO | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARRA | (g) | | | | |
| PESO DEL AGUA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

| | |
|---------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| INDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz nro. 40


CONGEMAT S.R.L.
 John Percy Parichahua Tintaya
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
 Dheitors Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf : (051) 405296


CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
 Juliaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO :** C - 2022 - 200
SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA :** 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA : CABANILLAS **MUESTRA :** N° 1
UBICACIÓN : SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO :** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| NP CAPSULA | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | g | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | g | | | | |
| PESO DE AGUA | g | | | | |
| PESO DE LA TARA | g | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | g | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | | |

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| NP TARRO | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | g | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | g | | | | |
| PESO DE LA TARA | g | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | g | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | NUMERO DE GOLPES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|--------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 34.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17.5 | | | | | | | | | | | | | | | |

CONGEOMAT S.R.L.
VERIFICACION GENERAL
JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material presente del tarzo nro. 200

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Pacuri Zapana
Téc. de SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dionis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS **MUESTRA:** N° 2
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | |

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|
| N° TARRO | ID | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | |
| PESO DE LA PASTILLA | (g) | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | NUMERO DE GOLPES |
|--------------------------|------------------|
| 23.5 | 0 |
| 23.0 | 5 |
| 22.5 | 10 |
| 22.0 | 15 |
| 21.5 | 20 |
| 21.0 | 25 |
| 20.5 | 30 |
| 20.0 | 35 |
| 19.5 | 40 |
| 19.0 | 45 |
| 18.5 | 50 |
| 18.0 | 55 |
| 17.5 | 60 |

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

| | |
|---------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material presente del tarro nro. 200


CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahuá Tintaya
 TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
Oricelis Yara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CP. N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf. (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Jullaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO :** C - 2022 - 200
SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PAOLINI ZAPANA **FECHA :** 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS **MUESTRA:** N° 3
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTRO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |
| NÚMERO DE GOLPES | | | | | |

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|---------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° TARRO | ID | | | | |
| PESO TARRA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARRA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARRA | (g) | | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | NÚMERO DE GOLPES | | | | |
|--------------------------|------------------|----|----|----|----|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| 27.5 | | | | | |
| 25 | | | | | |
| 22.5 | | | | | |
| 20 | | | | | |
| 17.5 | | | | | |

CONTADORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasante del tamiz no. 200

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Pariahua Tintaya
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dheltis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Tel: +51 1 466286



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana: Jr. 48 de diciembre No. 8 Lote 30, Salda Mayorada



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 03-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN : SAN ROMÁN
DESCRIP. : ARENA CHANCADA

MUESTRA : N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

| DATOS DE MUESTRA | | <u>1</u> | <u>2</u> | PROMEDIO |
|------------------|---|----------|----------|--------------|
| 1 | PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA | 500.00 | 500.00 | |
| 2 | PESO: FIOLA + 500 cc AGUA (AFORADO) | 657.30 | 662.40 | |
| 3 | PESO: FIOLA + 500 cc AGUA + [1] | 1157.30 | 1162.40 | |
| 4 | PESO: FRASCO + AGUA + [1] (AFORADO A 500 cc) | 961.20 | 965.90 | |
| 5 | PESO (VOL. AGUA) DEL MATERIAL 555*, [3]-[4] | 196.10 | 196.50 | |
| 6 | PESO SECO EN ESTUFA A 105°C +5°C | 486.3 | 486.4 | |
| 7 | PESO / VOL. DE AGUA EN LA MUESTRA 555* | 13.70 | 13.60 | |
| 8 | VOLUMEN DEL SUELO SOLIDO (cc), [5]-[7] | 182.4 | 182.9 | |
| 9 | PESO E. BULK BASE SECA, [8]/[5] | 2.480 | 2.475 | 2.478 |
| 10 | PESO E. BULK BASE SATURADA, [10]/[5] | 2.550 | 2.545 | 2.547 |
| 11 | PESO E. VERRENTE BASE SECA, [8]/[8] | 2.686 | 2.659 | 2.663 |
| 12 | ABSORCIÓN, [10]/[8]-1 | 2.817 | 2.786 | 2.807 |



OBSE RVACIONES :

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
 John Percy Pachahua Tintaya
 INGENIEROS EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
 Dávids Yury Java Velca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210652

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

 congemat@gmail.com
 Telf. 10511-405295

 **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**
 Juffla: Jr. 18 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVÉS MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA:** 03-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS **MUESTRA:** N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

DETERMINACIÓN DE ALTURAS

| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO |
|------|--|---------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | Lectura cronometro de entrada a saturación | min:sec | 07:40:00 | 07:42:00 | 07:44:00 | |
| 2 | Lectura cronometro: salida de saturación | min:sec | 07:56:00 | 07:52:00 | 07:54:00 | |
| 3 | Tiempo de saturación (Ts), Ts = 10 ± 1 min | min:sec | 00:10:00 | 00:10:00 | 00:10:00 | |
| 4 | Tiempo de agitación (Ta), Ta = 40 ± 3 seg | s | 40 | 40 | 40 | |
| 5 | Lectura cronometro: entrada a decantación | min:sec | 07:52:00 | 07:54:00 | 07:56:00 | |
| 6 | Lectura cronometro: salida de decantación | min:sec | 08:12:00 | 08:14:00 | 08:16:00 | |
| 7 | Tiempo decantación (Td), Td = 20 ± 15 seg | s | 00:20:00 | 00:20:00 | 00:20:00 | |
| 8 | Altura total finos focuados, ± 1 mm | mm | 51 | 51 | 50 | |
| | Alto de la parte arenosa, ± 1 mm | mm | 35 | 37 | 36 | |
| | EA (Equivalente arena, [3]100[3]) | % | 70.6 | 72.5 | 72.0 | 71.7 |



CONSERVACIONES

Muestra representativa por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Pacurari Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Erick Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210002

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +511 4464226

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZGLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA:** 10-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS **MUESTRA:** N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

| TAMANOS DE MALLAS | | | Agitación de muestra (10 min.) | contenido de agua destilada (mm) | muestra lavada (ml) |
|-------------------|----------|----------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| PASA | RETENIDO | PESO (g) | | | |
| #4 | fondo | 500 | 10' | 1000.0 | 65 |

| DESCRIPCIÓN | | IDENTIFICACION | | |
|-------------|--|----------------|----------|----------|
| ITEM | ENSAYO | 1 | 2 | PROMEDIO |
| 1 | Hora de entrada a saturación | 09:10:00 | 09:30:00 | |
| 2 | Hora de salida de saturación (mas 10') | 09:20:00 | 09:40:00 | |
| 3 | Hora de entrada a decantación | 09:30:00 | 09:50:00 | |
| 4 | Hora de Salida de decantación (mas 20') | 09:50:00 | 10:10:00 | |
| 5 | Altura máxima de la arcilla | 9.80 | 9.80 | |
| 6 | Altura máxima de la arena | 4.10 | 4.20 | |
| 7 | Índice de durabilidad (DI=Harcilla/Harcilla*100) | 41.8 | 42.0 | |
| | | | | 42.36 |



RESERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichahua Tintaya
TEL DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Diego Luis Yagui-Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C-2022-200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 05 Jun 22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS

MUESTRA: N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN

LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

Muestra pasante tamiz 2.36 mm (N° 60) y Retiene tamiz 0.075 mm (N° 200)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | 1 | 2 | PROMEDIO |
|--|--------|--------|--------|----------|
| PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA | gr. | 582.82 | 580.98 | 52.1 |
| PESO DEL RECIPIENTE | gr. | 456.79 | 456.70 | |
| PESO DE LA MUESTRA (W) | gr. | 126.03 | 124.19 | |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA BRUTA (Gsb) | cc | 2.663 | 2.663 | |
| VOLUMEN DEL MOLDE (V) | cc | 99 | 99 | |
| VOLUMEN DEL AGREGADO FINO (W/Gsb) | m3 | 47.33 | 46.84 | |
| ANGULARIDAD DEL AGREGADO $V \cdot (W/Gsb) / V \cdot 100$ | % | 51.79 | 52.48 | |
| ANGULARIDAD PROMEDIO | % | | | |



CONSIDERACIONES

Se realizaron las mediciones por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paruchua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
Jesus Fernando Pacuri Zapana
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210082

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 306295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané





INFORME DE ENSAYO
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO
Y SULFATO DE MAGNESIO
MTC E 209:2016

Código : F-047
Versión : 2.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUI: REGISTRO: C-2022-200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA FECHA: 10-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS MUESTRA: N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA

Agregado Fino

| Fracción | | Peso Inicial (g) | Peso Final (g) | Pérdida de Peso (Grs) | % Pérdida Total | Gradación Original | | Pérdida Corregida (%) |
|-----------|---------|------------------|----------------|-----------------------|-----------------|--------------------|----------|-----------------------|
| Pasa | Retiene | | | | | Escalonada | Original | |
| 3/5" | N°4 | 100 | 98.5 | 1.5 | 1.50 | 31.9 | 35.73 | 0.54 |
| N°4 | N°8 | 100 | 93.8 | 6.2 | 6.20 | 23.8 | 26.68 | 1.65 |
| N°8 | N°16 | 100 | 91.6 | 8.4 | 8.40 | 15.1 | 16.81 | 1.42 |
| N°16 | N°30 | 100 | 88.7 | 11.3 | 11.30 | 8.6 | 9.64 | 1.09 |
| N°30 | N°50 | 100 | 87.4 | 12.6 | 12.60 | 5.2 | 5.80 | 0.73 |
| N°50 | N°100 | 100 | 86.6 | 13.4 | 13.40 | 4.7 | 5.24 | 0.70 |
| SUMATORIA | | 800 | 546.6 | | 89.19 | 100.0 | 100.00 | |
| | | | | | | % Pérdida | : | 8.1 |



OBSERVACIONES:

Muestras proporcionadas por el solicitante
Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parahua Tintaya
TEL: (+51) 954 401395

CONGEMAT S.R.L.
Luis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Tel: (+51) 954 401395

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 11-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA CHANCADA
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

AGREGADO FINO:

| IDENTIFICACIÓN | N° DE ENSAYOS | | |
|----------------------------------|---------------|--------|--------|
| | 2 | 4 | 3 |
| (1) Peso Tarro (Biker 100 ml.) | 176.10 | 165.00 | 196.40 |
| (2) Peso Tarro + agua + sal | 269.17 | 255.48 | 257.23 |
| (3) Peso Tarro Seco + sal | 176.16 | 165.07 | 196.45 |
| (4) Peso de Sal (3 -1) | 0.08 | 0.07 | 0.05 |
| (5) Peso de Agua (2-3) | 92.99 | 90.41 | 60.78 |
| (6) Porcentaje de Sal | 0.086 | 0.077 | 0.062 |
| Promedio % | 0.082 | | |



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichahua Tintayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
Dionis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210082

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com
☎ Telf: +511 416265



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

**PUNO – PERÚ
2022**

**ENSAYOS DE
AGREGADOS**

**PIEDRA
CHANCADA**

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 01-jun-22

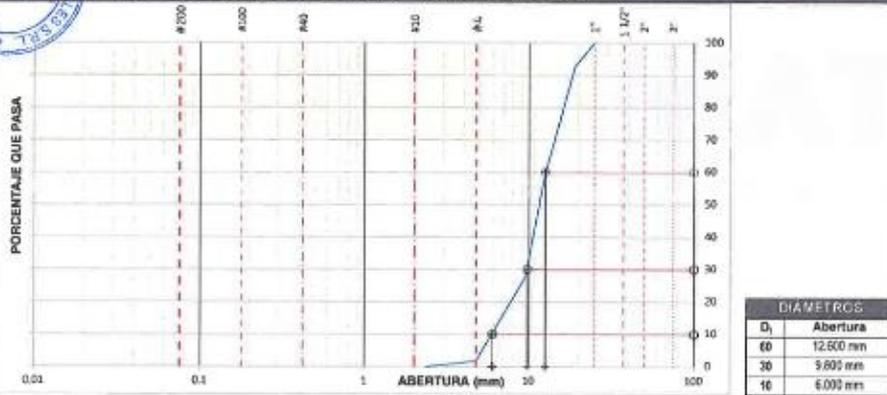
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCAOORA)

| TAMIZADO | | | | | | RESUMEN | | |
|----------|--------|--------|----------|------|---------------|---------|----------------------------|----------|
| N° | TAMIZ | | RETENIDO | | ACUMULADO (%) | | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | ASTM | (mm) | PESO (g) | % | PASANTE SUELO | % | | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra seca | 10.240 g |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra lavada y seca | 10.240 g |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso agua < 4M | 18.4 g |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Grava seca | 98.2% |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fino lavado < #4 | 350 g |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Frac. agua < #200 | 0.0% |
| 7 | 3/4" | 18.000 | 730 | 7.2 | 92.8 | | TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 3.462 | 33.8 | 66.2 | | TAMANO MAXIMO | 1" |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 3.204 | 31.3 | 68.7 | | COEFICIENTES | |
| 10 | #4 | 4.750 | 2.657.0 | 25.9 | 74.1 | | Uniformidad (Cu) | 2.700 |
| 11 | #6 | 2.500 | 350.0 | 1.8 | 98.2 | | Curvatura (Cc) | 1.270 |
| 12 | #10 | 1.750 | | | | | | |
| 13 | #15 | 1.000 | | | | | | |
| 14 | #20 | 0.750 | | | | | | |
| 15 | #30 | 0.600 | | | | | | |
| 16 | Fondo | 0.075 | | | | | | |



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintayá
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dbernis Vury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 216162

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Telf.: (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



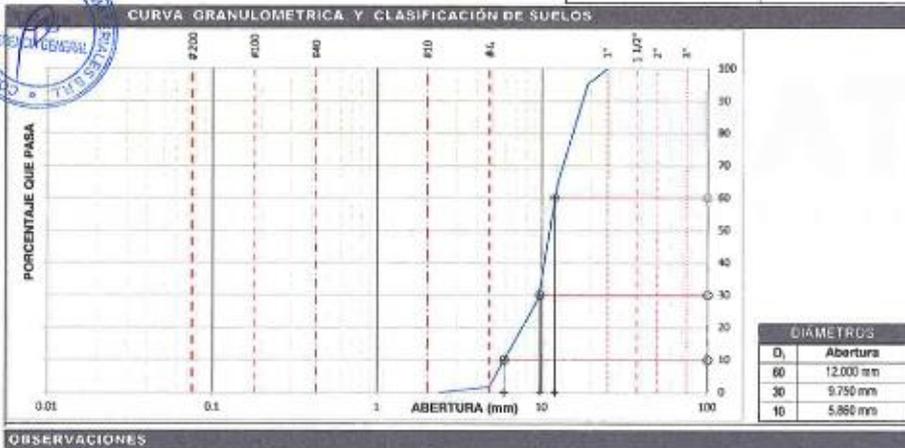
DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO FACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 01-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 3
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

| TAMIZADO | | | | | | RESUMEN | | |
|----------|--------------|--------|----------|------|---------|---------------|----------------------------|---------|
| N | TAMIZ | | RETENIDO | | PASANTE | ACUMULADO (%) | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | DENOMINACIÓN | (mm) | PESO (g) | % | % | SUELO | | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra seca | 3.850 g |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra lavada y seca | 3.850 g |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Finos equiv. <#4 | 1.7% |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Grava usada | 93.3% |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fino ensayado <#4 | 200 g |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Frac. equiv. <#20 | 0.0% |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 483 | 4.7 | 95.3 | | TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 2,993 | 30.4 | 64.9 | | TAMIZADO MÁXIMO | 1" |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 3,535 | 35.8 | 29.1 | | COEFICIENTES | |
| 10 | #4 | 4.750 | 2,703.0 | 27.4 | 1.7 | | Uniformidad (Cu) | 2048 |
| 11 | #8 | 2.360 | 250.0 | 1.7 | 0.0 | | Curvatura (Cc) | 1.352 |
| 12 | #20 | 0.850 | | | | | | |
| 13 | #40 | 0.425 | | | | | | |
| 14 | #100 | 0.150 | | | | | | |
| 15 | #200 | 0.075 | | | | | | |
| 16 | Fondo | 0.075 | | | | | | |



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paracalina Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dicelis Yuyayata Killa
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210002

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: 051 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 18 de diciembre Mz. A Lote 38. Salida Huancané



DATOS GENERALES

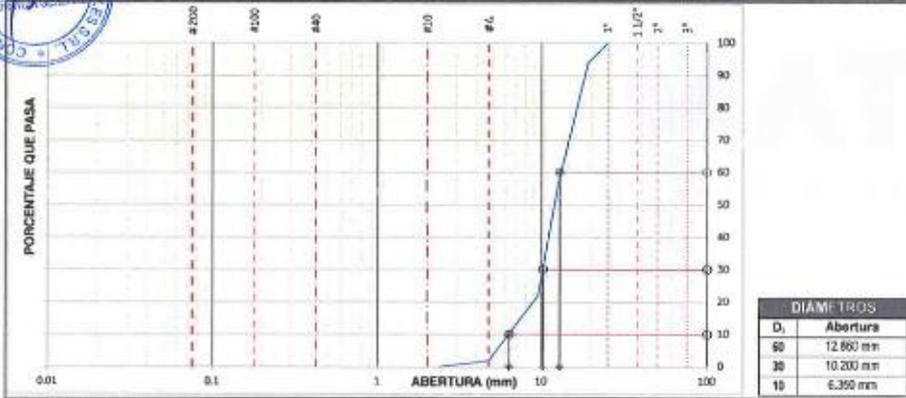
PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA:** 01-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CASANLLAS **MUESTRA:** N° 2
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

| TAMIZADO | | | | | | RESUMEN | | |
|----------|--------------|--------|----------|------|---------|---------------|----------------------------|----------|
| N | TAMIZ | | RETENIDO | | PASANTE | ACUMULADO (%) | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | DENOMINACIÓN | (mm) | PESO (g) | % | % | SUELO | | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra seca | 12.405 g |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra lavada y seca | 12.405 g |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fines org. <M | 236 g |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Grava esada | 90.1% |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fines ensayado < 80 | 400 g |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fines org. < 60 | 0 g |
| 7 | 3/4" | 18.000 | 797 | 6.1 | 93.9 | | TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 4.731 | 38.1 | 55.8 | | TAMIZADO MÁXIMO | 1" |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 4.189 | 33.8 | 72.0 | | COEFICIENTES | |
| 10 | #4 | 4.750 | 2.492.6 | 20.1 | 1.9 | | Uniformidad (Cu) | 2.025 |
| 11 | #8 | 2.380 | 400.0 | 1.9 | 0.0 | | Curestura (Cc) | 1.274 |
| 12 | #20 | 0.850 | | | | | | |
| 13 | #40 | 0.425 | | | | | | |
| 14 | #100 | 0.150 | | | | | | |
| 15 | #200 | 0.075 | | | | | | |
| 16 | Fondo | 0.075 | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras preparadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Pacuri Zapana
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dalcis Yara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210602

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julíaca, Jr. 18 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 03-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN : SAN ROMÁN
DESCRIP. : PIEDRA CHANCADA

MUESTRA : N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

| DATOS DE MUESTRA | | 1 | 2 | PROMEDIO |
|------------------|---|--------|--------|----------|
| 1 | PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA | 1542.5 | 1640.2 | |
| 2 | PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA S | 937.8 | 997.2 | |
| 3 | VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS | 604.7 | 643.0 | |
| 4 | PESO DE LA MUESTRA SECA | 1502.2 | 1598.1 | |
| 5 | VOLUMEN DE MASA | 564.4 | 600.9 | |
| 6 | PESO E bulk base seca | 2.484 | 2.485 | 2.485 |
| 7 | PESO E bulk base saturada | 2.551 | 2.551 | 2.551 |
| 8 | PESO E APARENTE base seca | 2.662 | 2.660 | 2.661 |
| 9 | % DE ABSORCIÓN | 2.663 | 2.634 | 2.659 |



OBSERVACIONES :

Muestras proporcionadas por los solicitantes

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
[Signature]
John Percy Pachashua Tintayá
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
[Signature]
Dhcinis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210862

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA:** 03-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: CABANILLAS **MUESTRA:** N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANtera (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

ABRASIÓN LOS ANGELES

| | | | |
|-------------------------------------|-------------|--|--|
| MUESTRA N° | 01 | | |
| GRADACIÓN | "B" | | |
| PESO MUESTRA | 5006 | | |
| 3" - 2.1/2" | - | | |
| 2.1/2" - 2" | - | | |
| 2" - 1.1/2" | - | | |
| 1.1/2" - 1" | - | | |
| 1" - 3/4" | - | | |
| 3/4" - 1/2" | 2500 | | |
| 1/2" - 3/8" | 2506 | | |
| 3/8" - 1/4" | - | | |
| 1/4" - N° 4 | - | | |
| N° 4 - N° 8 | - | | |
| RETENIDO N°12 | 3985 | | |
| PASA N° 12 | 1021 | | |
| DESGASTE | 20.40 | | |
| PERDIDA AL DESGASTE PROMEDIO | 20.4 | | |



OBSERVACIONES :

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paredes Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
Diego Pury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 21062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congemata@gmail.com
☎ Tel.: (051) 405295

📍 **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 03-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

PARTÍCULAS CHATAS

| Tamaño del Agregado | A | B | C | D | E | Observaciones |
|---------------------|----------------|---------------|------|-----------|-------------|---------------|
| Pasa Tamiz | Retenido Tamiz | (g) | (g) | (B/A)*100 | % | |
| 2" | 1 1/2" | 0.0 | 0.0 | | | |
| 1 1/2" | 1" | 0.0 | 0.0 | | | |
| 1" | 3/4" | 733.0 | 0.0 | 0.0 | 7.16 | 0.00 |
| 3/4" | 1/2" | 3462.0 | 44.0 | 1.3 | 33.81 | 44.82 |
| 1/2" | 3/8" | 3204.0 | 62.0 | 1.9 | 31.29 | 60.55 |
| 3/8" | 1/4" | 1785.0 | 80.0 | 4.5 | 16.00 | 71.71 |
| Total | | 9184.0 | | | 88.3 | 177.2 |
| | | | | | | 2.01 |

PARTÍCULAS ALARGADAS

| Tamaño del Agregado | A | B | C | D | E | Observaciones |
|---------------------|----------------|---------------|------|-----------|-------------|---------------|
| Pasa Tamiz | Retenido Tamiz | (g) | (g) | (B/A)*100 | % | |
| 2" | 1 1/2" | 0.0 | 0.0 | | | |
| 1 1/2" | 1" | 0.0 | 0.0 | | | |
| 1" | 3/4" | 733.0 | 0.0 | 0.0 | 7.16 | 0.00 |
| 3/4" | 1/2" | 3462.0 | 0.0 | 0.0 | 33.81 | 0.00 |
| 1/2" | 3/8" | 3204.0 | 25.0 | 0.8 | 31.29 | 24.41 |
| 3/8" | 1/4" | 1785.0 | 54.0 | 3.0 | 16.00 | 57.37 |
| Total | | 9184.0 | | | 88.3 | 81.8 |
| | | | | | | 0.93 |

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS TOTAL : 2.93 %

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Paricallpa Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dicitis Yara Yara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210052

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 03-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 2
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

PARTÍCULAS CHATAS

| Tamaño del Agregado | | A | B | C | D | E | Observaciones |
|---------------------|----------------|---------|------|-----------|-------|--------|---------------|
| Pasa Tamiz | Retenido Tamiz | (g) | (g) | (B/A)*100 | % | CxD | |
| 2" | 1 1/2" | 0.0 | 0.0 | | | | |
| 1 1/2" | 1" | 0.0 | 0.0 | | | | |
| 1" | 3/4" | 757.0 | 0.0 | 0.0 | 6.10 | 0.00 | |
| 3/4" | 1/2" | 4731.0 | 51.0 | 1.1 | 38.14 | 41.11 | |
| 1/2" | 3/8" | 4189.0 | 83.0 | 1.5 | 33.77 | 50.79 | |
| 3/8" | 1/4" | 1072.0 | 72.0 | 6.7 | 16.00 | 107.46 | |
| Total: | | 10749.0 | | | 94.0 | 199.4 | |
| | | | | | | 2.12 | |



PARTÍCULAS ALARGADAS

| Tamaño del Agregado | | A | B | C | D | E | Observaciones |
|---------------------|----------------|---------|------|-----------|-------|-------|---------------|
| Pasa Tamiz | Retenido Tamiz | (g) | (g) | (B/A)*100 | % | CxD | |
| 2" | 1 1/2" | 0.0 | 0.0 | | | | |
| 1 1/2" | 1" | 0.0 | 0.0 | | | | |
| 1" | 3/4" | 757.0 | 0.0 | 0.0 | 6.10 | 0.00 | |
| 3/4" | 1/2" | 4731.0 | 0.0 | 0.0 | 38.14 | 0.00 | |
| 1/2" | 3/8" | 4189.0 | 22.0 | 0.5 | 33.77 | 17.73 | |
| 3/8" | 1/4" | 1072.0 | 80.0 | 4.7 | 16.00 | 74.63 | |
| Total: | | 10749.0 | | | 94.0 | 92.4 | |
| | | | | | | 0.88 | |

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS **TOTAL:** **3.10** %

OBSERVACIONES.

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


Joha Percy Parichama Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Ohevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210502

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mr. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 03-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 3
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

PARTÍCULAS CHATAS

| Tamaño del Agregado | A | B | C | D | E | Observaciones |
|---------------------|----------------|---------------|------|-----------|-------------|---------------|
| Pasa Tamiz | Retenido Tamiz | (g) | (g) | (B/A)*100 | % | |
| 2" | 1 1/2" | 0.0 | 0.0 | | | |
| 1 1/2" | 1" | 0.0 | 0.0 | | | |
| 1" | 3/4" | 463.0 | 0.0 | 0.0 | 4.70 | 0.00 |
| 3/4" | 1/2" | 2993.0 | 42.0 | 1.4 | 30.39 | 42.04 |
| 1/2" | 3/8" | 3526.0 | 55.0 | 1.6 | 35.80 | 55.84 |
| 3/8" | 1/4" | 1290.0 | 89.0 | 6.9 | 16.00 | 110.39 |
| | | 8272.0 | | | 86.9 | 206.9 |
| | | | | | | 2.40 |

PARTÍCULAS ALARGADAS

| Tamaño del Agregado | A | B | C | D | E | Observaciones |
|---------------------|----------------|---------------|------|-----------|-------------|---------------|
| Pasa Tamiz | Retenido Tamiz | (g) | (g) | (B/A)*100 | % | |
| 2" | 1 1/2" | 0.0 | 0.0 | | | |
| 1 1/2" | 1" | 0.0 | 0.0 | | | |
| 1" | 3/4" | 463.0 | 0.0 | 0.0 | 4.70 | 0.00 |
| 3/4" | 1/2" | 2993.0 | 0.0 | 0.0 | 30.39 | 0.00 |
| 1/2" | 3/8" | 3526.0 | 39.0 | 1.1 | 35.80 | 39.50 |
| 3/8" | 1/4" | 1290.0 | 54.0 | 4.2 | 16.00 | 66.96 |
| Total: | | 8272.0 | | | 86.9 | 106.6 |
| | | | | | | 1.23 |

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS TOTAL: 3.63 %

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Pery Parichagua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Balista Nuancani



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 04-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

| Tamaño del Agregado | A | B | C | D | E | Observaciones |
|---------------------|-------------|---------------|-------------|------------|-------------|---------------|
| Pasa Tamiz | Retenido T. | (g) | (g) | (B/A)*100 | % Original | |
| 2" | 1 1/2" | - | 0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 1 1/2" | 1" | - | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 1" | 3/4" | 733.0 | 733.0 | 100.0 | 7.16 | 715.8 |
| 3/4" | 1/2" | 3482.0 | 3436.0 | 99.2 | 33.81 | 3365.5 |
| 1/2" | 3/8" | 3204.0 | 3155.0 | 98.5 | 31.29 | 3081.1 |
| Total: | | 7399.0 | 7324 | | 72.3 | 7152.3 |

Porcentaje con una o mas caras fracturadas = **TOTAL E 98.99 %**
TOTAL D

| Tamaño del Agregado | A | B | C | D | E | Observaciones |
|---------------------|-------------|---------------|-------------|------------|-------------|---------------|
| Pasa Tamiz | Retenido T. | (g) | (g) | (B/A)*100 | % Parcial | |
| | 1 1/2" | - | | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 1 1/2" | 1" | - | | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 1" | 3/4" | 733.0 | 733.0 | 100.0 | 7.16 | 715.8 |
| 3/4" | 1/2" | 3482.0 | 3325.0 | 96.0 | 33.81 | 3247.1 |
| 1/2" | 3/8" | 3204.0 | 3023.0 | 94.4 | 31.29 | 2962.1 |
| Total: | | 7399.0 | 7081 | | 72.3 | 6916.0 |

Porcentaje con dos o mas caras fracturadas = **TOTAL E 96.70 %**
TOTAL D

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS ASTM D 5821

| | |
|---|--------------|
| PESO DE PARTICULAS FRACTURADAS | 7324.0 |
| PESO DE PARTICULAS CUESTIONABLES | 0 |
| PESO DE PARTICULAS NO FRACTURADAS | 75.0 |
| PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS | 98.99 |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy Parichagua Tintayta
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dheats Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 04-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 2
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)

| Tamaño del Agregado | | A | B | C | D | E | Observaciones |
|---------------------|-------------|---------------|-------------|------------|-------------|---------------|---------------|
| Pasa Tamiz | Retenido T. | (g) | (g) | (B/A)*100 | % Original | CxD | |
| 2" | 1 1/2" | - | 0 | 0 | 0.00 | 0.0 | |
| 1 1/2" | 1" | - | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 | |
| 1" | 3/4" | 757.0 | 757.0 | 100.0 | 6.10 | 610.2 | |
| 3/4" | 1/2" | 4731.0 | 4685.0 | 99.0 | 38.14 | 3776.7 | |
| 1/2" | 3/8" | 4189.0 | 4125.0 | 98.5 | 33.77 | 3325.3 | |
| | | 9877.0 | 9587 | | 78.0 | 7712.2 | |

Porcentaje con una o mas caras fracturadas = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ 98.86 %

| Tamaño del Agregado | | A | B | C | D | E | Observaciones |
|---------------------|-------------|---------------|-------------|------------|-------------|---------------|---------------|
| Pasa Tamiz | Retenido T. | (g) | (g) | (B/A)*100 | % Parcial | CxD | |
| 2" | 1 1/2" | - | | 0 | 0.00 | 0.0 | |
| 1 1/2" | 1" | - | | 0 | 0.00 | 0.0 | |
| 1" | 3/4" | 757.0 | 757.0 | 100.0 | 6.10 | 610.2 | |
| 3/4" | 1/2" | 4731.0 | 4607.0 | 97.4 | 38.14 | 3713.8 | |
| 1/2" | 3/8" | 4189.0 | 3996.0 | 95.4 | 33.77 | 3222.9 | |
| Total | | 9877.0 | 9362 | | 78.0 | 7547.0 | |

Porcentaje con dos o mas caras fracturadas = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ 96.74 %

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS ASTM D 5821

| | |
|---|--------------|
| PESO DE PARTICULAS FRACTURADAS | 9587.0 |
| PESO DE PARTICULAS CUESTIONABLES | 10 |
| PESO DE PARTICULAS NO FRACTURADAS | 100.0 |
| PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS | 98.91 |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


Juan Percy Juricahuá Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Theobald Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 04-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANtera: CABANILLAS
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA
MUESTRA: N° 3
LUGAR DE MUESTREO: CANtera (CHANCADORA)

| Tamaño del Agregado | A | B | C | D | E | Observaciones |
|---------------------|-------------|---------------|-------------|------------|-------------|---------------|
| Pasa Tamiz | Retenido T. | (g) | (g) | (B/A)*100 | % Original | |
| 2" | 1 1/2" | - | 0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 1 1/2" | 1" | - | 0.0 | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 1" | 3/4" | 463.0 | 463.0 | 100.0 | 4.70 | 470.1 |
| 3/4" | 1/2" | 2993.0 | 2905.0 | 97.1 | 30.39 | 2949.2 |
| 1/2" | 3/8" | 3526.0 | 3408.0 | 96.2 | 35.80 | 3551.3 |
| Total | | 6982.0 | 6966 | | 70.9 | 6979.6 |

Porcentaje con una o mas caras fracturadas = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ = 98.34 %

| Tamaño del Agregado | A | B | C | D | E | Observaciones |
|---------------------|-------------|---------------|-------------|------------|-------------|---------------|
| Pasa Tamiz | Retenido T. | (g) | (g) | (B/A)*100 | % Parcial | |
| 2" | 1 1/2" | - | | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 1 1/2" | 1" | - | | 0 | 0.00 | 0.0 |
| 1" | 3/4" | 463.0 | 463.0 | 100.0 | 4.70 | 470.1 |
| 3/4" | 1/2" | 2993.0 | 2822.0 | 94.3 | 30.39 | 2865.0 |
| 1/2" | 3/8" | 3526.0 | 3376.0 | 95.7 | 35.80 | 3427.4 |
| Total | | 6982.0 | 6861 | | 70.9 | 6782.4 |

Porcentaje con dos o mas caras fracturadas = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ = 95.40 %

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS ASTM D 5821

| | |
|---|--------------|
| PESO DE PARTICULAS FRACTURADAS | 6866.0 |
| PESO DE PARTICULAS CUESTIONABLES | 10 |
| PESO DE PARTICULAS NO FRACTURADAS | 106.0 |
| PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS | 98.41 |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Karkachua Tintaya
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
 Dheivis Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: (051) 405295


CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
 Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - : **REGISTRO:** C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA:** 09-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS **MUESTRA:** N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

Agregado Grueso

| Fracción | | Gradación original (%) | Peso Final (gr) | Peso requerido (gr) | Peso de ensayo después de ensayo (gr) | Pérdida | | Pérdida Corregida (%) |
|-----------|---------|------------------------|-----------------|---------------------|---------------------------------------|-----------|-----|-----------------------|
| Pasa | Retiene | | | | | peso (gr) | % | |
| 2 1/2" | 2" | | | 3000±300 | | | | |
| 2" | 1 1/2" | | | 2000±200 | | | | |
| 1 1/2" | 1" | | | 1000±80 | | | | |
| 1" | 3/4" | 7.2 | 501 | 500±30 | 497.50 | 3.5 | 0.7 | 0.05 |
| 3/4" | 1/2" | 33.8 | 670 | 670±10 | 649.90 | 20.1 | 3.0 | 1.01 |
| 1/2" | 3/8" | 31.3 | 331 | 330±5 | 313.80 | 17.2 | 5.2 | 1.63 |
| 3/8" | Nº4 | 25.9 | 299 | 300±5 | 275.00 | 24.0 | 8.0 | 2.08 |
| SUMATORIA | | 98.2 | 1801 | | 1736.20 | | | 4.77 |
| | | | | | | % Perdida | = | 4.77 |



OBSERVACIONES:

Muestras proporcionadas por los solicitantes
Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
 John Percy Parichhua Tintaya
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
 Dina Yary Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CP: 11 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com
☎ Telf: (051) 405295

📍 **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
REGISTRO: C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
FECHA: 09-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS
MUESTRA: N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

AGREGADO GRUESO:

| IDENTIFICACIÓN | N° DE ENSAYOS | | |
|----------------------------------|---------------|--------|--------|
| | 2 | 3 | 4 |
| (1) Peso Tarro (Biker 100 ml.) | 168.22 | 173.13 | 169.48 |
| (2) Peso Tarro + agua + sal | 309.45 | 311.26 | 307.45 |
| (3) Peso Tarro Seco + sal | 168.33 | 173.23 | 169.59 |
| (4) Peso de Sal (3 -1) | 0.11 | 0.10 | 0.11 |
| (5) Peso de Agua (2-3) | 141.12 | 138.03 | 137.86 |
| (6) Porcentaje de Sal | 0.078 | 0.072 | 0.080 |
| (7) Promedio % | 0.077 | | |



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
Johi Percy Paricahu Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhiana Yara Jara Volca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP. N° 210522

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 205296



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huanané



PROYECTO:

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 10-Jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANERA: CABANILLAS **MUESTRA:** N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO:** CANERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

AGREGADO GRUESO:

| MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|----------|----------|----------|----------|
| CONTENIDO DE AGREGADO (MTC E 519:2016) | 120/150 | 120/150 | 120/150 | 120/150 |
| ADHERENCIA (%) | 97% | 98% | 98% | 98% |
| ADHERENCIA (RET.) | Min. 95% | Min. 95% | Min. 95% | Min. 95% |
| ADHERENCIA (RET.) | 97% ret. | 98% ret. | 98% ret. | 98% Ret |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante



CONGEOMAT S.R.L.
Jairo Percy Parichagua Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210052

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com
☎ Tel.: (051) 435 295

📍 CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 11-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS MUESTRA: N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN LUGAR DE MUESTREO: CANTERA (CHANCADORA)
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA

Agregado Grueso

| Fracción | | Peso requerido (gr) | Muestra (gr) | Agitación muestras (10 minutos) | Contenido de agua desviada (ml) |
|----------|---------|---------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Pasa | Retiene | | | | |
| 1" | 3/4" | | | | |
| 3/4" | 1/2" | 1070±10 | 1071 | | |
| 1/2" | 3/8" | 570±10 | 570 | | |
| 3/8" | N°4 | 910±5 | 812 | 10' | 1000.0 |



| Descripción | N° de Ensayo | | |
|---|--------------|-----------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Hora de entrada a decantación | 13:10 | 13:30 | 13:50 |
| Hora de salida de decantación (mas 20') | 13:30 | 13:50 | 14:10 |
| altura maxima de material fino (mm) | 66.7 | 50.30 | 59.5 |
| Índice de durabilidad (de la tabla) | 61.0 | 62.0 | 58.0 |
| promedio | 60.3 | Especificación: | 35mm. |

OBSERVACIONES:

- Muestras proporcionadas por los solicitantes
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintaya
T.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dicielis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

**PUNO – PERÚ
2022**

ENSAYOS DE AGREGADOS ARENA NATURAL

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 02-jun-22

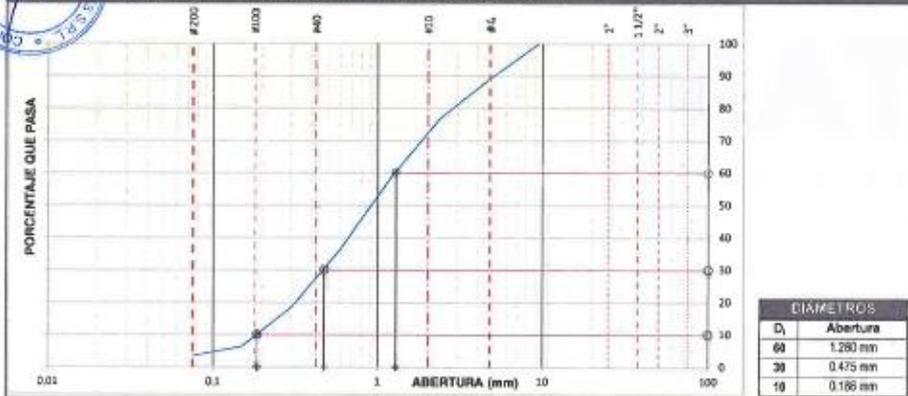
DATOS DE LA MUESTRA

CANtera: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANtera

| TAMIZADO | | | | | | RESUMEN | | |
|----------|---------------|--------|----------|------|--------------|---------|----------------------------|---------|
| N | TAMIZ | | RETEÑO | | ACUMULADO(%) | | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | DE NOMINACIÓN | (mm) | PESO (g) | % | % | SUELO | | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra seca | 2.850 g |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra lavada y seca | 2.586 g |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fines equiv. <#4 | 88.1% |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Grava usada | 10.9% |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fines crivado <#4 | 2.420 g |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fines. suelo < #200 | 3.5% |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | | |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | TAMIZADO MAXIMO | 3/8" |
| 10 | #4 | 4.750 | 294.0 | 10.9 | 89.1 | | COEFICIENTES | |
| 11 | #6 | 2.500 | 328.8 | 12.1 | 77.0 | | Uniformidad (Cu) | 8.882 |
| 12 | #10 | 1.190 | 904.6 | 31.6 | 68.4 | | Curvatura (Cc) | 0.948 |
| 13 | #30 | 0.600 | 691.4 | 24.2 | 75.8 | | | |
| 14 | #50 | 0.300 | 484.2 | 17.0 | 83.0 | | | |
| 15 | #100 | 0.150 | 327.2 | 11.5 | 88.5 | | | |
| 16 | #200 | 0.075 | 77.8 | 2.7 | 97.3 | | | |
| 17 | Fondo | 0.075 | 96.0 | 3.3 | 96.7 | | | |



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichhua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Tel. (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 02-jun-22

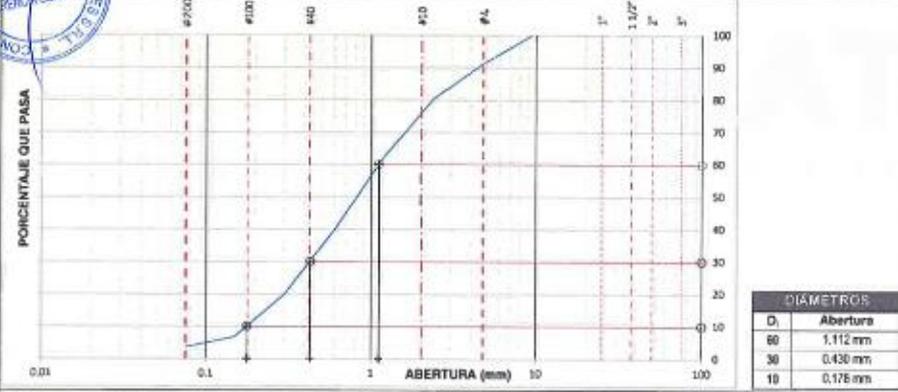
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL
MUESTRA: N° 2
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

| TAMIZADO | | | | | | RESUMEN | | |
|----------|--------------|--------|----------|------|---------|---------------|----------------------------|---------|
| N | TAMIZ | | RETENIDO | | PARANTE | ACUMULADO (%) | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | DENOMINACIÓN | (mm) | PESO (g) | % | SUELO | % | | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | | 100.0 | Peso muestra seca | 2.540 g |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | | 100.0 | Peso muestra lavada y seca | 2.706 g |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | | 100.0 | Fino equiv. <4#4 | 91.2% |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | | 100.0 | Grasa usada | 8.8% |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | | 100.0 | Fino ensayado <#44 | 250 g |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | | 100.0 | Fino equiv. <#200 | 2.520 g |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 0 | 0.0 | | 100.0 | TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 0 | 0.0 | | 100.0 | TAMANO MAXIMO | 38" |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | | 100.0 | COEFICIENTES | |
| 10 | #4 | 4.750 | 250.0 | 8.8 | | 91.2 | Uniformidad (Cu) | 8.247 |
| 11 | #6 | 2.500 | 238.6 | 10.6 | | 80.4 | Curvatura (Cc) | 0.934 |
| 12 | #16 | 1.180 | 497.5 | 16.0 | | 62.4 | | |
| 13 | #30 | 0.600 | 623.6 | 22.8 | | 39.8 | | |
| 14 | #60 | 0.250 | 548.2 | 19.8 | | 20.0 | | |
| 15 | #100 | 0.150 | 305.5 | 13.2 | | 6.8 | | |
| 16 | #200 | 0.075 | 67.9 | 3.2 | | 3.6 | | |
| 17 | Fondo | 0.075 | 56.7 | 3.6 | | | | |



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEO MAT S.R.L.
 John Percy Paredes Tintay
 T.E. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEO MAT S.R.L.
 Dhaenis Tury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP N° 210662

DATOS GENERALES

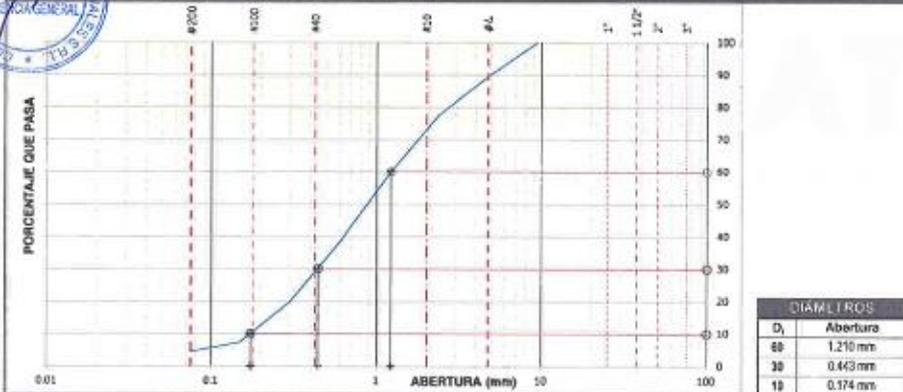
PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 02-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL
MUESTRA: N° 3
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

| TAMIZADO | | | | | RESUMEN | | | |
|----------|--------------|--------|----------|------|---------------|---------------|----------------------------|---------|
| N | TAMIZ | | RETENIDO | | PASANTE SUELO | ACUMULADO (N) | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | DENOMINACIÓN | (mm) | PESO (g) | % | | | | |
| 1 | 3/16" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra seca | 2.700 g |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra lavada y seca | 2.483 g |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Finos equlv. <#4 | 2.527 g |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Finos usada | 273 g |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fino ensayado <#4 | 2.280 g |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fino equlv. <#200 | 117 g |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | TAMANO MÁXIMO | 38" |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | COEFICIENTES | |
| 10 | #4 | 4.750 | 273.0 | 10.5 | 89.5 | | Uniformidad (Cu) | 6.984 |
| 11 | #6 | 2.500 | 306.5 | 12.0 | 77.5 | | Curvatura (Cc) | 0.802 |
| 12 | #10 | 1.750 | 457.9 | 18.0 | 69.5 | | | |
| 13 | #30 | 0.600 | 538.2 | 21.1 | 38.4 | | | |
| 14 | #60 | 0.250 | 470.9 | 18.5 | 19.9 | | | |
| 15 | #100 | 0.150 | 318.0 | 12.5 | 7.4 | | | |
| 16 | #200 | 0.075 | 77.4 | 2.8 | 4.5 | | | |
| 17 | Fondo | 0.075 | 115.0 | 4.5 | | | | |
| 18 | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Panichau Tintayá
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Diego Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210692

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVÉS MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAFANA

FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA : COLLANA MUESTRA : N° 1
UBICACIÓN : SAN ROMÁN LUGAR DE MUESTREO : CANTERA
DESCRIPCIÓN : ARENA NATURAL

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | | |

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° TARRO | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARRA | (g) | | | | |
| PESO DEL AGUA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz nro. 40


CONGEOMAT S.R.L.
 John Percy Paricahua Tintaya
 T.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
 Dircina Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210652

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf. (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANERA : COLLANA **MUESTRA :** N° 2
UBICACIÓN : SAN ROMÁN **LUGAR DE MUESTREO :** CANERA
DESCRIPCIÓN : ARENA NATURAL

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | | |

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° TARGO | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | | |
| PESO DEL AGUA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

| | |
|---------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| INDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasando del tamiz nro. 40


John Percy Parichagua Tintayá
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dhebers Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.P. N° 210952

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización expresa de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julíaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL

MUESTRA : N° 3
LUGAR DE MUESTREO: CANERA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | | |

NP

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|---------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° TARRO | ID | | | | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARRA | (g) | | | | |
| PESO DEL AGUA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|---------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° TARRO | ID | | | | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARRA | (g) | | | | |
| PESO DEL AGUA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |

NUMERO DE GOLPES

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

| | |
|---------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasante del tamiz n.º 40

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parigalhua Tintayá
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dicélys Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 495295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julilca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 36. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL
MUESTRA : N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | | |

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|---------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° TARRO | ID | | | | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARRA | (g) | | | | |
| PESO DEL AGUA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | NUMERO DE GOLPES |
|--------------------------|------------------|
| 21.0 | 5 |
| 20.5 | 10 |
| 20.0 | 15 |
| 19.5 | 20 |
| 19.0 | 25 |
| 18.5 | 30 |
| 18.0 | 35 |
| 17.5 | 40 |
| 17.0 | 45 |
| 16.5 | 50 |
| 16.0 | 55 |
| 15.5 | 60 |
| 15.0 | 65 |
| 14.5 | 70 |
| 14.0 | 75 |
| 13.5 | 80 |
| 13.0 | 85 |
| 12.5 | 90 |
| 12.0 | 95 |
| 11.5 | 100 |

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

| | |
|---------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material presente del ítem: nro. 200


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricatma Tintaya
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Encinas Yara Yara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210052

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: (051) 445296



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL

MUESTRA : N° 2
LUGAR DE MUESTREO: CANtera

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | |

NP

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|
| N° TARRIO | ID | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | |
| PESO DEL AGUA | (g) | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

| | |
|---------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz n.º 200


John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Francis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP: N° 210902

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA : COLLANA
UBICACIÓN : SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN : ARENA NATURAL

MUESTRA : N° 3
LUGAR DE MUESTREO : CANTERA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | |
| NÚMERO DE GOLPES | | | | |

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|
| N° TARRO | ID | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | |
| PESO DEL AGUA | (g) | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz nro. 200


CONGEOMAT S.R.L.
Julia Percy Paricalhua Tintayá
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Thelcio Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210962

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L. salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel. (051) 405285



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 20. Salida Huancané



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 04-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA
UBICACIÓN : SAN ROMÁN
DESCRIP. : ARENA NATURAL

MUESTRA : N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

| DATOS DE MUESTRA | | 1 | 2 | PROMEDIO |
|------------------|---|---------|---------|----------|
| 1 | PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA | 500.00 | 500.00 | |
| 2 | PESO: FIOLA + 500 cc AGUA (AFORADO) | 657.70 | 662.30 | |
| 3 | PESO: FIOLA + 500 cc AGUA + [1] | 1157.70 | 1162.30 | |
| 4 | PESO: FRASCO + AGUA + [1] (AFORADO A 500 cc) | 960.00 | 965.30 | |
| 5 | PESO (VOL. AGUA) DEL MATERIAL SSS*, [(4)-(1)] | 197.70 | 197.00 | |
| 6 | PESO SECO EN ESTUFA A 100°C ± 5°C | 485.9 | 485.2 | |
| 7 | PESO + VOL. DE AGUA EN LA MUESTRA SSS* | 14.10 | 14.80 | |
| 8 | VOLUMEN DEL SUELO SOLIDO (cc), [(7)-(6)] | 183.6 | 182.2 | |
| 9 | PESO E BULK BASE SECA, [(8)(8)] | 2.458 | 2.463 | 2.460 |
| 10 | PESO E BULK BASE SATURADA, [(9)(9)] | 2.529 | 2.538 | 2.534 |
| 11 | PESO E APARENTE BASE SECA, [(9)(8)] | 2.647 | 2.683 | 2.655 |
| 12 | % de ABSORCIÓN, [(11)(9)]-1 | 2.902 | 3.050 | 2.976 |

OBSERVACIONES :

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Parigahua Tintaya
TIC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Daniel Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210002

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización expresa de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARAMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 04-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA

MUESTRA: N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN

LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL

DETERMINACIÓN DE ALTURAS

| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO |
|------|--|---------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | Lectura cronometro de entrada a saturación | h:min:s | 09:20:00 | 09:22:00 | 09:24:00 | |
| 2 | Lectura cronometro: salida de saturación | h:min:s | 09:30:00 | 09:32:00 | 09:34:00 | |
| 3 | Tiempo de saturación (Ts), Ts = 10 ± 1 min | h:min:s | 00:10:00 | 00:10:00 | 00:10:00 | |
| 4 | Tiempo de agitación (Ta), Ta = 40 ± 3 seg | s | 40 | 40 | 40 | |
| 5 | Lectura cronometro: entrada a decantación | h:min:s | 09:32:00 | 09:34:00 | 09:36:00 | |
| 6 | Lectura cronometro: salida de decantación | h:min:s | 09:52:00 | 09:54:00 | 09:56:00 | |
| 7 | Tiempo decantación (Td), Td = 20 ± 15 seg | s | 00:20:00 | 00:20:00 | 00:20:00 | |
| 8 | Altura total fines (oculosos), ± 1 mm | mm | 48 | 48 | 47 | |
| 9 | Altura de la parte arenosa, ± 1 mm | mm | 36 | 37 | 37 | |
| | [E] Equivalente arena, [97/100][8] | % | 75.0 | 77.1 | 76.7 | 76.9 |



CONCLUSIONES

- [Agregar recomendaciones por el solicitante]

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichagua Tinayá
 TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405 295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 11-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA

MUESTRA : N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN

LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL

| TAMAÑOS DE MALLAS | | | Ajustación de muestra (10 mm) | contenido de agua destilada (ml) | muestra lavada (ml) |
|-------------------|---------|---------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| PASA | RETIENE | RECORDA | | | |
| #4 | fondo | 500 | 10' | 1000.0 | 95 |

| DESCRIPCIÓN | | IDENTIFICACIÓN | | |
|-------------|---|----------------|----------|----------|
| TEM | ENSAJO | 1 | 2 | PROMEDIO |
| 1 | Hora de entrada a saturación | 14:10:00 | 14:30:00 | |
| 2 | Hora de salida de saturación (mas 10') | 14:20:00 | 14:40:00 | |
| 3 | Hora de entrada a decantación | 14:30:00 | 14:50:00 | |
| 4 | Hora de Salida de decantación (mas 20') | 14:50:00 | 15:10:00 | |
| 5 | Altura máxima de la arcilla | 9.70 | 9.70 | |
| 6 | Altura máxima de la arena | 3.80 | 3.80 | |
| 7 | Índice de durabilidad (IDH) Lammán L arolla*100 | 40.2 | 39.2 | |
| | | | | 39.69 |



OBSERVACIONES

- Muestra proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricaphua Tintay
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dhester Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210052

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel.: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C-2022-200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PAQUIRI ZAPANA

FECHA: 05-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA

MUESTRA: N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN

LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL

Muestra pasante tamiz 2.36 mm (N° 08) y Retiene tamiz 0.075 mm (N° 200)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | 1 | 2 | PROMEDIO |
|---|----------------|--------|--------|----------|
| PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA | gr. | 598.71 | 599.69 | 45.4 |
| PESO DEL RECIPIENTE | gr. | 456.79 | 456.79 | |
| PESO DE LA MUESTRA (W) | gr. | 141.92 | 142.90 | |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA BRUTA (G _{sb}) | cc | 2.655 | 2.655 | |
| VOLUMEN DEL MOLDE (V) | cc | 99 | 99 | |
| VOLUMEN DEL AGREGADO FINO (W/G _{sb}) | m ³ | 53.45 | 53.82 | |
| ANGULARIDAD DEL AGREGADO V-(W/G _{sb})/V*100 | % | 45.82 | 46.26 | |
| ANGULARIDAD PROMEDIO | % | | | 46.44 |



OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante

Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


Juli Percy Paricalhua Tintaya
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Dárcis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP N° 24062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada

Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@mgmat.com
Telf.: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUI
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 11-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

Agregado Fino

| Pasa | Retención | Peso Inicial (gr) | Peso Final (gr) | Pérdida de Peso (Grs) | % Pérdida Total | Gradación Original | | Pérdida Gravitacional (%) |
|------------------|-----------|-------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|--------------------|---------------|---------------------------|
| | | | | | | Esalonado | Original | |
| 3/8" | N°4 | 100 | 98.5 | 1.5 | 1.50 | 10.9 | 11.66 | 0.17 |
| N°4 | N°8 | 100 | 93.0 | 7.0 | 7.00 | 12.1 | 12.93 | 0.91 |
| N°8 | N°16 | 100 | 92.1 | 7.9 | 7.90 | 18.6 | 19.84 | 1.57 |
| N°16 | N°30 | 100 | 89.4 | 10.6 | 10.60 | 21.8 | 23.26 | 2.47 |
| N°30 | N°50 | 100 | 88.7 | 11.3 | 11.30 | 18.2 | 19.43 | 2.20 |
| N°50 | N°100 | 100 | 87.1 | 12.9 | 12.90 | 12.0 | 12.87 | 1.66 |
| SUMATORIA | | 600 | 546.8 | | 93.00 | 100.0 | 100.00 | |
| | | | | | | % Pérdida | : | 9.0 |



OBSERVACIONES:

Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
Julia Percy Paricahua Tintayá
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhceivis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 219662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julica: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 12-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANERA: COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: ARENA NATURAL
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANERA

AGREGADO FINO:

| IDENTIFICACIÓN | N.º DE ENSAYOS | | |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|
| | 3 | 1 | 2 |
| (1) Peso Tamo (Biker 100 ml.) | 196.40 | 161.00 | 176.10 |
| (2) Peso Tamo + agua + sal | 260.84 | 275.34 | 264.91 |
| (3) Peso Tamo Seco + sal | 196.46 | 161.11 | 176.19 |
| (4) Peso de Sal (3 -1) | 0.06 | 0.11 | 0.09 |
| (5) Peso de Agua (2-3) | 64.38 | 114.23 | 88.72 |
| (6) Porcentaje de Sal | 0.030 | 0.096 | 0.101 |
| (7) Faltante % | 0.007 | | |



OBSERVACIONES

Muestras proporcionadas por el solicitante
Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


CONGEMAT S.R.L.
 John Percy Puricagua Tintaya
 I.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEMAT S.R.L.
 Dhevis Yury Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 406295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julíaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

**PUNO – PERÚ
2022**

ENSAYOS DE AGREGADOS

RELAVE MINERO

DATOS GENERALES

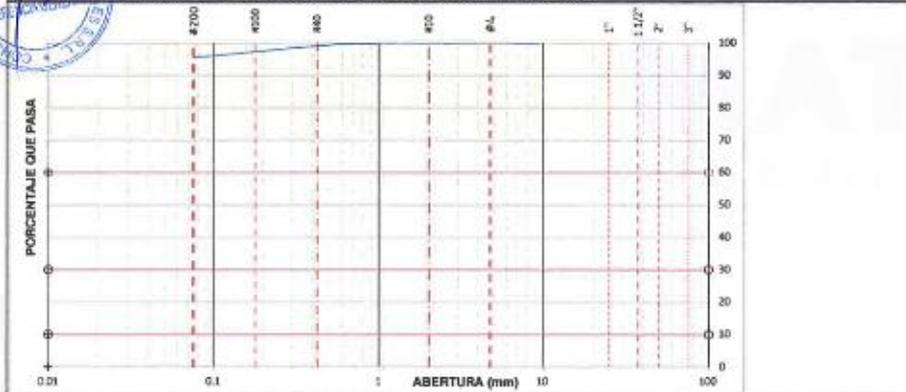
PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO FACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 02-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: RELAVE MINERO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: RELAVE MINERO
MUESTRA: Nº 1

| TAMIZADO | | | | | RESUMEN | | |
|----------|--------------|----------|-------|-------------------------|---------|----------------------------|-------|
| N | DENOMINACIÓN | RETENIDO | | PASANTE / ACUMULADO (%) | | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | | PESO (g) | % | SUELO | | | |
| 1 | 3 1/2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | Peso muestra seca | 500 g |
| 2 | 3" | 75.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | Peso muestra lavada y seca | 22 g |
| 3 | 2 1/2" | 63.600 | 0 | 0.0 | 100.0 | Fines equip. <#4 | 500 g |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | Grava esada | 0.0% |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | Fines ensayada <#4 | 500 g |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | Fines equip. <#20 | 95.8% |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 10 | #4 | 4.750 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 11 | #6 | 2.300 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 12 | #10 | 1.190 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 13 | #20 | 0.800 | 1.2 | 0.2 | 99.8 | | |
| 14 | #40 | 0.300 | 0.3 | 0.2 | 99.5 | | |
| 15 | #60 | 0.150 | 0.3 | 0.2 | 99.9 | | |
| 16 | #100 | 0.075 | 0.1 | 0.2 | 99.5 | | |
| 17 | Fondo | 0.075 | 478.2 | 95.8 | | | |
| 18 | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paracama Tintaya
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Blanca Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PAGURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 02-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

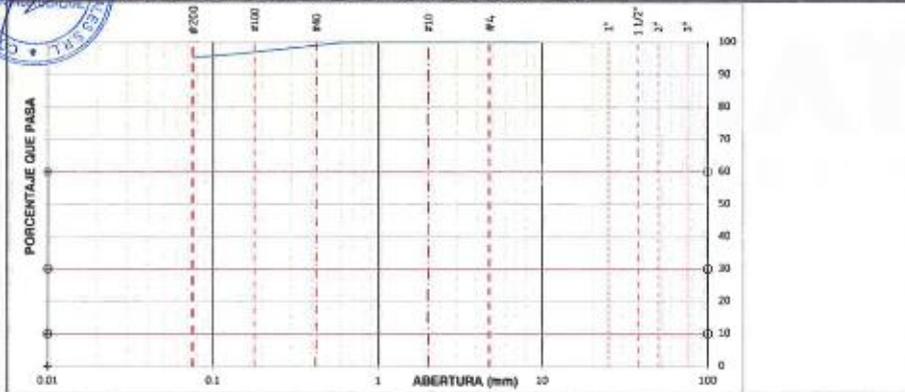
CANTERA: RELAVE MINERO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: RELAVE MINERO
MUESTRA: N° 2

| TAMIZADO | | | | | RESUMEN | | |
|----------|-----------------------|----------|------|--------------|------------------------|-------------|-------|
| N | TAMIZ DENOMINACIÓN | RETENIDO | | PASANTE % | ACUMULADO (%) SUELO | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | | PESO (g) | % | | | | |
| 1 | 3 1/2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 2 | 2" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 8 | 10" | 12.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 10 | #4 | 4.750 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 11 | #6 | 2.360 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 12 | #10 | 1.180 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 13 | #20 | 0.850 | 1.2 | 0.1 | 99.9 | | |
| 14 | #30 | 0.600 | 16.5 | 1.7 | 98.2 | | |
| 15 | #40 | 0.425 | 16.5 | 1.7 | 98.6 | | |
| 16 | #60 | 0.250 | 12.6 | 1.3 | 98.3 | | |
| 17 | Fondo | 0.075 | 93.2 | 98.3 | | | |

| RESUMEN | |
|----------------------------|---------|
| DESCRIPCIÓN | VALOR |
| GENERALES | |
| Peso muestra seca | 1,000 g |
| Peso muestra lavada y seca | 47 g |
| Fines eq. < #4 | 100.0% |
| Graes lavada | 0.0% |
| Fino ensayado < #4 | 1,000 g |
| Frac. eq. < #200 | 95.3% |
| Frac. eq. < #600 | 98.3 g |
| TIPO DE TAMIZADO | |
| TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| TAMIZADO MÁXIMO | 38" |
| COEFICIENTES | |
| Uniformidad (Cu) | 1.000 |
| Curestura (Cc) | 1.000 |



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


John Percy
 Ing. de SUELOS Y PAVIMENTOS


Dhebers Tary Jara Vilca
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

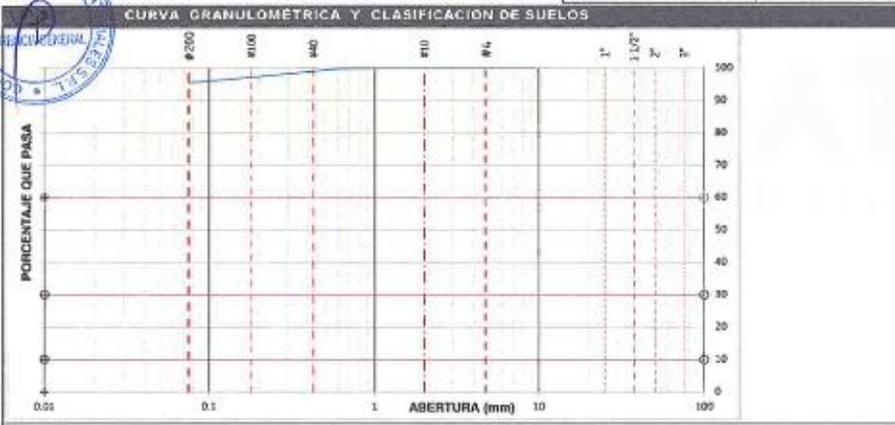
PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 02-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: RELAVE MINERO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: RELAVE MINERO
MUESTRA: N° 3

| TAMIZADO | | | | | RESUMEN | | |
|----------|-----------------------|--------------|----------|--------------|------------------------|-------------|-------|
| N | TAMIZ DENOMINACIÓN | RETENIDO | | PASANTE % | ACUMULADO (%) SUELO | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | | ASTM (mm) | PESO (g) | | | | |
| 1 | 3/16" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 2 | 2" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 6 | 7" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 7 | 3/4" | 18.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 10 | #4 | 4.750 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 11 | #6 | 2.360 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 12 | #10 | 1.180 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 13 | #15 | 0.850 | 2.2 | 0.2 | 99.8 | | |
| 14 | #20 | 0.750 | 19.6 | 1.6 | 98.4 | | |
| 15 | #30 | 0.600 | 16.8 | 1.5 | 98.5 | | |
| 16 | #40 | 0.425 | 15.8 | 1.3 | 98.7 | | |
| 17 | Fondo | 0.075 | 1,190.8 | 98.5 | | | |
| 18 | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | |

| GENERAL | |
|----------------------------|---------|
| Peso muestra seca | 1,250 g |
| Peso muestra lavada y seca | 16 g |
| Fines sec. < 40 | 100.0% |
| Fines sec. < 40 | 0.0% |
| Fines sec. < 40 | 1,250 g |
| Fines sec. < 40 | 35.3% |
| Fines sec. < 40 | 1,194 g |
| TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| TAMAÑO MÁXIMO | 36" |
| COEFICIENTES | |
| Uniformidad (Cu) | 1.000 |
| Curvatura (Cc) | 1.000 |



OBSERVACIONES
- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
Johan Percy Pasichagua Tintaya
TEL. DE SERVICIOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dierotis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +51 1 105595

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANERA: RELAVE MINERO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: RELAVE MINERO

MUESTRA : N° 1

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | |

NP

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|
| N° TARRO | ID | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | |
| PESO DEL AGUA | (g) | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

| | |
|---------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| INDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestra proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con material pasado del tamiz nro. 40

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahuana Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Diana Yara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210662



DATOS GENERALES

PROYECTO : RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUÑO
SOLICITANTE : JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 04-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: RELAVE MINERO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN
DESCRIPCIÓN: RELAVE MINERO
MUESTRA: N° 1
LUGAR DE MUESTREO: CANTERA

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° CAPSULA | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | | | | | |

NP

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | MUESTRAS | | | |
|--------------------------|--------|----------|--|--|--|
| N° TARRO | ID | | | | |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g) | | | | |
| PESO TARA + SUELO SECO | (g) | | | | |
| PESO DE LA TARA | (g) | | | | |
| PESO DE AGUA | (g) | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | (g) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | | | | |

NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

| | |
|---------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO (%) | NP |
| LIMITE PLÁSTICO (%) | NP |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | NP |

OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante
- Ensayo realizado con estación pasaporte del tanto no. 250

CONGEOMAT S.R.L.
LABORATORIO
John Percy Yarcobasa Tintayá
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

**40% PIEDRA CHANCADA
37% ARENA CHANCADA
23% ARENA NATURAL**

**PUNO – PERÚ
2022**

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 13-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
MUESTRA: N° 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - TEÓRICO

| TAMICES ASIM | ABERTURA (mm) | % QUE PASA PIEDRA CHANCADA | % QUE PASA ARENA CHANCADA | % QUE PASA ARENA NATURAL | % QUE PASA RELAVE MINERO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|--------------|---------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|--------------------|---------------------------|
| | | 40.0% | 37.0% | 23.0% | 0.0% | 100.0% | ASTM D 3515 D-4 | |
| 1" | 25.400 | 100.0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100 | PROPORCIONES DEL AGREGADO |
| 3/4" | 19.050 | 94.0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 97.60 | 90 | Grava : 52.81 % |
| 1/2" | 12.700 | 59.9 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 83.96 | 80 | Arena : 43.43 % |
| 3/8" | 9.525 | 26.3 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 70.51 | 66 | Fino : 3.76 % |
| No4 | 4.750 | 1.8 | 69.70 | 89.93 | 100.00 | 47.19 | 35 | |
| No8 | 2.380 | 0.0 | 47.17 | 78.30 | 100.00 | 36.46 | 23 | |
| No16 | 1.190 | 0.0 | 30.47 | 60.10 | 100.00 | 25.10 | | |
| No30 | 0.600 | 0.0 | 20.87 | 38.27 | 99.79 | 16.45 | | OBSERVACIONES |
| No50 | 0.300 | 0.0 | 15.23 | 19.43 | 99.28 | 10.11 | 5 | |
| No100 | 0.150 | 0.0 | 10.63 | 6.87 | 98.75 | 5.61 | | |
| BASE | 0.075 | 0.0 | 7.77 | 3.87 | 95.53 | 3.76 | 2 | |



CURVA GRANULOMÉTRICA



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paracalma Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dicelis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 13-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

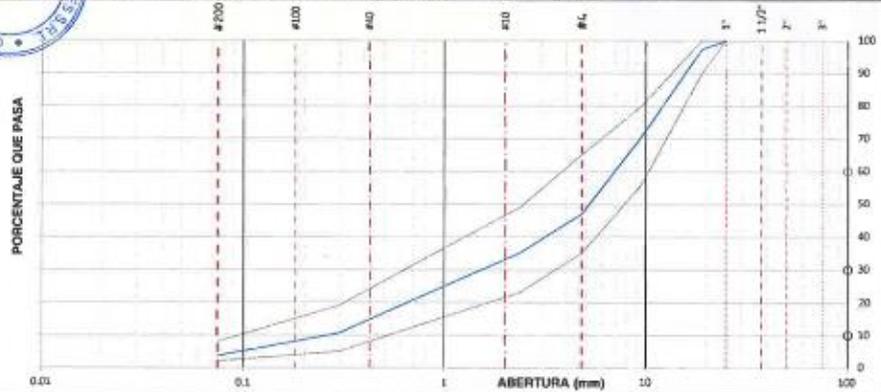
CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
MUESTRA: N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%

| TAMIZADO | | | | | | | RESUMEN | |
|----------|-----------------------|----------------------|---------------|--------------------------|-------|-------------|---------|--|
| N | TAMIZ DENOMINACIÓN | RETENIDO PESO (g) | RETENIDO % | PASANTE ACUMULADO (%) | | DESCRIPCIÓN | VALOR | |
| | | | | % | SUELO | | | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | | |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | | |
| 3 | 2 1/2" | 55.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | | |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | | |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | | |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | | |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 2.05 | 2.6 | 97.4 | 100 | 100 | |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 1.388 | 16.5 | 82.9 | 90 | 100 | |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 1.063 | 12.1 | 79.7 | 86 | 80 | |
| 10 | #4 | 4.250 | 4.731 | 25.7 | 47.0 | 36 | 65 | |
| 11 | #6 | 2.360 | 1,140.3 | 11.9 | 35.1 | 25 | 49 | |
| 12 | #16 | 1.180 | 943.3 | 9.9 | 25.2 | | | |
| | #30 | 0.600 | 797.2 | 8.3 | 18.8 | | | |
| 13 | #50 | 0.300 | 589.6 | 6.2 | 10.7 | 5 | 19 | |
| 14 | #100 | 0.150 | 494.9 | 5.2 | 5.6 | | | |
| 15 | #200 | 0.075 | 183.0 | 1.9 | 3.7 | 2 | 8 | |
| 16 | Fondo | 0.075 | 399.7 | 3.7 | | | | |

| DESCRIPCIÓN | VALOR |
|----------------------------|---------|
| GENERALES | |
| Peso muestra seca | 3000 g |
| Peso muestra lavada y seca | 6.997 g |
| Fino equiv. #4 | 47.0% |
| Grava usada | 53.0% |
| Fino atrapado < #4 | 4.500 g |
| Fino equiv. < #200 | 3.7% |
| Fino equiv. < #200 | 3.7% |
| TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| TAMIZ(MÁXIMO) | 1" |



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhécio Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210982

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Tel: +51 954 408304

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-Jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 5.00 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 38.00 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 35.15 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.85 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.00 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.35 | 6.37 | 6.38 | 6.367 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1197.2 | 1196.9 | 1197.5 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1201.7 | 1200.5 | 1201.1 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 666.1 | 664.5 | 664.6 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 535.6 | 536.0 | 536.5 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.235 | 2.231 | 2.232 | 2.233 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.405 | 2.405 | 2.405 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 7.07 | 7.24 | 7.20 | 7.170 | |
| 19 | Relación Filler/Betón | | 1.17 | | 1.168 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 795 | 719 | 811 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 792 | 716 | 808 | 772 | |
| 23 | Flujo (mm) | 2.54 | 2.29 | 2.29 | 2.37 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.593 | 2.593 | 2.593 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.477 | 2.477 | 2.477 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.831 | 1.831 | 1.831 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 3.26 | 3.26 | 3.26 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 14.272 | 14.429 | 14.394 | 14.4 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 50.462 | 49.823 | 49.979 | 50.1 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 3117 | 3132 | 3533 | 3261 | |



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parigothua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dickens Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden único y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 983 01 0215

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 5.50 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.50 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.97 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.74 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.00 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravela Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.30 | 6.35 | 6.37 | 6.340 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1198.7 | 1200.5 | 1198.6 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1200.1 | 1202.1 | 1200.7 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 670.9 | 672.5 | 671.9 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 529.2 | 529.6 | 528.8 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.265 | 2.267 | 2.267 | 2.266 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.388 | 2.388 | 2.388 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 5.14 | 5.07 | 5.08 | 5.097 | |
| 19 | Relación Filler/Betón | | 1.00 | | 1.004 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 809 | 823 | 813 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 911 | 925 | 915 | 884 | |
| 23 | Flujo (mm) | 2.79 | 2.79 | 2.54 | 2.71 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.592 | 2.592 | 2.592 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.477 | 2.477 | 2.477 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.816 | 1.816 | 1.816 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 3.78 | 3.78 | 3.78 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 13.584 | 13.519 | 13.525 | 13.5 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 62.161 | 62.497 | 62.440 | 62.4 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 3262 | 3312 | 3209 | 3261 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichhua Tintayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhegisis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: +511 495296

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA : N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 6.00 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.60 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.78 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.62 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.00 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.37 | 6.32 | 6.30 | 6.330 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1199.1 | 1200.5 | 1199.5 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1199.9 | 1201.2 | 1201.3 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 673.1 | 674.1 | 674.2 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 526.8 | 527.1 | 527.1 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.276 | 2.278 | 2.276 | 2.276 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.371 | 2.371 | 2.371 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 4.00 | 3.94 | 4.02 | 3.987 | |
| 19 | Relación Filler/Betón | | 0.89 | | 0.888 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 997 | 922 | 912 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.01 | 0.94 | 0.93 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 1002 | 865 | 846 | 904 | |
| 23 | Flujo (mm) | 3.556 | 3.048 | 3.048 | 3.217 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.593 | 2.593 | 2.593 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.477 | 2.477 | 2.477 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.831 | 1.831 | 1.831 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 4.28 | 4.28 | 4.28 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 13.820 | 13.569 | 13.641 | 13.61 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 70.831 | 70.963 | 70.530 | 70.7 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 2818 | 2837 | 2777 | 2811 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichhua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Liberto Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
+51 974 44 0000

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA : N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 6.50 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.40 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.60 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.51 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.00 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.29 | 6.30 | 6.31 | 6.300 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1196.9 | 1200.3 | 1199.4 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1199.4 | 1200.8 | 1200.0 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 671.5 | 670.3 | 670.6 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 527.9 | 530.5 | 529.4 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.271 | 2.263 | 2.266 | 2.266 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.354 | 2.354 | 2.354 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 3.53 | 3.90 | 3.77 | 3.733 | |
| 19 | Relación Filler/Betón | | 0.79 | | 0.792 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 895 | 851 | 838 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.01 | 1.01 | 1.01 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 906 | 862 | 948 | 905 | |
| 23 | Flujo (mm) | 3.556 | 3.048 | 3.556 | 3.39 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.593 | 2.593 | 2.593 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.477 | 2.477 | 2.477 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.831 | 1.831 | 1.831 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 4.79 | 4.79 | 4.79 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 14.273 | 14.594 | 14.480 | 14.4 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 75.268 | 73.277 | 73.984 | 74.2 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 2546 | 2627 | 2665 | 2680 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichhua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Diego Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
TEL: 0993 300000

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

| 0 | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|----|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 7.00 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.20 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.41 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.39 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.00 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.32 | 6.31 | 6.33 | 6.320 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1195.2 | 1198.9 | 1199.5 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1195.5 | 1199.7 | 1199.9 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 666.6 | 669.1 | 669.5 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 528.9 | 530.6 | 530.4 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.280 | 2.280 | 2.282 | 2.280 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.338 | 2.338 | 2.338 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 3.34 | 3.35 | 3.26 | 3.317 | |
| 19 | Relación Filler/Betún | | 0.72 | | 0.716 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 784 | 824 | 718 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.01 | 1.01 | 1.01 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 790 | 830 | 723 | 781 | |
| 23 | Flujo (mm) | 4.064 | 4.318 | 4.318 | 4.23 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.593 | 2.593 | 2.593 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.477 | 2.477 | 2.477 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.831 | 1.831 | 1.831 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 5.30 | 5.30 | 5.30 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 15.155 | 15.165 | 15.091 | 15.1 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 77.961 | 77.910 | 78.398 | 78.1 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 1944 | 1923 | 1675 | 1847 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichivia Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dianis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 17-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

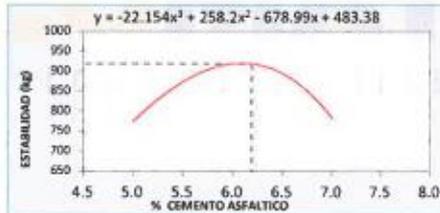
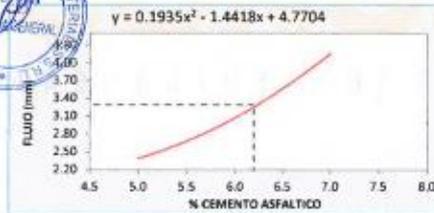
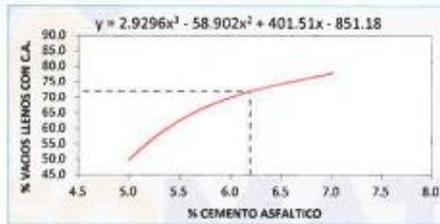
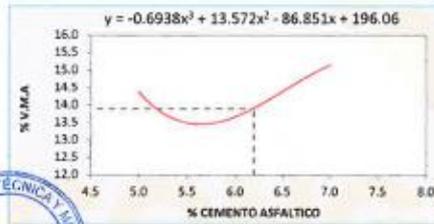
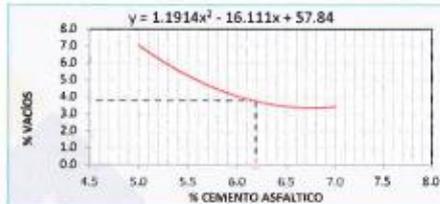
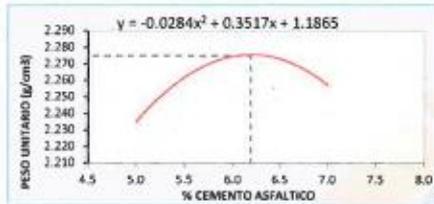
CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA

MUESTRA : N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%

GRAFICOS



| CARACTERÍSTICAS | RESULTADOS |
|--------------------------|------------|
| GOLPES POR CARA | 75 |
| CEMENTO ASFALTICO PEN | 120/150 |
| PESO UNITARIO | 2.275 |
| PORCENTAJE DE VACIOS | 3.8 |
| V.M.A. | 13.9 |
| VACIOS LLENOS CON C.A. | 72.1 |
| FLUJO 0.01" | 3.3 |
| ESTABILIDAD | 919 |
| ESTABILIDAD/FLUJO | 2785 |
| INDICE DE COMPATIBILIDAD | 7.58 |
| ESTABILIDAD RETENIDA 24h | 91.2 |
| RELACION POLVO - ASFALTO | 0.8 |

| DOSIFICACION | |
|--------------|---------------|
| 37.5% | P. CHANCADA |
| 34.7% | A. CHANCADA |
| 21.8% | A. NATURAL |
| 0.0% | RELAVE MINERO |
| 6.19% | PEN 120/150 |

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Pacurichua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhceivis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.

Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 15-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150

MUESTRA : N° 1

PESO ESPECIFICO MAXIMO RICE

| DESCRIPCIÓN | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | OBSERVACIONES |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| % CEMENTO ASFALTICO | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 | 7.00 | |
| A.- Peso de la muestra al aire (grs) | 1586.2 | 1593.4 | 1595.0 | 1584.2 | 1580.6 | |
| B.- Peso del frasco (grs) | 2551.5 | 2551.5 | 2551.5 | 2551.5 | 2551.5 | |
| C.- Peso del frasco + agua (calibrado)(grs) | 9137.0 | 9137.0 | 9137.0 | 9137.0 | 9137.0 | |
| D.- Peso neto del agua calibrado (grs) | 6585.5 | 6585.5 | 6585.5 | 6585.5 | 6585.5 | |
| E.- Peso del frasco + agua + muestra (al final del ensayo) (grs) | 10069.0 | 10063.1 | 10059.3 | 10048.3 | 10041.5 | |
| F.- Peso muestra + frasco (A+C) (grs) | 10732.2 | 10730.4 | 10732.0 | 10721.2 | 10717.6 | |
| G.- Volumen de la muestra (F-E) (grs) | 663.2 | 667.3 | 672.7 | 672.9 | 676.1 | |
| H.- Densidad Máxima de la Mezcla (AVG) | 2.405 | 2.388 | 2.371 | 2.354 | 2.338 | |



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Porcochua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhucis Yung Java Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 15-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO DE ESTABILIDAD RETENIDA (24 HORAS)

| ITEM | N° DE PROBETAS | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | Contenido de Cemento Asfáltico | 6.19 | 6.19 | 6.19 | 6.19 | 6.19 | 6.19 |
| 2 | Peso Probeta al Aire | 1212.5 | 1214.5 | 1216.4 | 1214.5 | 1214.5 | 1216.8 |
| 3 | Peso de la Probeta Saturada (01 Hora) | 1213.0 | 1214.8 | 1216.8 | 1214.8 | 1214.8 | 1217.2 |
| 4 | Peso de la Probeta en el Agua | 673.3 | 679.4 | 677.4 | 676.2 | 672.8 | 677.5 |
| 5 | Volumen de la Probeta | 539.7 | 535.4 | 539.4 | 536.6 | 542.0 | 539.7 |
| 6 | Peso Especifico Bulk de la Probeta | 2.247 | 2.266 | 2.255 | 2.255 | 2.241 | 2.255 |
| 7 | Lectura del Dial Anillo Marshall | 270 | 284 | 276 | 284 | 250 | 245 |
| 8 | Estabilidad sin corregir | 896 | 943 | 923 | 876 | 830 | 813 |
| 9 | Factor Estabilidad | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.83 |
| 10 | Estabilidad corregida (kg) | 833 | 877 | 856 | 815 | 772 | 766 |
| | Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg) | 856 | | | 781 | | |
| 12 | Promedio Estabilidad (24 Horas) | | | | 781 | | |
| | Estabilidad Retenida (%) | 91.2 | | | | | |



CONGEO MAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEO MAT S.R.L.
Darwin Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEO MAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: 0954 401925

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



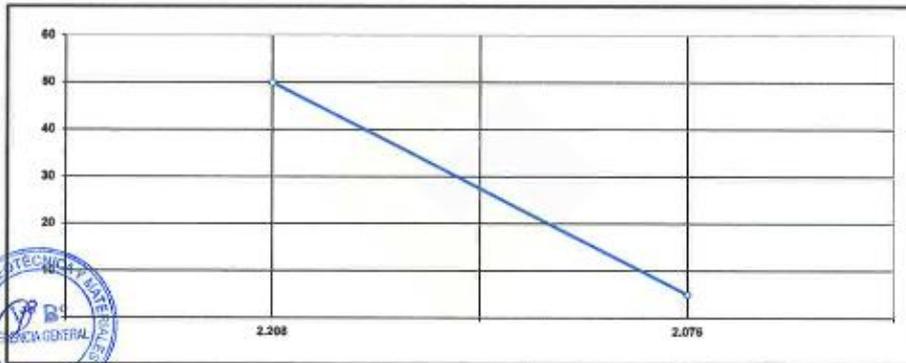
DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 16-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 40%, ARENA CHANCADA 37%, ARENA NATURAL 23%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD



| N° de Muestras | 01 | 02 | 03 | 04 |
|---|--------------|--------|--------------|--------|
| N° de Golpes Marshall | 50 | 50 | 5 | 5 |
| 1.- Peso Briqueta al Aire | 1214.0 | 1212.5 | 1207.5 | 1214.5 |
| 2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca | 1214.2 | 1212.8 | 1221.5 | 1222.4 |
| 3.- Peso por Desplazamiento | 662.3 | 665.8 | 642.1 | 635.2 |
| 4.- Volumen de la Briqueta | 551.9 | 547.0 | 579.4 | 587.2 |
| 5.- Peso Unitario (Gr./cc) | 2.200 | 2.217 | 2.084 | 2.068 |
| PROMEDIOS | 2.208 | | 2.076 | |

| | |
|-------|-------|
| 2.208 | 2.076 |
| 50 | 5 |

| |
|------------------|
| 1 |
| 0.132 |
| GEB(50) - GEB(5) |

| | |
|------|------|
| IC = | 7.58 |
|------|------|


CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210082

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

39.8% PIEDRA CHANCADA
36.8% ARENA CHANCADA
22.9% ARENA NATURAL
0.5% RELAVE MINERO

**PUNO – PERÚ
2022**

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 13-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
MUESTRA: N° 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - TEÓRICO

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | % QUE PASA | % QUE PASA | % QUE PASA | % QUE PASA | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|-----------------|----------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------|--------------------|---|
| | | PIEDRA CHANCADA | ARENA CHANCADA | ARENA NATURAL | RELAVE MINERO | | ASTM D 3515 D-4 | |
| | | 39.8% | 36.8% | 22.9% | 0.6% | 100.0% | | |
| 1" | 25.400 | 100.0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100 | PROPORCIONES DEL AGREGADO Grava : 52.54 % Arena : 43.24 % Fino : 4.22 % OBSERVACIONES |
| 3/4" | 19.050 | 94.0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 97.81 | 90 | |
| 1/2" | 12.700 | 59.9 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 84.04 | 56 | |
| 3/8" | 9.525 | 28.3 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 70.65 | 80 | |
| No4 | 4.750 | 1.8 | 89.70 | 89.93 | 100.00 | 47.46 | 35 | |
| No8 | 2.380 | 0.0 | 47.17 | 78.30 | 100.00 | 35.78 | 23 | |
| No16 | 1.190 | 0.0 | 30.47 | 60.10 | 100.00 | 25.47 | | |
| No30 | 0.600 | 0.0 | 20.67 | 38.27 | 89.79 | 16.86 | | |
| No60 | 0.300 | 0.0 | 15.23 | 19.43 | 88.28 | 10.65 | 5 | |
| No100 | 0.150 | 0.0 | 10.63 | 6.87 | 95.75 | 5.97 | 19 | |
| No200 | 0.075 | 0.0 | 7.77 | 3.87 | 95.63 | 4.22 | 2 | |



CURVA GRANULOMÉTRICA



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricalana Tintayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Director Tury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 13-jun-22

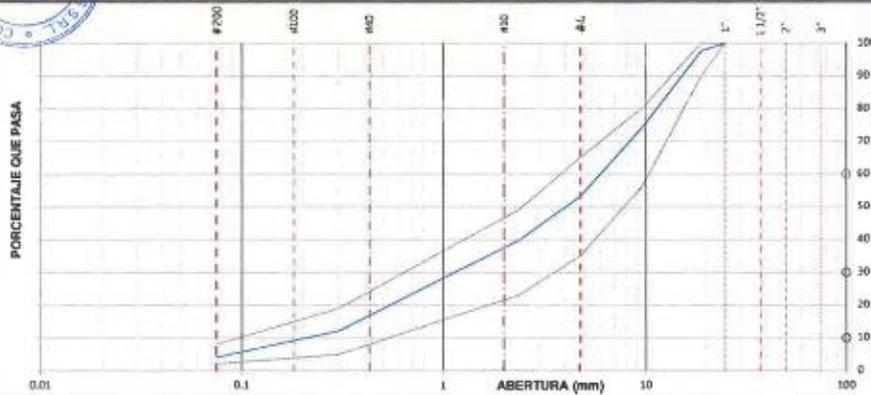
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
MUESTRA : Nº 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%

| TAMIZADO | | | | | | | RESUMEN | |
|----------|-------------------------|----------|---------|---------|-------|---------------|----------------------------|---------|
| N | TAMIZ DENOMINACION (mm) | RETENIDO | | PASANTE | | ACUMULADO (%) | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | | PESO (g) | % | % | BUENO | | | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra seca | 6.820 g |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra lavada y seca | 6.521 g |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fines equiv. <#4 | 3.621 g |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Grava usada | 48.8% |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fines retenido <#10 | 3.450 g |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | 100 | Fines equiv. <#200 | 4.1% |
| 7 | 3/4" | 19.000 | 157 | 2.3 | 97.7 | 80 | TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 672 | 12.8 | 87.2 | 100 | TAMIZADO MÁXIMO | 1" |
| 9 | 3/8" | 9.500 | 728 | 10.7 | 89.3 | 56 | | 80 |
| 10 | #4 | 4.750 | 1.421.0 | 20.9 | 79.1 | 36 | | 65 |
| 11 | #6 | 2.500 | 674.2 | 13.5 | 86.5 | 23 | | 49 |
| 12 | #10 | 1.180 | 724.8 | 11.2 | 88.8 | 20 | | |
| 13 | #20 | 0.850 | 611.2 | 9.4 | 90.6 | 19 | | |
| 14 | #40 | 0.500 | 452.1 | 7.0 | 93.0 | 5 | | 19 |
| 15 | #100 | 0.150 | 379.4 | 5.9 | 94.1 | 2 | | 8 |
| 16 | #200 | 0.075 | 140.3 | 2.2 | 97.8 | 0 | | 0 |
| 17 | Fondo | 0.075 | 288.0 | 4.1 | 95.9 | 0 | | 0 |



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Pacurina Zapana
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dheinis Yary Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 5.00 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.81 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.97 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.74 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.48 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.38 | 6.37 | 6.38 | 6.377 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1198.3 | 1198.2 | 1200.0 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1200.5 | 1200.0 | 1200.8 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 671.1 | 669.8 | 670.5 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 529.4 | 530.2 | 530.3 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.264 | 2.280 | 2.263 | 2.262 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.404 | 2.404 | 2.404 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 5.83 | 5.98 | 5.86 | 5.890 | |
| 19 | Relación Filler/Betún | | 1.30 | | 1.295 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 845 | 827 | 823 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 0.99 | 0.99 | 0.99 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 839 | 821 | 818 | 826 | |
| 23 | Flujo (mm) | 2.48 | 2.59 | 2.60 | 2.56 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.591 | 2.591 | 2.591 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.475 | 2.475 | 2.475 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.834 | 1.834 | 1.834 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 3.26 | 3.28 | 3.28 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 13.118 | 13.256 | 13.142 | 13.2 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 55.557 | 54.888 | 55.410 | 55.3 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 3385 | 3172 | 3144 | 3234 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paripahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhclbis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA : N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 5.50 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.61 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.79 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.63 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.47 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.30 | 6.35 | 6.32 | 6.323 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1199.8 | 1202.0 | 1199.1 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1200.0 | 1202.1 | 1200.2 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 673.3 | 672.4 | 673.8 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 526.7 | 529.7 | 526.4 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.278 | 2.269 | 2.278 | 2.276 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.387 | 2.387 | 2.387 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 4.56 | 4.93 | 4.57 | 4.687 | |
| 19 | Relación Filler/Betón | | 1.12 | | 1.118 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 900 | 940 | 911 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.01 | 1.01 | 1.01 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 906 | 946 | 917 | 923 | |
| 23 | Flujo (mm) | 2.86 | 2.95 | 2.79 | 2.87 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.591 | 2.591 | 2.591 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.475 | 2.475 | 2.475 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.834 | 1.834 | 1.834 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 3.77 | 3.77 | 3.77 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 13.023 | 13.357 | 13.025 | 13.1 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 64.986 | 63.091 | 64.914 | 64.3 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 3168 | 3208 | 3287 | 3221 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintayo
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Diego Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congeomat@gmail.com
Tel: (051) 975 30 00 00

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 38.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 6.00 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.41 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.81 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.51 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.47 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.37 | 6.35 | 6.30 | 6.340 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1199.1 | 1201.0 | 1199.5 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1199.7 | 1201.0 | 1201.1 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 874.2 | 874.1 | 874 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 525.5 | 526.9 | 527.1 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.282 | 2.279 | 2.276 | 2.279 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.371 | 2.371 | 2.371 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 3.74 | 3.85 | 4.00 | 3.863 | |
| 19 | Relación Filler/Betón | | 0.99 | | 0.988 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 1005 | 983 | 980 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 1008 | 985 | 982 | 985 | |
| 23 | Flujo (mm) | 3.468 | 3.129 | 3.455 | 3.351 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.582 | 2.592 | 2.592 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.475 | 2.475 | 2.475 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.849 | 1.849 | 1.849 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 4.26 | 4.26 | 4.26 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 13.337 | 13.430 | 13.571 | 13.45 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 71.958 | 71.333 | 70.525 | 71.3 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 2905 | 3149 | 2786 | 2947 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Partalua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Danielis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
TEL: (051) 985110909

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120'150
MUESTRA : N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 6.50 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.21 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.42 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.40 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.47 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.480 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.258 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.29 | 6.22 | 6.29 | 6.267 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1198.5 | 1200.1 | 1199.8 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1198.9 | 1200.2 | 1200.0 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 675.8 | 675.2 | 674.3 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 523.1 | 525.0 | 525.7 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.291 | 2.286 | 2.282 | 2.286 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.353 | 2.353 | 2.353 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 2.65 | 2.87 | 3.02 | 2.847 | |
| 19 | Relación Filler/Betón | | 0.88 | | 0.879 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 926 | 979 | 875 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.02 | 1.02 | 1.02 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 945 | 999 | 893 | 946 | |
| 23 | Flujo (mm) | 3.559 | 3.760 | 3.659 | 3.66 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.591 | 2.591 | 2.591 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.475 | 2.475 | 2.475 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.834 | 1.834 | 1.834 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 4.79 | 4.79 | 4.79 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 13.445 | 13.644 | 13.780 | 13.6 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 80.290 | 78.965 | 78.084 | 79.1 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 2656 | 2658 | 2441 | 2585 | |



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichava Timay
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dheivis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210982

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
MUESTRA: N° 1
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120150

ENSAYO MARSHALL

| 0 | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|----|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 7.00 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.01 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.24 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.28 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.47 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.32 | 6.32 | 6.33 | 6.323 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1195.2 | 1200.9 | 1199.8 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1195.5 | 1201.2 | 1199.9 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 669.1 | 669.5 | 669.2 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 528.4 | 531.7 | 530.7 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.271 | 2.259 | 2.261 | 2.263 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.337 | 2.337 | 2.337 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 2.86 | 3.37 | 3.28 | 3.170 | |
| 19 | Relación Filler/Betón | | 0.80 | | 0.796 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 828 | 885 | 758 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.01 | 1.01 | 1.01 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 832 | 891 | 763 | 828 | |
| 23 | Flujo (mm) | 4.052 | 4.285 | 4.218 | 4.19 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.592 | 2.592 | 2.592 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.475 | 2.475 | 2.475 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.849 | 1.849 | 1.849 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 5.28 | 5.28 | 5.28 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 14.684 | 15.131 | 15.049 | 15.0 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 80.523 | 77.728 | 78.205 | 78.8 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 2052 | 2079 | 1809 | 1980 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Barichano Tintaya
Téc. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhacris Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: (051) 987295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 17-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

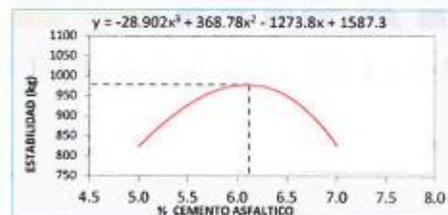
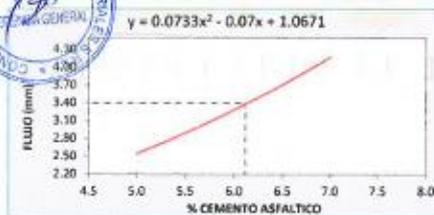
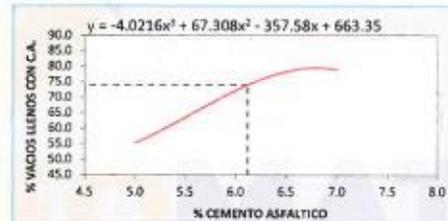
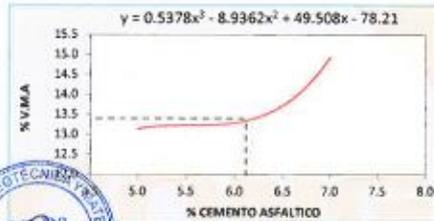
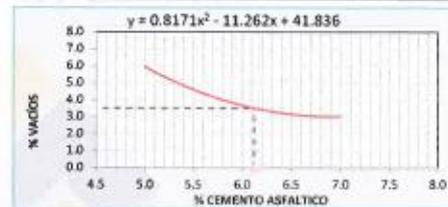
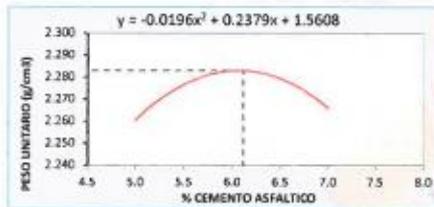
CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA

MUESTRA : N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%

GRAFICOS



| CARACTERISTICAS | RESULTADOS |
|--------------------------|------------|
| GOLPES POR CARA | 75 |
| CEMENTO ASFALTICO PEN | 120/150 |
| PESO UNITARIO | 2.283 |
| PORCENTAJE DE VACIOS | 3.5 |
| V.M.A. | 13.4 |
| VACIOS LLENOS CON C.A. | 74.1 |
| FLUJO 0.01" | 3.4 |
| ESTABILIDAD | 979 |
| ESTABILIDAD/FLUJO | 2879 |
| INDICE DE COMPATIBILIDAD | 7.66 |
| ESTABILIDAD RETENIDA 24h | 90.5 |
| RELACION POLVO - ASFALTO | 1.0 |

| DOSIFICACION | |
|--------------|---------------|
| 37.4% | P. CHANCADA |
| 34.8% | A. CHANCADA |
| 21.5% | A. NATURAL |
| 0.5% | RELAVE MINERO |
| 6.12% | PEN 120/150 |

CONGEOMAT S.R.L.
Ing. Percy Parkabua Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhivis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210082

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +051-405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 15-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

PESO ESPECIFICO MAXIMO RICE

| DESCRIPCIÓN | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | OBSERVACIONES |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| % CEMENTO ASFALTICO | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 | 7.00 | |
| A - Peso de la muestra al aire (grs) | 1595.6 | 1593.5 | 1595.6 | 1584.1 | 1580.1 | |
| B - Peso del frasco (grs) | 2551.5 | 2551.5 | 2551.5 | 2551.5 | 2551.5 | |
| C - Peso del frasco + agua (calibrado)(grs) | 9137.0 | 9137.0 | 9137.0 | 9137.0 | 9137.0 | |
| D - Peso neto del agua calibrado (grs) | 6585.5 | 6585.5 | 6585.5 | 6585.5 | 6585.5 | |
| E - Peso del frasco + agua + muestra (al final del ensayo) (grs) | 10068.6 | 10062.9 | 10059.5 | 10048.0 | 10041.1 | |
| F - Peso muestra + frasco (A+C) (grs) | 10732.6 | 10730.5 | 10732.6 | 10721.1 | 10717.1 | |
| G - Volumen de la muestra (F-E) (grs) | 663.8 | 667.6 | 673.1 | 673.1 | 676.0 | |
| H - Densidad Máxima de la Mezcla (AG) | 2.404 | 2.387 | 2.371 | 2.353 | 2.337 | |



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Pariahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhivis Yari Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +051- 406238



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 16-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 38.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO DE ESTABILIDAD RETENIDA (24 HORAS)

| ITEM | N° DE PROBETAS | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | |
|------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| 1 | Contenido de Cemento Asfáltico | 6.12 | 6.12 | 6.12 | 6.12 | 6.12 | 6.12 | |
| 2 | Peso Probeta al Aire | 1212.4 | 1211.8 | 1208.8 | 1214.4 | 1214.1 | 1218.2 | |
| 3 | Peso de la Probeta Saturada (01 Hora) | 1212.5 | 1212.8 | 1209.0 | 1214.8 | 1214.8 | 1217.2 | |
| 4 | Peso de la Probeta en el Agua | 686.3 | 681.4 | 680.4 | 676.2 | 672.8 | 677.5 | |
| 5 | Volumen de la Probeta | 528.2 | 531.4 | 528.8 | 538.6 | 542.0 | 539.7 | |
| 6 | Peso Específico Bulk de la Probeta | 2.304 | 2.280 | 2.287 | 2.255 | 2.240 | 2.253 | |
| 7 | Lectura del Dial Anillo Marshall | 295 | 284 | 280 | 257 | 246 | 253 | |
| 8 | Estabilidad sin corregir | 880 | 943 | 940 | 853 | 816 | 840 | |
| 9 | Factor Estabilidad | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | |
| 10 | Estabilidad corregida (kg) | 871 | 933 | 940 | 844 | 808 | 831 | |
| 11 | Proporción Estabilidad (30 Minutos) (kg) | 915 | | | | | | |
| 12 | Proporción Estabilidad (24 Horas) | | | | | | | 828 |
| 13 | Estabilidad Retenida (%) | | | | | | | 90.5 |



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Farfaluha Tintaya
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dr. Carlos Yury Jani Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CP N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: 0854 495346

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana de la Cruz de Alvarado, Mo. A. 10 de Mayo 201, Calle Urubamba



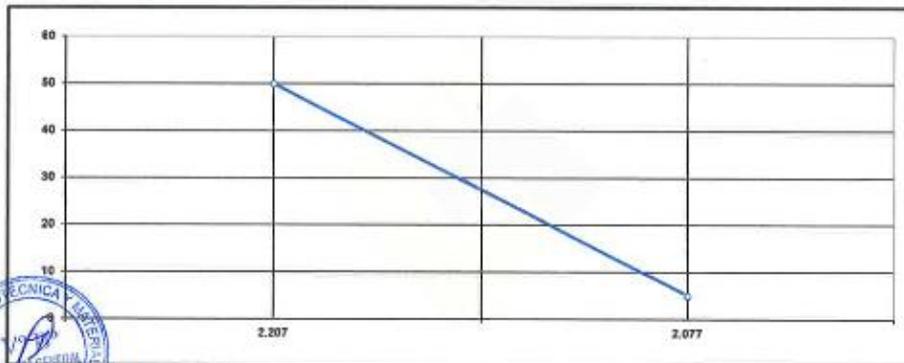
DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 16-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.8%, ARENA CHANCADA 36.8%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 0.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO INDICE DE COMPACTABILIDAD



| Nº de Muestras | 01 | 02 | 03 | 04 |
|---|--------------|--------|--------------|--------|
| Nº de Golpes Marshall | 50 | 50 | 5 | 5 |
| 1.- Peso Briqueta al Aire | 1214.0 | 1212.6 | 1207.6 | 1216.1 |
| 2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca | 1214.3 | 1212.9 | 1220.5 | 1220.4 |
| 3.- Peso por Desplazamiento | 662.3 | 665.4 | 639.5 | 634.2 |
| 4.- Volumen de la Briqueta | 552.0 | 547.5 | 581.0 | 585.2 |
| 5.- Peso Unitario (Gr/cc) | 2.190 | 2.215 | 2.078 | 2.075 |
| PROMEDIOS | 2.207 | | 2.077 | |

| 2.207 | 2.077 |
|-------|-------|
| 50 | 5 |

| 1 |
|------------------|
| 0.131 |
| GEB(50) - GEB(5) |

| | |
|------|------|
| IC = | 7.66 |
|------|------|

CONGEOMAT S.R.L.
Johá Percy Puycahua Tintayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dionis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf.: (051) 405298

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

39.6% PIEDRA CHANCADA
36.6% ARENA CHANCADA
22.8% ARENA NATURAL
1.0% RELAVE MINERO

**PUNO – PERÚ
2022**

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 13-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
MUESTRA: N° 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - TEÓRICO

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | % QUE PASA | % QUE PASA | % QUE PASA | % QUE PASA | % QUE PASA | ESPECIF. | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|-----------------|----------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------|--------------------|---------------------------|
| | | PIEDRA CHANCADA | ARENA CHANCADA | ARENA NATURAL | RELAVE MINERO | | ASTM D 3610 D-4 | |
| | | 39.6% | 36.6% | 22.8% | 1.0% | 100.0% | | |
| 1" | 25.400 | 100.0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100 100 | PROPORCIONES DEL AGREGADO |
| 3/4" | 19.050 | 94.0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 97.82 | 90 100 | Grava : 52.28 % |
| 1/2" | 12.700 | 59.9 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 84.12 | | Areña : 43.04 % |
| 3/8" | 9.525 | 26.3 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 70.80 | 55 80 | Fino : 4.68 % |
| No4 | 4.750 | 1.8 | 69.70 | 89.93 | 100.00 | 47.72 | 35 65 | |
| No8 | 2.360 | 0.0 | 47.17 | 78.30 | 100.00 | 36.11 | 23 49 | |
| No16 | 1.190 | 0.0 | 30.47 | 60.10 | 100.00 | 25.84 | | |
| No30 | 0.600 | 0.0 | 20.87 | 38.27 | 99.79 | 17.28 | | OBSERVACIONES |
| No60 | 0.300 | 0.0 | 15.23 | 19.43 | 98.28 | 10.99 | 5 19 | |
| No100 | 0.150 | 0.0 | 10.63 | 6.87 | 96.75 | 5.43 | | |
| No200 | 0.075 | 0.0 | 7.77 | 3.87 | 95.53 | 4.68 | 2 8 | |



CURVA GRANULOMÉTRICA



CONGEOMAT S.R.L.
Jobi Percy Parichagua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Ing. Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 13-Jun-22

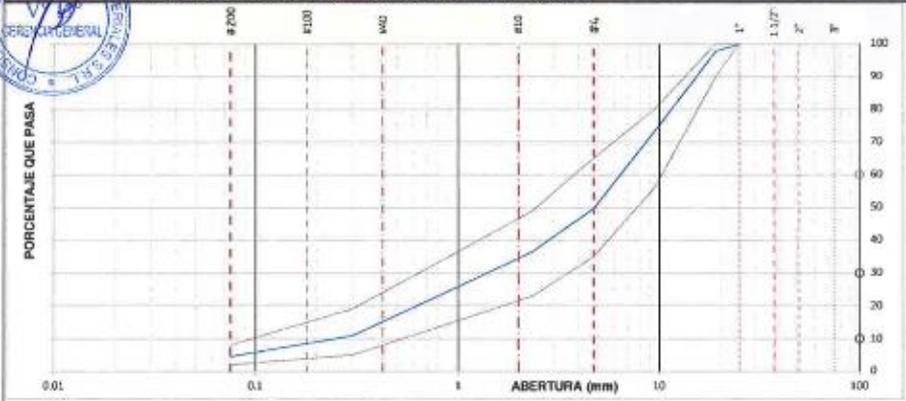
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 38.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.6% Y RELAVE MINERO 1.0%
MUESTRA: N° 1

| TAMIZADO | | | | | | | RESUMEN | |
|----------|----------------------------|----------|---------|-----------------------|-------|-----|----------------------------|---------|
| N | TAMIZ DENOMINACIÓN (mm) | RETENIDO | | PASANTE ACUMULADO (%) | | | DESCRIPCIÓN | VALOR |
| | | PESO (g) | % | % | SUELO | | | |
| 1 | 3 1/2" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra seca | 7.500 g |
| 2 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Peso muestra lavada y seca | 7.195 g |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fines eq. < 0.425 | 3.725 g |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Grava med. | 3.775 g |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | Fines agregado < 0.85 | 3.680 g |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | 100 | Fines eq. < 0.075 | 345 g |
| 7 | 3/4" | 19.500 | 363 | 2.2 | 97.8 | 90 | TIPO DE TAMIZADO | MANUAL |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 962 | 12.8 | 85.9 | 90 | TAMIZADO MÁXIMO | 1" |
| 9 | 3/8" | 8.500 | 874 | 11.7 | 73.3 | 96 | | |
| 10 | #4 | 4.750 | 1,770.0 | 23.7 | 48.7 | 35 | | |
| 11 | #8 | 2,393 | 871.3 | 13.1 | 35.6 | 23 | | |
| 12 | #16 | 1,190 | 773.1 | 10.4 | 26.1 | | | |
| | #30 | 600 | 644.6 | 8.7 | 17.4 | | | |
| 13 | #50 | 3,300 | 482.2 | 6.5 | 10.9 | 5 | | |
| 14 | #100 | 2,150 | 283.2 | 4.8 | 6.1 | | | |
| 15 | #200 | 0,075 | 116.8 | 1.6 | 4.0 | 2 | | |
| 16 | Fondo | 0,075 | 339.8 | 4.5 | | 8 | | |



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paricagua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CONGEOMAT S.R.L.
Diana Yany Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210362

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: +051 405595

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|---|--------|--------|--------|--------------|-----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 5.00 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.62 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.80 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.63 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.95 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.36 | 6.37 | 6.35 | 6.360 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1199.2 | 1200.1 | 1198.5 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1199.3 | 1201.1 | 1199.3 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 671.9 | 672.8 | 672.6 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 527.4 | 528.3 | 526.7 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.274 | 2.272 | 2.275 | 2.274 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.406 | 2.406 | 2.406 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 5.50 | 5.59 | 5.43 | 5.507 | |
| 19 | Relación Filler/Betún | | 1.48 | | 1.482 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 867 | 940 | 887 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 865 | 938 | 885 | 896 | |
| 23 | Flujo (mm) | 2.60 | 2.78 | 2.69 | 2.69 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.594 | 2.594 | 2.594 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.474 | 2.474 | 2.474 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.896 | 1.896 | 1.896 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 3.20 | 3.20 | 3.20 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 12.688 | 12.771 | 12.623 | 12.7 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 56.652 | 56.229 | 56.983 | 56.6 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 3326 | 3373 | 3289 | 3329 | 1700-4000 |



CONGEOMAT S.R.L.
John Cery Parichana Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Director Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 230682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +51 985 103926

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1,0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 5.50 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.42 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.62 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.52 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.95 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (Filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.30 | 6.35 | 6.35 | 6.333 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1199.8 | 1200.1 | 1199.0 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1201.2 | 1201.8 | 1199.0 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 676.4 | 677.8 | 676.3 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 524.8 | 524.0 | 522.7 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.286 | 2.290 | 2.294 | 2.290 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 505 (RICE) | 2.389 | 2.389 | 2.389 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 4.32 | 4.15 | 4.00 | 4.157 | |
| 19 | Relación Filler/Betón | | 1.28 | | 1.276 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 935 | 1011 | 942 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 939 | 1015 | 946 | 967 | |
| 23 | Flujo (mm) | 2.99 | 3.05 | 2.96 | 2.97 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.594 | 2.594 | 2.594 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.474 | 2.474 | 2.474 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.896 | 1.896 | 1.896 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 3.71 | 3.71 | 3.71 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 12.673 | 12.518 | 12.381 | 12.5 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 65.912 | 66.848 | 67.692 | 66.8 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 3140 | 3329 | 3307 | 3289 | |



CONGEMAT S.R.L.
Juan Percy Paracahua Tintaya
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Diana Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +511 469205

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|--|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 6.00 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.22 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.43 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.40 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.94 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.480 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Biqueta (cm) | 6.37 | 6.37 | 6.36 | 6.367 | |
| 12 | Peso de la Biqueta al Aire (grs) | 1198.0 | 1197.8 | 1197.5 | | |
| 13 | Peso de la Biqueta sumergido al Aire (grs) | 1198.1 | 1197.9 | 1197.5 | | |
| 14 | Peso de la Biqueta al agua (grs) | 676.8 | 676.3 | 676.1 | | |
| 15 | Volumen de la biqueta por desplazamiento | 521.3 | 521.6 | 521.4 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Biqueta (Grs/cm3) | 2.298 | 2.296 | 2.297 | 2.297 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.373 | 2.373 | 2.373 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 3.15 | 3.23 | 3.21 | 3.197 | |
| 19 | Relación Filler/Betún | | 1.12 | | 1.125 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 964 | 1040 | 932 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 960 | 1036 | 928 | 975 | |
| 23 | Flujo (mm) | 3.521 | 3.490 | 3.398 | 3.470 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.595 | 2.595 | 2.595 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.474 | 2.474 | 2.474 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.911 | 1.911 | 1.911 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 4.20 | 4.20 | 4.20 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 12.683 | 12.748 | 12.736 | 12.72 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 75.164 | 74.663 | 74.798 | 74.9 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 2726 | 2968 | 2731 | 2808 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Narváez Tintaya
T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhcinis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +51 955 10 5995

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 6.50 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.03 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.25 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.29 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.94 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.29 | 6.35 | 6.29 | 6.310 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1197.8 | 1198.5 | 1197.1 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1198.2 | 1198.6 | 1198.5 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 673.8 | 674.9 | 674.8 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 524.4 | 523.7 | 523.7 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.284 | 2.289 | 2.286 | 2.286 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.358 | 2.356 | 2.356 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 3.07 | 2.87 | 2.98 | 2.973 | |
| 19 | Relación Filler/Betún | | 1.00 | | 1.002 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 889 | 1014 | 973 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.01 | 1.01 | 1.01 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 898 | 1024 | 983 | 968 | |
| 23 | Flujo (mm) | 3.890 | 3.990 | 3.782 | 3.89 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.595 | 2.595 | 2.595 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.474 | 2.474 | 2.474 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.911 | 1.911 | 1.911 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 4.71 | 4.71 | 4.71 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 13.690 | 13.510 | 13.611 | 13.6 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 77.575 | 78.756 | 78.106 | 78.1 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 2308 | 2567 | 2596 | 2491 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhircio Mary Lara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 21082

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Esta prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

| 0 | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|----|---|--------|--------|--------|--------------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 7.00 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 36.83 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.07 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.18 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 0.93 | | | |
| 8 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.480 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.39 | 6.32 | 6.45 | 6.387 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1200.1 | 1197.3 | 1199.7 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1200.3 | 1198.7 | 1199.8 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 672.9 | 673.7 | 673.9 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 527.4 | 525.0 | 525.9 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.276 | 2.281 | 2.281 | 2.279 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.340 | 2.340 | 2.340 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 2.75 | 2.54 | 2.51 | 2.600 | |
| 19 | Relación Filler/Betón | | 0.90 | | 0.904 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 939 | 875 | 835 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 0.99 | 0.99 | 0.99 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 930 | 867 | 827 | 875 | |
| 23 | Flujo (mm) | 4.295 | 4.254 | 4.129 | 4.23 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.595 | 2.595 | 2.595 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.474 | 2.474 | 2.474 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.911 | 1.911 | 1.911 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 5.22 | 5.22 | 5.22 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 14.482 | 14.271 | 14.246 | 14.3 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 80.985 | 82.202 | 82.381 | 81.9 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 2166 | 2038 | 2004 | 2069 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paridahu Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dhertis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210882

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Esta prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: +51 (0)52 405905

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 17-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

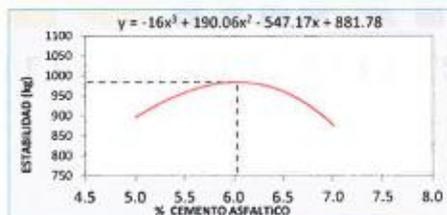
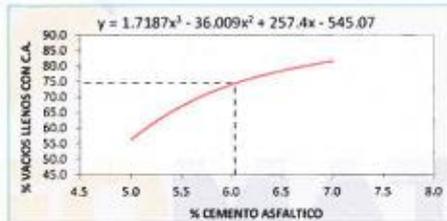
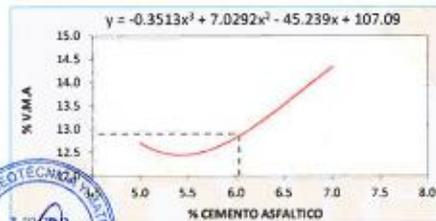
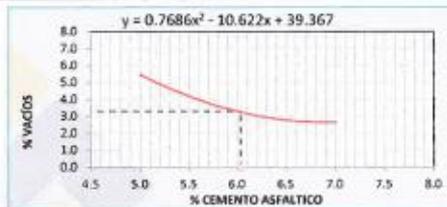
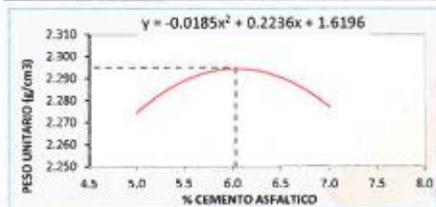
CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA

MUESTRA : N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 38.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%

GRAFICOS



| CARACTERÍSTICAS | RESULTADOS |
|--------------------------|------------|
| GOLPES POR CARA | 75 |
| CEMENTO ASFALTICO PEN | 120/150 |
| PESO UNITARIO | 2.295 |
| PORCENTAJE DE VACÍOS | 3.3 |
| V.M.A. | 12.9 |
| VACIOS LLENOS CON C.A. | 74.8 |
| FLUJO 0.01" | 3.5 |
| ESTABILIDAD | 985 |
| ESTABILIDAD/FLUJO | 2814 |
| INDICE DE COMPATIBILIDAD | 7.72 |
| ESTABILIDAD RETENIDA 24h | 89.7 |
| RELACIÓN POLVO - ASFALTO | 1.1 |

| DOSIFICACIÓN | |
|--------------|---------------|
| 37.2% | P. CHANCADA |
| 34.4% | A. CHANCADA |
| 21.4% | A. NATURAL |
| 0.9% | RELAVE MINERO |
| 6.03% | PEN 120/150 |

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paribakha Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Diego Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210032

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: +511 405926

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 15-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150

MUESTRA : N° 1

PESO ESPECIFICO MAXIMO RICE

| DESCRIPCIÓN | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | OBSERVACIONES |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| % CEMENTO ASFALTICO | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 | 7.00 | |
| A.- Peso de la muestra al aire (grs) | 1595.1 | 1593.5 | 1595.1 | 1584.0 | 1579.9 | |
| B.- Peso del frasco (grs) | 2551.5 | 2551.5 | 2551.5 | 2551.5 | 2551.5 | |
| C.- Peso del frasco + agua (calibrado)(grs) | 9137.0 | 9137.0 | 9137.0 | 9137.0 | 9137.0 | |
| D.- Peso neto del agua calibrado (grs) | 6585.5 | 6585.5 | 6585.5 | 6585.5 | 6585.5 | |
| E.- Peso del frasco + agua + muestra (al final del ensayo) (grs) | 10069.2 | 10063.6 | 10059.9 | 10048.7 | 10041.7 | |
| F.- Peso muestra + frasco (A+C) (grs) | 10732.1 | 10730.5 | 10732.1 | 10721.0 | 10716.9 | |
| G.- Volumen de la muestra (F-E) (grs) | 662.9 | 666.9 | 672.2 | 672.3 | 675.2 | |
| H.- Densidad Máxima de la Mezcla (A/G) | 2.406 | 2.389 | 2.373 | 2.356 | 2.340 | |



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Diana Tury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Tel: +51 1 105900

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 16-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.8% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO DE ESTABILIDAD RETENIDA (24 HORAS)

| ITEM | N° DE PROBETAS | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | Contenido de Cemento Asfáltico | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 | 6.03 |
| 2 | Peso Probeta al Aire | 1205.5 | 1206.7 | 1210.1 | 1214.2 | 1214.1 | 1218.2 |
| 3 | Peso de la Probeta Saturada (01 Hora) | 1208.0 | 1208.8 | 1210.1 | 1214.8 | 1214.8 | 1217.2 |
| 4 | Peso de la Probeta en el Agua | 679.3 | 679.4 | 680.4 | 679.2 | 678.8 | 679.5 |
| 5 | Volumen de la Probeta | 528.7 | 527.4 | 529.7 | 535.6 | 536.0 | 537.7 |
| 6 | Peso Específico Bulk de la Probeta | 2.280 | 2.288 | 2.285 | 2.267 | 2.285 | 2.282 |
| 7 | Lectura del Dial Anillo Marshall | 298 | 305 | 301 | 285 | 270 | 274 |
| 8 | Estabilidad sin corregir | 982 | 1012 | 998 | 880 | 898 | 909 |
| 9 | Factor Estabilidad | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 | 0.99 |
| 10 | Estabilidad corregida (kg) | 973 | 1002 | 989 | 871 | 887 | 900 |
| 11 | Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg) | 988 | | | 886 | | |
| | Promedio Estabilidad (24 Horas) | | | | | | |
| | Estabilidad Retenida (%) | | | | 89.7 | | |



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichhua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Diana Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210832

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@puno1.com
Telf: +0511 405295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



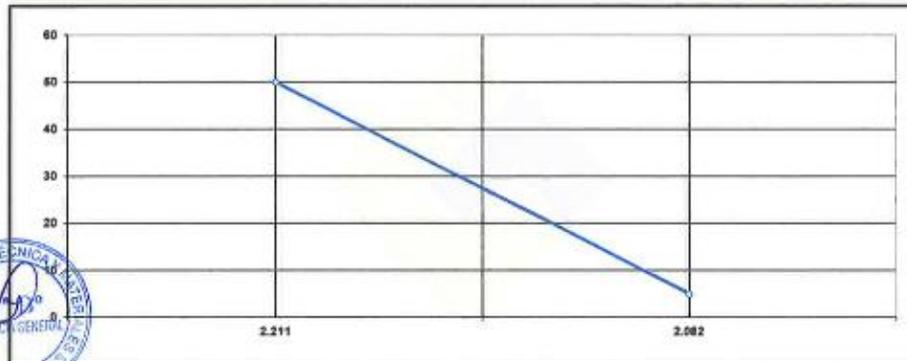
DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 15-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.6%, ARENA CHANCADA 36.6%, ARENA NATURAL 22.9% Y RELAVE MINERO 1.0%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO INDICE DE COMPACTABILIDAD



| N° de Muestras | 01 | 02 | 03 | 04 |
|---|--------------|--------|--------------|--------|
| N° de Golpes Marshall | 50 | 50 | 5 | 5 |
| 1.- Peso Briqueta al Aire | 1214.8 | 1212.2 | 1207.2 | 1216.3 |
| 2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca | 1214.8 | 1212.5 | 1219.5 | 1220.7 |
| 3.- Peso por Desplazamiento | 663.3 | 666.4 | 640.5 | 635.4 |
| 4.- Volumen de la Briqueta | 551.5 | 546.1 | 579.0 | 585.3 |
| 5.- Peso Unitario (Gr./cc) | 2.202 | 2.220 | 2.085 | 2.076 |
| PROMEDIOS | 2.211 | | 2.082 | |

| | |
|-------|-------|
| 2.211 | 2.082 |
| 50 | 5 |

| |
|------------------|
| 1 |
| 0.130 |
| GEB(50) - GEB(5) |

| | |
|------|------|
| IC = | 7.72 |
|------|------|

CONGEMAT S.R.L.
Johi Percy Parikahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhucnis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congemat@gmail.com
Telf: +51 1 498295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julcas: 16 de diciembre 16: A Lote 20, Salda Municipal





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

39.4% PIEDRA CHANCADA
36.4% ARENA CHANCADA
22.7% ARENA NATURAL
1.5% RELAVE MINERO

**PUNO – PERÚ
2022**

DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 13-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
MUESTRA: N° 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - TEORICO

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | % QUE PASA PIEDRA CHANCADA | % QUE PASA ARENA CHANCADA | % QUE PASA ARENA NATURAL | % QUE PASA RELAVE MINERO | % QUE PASA | ESPECIFICACIONES ASTM D 3515 | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|--------------|-------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|------------------------------|---------------------------|
| | | 39.4% | 36.4% | 22.7% | 1.5% | 100.0% | | |
| 1" | 25.400 | 100.0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100 100 | PROPORCIONES DEL AGREGADO |
| 3/4" | 19.050 | 94.0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 87.64 | 80 100 | Grava : 52.01 % |
| 1/2" | 12.700 | 59.9 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 84.20 | | Arena : 42.85 % |
| 3/8" | 9.525 | 26.3 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 70.95 | 56 80 | Fino : 5.14 % |
| No4 | 4.750 | 1.8 | 69.70 | 89.93 | 100.00 | 47.99 | 36 66 | W Natural : % |
| No8 | 2.380 | 0.0 | 47.17 | 78.30 | 100.00 | 36.43 | 23 49 | |
| No15 | 1.190 | 0.0 | 30.47 | 60.10 | 100.00 | 26.22 | | |
| No30 | 0.600 | 0.0 | 20.67 | 39.27 | 99.79 | 17.79 | | OBSERVACIONES |
| No50 | 0.300 | 0.0 | 15.23 | 19.43 | 98.26 | 11.43 | 5 19 | |
| No100 | 0.150 | 0.0 | 10.63 | 6.87 | 96.75 | 6.88 | | |
| No200 | 0.075 | 0.0 | 7.77 | 3.87 | 95.53 | 5.14 | 2 8 | |



CURVA GRANULOMETRICA



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dheinis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210632

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 13-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 38.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
MUESTRA: N° 1

| TAMIZADO | | | | | | | RESUMEN | |
|----------|--------------|------------|----------|------|---------|-------|---------------|-------|
| N | DENOMINACIÓN | TAMIZ (mm) | RETENIDO | | PASANTE | | ACUMULADO (%) | |
| | | | PESO (g) | % | % | SUELO | % | SUELO |
| 1 | 3/12" | 90.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | | |
| 3 | 3" | 75.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | | |
| 3 | 2 1/2" | 63.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | | |
| 4 | 2" | 50.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | | | |
| 5 | 1 1/2" | 37.500 | 0 | 0.0 | 100.0 | | | |
| 6 | 1" | 25.000 | 0 | 0.0 | 100.0 | 100 | 100 | |
| 7 | 3/4" | 18.000 | 131 | 2.0 | 98.0 | 90 | 100 | |
| 8 | 1/2" | 12.500 | 810 | 12.5 | 85.5 | | | |
| 9 | 3/8" | 8.500 | 733 | 11.3 | 74.2 | 56 | 80 | |
| 10 | #4 | 4.750 | 1,333.0 | 20.4 | 53.9 | 36 | 63 | |
| 11 | #6 | 2.360 | 1,324.4 | 14.1 | 30.7 | 25 | 49 | |
| 12 | #10 | 1.190 | 1,054.1 | 11.2 | 28.5 | | | |
| | #20 | 0.850 | 878.8 | 9.4 | 19.1 | | | |
| 13 | #40 | 0.360 | 657.5 | 7.0 | 12.1 | 5 | 19 | |
| 14 | #60 | 0.150 | 481.6 | 5.1 | 7.0 | | | |
| 15 | #200 | 0.075 | 157.9 | 1.7 | 5.3 | 2 | 8 | |
| 16 | Fondo | 0.075 | 486.8 | 5.3 | | | | |

| DESCRIPCIÓN | VALOR |
|----------------------------|---------|
| GENERALES | |
| Peso muestra seca | 5,500 g |
| Peso muestra lavada y seca | 5,156 g |
| Fracc. equlv. < 40" | 53.9% |
| Grasa usada | 46.1% |
| Fracc. equlv. < #4 | 5,050 g |
| Fracc. equlv. < #200 | 345 g |
| TIPO DE TAMIZADO | |
| TAMIZADO | MARUAL |
| TAMANO MAXIMO | 1" |



CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



OBSERVACIONES

- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Patriciohua Intuyari
TEC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Doris Yara Lara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 5.00 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.43 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.62 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.52 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 1.43 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.37 | 6.38 | 6.39 | 6.380 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1200.1 | 1200.1 | 1199.5 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1200.3 | 1200.2 | 1200.0 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 669.9 | 670.8 | 670.4 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 530.4 | 529.4 | 528.6 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.263 | 2.267 | 2.265 | 2.265 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.403 | 2.403 | 2.403 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 5.83 | 5.66 | 5.74 | 5.743 | |
| 19 | Relación Filler/Betún | | 1.68 | | 1.676 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 926 | 1012 | 986 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 0.99 | 0.99 | 0.99 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 919 | 1004 | 979 | 967 | |
| 23 | Flujo (mm) | 2.85 | 2.94 | 2.64 | 2.81 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.589 | 2.589 | 2.589 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.473 | 2.473 | 2.473 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.837 | 1.837 | 1.837 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 3.26 | 3.28 | 3.26 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 13.081 | 12.917 | 12.993 | 13.0 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 55.432 | 56.182 | 55.822 | 55.8 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 3225 | 3416 | 3707 | 3449 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Paracahua Tutayá
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Inciwis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L. salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: (051) 496295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Bulvar de la 45 de Colombia No. 4 Lote 30, Balda Municipal



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 200
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA **FECHA:** 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA **MUESTRA:** N° 1
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|------|--|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 6.50 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.23 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.44 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.41 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 1.42 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Biqueta (cm) | 6.38 | 6.35 | 6.37 | 6.367 | |
| 12 | Peso de la Biqueta al Aire (grs) | 1195.7 | 1196.5 | 1195.9 | | |
| 13 | Peso de la Biqueta sumergido al Aire (grs) | 1196.0 | 1196.8 | 1196.4 | | |
| 14 | Peso de la Biqueta al agua (grs) | 678.4 | 679.8 | 678.9 | | |
| 15 | Volumen de la biqueta por desplazamiento | 517.6 | 517.0 | 517.5 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Biqueta (Grs/cm3) | 2.310 | 2.314 | 2.311 | 2.312 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.385 | 2.385 | 2.385 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 3.15 | 2.97 | 3.12 | 3.080 | |
| 19 | Relación Filler/Betún | | 1.45 | | 1.447 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 1182 | 1036 | 1019 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 1177 | 1032 | 1015 | 1075 | |
| 23 | Flujo (mm) | 3.30 | 3.42 | 3.64 | 3.45 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.589 | 2.589 | 2.589 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.473 | 2.473 | 2.473 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.837 | 1.837 | 1.837 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 3.76 | 3.76 | 3.76 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 11.725 | 11.564 | 11.694 | 11.7 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 73.134 | 74.317 | 73.320 | 73.6 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 3567 | 3017 | 2788 | 3124 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parayalua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Daniel Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +51 954 409905

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO : C - 2022 - 200
FECHA : 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA : Nº 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPLC/F: |
|------|---|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 6.00 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 37.04 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.26 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.30 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 1.41 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.37 | 6.37 | 6.36 | 6.367 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1199.2 | 1198.4 | 1200.1 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1199.6 | 1199.1 | 1200.5 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 677 | 676.1 | 676 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 522.6 | 523.0 | 524.5 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.295 | 2.291 | 2.286 | 2.291 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.369 | 2.369 | 2.369 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 3.12 | 3.26 | 3.40 | 3.260 | |
| 19 | Relación Filler/Betón | | 1.27 | | 1.273 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 1242 | 1123 | 1105 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 1237 | 1118 | 1100 | 1152 | |
| 23 | Flujo (mm) | 3.890 | 3.940 | 3.820 | 3.883 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.589 | 2.589 | 2.589 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.473 | 2.473 | 2.473 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.837 | 1.837 | 1.837 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 4.27 | 4.27 | 4.27 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 12.778 | 12.903 | 13.029 | 12.90 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 75.563 | 74.735 | 73.904 | 74.7 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 3179 | 2838 | 2881 | 2966 | |



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichama Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dicovis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210632

Los resultados de este Informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +51 1 409909

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO FACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120Y150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO MARSHALL

| ITEM | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPEC. F. |
|------|---|--------|--------|--------|----------|-----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 6.50 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 36.84 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 34.08 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.18 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 1.40 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.480 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.30 | 6.35 | 6.35 | 6.333 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1198.0 | 1199.6 | 1199.1 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1199.2 | 1199.6 | 1199.5 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 673.1 | 675.2 | 675 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 526.1 | 524.4 | 524.5 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.277 | 2.288 | 2.286 | 2.284 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.352 | 2.352 | 2.352 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 3.18 | 2.74 | 2.80 | 2.907 | |
| 19 | Relación Filler/Betón | | 1.14 | | 1.137 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 986 | 1104 | 1031 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 990 | 1109 | 1035 | 1045 | |
| 23 | Flujo (mm) | 4.280 | 4.195 | 4.347 | 4.27 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.589 | 2.589 | 2.589 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.473 | 2.473 | 2.473 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.837 | 1.837 | 1.837 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 4.78 | 4.78 | 4.78 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 13.905 | 13.511 | 13.563 | 13.7 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 77.131 | 79.720 | 79.358 | 78.7 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 2313 | 2643 | 2382 | 2446 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Poricahu Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Dicéris Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 21002

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L. salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: (051) 992295

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 14-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANtera: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: Nº 1

ENSAYO MARSHALL

| 0 | NUMERO DE BRIQUETA | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | ESPECIF. |
|----|---|--------|--------|--------|--------------|----------|
| 1 | % C.A. en peso de la Mezcla | | 7.00 | | | |
| 2 | % Piedra chancada en peso de la Mezcla | | 36.64 | | | |
| 3 | % Arena Chancada en peso de la Mezcla | | 33.89 | | | |
| 4 | % Arena Zarandeada en peso de mezcla | | 21.07 | | | |
| 5 | % Relave minero | | 1.40 | | | |
| 6 | Peso Especifico del C.A. | | 1.01 | | | |
| 7 | Peso Especifico del Agregado Grueso | | 2.485 | | | |
| 8 | Peso Especifico de Gravilla Chancada | | 2.478 | | | |
| 9 | Peso Especifico de la Arena Zarandeada | | 2.460 | | | |
| 10 | Peso Especifico de Relave minero (Filler) | | 2.256 | | | |
| 11 | Altura promedio de la Briqueta (cm) | 6.39 | 6.35 | 6.41 | 6.383 | |
| 12 | Peso de la Briqueta al Aire (grs) | 1199.8 | 1198.2 | 1199.9 | | |
| 13 | Peso de la Briqueta sumergido al Aire (grs) | 1200.1 | 1198.9 | 1200.0 | | |
| 14 | Peso de la Briqueta al agua (grs) | 671.9 | 673.1 | 672.2 | | |
| 15 | Volumen de la briqueta por desplazamiento | 528.2 | 525.8 | 527.8 | | |
| 16 | Peso Especifico Bulk de la Briqueta (Grs/cm3) | 2.271 | 2.279 | 2.273 | 2.275 | |
| 17 | Peso especifico máximo MTC E 508 (RICE) | 2.336 | 2.336 | 2.336 | | |
| 18 | % Vacios de aire | 2.77 | 2.46 | 2.69 | 2.640 | |
| 19 | Relación Filler/Betún | | 1.03 | | 1.030 | |
| 20 | Estabilidad sin corregir (Kg) | 996 | 962 | 940 | | |
| 21 | Factor de Estabilidad | 0.99 | 0.99 | 0.99 | | |
| 22 | Estabilidad Corregida (Kg) | 986 | 974 | 932 | 965 | |
| 23 | Flujo (mm) | 4.425 | 4.471 | 4.356 | 4.42 | |
| 24 | Peso Efectivo de los agregados (grs/cm3) | 2.590 | 2.590 | 2.590 | | |
| 25 | Peso Especifico Bulk de los agregados | 2.473 | 2.473 | 2.473 | | |
| 26 | Porcentaje de Asfalto Absorbido | 1.852 | 1.852 | 1.852 | | |
| 27 | Porcentaje de Contenido Asfalto Efectivo | 5.26 | 5.26 | 5.26 | | |
| 28 | Vacios de Agregado Mineral (VMA) | 14.578 | 14.303 | 14.506 | 14.5 | |
| 29 | Porcentajes De Vacios Llenos de C.A. | 80.999 | 82.801 | 81.456 | 81.8 | |
| 30 | Relación E / F (Kg/cm) | 2232 | 2178 | 2140 | 2163 | |



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Paricahua Tintaya
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dhircis Tury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 218562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Telf: +511 405666

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 200

SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA

FECHA: 17-jun-22

DATOS DE LA MUESTRA

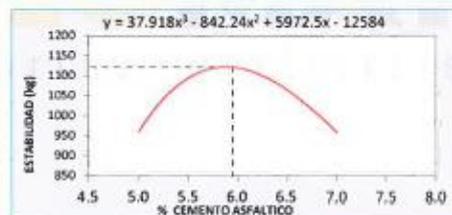
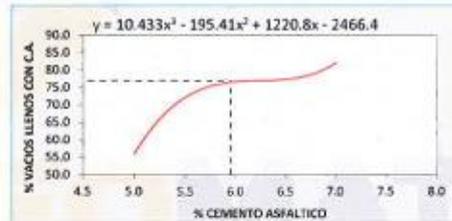
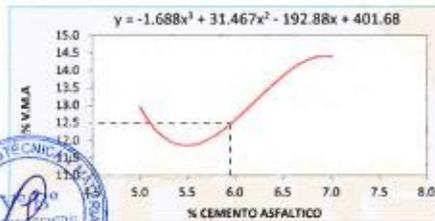
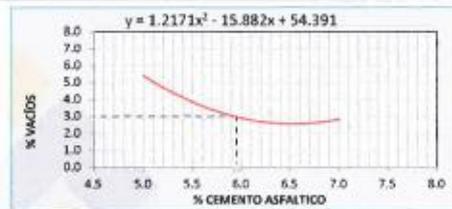
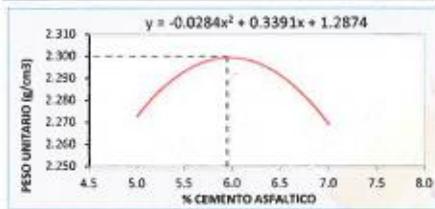
CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA

MUESTRA : N° 1

UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO

DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%

GRAFICOS



| CARACTERÍSTICAS | RESULTADOS |
|--------------------------|------------|
| GOLPES POR CARA | 75 |
| CEMENTO ASFALTICO PEN | 120/150 |
| PESO UNITARIO | 2.300 |
| PORCENTAJE DE VACIOS | 3.0 |
| V.M.A. | 12.5 |
| VACIOS LLENOS CON C.A. | 77.0 |
| FLUJO 0.075" | 3.9 |
| ESTABILIDAD | 1122 |
| ESTABILIDAD/FLUJO | 2877 |
| INDICE DE COMPATIBILIDAD | 7.84 |
| ESTABILIDAD RETENIDA 24h | 89.1 |
| RELACION POLVO - ASFALTO | 1.3 |

| DOSIFICACIÓN | |
|--------------|---------------|
| 37.1% | P. CHANCADA |
| 34.3% | A. CHANCADA |
| 21.3% | A. NATURAL |
| 1.4% | RELAVE MINERO |
| 5.95% | PEN 120/150 |


John Percy Pacurichua Tinaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS


Divis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 210002

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO FACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 15-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120150
MUESTRA: N° 1

PESO ESPECIFICO MAXIMO RICE

| DESCRIPCIÓN | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | OBSERVACIONES |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| % CEMENTO ASFALTICO | 5.00 | 5.50 | 6.00 | 6.50 | 7.00 | |
| A.- Peso de la muestra al aire (grs) | 1590.2 | 1590.5 | 1596.2 | 1588.5 | 1582.3 | |
| B.- Peso del frasco (grs) | 2551.5 | 2551.5 | 2551.5 | 2551.5 | 2551.5 | |
| C.- Peso del frasco + agua (calibrado)(grs) | 9137.0 | 9137.0 | 9137.0 | 9137.0 | 9137.0 | |
| D.- Peso neto del agua calibrado (grs) | 6585.5 | 6585.5 | 6585.5 | 6585.5 | 6585.5 | |
| E.- Peso del frasco + agua + muestra (al final del ensayo) (grs) | 10065.4 | 10060.7 | 10059.3 | 10050.1 | 10042.0 | |
| F.- Peso muestra + frasco (A+C) (grs) | 10727.2 | 10727.5 | 10733.2 | 10725.5 | 10719.3 | |
| G.- Volumen de la muestra (F-E) (grs) | 661.8 | 666.8 | 673.9 | 675.4 | 677.3 | |
| H.- Densidad Máxima de la Mezcla (A/G) | 2.403 | 2.385 | 2.369 | 2.352 | 2.336 | |



CONGEOMAT S.R.L.
John Percy Parichagua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.
Indicis Yang Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: +51-1-464296



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana, Jr. 16 de diciembre, Mz. A Lote 30, Saldaña Huancayo



DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 16-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 39.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO DE ESTABILIDAD RETENIDA (24 HORAS)

| ITEM | N° DE PROBETAS | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | |
|------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| 1 | Contenido de Cemento Asfáltico | 5.93 | 5.93 | 5.93 | 5.93 | 5.93 | 5.93 | |
| 2 | Peso Probeta al Aire | 1202.5 | 1201.7 | 1205.1 | 1212.2 | 1213.4 | 1214.4 | |
| 3 | Peso de la Probeta Saturada (01 Hora) | 1203.0 | 1202.0 | 1208.3 | 1213.9 | 1214.2 | 1216.9 | |
| 4 | Peso de la Probeta en el Agua | 682.3 | 681.4 | 680.9 | 677.1 | 678.3 | 677.5 | |
| 5 | Volumen de la Probeta | 520.7 | 520.8 | 525.4 | 536.8 | 535.9 | 539.4 | |
| 6 | Peso Específico Bulk de la Probeta | 2.309 | 2.308 | 2.294 | 2.258 | 2.284 | 2.251 | |
| 7 | Lectura del Dial Anillo Marshall | 312 | 345 | 342 | 282 | 305 | 293 | |
| 8 | Estabilidad sin corregir | 1035 | 1145 | 1135 | 989 | 1012 | 972 | |
| 9 | Factor Estabilidad | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | |
| 10 | Estabilidad corregida (kg) | 1025 | 1134 | 1124 | 959 | 1002 | 963 | |
| 11 | Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg) | 1094 | | | | | | |
| 12 | Promedio Estabilidad (24 Horas) | | | | | | | 975 |
| 13 | Estabilidad Retenida (%) | | | | | | | 89.1 |



CONGEMAT S.R.L.
John Percy Parichua Tintaya
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEMAT S.R.L.
Dheinis Yari Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

✉ congemat@gmail.com
☎ Telf.: (051) 495 795



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salda Huancayo



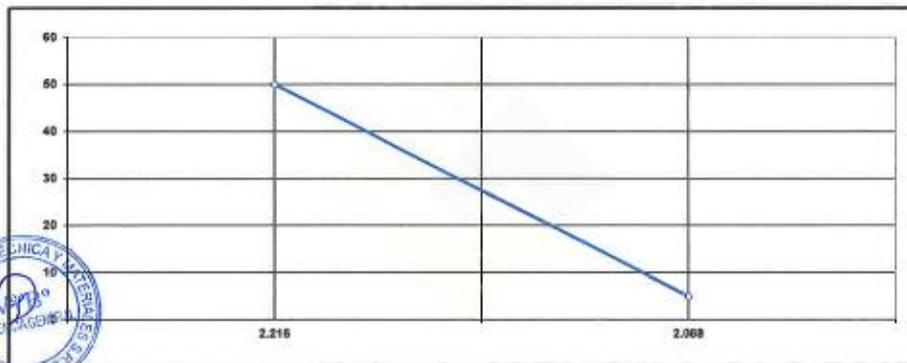
DATOS GENERALES

PROYECTO: RELAVES MINEROS COMO FILLER EN LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: JESUS FERNANDO PACURI ZAPANA
REGISTRO: C - 2022 - 200
FECHA: 16-jun-22

DATOS DE MUESTRA

CANTERA: CABANILLAS Y COLLANA
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
DESCRIPCIÓN: PIEDRA CHANCADA 38.4%, ARENA CHANCADA 36.4%, ARENA NATURAL 22.7% Y RELAVE MINERO 1.5%
C.A. (PEN): 120/150
MUESTRA: N° 1

ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTABILIDAD



| N° de Muestras | 01 | 02 | 03 | 04 |
|---|--------------|--------|--------------|--------|
| N° de Golpes Marshall | 50 | 50 | 5 | 5 |
| 1.- Peso Briqueta al Aire | 1210.1 | 1211.4 | 1203.8 | 1209.3 |
| 2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca | 1214.8 | 1212.8 | 1216.6 | 1215.5 |
| 3.- Peso por Desplazamiento | 667.5 | 667.2 | 638.2 | 638.3 |
| 4.- Volumen de la Briqueta | 547.3 | 545.6 | 578.4 | 577.2 |
| 5.- Peso Unitario (Gr./cc) | 2.211 | 2.220 | 2.081 | 2.095 |
| PROMEDIOS | 2.216 | | 2.088 | |

| | |
|-------|-------|
| 2.216 | 2.088 |
| 50 | 5 |

| |
|------------------|
| 1 |
| 0.127 |
| GEB(50) - GEB(5) |

| | |
|------|------|
| IC = | 7.84 |
|------|------|

CONGEOMAT S.R.L.
Dhevis Yury Jara Vilca
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.P. N° 210082

CONGEOMAT S.R.L.
Julia Percy Panichua Tintaya
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com
Tel: (051) 405295



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana, Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané





**RELAVES MINEROS COMO
FILLER EN LAS MEZCLAS
ASFÁLTICAS EN
CALIENTE Y SU EFECTO
EN LOS PARÁMETROS DE
DISEÑO**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**PUNO – PERÚ
2022**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0746-0046-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección **JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA**

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación **0746-046-2021**

Intervalo de indicación **30000 g**

División de escala **1 g**
Resolución

División de verificación **1 g**
(e)

Tipo de indicación **Digital**

Marca / Fabricante **OHAUS**

Modelo **R21PE30**

N° de serie **8340110203**

Procedencia **USA**

Lugar de calibración **LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Fecha de calibración **2021/11/13**

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del INM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003-2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vw. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Corales
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0746-0046-2021

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad | Patrón Utilizado | Certificado de Calibración |
|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Patrones de referencia de INACAL | Juego de Pesas de 1mg a 1kg | 0575-MPES-C-2021 |
| Patrones de referencia de INACAL | Juego de Pesas de 1g a 1kg | 0576-MPES-C-2021 |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa Patrón | 0688-LM-2021 |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa Patrón | 0689-LM-2021 |

Condiciones ambientales durante la calibración

| | | |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 21,5 °C | Final: 21,9 °C |
| Humedad Relativa | Inicial: 68 %hr | Final: 69 %hr |
| Presión Atmosférica | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1= 15000 g | | | Carga L1= 30000 g | | |
|-------------|-------------------|--------|-------|-------------------|--------|-------|
| | I (g) | ΔI (g) | E (g) | I (g) | ΔI (g) | E (g) |
| 1 | 15000.0 | 0.07 | -0.12 | 30000 | 0.05 | -0.1 |
| 2 | 15000.0 | 0.07 | -0.15 | 30000 | 0.04 | -0.12 |
| 3 | 15000.0 | 0.08 | -0.17 | 30000 | 0.05 | -0.13 |
| 4 | 15000.0 | 0.06 | -0.1 | 30000 | 0.04 | -0.1 |
| 5 | 15000.0 | 0.07 | -0.1 | 30000 | 0.03 | -0.11 |
| 6 | 15000.0 | 0.07 | -0.1 | 30000 | 0.05 | -0.12 |
| 7 | 15000.0 | 0.06 | -0.1 | 30000 | 0.04 | -0.13 |
| 8 | 15000.0 | 0.07 | -0.1 | 30000 | 0.05 | -0.1 |
| 9 | 15000.0 | 0.09 | -0.1 | 30000 | 0.04 | -0.11 |
| 10 | 15000.0 | 0.08 | -0.1 | 30000 | 0.05 | -0.12 |

| Carga (g) | Diferencia Máxima Autorizada (g) | Error Máximo Permitido (g) |
|-----------|----------------------------------|----------------------------|
| 15000 | 0 | 1 |
| 30000 | 0 | 5 |

CONSEJO REGULADOR



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 303-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Determinación de E ₀ | | | | Determinación de E ₀ | | | | |
|----------------------|---------------------------------|--------|--------|--------------------|---------------------------------|--------|--------|-------|--------------------|
| | Carga Min ⁽¹⁾ (g) | I (kg) | ΔL (g) | E ₀ (g) | Carga L (g) | I (kg) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) |
| 1 | 1 | 1 | 0.04 | -0.09 | 500 | 500 | 0.07 | -0.02 | 0.07 |
| 2 | | 1 | 0.07 | -0.02 | | 500 | 0.07 | -0.02 | 0 |
| 3 | | 1 | 0.05 | 0 | | 500 | 0.08 | -0.01 | -0.03 |
| 4 | | 1 | 0.02 | 0.03 | | 500 | 0.07 | 0.05 | 0.05 |
| 5 | | 1 | 0.07 | -0.02 | | 500 | 0.06 | 0.19 | 0.21 |

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | Crecientes | | | | Decrecientes | | | | EMP ⁽²⁾ (±g) |
|-------------|------------|--------|-------|--------------------|--------------|--------|-------|--------------------|-------------------------|
| | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | |
| 1 | 1 | 0.07 | -0.02 | | | | | | 1 |
| 5 | 5 | 0.06 | 0.01 | 0.01 | 5 | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 1 |
| 10 | 10 | 0.06 | -0.01 | 0.01 | 10 | 0.07 | -0.07 | -0.05 | 1 |
| 50 | 50 | 0.05 | 0 | 0 | 50 | 0.02 | -0.07 | -0.05 | 1 |
| 100 | 100 | 0.04 | 0 | 0 | 100 | 0.06 | -0.01 | 0.01 | 1 |
| 500 | 500 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 500 | 0.06 | -0.01 | 0.01 | 1 |
| 1000 | 1000 | 0.06 | -0.02 | 0.02 | 1000 | 0.05 | 0 | 0.02 | 1 |
| 5000 | 4998 | 0.07 | -0.05 | 0.03 | 4998 | 0.06 | -0.1 | -0.09 | 1 |
| 10000 | 9998 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 9998 | 0.06 | -0.21 | -0.09 | 5 |
| 15000 | 14997 | 0.05 | 0.09 | 0.03 | 14997 | 0.07 | -0.12 | -0.02 | 5 |
| 30000 | 30000 | 0.09 | 0.1 | 0.09 | 30000 | 0.09 | -0.21 | -0.21 | 5 |

Leyenda

I: Indicación de la balanza
E₀: Error en cero

ΔL: Carga incrementada
E_c: Error cometido

E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE ESTADÍSTICA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_p = 2 \cdot u = 2 \cdot \sqrt{(0.0005 \text{ g})^2 + (0.0000000000000000 \text{ g})^2}$

Lectura Corregida $L_{corr} = L - R = 0.0000000000000000 \text{ g}$

R: Indicación de lectura de la balanza

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 305-1680 / Cel: +51 928 396 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Aravalo Camilla
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0749-046-2021

Página 1 de 2

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **TERMÓMETRO**

Identificación 0749-046-2021

Marca BOECO

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

Indicador DIGITAL

Alcance -50 °C a 200°C

Resolución 0.1 °C

Sensor VASTAGO - 12 cm

Procedencia CHINA

Lugar de calibración **LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Fecha de calibración 2021/11/13

Método/Procedimiento de calibración

Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012,
"Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto
Nacional de la Calidad - INACAL.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSDU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSDU GROUP S.A.C.



ARSDU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSDU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carlica
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0749-046-2021

Página 2 de 2

Arso Group
Patrones e Instrumentos auxiliares
Laboratorio de Metrología

| Trazabilidad | Patrón Utilizado | Certificado de Calibración |
|--------------|---|----------------------------|
| INACAL | Termómetro con sonda MARCA: LTIutron | 0015-LT-2021 |

Condiciones ambientales durante la calibración

| | | |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 20,1 °C | Final: 20,5 °C |
| Humedad Relativa | Inicial: 65 %hr | Final: 65 %hr |
| Presión Atmosférica | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

Resultados

TEMPERATURA

| | Indicación del Termómetro °C | Temperatura Convencionalmente Verdadera | Corrección °C |
|-------|------------------------------|---|---------------|
| N° 01 | 100.1 | 100.6 | 0.5 |
| N° 02 | 101.3 | 101.4 | 0.1 |
| N° 03 | 101.8 | 101.9 | 0.1 |
| N° 04 | 102.4 | 102.3 | -0.1 |
| N° 05 | 102.9 | 102.7 | -0.2 |

Corrección en la Lectura (°C)

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

TCV = Indicación del termómetro + Corrección

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carroica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0750-046-2021

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación 0750-046-2021

Intervalo de indicación 3100 g

División de escala Resolución 0.01 g

División de verificación (e) 0.01 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo PAJ3102

N° de serie BADI55

Procedencia USA

Lugar de calibración LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/11/13

Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INACOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático [NMP 002-2009]"

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

CONGEMAT 9074



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Wv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301 3880 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsogroup.com
www.arsogroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arcevalo Camica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0750-046-2021

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad | Patrón Utilizado | Certificado de Calibración |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Patrones de referencia de INACAL | Juego de Pesas de 1g a 2kg | 0575-MPES-C-2021 |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 5 kg | 0575-MPES-C-2021 |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 10 kg | 0688-LM-2021 |
| Patrones de referencia de INACAL | Pesa de 25 kg | 0689-LM-2021 |

Condiciones ambientales durante la calibración

| | | |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 21,5 °C | Final: 21,9 °C |
| Humedad Relativa | Inicial: 68 %hr | Final: 69 %hr |
| Presión Atmosférica | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1= 500 g | | | Carga L1= 1000 g | | |
|------------------|---|--------|--------|-----------------------------------|--------|--------|
| | I (g) | ΔI (g) | E (g) | I (g) | ΔI (g) | E (g) |
| 1 | 500.0 | 0.001 | -0.001 | 1000 | 0.005 | -0.002 |
| 2 | 500.0 | 0.002 | -0.004 | 1000 | 0.004 | -0.004 |
| 3 | 500.0 | 0.004 | -0.005 | 1000 | 0.006 | -0.004 |
| 4 | 500.0 | 0.003 | -0.007 | 1000 | 0.003 | -0.009 |
| 5 | 500.0 | 0.003 | -0.009 | 1000 | 0.005 | -0.012 |
| 6 | 500.0 | 0.004 | -0.008 | 1000 | 0.007 | -0.014 |
| 7 | 500.0 | 0.004 | -0.008 | 1000 | 0.003 | -0.01 |
| 8 | 500.0 | 0.007 | -0.008 | 1000 | 0.005 | -0.009 |
| 9 | 500.0 | 0.006 | -0.004 | 1000 | 0.004 | -0.007 |
| 10 | 500.0 | 0.005 | -0.003 | 1000 | 0.004 | -0.008 |
| Carga (g) | Diferencia Máxima Encontrada (g) | | | Error Máximo Permitido (g) | | |
| 500 | 0 | | | 0.05 | | |
| 1000 | | | | 0.3 | | |



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lot# 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carmona
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0750-046-2021

Arso Group
Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Determinación de E ₀ | | | | Determinación de E ₀ | | | | |
|----------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------------------|
| | Carga Min ⁽¹⁾ (g) | I (kg) | ΔI (g) | E0 (g) | Carga L (g) | I (kg) | ΔI (g) | E (g) | E _c (g) |
| 1 | 1 | 1 | 0.004 | -0.001 | 100 | 100 | 0.006 | -0.001 | 0.001 |
| 2 | | 1 | 0.006 | -0.004 | | 100 | 0.003 | 0.001 | 0.004 |
| 3 | | 1 | 0.005 | 0.004 | | 100 | 0.004 | -0.002 | -0.005 |
| 4 | | 1 | 0.007 | 0.001 | | 100 | 0.001 | 0.004 | 0.003 |
| 5 | | 1 | 0.009 | -0.002 | | 100 | 0.004 | 0.004 | 0.002 |

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | Crecientes | | | | Decrecientes | | | | EMP ⁽²⁾ (±g) |
|-------------|------------|--------|--------|--------------------|--------------|--------|--------|--------------------|-------------------------|
| | I (g) | ΔI (g) | E (g) | E _c (g) | I (g) | ΔI (g) | E (g) | E _c (g) | |
| 5.00 | 5.00 | 0.004 | -0.001 | 0.004 | 5.00 | 0.004 | -0.001 | 0.004 | 0.1 |
| 10.00 | 10.00 | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 10.00 | 0.006 | -0.001 | 0.004 | 0.1 |
| 50.00 | 50.00 | 0.002 | -0.005 | 0.003 | 50.00 | 0.005 | 0.004 | -0.003 | 0.1 |
| 100.00 | 100.00 | 0.002 | 0.004 | 0.005 | 100.00 | 0.009 | -0.003 | -0.003 | 0.1 |
| 500.00 | 500.00 | 0.009 | 0.004 | 0.008 | 500.00 | 0.005 | 0.005 | 0.001 | 0.1 |
| 800.00 | 800.00 | 0.004 | 0.008 | 0.002 | 800.00 | 0.004 | -0.004 | 0.003 | 0.1 |
| 1000.00 | 1000.00 | 0.005 | 0.008 | 0.003 | 1000.00 | 0.007 | 0.004 | 0.004 | 0.1 |
| 1500.00 | 1500.00 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 1500.00 | 0.005 | -0.03 | -0.002 | 0.1 |
| 3000.00 | 3000.00 | 0.009 | 0.004 | 0.004 | 3000.00 | 0.003 | -0.008 | -0.01 | 0.5 |
| 3100.00 | 3100.00 | 0.015 | 0.008 | 0.001 | 3100.00 | 0.014 | -0.014 | -0.01 | 0.5 |

Leyenda

I: Indicación de la balanza
E₀: Error en cero

ΔI: Carga Incremental
E_c: Error corregido

E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.00002^2 + 0.0000025259808 R^2}$

Lectura Corregida $L_{corr} = R + 136.009373480 R$

R: Indicación de lectura de balanza

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden a las balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Perú NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al Instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSO GROUP S.A.C.

Roc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 978 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsogroup.com
www.arsogroup.com



ARSO GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Cerna
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0751-046-2021

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/11/13

Solicitante CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO

Identificación 0751-046-2021

Marca ARSOU

Modelo HR701

Serie 1201

Cámara 80 Litros

Ventilación NATURAL

Pirómetro DIGITAL

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/11/13

Método/Procedimiento de calibración
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde mantener en su momento recibir sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento, el estado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento además de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carlica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0751-046-2021

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad | Patrón Utilizado | Certificado de Calibración |
|--------------|--|----------------------------|
| INACAL | TERMOMETRO CON SENSORES MARCA: LITRON | 0015-LT-2021 |

Condiciones ambientales durante la calibración

| | | |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 20,1 °C | Final: 20,5 °C |
| Humedad Relativa | Inicial: 65 %hr | Final: 65 %hr |
| Presión Atmosférica | Inicial: 1015 mbar | Final: 1015 mbar |

Resultados

TEMPERATURA

| Tiempo (Min:seg) | Pídeuro °C | INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C | | | | | | | | | | T° Prom. °C | Tmax - Tmin °C |
|------------------|------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 00:00 | 110 | 110.4 | 110.3 | 110.1 | 110.5 | 111.0 | 110.8 | 110.2 | 110.0 | 110.5 | 110.5 | 110.4 | 111.0 |
| 00:02 | 110 | 110.4 | 110.5 | 110.9 | 110.1 | 110.5 | 110.7 | 110.8 | 111.0 | 110.3 | 110.9 | 110.6 | 111.0 |
| 00:04 | 110 | 110.1 | 110.1 | 110.3 | 111.0 | 110.0 | 110.4 | 110.6 | 110.0 | 110.0 | 110.1 | 110.3 | 110.0 |
| 00:06 | 110 | 110.2 | 110.5 | 110.3 | 110.7 | 110.9 | 110.1 | 110.8 | 110.5 | 110.4 | 110.4 | 110.4 | 110.9 |
| 00:08 | 110 | 110.3 | 110.4 | 110.5 | 110.9 | 110.3 | 110.2 | 110.6 | 110.9 | 110.4 | 110.4 | 110.4 | 110.7 |
| 00:10 | 110 | 110.9 | 110.1 | 110.9 | 110.7 | 110.8 | 110.5 | 110.9 | 110.2 | 110.5 | 110.0 | 110.5 | 110.9 |
| 00:12 | 110 | 110.9 | 110.1 | 110.4 | 110.5 | 110.3 | 110.7 | 110.7 | 110.9 | 110.7 | 110.1 | 110.5 | 110.8 |
| 00:14 | 110 | 110.2 | 110.1 | 110.4 | 110.3 | 110.7 | 110.8 | 110.4 | 110.9 | 110.1 | 110.8 | 110.5 | 110.8 |
| 00:16 | 110 | 110.7 | 110.9 | 110.4 | 110.6 | 110.6 | 110.5 | 110.3 | 110.5 | 110.4 | 110.7 | 110.5 | 110.7 |
| 00:18 | 110 | 110.2 | 110.4 | 110.1 | 110.3 | 110.4 | 110.0 | 110.2 | 110.2 | 110.3 | 110.9 | 110.3 | 110.9 |
| 00:20 | 110 | 110.8 | 110.6 | 110.2 | 110.3 | 110.4 | 110.6 | 110.3 | 110.9 | 110.7 | 110.5 | 110.6 | 110.8 |
| 00:22 | 110 | 110.8 | 110.3 | 110.9 | 110.4 | 110.2 | 111.0 | 110.4 | 110.9 | 110.7 | 110.5 | 110.6 | 110.8 |
| 00:24 | 110 | 110.3 | 110.1 | 110.5 | 110.8 | 110.6 | 110.7 | 110.5 | 110.4 | 110.4 | 110.3 | 110.5 | 110.7 |
| 00:26 | 110 | 110.8 | 110.0 | 110.0 | 110.2 | 110.1 | 110.0 | 110.3 | 110.3 | 110.5 | 110.5 | 110.3 | 110.5 |
| 00:28 | 110 | 110.9 | 110.6 | 110.5 | 110.0 | 110.8 | 110.3 | 110.6 | 110.3 | 110.9 | 110.8 | 110.4 | 110.9 |
| 00:30 | 110 | 110.5 | 110.4 | 110.0 | 110.8 | 110.1 | 110.1 | 110.9 | 110.2 | 110.5 | 110.4 | 110.4 | 110.9 |
| 00:32 | 110 | 111.0 | 111.0 | 110.0 | 111.0 | 110.6 | 110.3 | 110.4 | 111.0 | 110.2 | 110.7 | 110.6 | 110.0 |
| 00:34 | 110 | 110.5 | 110.3 | 110.4 | 110.9 | 110.0 | 110.1 | 110.6 | 110.8 | 111.0 | 110.3 | 110.5 | 110.0 |
| 00:36 | 110 | 110.9 | 110.6 | 110.2 | 110.4 | 110.4 | 110.7 | 110.4 | 110.1 | 110.3 | 110.3 | 110.4 | 110.8 |
| 00:38 | 110 | 110.7 | 111.0 | 110.6 | 110.7 | 110.8 | 110.1 | 110.9 | 110.8 | 110.3 | 110.4 | 110.6 | 110.7 |
| 00:40 | 110 | 110.2 | 110.5 | 110.1 | 110.0 | 110.3 | 110.6 | 110.3 | 110.3 | 110.3 | 110.3 | 110.3 | 110.3 |
| 00:42 | 110 | 110.2 | 110.9 | 110.3 | 110.6 | 110.3 | 110.8 | 110.8 | 110.5 | 110.0 | 110.3 | 110.5 | 110.9 |
| 00:44 | 110 | 110.6 | 110.1 | 110.5 | 110.4 | 111.0 | 110.5 | 110.3 | 110.8 | 110.2 | 111.0 | 110.5 | 110.9 |
| 00:46 | 110 | 110.9 | 110.8 | 110.6 | 110.5 | 110.7 | 110.4 | 110.1 | 110.8 | 110.5 | 110.7 | 110.7 | 110.9 |
| 00:48 | 110 | 111.0 | 110.7 | 110.9 | 110.8 | 111.0 | 111.3 | 110.5 | 110.5 | 110.3 | 110.2 | 110.6 | 110.8 |
| 00:50 | 110 | 110.2 | 110.3 | 110.5 | 111.0 | 110.0 | 110.2 | 110.1 | 110.7 | 110.1 | 110.4 | 110.4 | 110.5 |
| T. PROM. | 110 | 110.5 | 110.4 | 110.4 | 110.5 | 110.5 | 110.4 | 110.5 | 110.4 | 110.5 | 110.5 | 110.5 | 110.5 |
| T. MAX. | 110 | 111.0 | 111.0 | 110.9 | 111.0 | 111.0 | 111.0 | 110.9 | 111.0 | 111.0 | 111.0 | 111.0 | 111.0 |
| T. MIN. | 110 | 110.1 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 |

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax Diferencia entre máxima y mínima (respuesta) para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego M2 C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496 8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



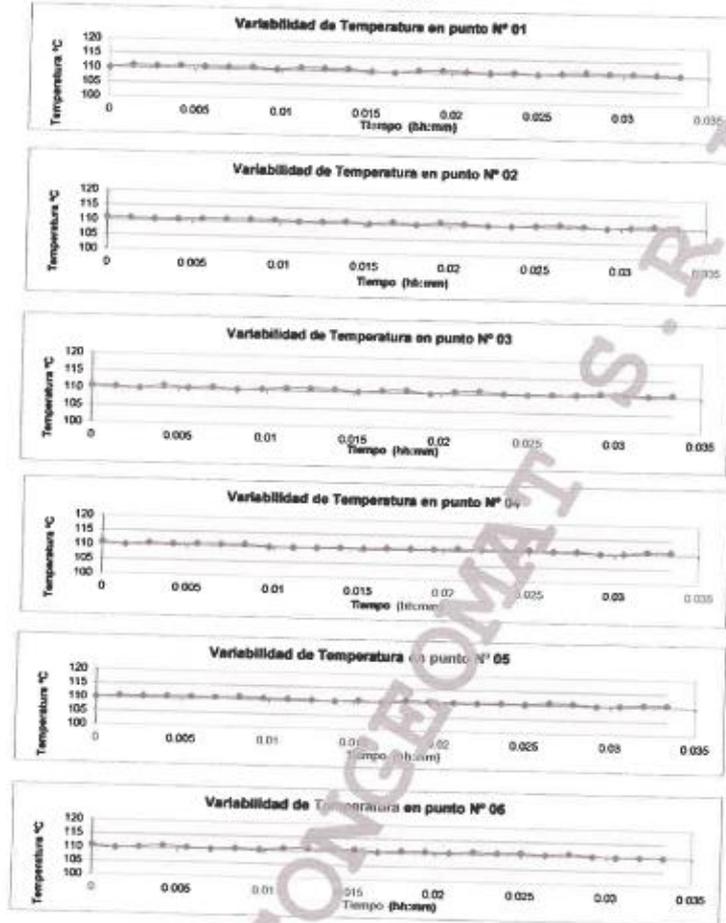
ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

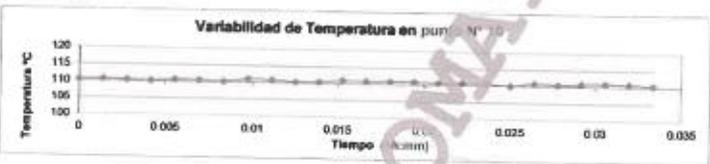
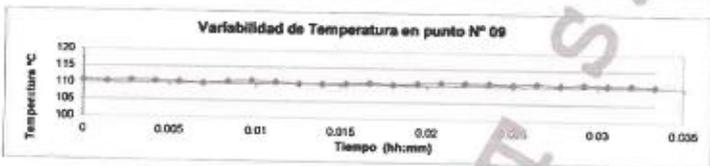
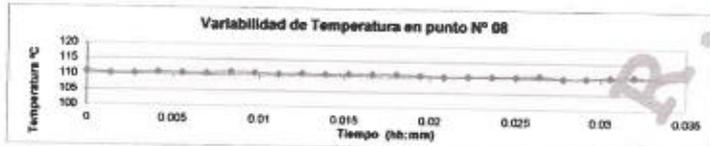
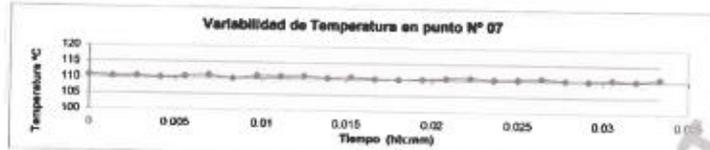


ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



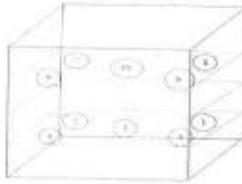
ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carlica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición **ha sido** calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95% con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Careaga
METROLOGÍA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/02/23

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN -
JULIACA

Instrumento de medición **COPA CASAGRANDE**

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo CSA 902

Serie 201101

Mecanismo Manual

Ranurador BRONCE

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUITOS

Lugar de calibración JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Fecha de calibración 2022/02/23

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 Sta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carmona
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

| Trazabilidad | Patrón Utilizado | Certificado de Calibración |
|-------------------------|--------------------|----------------------------|
| DSI AUTOMATION E.I.R.L. | Pie de Rey digital | L-0031-2021 |

Condiciones ambientales durante la calibración

| | | |
|-----------------------|------------------|----------------|
| Temperatura Ambiental | Inicial: 21,8 °C | Final: 22,8 °C |
| Humedad Relativa | Inicial: 65 %hr | Final: 65 %hr |

Resultados

IMAGEN N° 01

| Dimensiones | Aparato de Limite Liquido | | | | Ranurador | | | | | |
|------------------|---------------------------|-------|-------|---|-----------|-------|-------|-----------------|-------|-------|
| | Conjunto de la Cazuela | | | N | K | L | M | Extremo Curvado | | |
| Descripción | A | B | C | Profundidad de la Copa desde la guía del elevador hasta la base | Radio | Largo | Ancho | a | b | c |
| Métrico, mm | 54 | 2.0 | 27 | | 50 | 150 | 125 | 10.0 | 2.0 | 13.5 |
| Tolerancia, mm | 2 | 0.1 | 1 | | 5 | 5 | 5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Inglés, pulg | 2.13 | 0.079 | 1.063 | | 2 | 5.90 | 4.92 | 0.39 | 0.08 | 0.53 |
| Tolerancia, pulg | 0.08 | 0.004 | 0.4 | 0.6 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.004 | 0.004 | 0.004 |

TABLA N° 01

CAZUELA

| DESCRIPCIÓN | DATO PROMEDIO (mm) | TOLERANCIA (mm) | RESULTADO |
|-------------|--------------------|-----------------|-----------|
| ESPESOR | 2,10 | +/- 0.1 | OK |
| PROFUNDIDAD | 27,10 | +/- 1 | OK |



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



TABLA N° 02

BASE

| DESCRIPCIÓN | DATO PROMEDIO (mm) | TOLERANCIA (mm) | RESULTADO |
|-------------------|--------------------|-----------------|-----------|
| GUÍA DEL ELEVADOR | 47,10 | +/- 1.5 | OK |
| ESPESOR | 48,50 | +/- 5 | OK |
| LARGO | 150,80 | +/- 5 | OK |
| ANCHO | 125,50 | +/- 5 | OK |
| HUELLA | 5,93 | +/- 13 | OK |

TABLA N° 03

RANURADOR

| DESCRIPCIÓN | DATO PROMEDIO (mm) | TOLERANCIA (mm) | RESULTADO |
|---------------------|--------------------|-----------------|-----------|
| CALIBRADOR CUADRADO | 10,00 | +/- 0.2 | OK |
| ESPESOR | 10,00 | +/- 0.1 | OK |
| BORDE CORTANTE | 2,00 | +/- 0.1 | OK |
| ANCHO | 3,40 | +/- 0.1 | OK |

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrasco
METROLOGÍA

Anexo N° 07: Panel fotográfico.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



Figura 1: Visita a la planta de asfalto



Figura 2: Vista de los agregados



Figura 3: Visita a la Mina Rinconada para la obtención de muestra de relave minero.



Figura 4: Vista de molienda de roca con la maquina trapiche.



Figura 5: Realización de los ensayos en laboratorio



Figura 6: Secado de muestras para su posterior ensayo.



Figura 7: Realización del ensayo de Análisis Granulométrico



Figura 8: Mezcla de los agregados, filler y cemento Asfáltico.



Figura 9: Mezcla Asfáltica en Caliente.



Figura 10: Compactación de la Mezcla Asfáltica.



Figura 11: Equipo para realizar el desmolde de las muestras.



Figura 12: Equipo completo para realizar el sondaje eléctrico vertical.