



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD  
como sustitución parcial de agregados para la Antigua  
Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Hinostroza Huaman, Carlos Daniel (ORCID: 0000-0001-5873-0741)

**ASESOR:**

Mg. Benites Zuñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA-PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación está dedicado de manera especial a mis padres Edgar y Marleny por el apoyo incondicional brindado en el transcurso de mi carrera profesional y a mis amigos que en futuro serán mis colegas.

### **Agradecimiento**

Agradezco a mi casa de estudios la Universidad Cesar Vallejo y los profesores por las enseñanzas aprendidas, a mis amigos y futuros colegas Ronald Joya, Frank Gonzales, Jhonatan Castro, entre muchos más por el apoyo, consejos y animo brindado a lo largo de la carrera profesional, a mi asesor el profesor el Mag. Ing. Benites Zuñiga por las enseñanzas y recomendaciones para la mejora y el desarrollo del trabajo de investigación.

## Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Índice de Gráficos .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de la investigación .....	19
3.2 Variables y operacionalización .....	20
3.3 Unidad de análisis .....	20
3.4 Población, muestra y muestreo .....	21
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
3.6 Procedimientos .....	23
3.7 Método de análisis de datos .....	23
3.8 Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN .....	39
VI. CONCLUSIONES .....	42
VII. RECOMENDACIONES .....	44
REFERENCIAS .....	45
ANEXOS .....	51

## Índice de tablas

Tabla 1. Según las EG 2013, requerimiento para los agregados gruesos.....	16
Tabla 2. Según las EG 2013, requerimiento para los agregados finos.....	16
Tabla 3. Según las EG 2013, requerimientos agregados gruesos de adición en mezclas recicladas en caliente.....	17
Tabla 4. Según las EG 2013, requerimientos agregados finos de adición en mezclas recicladas en caliente .....	17
Tabla 5. Gradación para Mezcla Asfáltica en Caliente.....	17
Tabla 6. Gradación para Mezcla Asfáltica en Caliente.....	27
Tabla 7. Porcentaje de combinaciones para el diseño.....	28
Tabla 8. Resumen de la mezcla asfáltica convencional.....	32
Tabla 9. Análisis granulométrico .....	33
Tabla 10. Porcentaje de combinaciones para el diseño .....	33
Tabla 11. Análisis granulométrico .....	35
Tabla 12. Porcentaje de combinaciones para el diseño .....	35

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la muestra.....	22
Figura 2. Mapa político del Perú.....	25
Figura 3. Mapa del departamento de Lima.....	25
Figura 4. Mapa de provincia de Cañete.....	26
Figura 5. Mapa de los distritos limitantes.....	26
Figura 6. Briquetas para el ensayo.....	29
Figura 7. Colocación de probetas en las mordazas.....	29
Figura 8. Mezcla asfáltica con 30% de RAP.....	34
Figura 9. Mezcla asfáltica con 30% de RAP.....	36

## Índice de Gráficos

Gráfico 1. Curva granulométrica.....	28
Gráfico 2. Curva granulométrica.....	34
Gráfico 3. Curva granulométrica.....	36
Gráfico 4. Comparación del flujo de mezcla patrón y mezcla reciclada.....	37
Gráfico 5. Comparación de la densidad de mezcla patrón y mezcla reciclada.....	37
Gráfico 6. Comparación de la estabilidad de mezcla patrón y mezcla reciclada.....	38
Gráfico 7. Comparación del % de vacíos de mezcla patrón y mezcla reciclada.....	38

## **Resumen**

El presente informe de investigación tuvo como objetivo general de determinar la influencia de la combinación con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en la mezcla asfáltica para rehabilitar la Antigua Panamericana Sur, Chilca - Cañete 2020, con el propósito de mejorar las características evaluadas por el ensayo Marshall, además resolver el problema de la eliminación de pavimento y de la contaminación debido a la presencia de los residuos de construcción y demolición presente en la zona. En esta investigación aplicada se usó el método experimental, la población es La Antigua Panamericana Sur ubicada en el Distrito de Chilca y la muestra está ubicada mediante las coordenadas geográficas longitud:12°30'08"S latitud: 76°44'27°O a longitud: 12°32'29"S latitud: 76°43'15°O. Se obtuvo como resultados de que el material reciclado no tiene la consistencia como para poder realizar una mezcla en caliente, por lo cual no se obtiene el cuerpo necesario para poder tener los resultados estimados en cuanto a los parámetros de diseño, por lo tanto, los porcentajes establecidos no son los adecuados, se llegó a la conclusión de que la adición de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para una mezcla asfáltica influye de manera negativa de acuerdo a los parámetros de diseño recomendado por la EG-2013 en el Manual de Carreteras.

**Palabras clave:** Marshall, RAP, RCD, asfalto, rehabilitar, mezcla asfáltica en caliente.

## **Abstract**

The general objective of this research report was to determine the influence of the combination with RAP and RCD as partial replacement of aggregates in the asphalt mix to rehabilitate the Antigua Panamericana Sur, Chilca - Cañete 2020, with the purpose of improving the characteristics evaluated by the Marshall test, in addition to solving the problem of the elimination of pavement and contamination due to the presence of construction and demolition waste present in the area. In this applied research the experimental method was used, the population is La Antigua Panamericana Sur located in the District of Chilca and the sample is located using the geographical coordinates longitude: 12 ° 30'08 ° S latitude: 76 ° 44'27 ° W Longitude: 12 ° 32'29 ° S latitude: 76 ° 43'15 ° W. It was obtained as results that the recycled material does not have the consistency to be able to carry out a hot mix, so the necessary body is not obtained to be able to have the estimated results in terms of the design parameters, therefore, the established percentages are not adequate, it was concluded that the addition of RAP and RCD as a partial replacement of aggregates for an asphalt mix has a negative influence according to the design parameters recommended by EG-2013 in the Manual of Roads.

**Keywords:** Marshall, RAP, RCD, asphalt, rehabilitate, hot mix asphalt.



## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas es la contaminación ambiental, debido a esto surge la necesidad de reciclar los residuos sólidos de construcción y utilizarlo como sustitución parcial o total de agregado en las mezclas asfálticas con el fin de conservar los recursos naturales y preservación. En la actualidad debido a la evolución de la construcción se producen toneladas de residuos de construcción debido a la demolición de estructuras o residuos de construcción, la eliminación de material excedente significa una alta contaminación ambiental, por el cual es importante desarrollar un método de reutilización de residuos sólidos, por el cual es necesario hacer este estudio para promover el uso de (RAP) pavimento de asfalto reciclado y (RCD) residuos de construcción y demolición. En el ámbito internacional Ecuador está implementando un método de separación y clasificación selectiva de residuos sólidos el cual se los aprovecha incorporándolo como materia prima para la fabricación de mezclas asfálticas, el cual no reduce las propiedades mecánicas de carpeta asfáltica. (1)

Lima al tener una población de 8.575 millones tiene una de las vías más usadas el cual tiene pavimentos deteriorados de los cuales aún no se le da solución a la mayoría de las fallas de los pavimentos, Según diario el Correo “Lima, la ciudad de los huecos y baches”(2) nos dice que el 70% de las vías se hallan en mal estado, usuarios de las vías afirman que conducir en esas carreteras es un caos, esto se debe a que en las calles y avenidas están repletas de huecos que parecen cráteres, y otras solo tienen barro, piedras y hasta clavos, el especialista de transportes urbanos Luis Quispe Candia, nos dice que la mayoría de estos problemas se encuentran en La Victoria, Breña, Surquillo, Rímac, Independencia y Villa María de Triunfo.(3), Lima al ser capital y ciudad más poblada del Perú, alberga numerosos y modernos edificios o rascacielos, por el cual es donde se realiza gran cantidad de construcción de edificaciones se generan gran cantidad de residuos sólidos, según El Comercio “En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos”(4) , si en el Perú se aplicara la técnica de la utilización de Pavimento de Asfalto Reciclado (RAP) y Residuos de Construcción y Demolición (RDC) como sustitución de áridos se reduciría significativamente la contaminación ambiental, para rehabilitar los pavimentos de Lima, ya que la gran mayoría de las carreteras están en un deterioro evidente.

la Panamericana Antigua que empieza en el tramo de KM 16.5 y termina en el KM 66 de la Panamericana Sur, el cual conecta a la Zona urbana de Chilca y Salinas es una vía muy usada, el cual se incrementa más su uso en épocas de verano donde bañistas y comerciantes la usan para visitar las playas se encuentra un deterioro evidente. El estado del pavimento en chilca es un problema que se da desde hace muchos años, lo cual no se da una solución definitiva hasta la actualidad, la Municipalidad de Chilca gestiona mantenimientos los cuales no son suficientes estos constan en tapar los baches con asfalto, este tipo de mantenimiento es una solución temporal para las fallas graves, por el cual es evidente las fallas superficiales que se presentan, los tipos de fallas más evidentes son, la piel de cocodrilo, agregado pulido, desnivel, hueco, exudación, desprendimiento de agregado grueso, en el trabajo de investigación del 2019 se realizó entrevistas a los usuarios de la vía califican a la vía con un promedio de 1.36 de serviciabilidad, el cual indica ser una vía de serviciabilidad muy malo.

### **Problema general**

¿De qué manera influye la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020?

### **Problemas específicos**

¿Cuál es el efecto de la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en la densidad de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020?

¿Cuál es el efecto de la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en los vacíos de aire de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020?

¿Cuál es el efecto de la combinación de RAP Y RCD como sustitución parcial de agregados en la estabilidad de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020?

¿Cuál es el efecto de la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en la fluencia de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020?

**Justificación social,** la reutilización de los residuos sólidos es muy importante para reducir de manera significativa el grado de contaminación ambiental, ya el problema de residuos de construcción es a nivel mundial, además el aprovechamiento de estos elementos reciclados lograra reducir la explotación a las canteras y así conservar nuestros recursos naturales, el resultado de esta investigación beneficiará a la población usuaria de las carreteras ya que al reutilizar asfalto y residuos de construcción se reducirá significativamente el costo de los proyectos permitiendo más construcciones mejorando condiciones de vida de las personas.

**La justificación práctica,** con el desarrollo de esta tesis de investigación ayudará a resolver el problema de la eliminación de residuos de construcción y así preservar nuestros recursos naturales y reducir costos, esto significará un gran aporte para disminuir la contaminación ambiental.

**La justificación teórica,** al obtener resultados de esta investigación se logrará adquirir una información valiosa para comprender si al agregarle asfalto reciclado y residuos de construcción a la mezcla asfáltica obtendremos una carpeta asfáltica con propiedades óptimas y necesarias para ser aplicado en construcciones de pavimentos.

**La justificación metodológica,** el resultado de esta investigación creará nuevas técnicas usando residuos de construcción y asfalto reciclado, estos serán utilizados como sustitutivos de los agregados naturales para la elaboración de nuevos asfaltos modificados.

## **Objetivo general**

Determinar la influencia de la combinación con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en la mezcla asfáltica para rehabilitar la Antigua Panamericana Sur, Chilca - Cañete 2020.

## **Objetivos específicos**

Determinar el efecto de la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en la densidad de la mezcla asfáltica para rehabilitar la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.

Determinar el efecto de la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en los vacíos de aire de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.

Determinar el efecto de la combinación con asfalto reciclado y residuos de construcción en la estabilidad de la mezcla asfáltica para rehabilitar la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.

Determinar el efecto de la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en la fluencia de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.

## **Hipótesis general**

La combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados aumenta la densidad de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.

## **Hipótesis específica**

La combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados aumenta la densidad de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.

La combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados reduce los vacíos de aire (o simplemente vacíos) de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.

La combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados aumenta la estabilidad de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.

La combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados tiene un óptimo flujo de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

Como respaldo de esta investigación se adquirieron trabajos previos relacionado al tema que se investigará, los cuales son a nivel nacional e internacional, gracias a esta información adquirida servirá como guía para el desarrollo de la investigación, dicho esto se presentamos lo siguiente:

**Fustamante** (2018), en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil titulada *Propuesta técnica de diseño de carpeta asfáltica utilizando pavimento reciclado para el mejoramiento de Av. Mesones Muro km+000-2+066 Chiclayo*. Tuvo como **objetivo de investigación** realizar una propuesta técnica para el diseño de carpeta asfáltica utilizando (RAP). Fue estudio de **tipo** de análisis correlacional, **muestra** y **muestreo** a tomarse será un total de 75 probetas (briquetas), distribuidas de la siguiente manera: 15 Probetas para el diseño de la mezcla patrón, 15 Probetas con un 10% de RAP, 15 Probetas con un 20% de RAP, 15 Probetas con un 30% de RAP, 15 Probetas con un 40% de; los **instrumentos** empleados fue el ensayo Marshall. Los principales **resultados** fueron que se obtuvo valores que al compararlo con lo indicado en las normas del MTC en la CE.010 Pavimentos Urbanos. Se **concluyo** que al añadirle 30% de RAP cumple con los límites establecidos en la norma EG-2013 y la CE. 010 pavimentos Urbanos, además se obtuvo un ahorro de material de agregados nuevo del 14% agregado grueso y el 16% de agregados finos y 1.52% de cemento asfáltico y 10.8% del costo total de la mezcla patrón. (5)

**Sánchez** (2017), en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil titulada *Diseño y comparación del pavimento flexible mejorado por el método del reciclaje en la carretera Lima-Canta (km 78+000 al km 79+000), Lima 2017*. Tuvo como **objetivo de investigación** de evaluar las diferencias y similitudes comparando una mezcla asfáltica incorporando el método del reciclaje con un asfalto convencional, teniendo en cuenta la economía y lo técnico, Lima 2017. Fue estudio de **tipo** aplicada, la **población** de estudio se enfoca en la carretera Lima – Canta, **muestra** y **muestreo** se enfoca en el tramo del km 78+00 al km 79+00 de Canta; los **instrumentos** empleados fueron Ensayo Marshall y Ensayo C.B.R

(Ensayo de Relación de Soporte de California). Los principales **resultados** fueron que la mezcla asfáltica reciclada tiene menor flujo, pero mayor estabilidad y resistencia a la fatiga comparando el pavimento reciclado y convencional. Se **concluyó** que el asfalto reciclado influye de manera positiva ante deformaciones, por ello se mejora el periodo de su vida útil, además resulta más económico. (6)

**Pilares** (2018), en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil titulada *Análisis del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente con fibras de polipropileno incorporada para condiciones de zonas de altura*. Tuvo como **objetivo de investigación** de determinar de qué manera influye de las fibras de polipropileno en una mezcla asfáltica en caliente para condiciones de zonas de altura. Fue estudio de **tipo** análisis correlacional, la **población** de estudio está dirigida a todas las zonas de altura; los **instrumentos** usados en el laboratorio empleados fueron la balanza, termómetros, tamizador, horno, extractor de briquetas, martillo de compactación, prensa, medidor de estabilidad, aparato de Casagrande. Los principales **resultados** fueron que los ensayos de Marshall arrojaron que el mejor comportamiento de mezcla asfáltica era con una incorporación de 0.6 % de fibra, se obtienen resultados favorables. Se **concluyó** que la incorporación de fibras de polipropileno significa una mejora para la mezcla asfáltica, esto según las pruebas realizadas por el método Marshall. (7)

**López, Pedraza, Pérez, y Ortiz.** (2018). en la tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil titulada *Herramienta que permite establecer la conveniencia económica en procesos de construcción y mejoramiento de vías urbanas, empleando material reciclado*. Tuvo como **objetivo de investigación de examinar de manera financiera los puntos favorables de la implementación de reciclaje obtenidos a partir de los residuos de construcción y demolición**. Fue estudio de **tipo** aplicada la **población** Vía Sector, el instrumento fue una matriz elaborada en Excel cuya función es de comparar los costos de los procesos constructivos con los resultados financieros con el fin de identificar la mejor alternativa desde el punto de vista financiero. Su principal **resultado** fue que la opción planteada con un 40% de material reciclado de residuos de construcción y demolición es el que presentaba menor costo con respecto a la operación. Se

**concluyo** que la opción 3 correspondiente a 40% de material reciclado es la recomendada debido al costo de su operación para la ejecución del proyecto es de (\$735.532.579. COP.), siendo esta 6,45% más económico en comparación al método convencional. (8)

**Ramos** (2017), en su tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería de Vías Terrestres titulada *Diseño de una mezcla asfáltica de alto desempeño utilizando materiales de pavimento asfáltico recuperado (RAP)*. Tuvo como **objetivo de investigación** crear una nueva metodología empleado en las mezclas asfálticas de apoyándose del Protocolo AMAAC 2013, incorporándole cantidades alternas de Pavimento de Asfalto Recuperado. el **instrumento** que uso fue el Protocolo AMAAC PA-MA 01/2013. El principal **resultado** del estudio fue que las mezclas recicladas con RAP obtuvieron mejor comportamiento mecánico, con respecto a la mezcla patrón. Además, que al añadirle RAP a las mezclas patrón se obtiene un ahorro de 24% hasta 57% en consumo de asfalto. Se **concluyó** que la mezcla con 30% de RAP mostró un desarrollo en la profundidad de rodadura similar al que presentó la mezcla de referencia. La mezcla que más ahuellamiento registró fue la mezcla con 15% de RAP y las curvas maestras de módulo dinámico para las mezclas recicladas indican mayores valores. (9)

**Castellanos y Socha** (2014). en su tesis para el título profesional de ingeniería civil titulada *Evaluación del comportamiento mecánico en pavimento de espesor completo de asfalto reciclado (RAP) estabilizado con emulsión asfáltica y adición de cemento portland tipo I, sin intervención de la subrasante*. Tuvo como **objetivo de investigación** de valorar el comportamiento de la carpeta asfáltica añadiéndole RAP. Fue estudio de **tipo** aplicada; el **instrumento** de evaluación fue los parámetros de la normatividad de INVIAS (2007). El principal **resultado** fue que la dosificación de 95 l/m<sup>3</sup> con granulometría media y adición de 0.6% de cemento portland, cumple los parámetros de la norma INVIAS (2007) artículo 461, en el ensayo de inmersión compresión >



20 kg/cm<sup>2</sup> tras curado al aire a 14 días. Se **concluyó** que tener una gradación define la calidad de respuesta mecánica ya que de este depende la homogeneidad en las partículas de agregado el cual permite una mejor afianzamiento agregado-emulsión. (10)

**Acosta, Moll y González** (2017). en la Revista de Arquitectura e Ingeniería vol. 11 titulada ***Influencia de la utilización del RCD como árido en mezclas asfálticas en caliente***. Tuvo como **objetivo de investigación** de influencia de la utilización de los áridos reciclados de tipo hormigón en mezclas asfálticas en caliente. Fue estudio de **tipo** cualitativo; el **instrumento** fue el método de Marshall y **programa StarGraphics**. El **resultado** principal fue que la mezcla con 60% RCD (fracción gruesa): Mezcla secundaria con un 60% de RCD en su fracción gruesa. Se realizó la combinación de cuatro fracciones de agregados con un 33% de gravilla, un 9% de granito, un 45% de polvo y un 13% de RCD se obtuvo mejores resultados en los parámetros evaluados. Se **concluyó** que El uso de RCD en mezclas asfálticas en la fracción gruesa influye de forma positiva en propiedades como porcentaje de huecos en áridos y huecos en la mezcla, además que La durabilidad de las mezclas con RCD en la fracción gruesa mejora con respecto a las mezclas convencionales y que la durabilidad de las mezclas con RCD en la fracción gruesa mejora con respecto a las mezclas convencionales. (11)

**Torres, Flores, Flores, Flores Y Mairon**. (2014). en la Revista de Científica publicada por la editorial ECORFAN® titulada ***Mezclas asfálticas con materiales reciclados de construcción y demolición para la reparación de pavimentos***. Tuvo como **objetivo de investigación** diseñar una mezcla asfáltica modificada con residuos de construcción y demolición, para ayudar de manera directa a preservación del medio ambiente. Fue estudio de **tipo** cualitativo; el **instrumento** usados para obtener resultados fueron el Peso volumétrico, Análisis granulométrico, Densidad relativa, Porcentaje de absorción y Equivalente de arena. El **resultado** principal fue que la incorporación de reciclados de construcción y demolición permite

ahorrar un 14% de costo directo. Se **concluyó** que las características físicas de los agregados reciclados de los residuos de construcción y demolición son muy equivalentes a los agregados tradicionales, por el cual es recomendable utilizar este método para crear una nueva mezcla asfáltica. (12)

**Patiño, Reyes y Camacho.** (2015). En la Revista de Científica financiada por Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada titulada ***Comportamiento a fatiga de mezclas asfálticas colombianas con adición de pavimento reciclado al 100 %***. Tuvo como **objetivo de investigación** evaluar el comportamiento a fatiga de mezclas asfálticas con adición de granular reciclado de pavimento flexible (RAP). Fue estudio de **tipo** cualitativo; el **instrumento** usados para obtener resultados fue por el método (ASTM,2013). El **resultado** principal fue que la granulometría MDC-2 con asfalto 80/100 se obtuvieron resultados favorables, ya que gracias a contener un mayor porcentaje de agregados finos en su granulometría; por tanto, gracias a estas incorporaciones de reciclados mejora su periodo de vida útil. Se **concluyó** que es viable realizar una mezcla asfáltica con asfalto reciclado al 100% para las mezclas asfálticas del estudio. Sin embargo, se recomienda hacer más trabajos de investigación adicionándole otra granulometría y asfaltos reciclado. (13)

**Shirzad, Hassan, Aguirre, Cooper, Nohammad y Negulescu.** (2019) In the Scientific Journal funded by the Transportation Consortium of South-Central States (Tran-SET) titled ***Laboratory Testing of Self-Healing Polymer Modified Asphalt Mixtures Containing Recycled Asphalt Materials (RAP/RAS)***. this article had 2 main **objectives** evaluate the effect of polymers on the self-healing abilities of asphalt mixtures and the effects of polymers on the mechanical properties of asphalt mixes. It was a **type** study qualitative; the **instruments** for performing the asphalt mixes were prepared according to the AASHTO R35-09, AASHTO M 323-07 and Section 502. the The main result was that from the SCB test they showed when using recycled material, the cracking resistance of the mixtures of PG 67-22 was improved due to the fact that the recycled material had a quantity of polymers, on the contrary for mixtures prepared with PG 70 -22 M asphalt binder, the addition of recycled asphalt materials meant a decrease in the measured Jc value of the SCB test. It was concluded that the results of the The TSRST test recorded that the

addition of recycled asphalt pavement materials 20% RAP and 5% RAS individually meant a decrease in the fracture temperature of asphalt mixes. (14)

En esta investigación tenía 2 objetivos principales, el primero fue evaluar el efecto de los polímeros sobre las capacidades de autocuración de las mezclas de asfalto y los efectos de los polímeros sobre las propiedades mecánicas de las mezclas de asfalto, el resultado principal fue que al usar material reciclado la resistencia al agrietamiento mejoro, se concluyó que los resultados de la prueba TSRST indicaron que los materiales reciclados de pavimento de 20% RAP y 5% RAS significan una disminución en la temperatura de fractura de la mezcla asfáltica.

**Hoon, Cannone, Marasteanu y Wistuba.** (2017). in the scientific journal published by ScienceDirect from the university of University of Minnesota titled ***Low temperature rheological properties of asphalt mixtures containing different recycled asphalt materials.*** It had as research **objective** evaluate by means of the tests carried out whether the incorporation of recycled material influences favorable or negative changes. It was a **type** study qualitative; the **instruments** used was through Bending Beam Rheometer (BBR). the main **result** was that the deformation the stiffness of the original tread after aging in the short term was very similar to the SHStS transformation, while the stiffness curves of the binder of the asphalt mixture calculated again from the data of the recycled asphalt mixture did not coincide with the deformation of the stiffness curves of the extracted binders. Was **concluded** that the incorporation of RAP up to 15% and RAS up to 3% does not significantly influence the low temperature response of the asphalt mixture, that is why it is recommended to make recycled asphalt mixtures with the incorporation of these percentages. (15)

Esta investigación tiene como objetivo de investigación evaluar mediante las pruebas realizadas si la incorporación de material reciclado influye de manera favorable o cambios negativos, se concluyó que la incorporación de 15% a 3% de RAP no influye de manera significativa, por el cual se recomienda trabajar con esos porcentajes

**Hoon, Cannone, Marasteanu y Tuross.** (2013). in the scientific journal published by Korean Society of Civil Engineers titled ***Using Recycled Asphalt Materials as an***

**Alternative Material Source in Asphalt Pavements.** It had as research **objective** evaluate the effect of adding different amounts of RAP, MWSS, and TOSS on low temperature properties of asphalt; the **instruments** used was the (AASHTO T 3113-02, 2006; Marasteanu et al., 2009). the main **result** was that there were no differences that had a significant influence with the additions of 15% and 30% of RAP. However, significant decreases in m (60s) were recorded for all levels of RAP addition. It was **concluded** that in cases where MWSS and TOSS are added to RAP mixtures, it is possible to add up to 5% of MWSS in RAP mixtures (up to 25%) because the differences found are not significant in S (60s) and M (Se found 60 s). (16)

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de agregar en diferentes cantidades de RAP, MWSS y TOSS en las propiedades de baja temperatura del asfalto; el resultado principal fue que no hubo resultados que tuvieran una influencia significativa con las adiciones de 15% y 30% de RAP.

A continuación, describiremos las **teorías relacionadas al tema** que sustentan la investigación sobre la utilización combinada de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados a fin de evaluar una mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.

**Mezcla asfáltica en caliente**, “el asfalto y el agregado son combinados en proporciones exactas. Las proporciones relativas de estos materiales determinan las propiedades físicas de la mezcla”. (17)

Se conforma de agregado pétreo y asfalto (cemento asfáltico) en proporciones establecidas de acuerdo a un diseño de mezclas realizado en un laboratorio. La superficie a pavimentar (sub-rasante) es cubierto con capas de agregados grueso y fino para nivelar y posteriormente se aplica la mezcla asfáltica para la capa de rodadura o capa superficial, la cual se compacta para obtener la densidad adecuada indicada en el diseño establecido en el laboratorio.

**Mezcla asfáltica convencional**, por lo general la mezcla asfáltica está conformada por un agregado asfáltico y materiales minerales, el cual sus cantidades de del

material en la mezcla determinan sus propiedades físicas en la mezcla entre los cuales están la densidad, vacíos de aire, estabilidad, fluencia, entre otros. El uso más común de esta mezcla asfáltica es para carreteras, aeropuertos y aparcamientos. (18)

El **Asfalto** es definido como “[...] un material aglomerante de color que varía de pardo oscuro a negro, de consistencia sólida, semisólida o líquida, cuyos constituyentes predominantes son betunes [...]”. (19)

El asfalto también denominado betún o bitumen, cuyo color es varía entre pardo oscuro a negro, es un mineral resultante de diversos componentes lo cual se puede obtener de un origen natural o también mediante el proceso de la destilación de petróleo cuya consistencia por lo regular son sólida, semisólida o líquida.

“Estas **mezclas asfálticas** pueden ser **en caliente** [...] **en frío**. Estas mezclas asfálticas pueden ser confeccionadas en plantas y con los equipos apropiados [...]”. (20)

Existen dos tipos de mezcal asfálticas el cual es la mezcla en frío y en caliente, el procedimiento de elaboración de la mezcla asfáltica en frío por lo general se realiza en el sitio del proyecto, pero también se puede realizar en planta, una vez realizada la mezcla se extiende y distribuye la cantidad requerida, mientras la mezcla en caliente por lo general su proceso de fabricación es en las plantas el cual pueden ser fijos o móviles el cual consiste en calentar el ligante y los agregados a una temperatura que permita una mezcla uniforme.

“El **ensayo Marshall** para mezclas asfálticas para pavimentación puede emplearse para proyecto en laboratorio y comprobación en obra de las mezclas que contienen betún asfáltico y áridos cuyo tamaño máximo no exceda de 1””. (21)

La elaboración de una mezcla asfáltica realizada en un laboratorio puede ser evaluada para determinar su comportamiento como carpeta asfáltica gracias al método Marshall, entre ellos se puede evaluar el betún asfáltico y áridos.

“Las principales características del ensayo son el análisis densidad-huecos y los ensayos de estabilidad y fluencia sobre probetas de mezcla compactada”. (22)

Los ensayos necesarios y requeríos al evaluar una mezcla asfáltica en un laboratorio son los estudios de densidad-huecos y estudios de estabilidad y fluencia, al realizar los ensayos necesarios indicados obtendremos resultados que nos indicaran la calidad de la mezcla asfáltica.

**El procedimiento** Se prepara en probetas de tamaño estándar de 212” (6,35 cm) de espesor y 4” (10 cm) de diámetro, se llena por impacto. Luego de ser llenada y colocada por impactos se procede calcular la densidad y huecos de la probeta después la muestra se somete a una temperatura de 60° C para la realización de los ensayos Marshall dc [sic] estabilidad y fluencia”. (23)

**La estabilidad** se define como la capacidad que tiene un pavimento flexible al soportar la carga, esto consiste en aplicar una carga determinada a la muestra con una deformación continua de 51 mm (5” / min), hasta su punto de falla. El punto de falla obtenido del espécimen se precisa como carga máxima obtenida, el número total de Newtons (lb) necesarios para llegar a la falla del espécimen es el que se registró como el valor de estabilidad. (24)

**La fluencia** de una mezcla asfáltica se define como deformación expresada en mm, el cual durante la evaluación de la estabilidad está en transcurso, si no cuenta con un equipo especial para el registro automático de la deformación de la muestra mediante la aplicación de la carga, se deberá tener un medidor de flujo sobre la barra guía y eso se deberá de hacer cuando de tomar lectura mientras la carga empiece a aplicarse a la muestra. El contraste entre el valor de flujo final e inicial, indicado en 0.25 mm (1/100”), es el cual será el valor del flujo Marshall. (25)

**La densidad y vacíos de aire** de una mezcla asfáltica se define como su peso unitario, esto se determina después de realizado las pruebas de estabilidad y fluencia. (26)

**Pavimentos de Asfalto Reciclado (RAP)**, consiste en la reutilización de asfalto como material bituminoso, el pavimento de asfalto reciclado es un material que se produce a partir de la reutilización, el cual a menudo se entiende como la adición de RAP a nuevas mezclas de asfalto con todos los componentes de las mezclas realizando la misma función que en su original aplicación. El RAP se puede utilizar en diferentes materiales o funciones, los cuales son en la base, relleno o material de base. (27)

**Residuos de Construcción y Demolición (RCD)**, cualquier sustancia u objeto de construcción o demolición producido en las obras de edificación u otros tipos de proyectos de construcción, para mezclas asfálticas consiste en la reutilización como sustitución de agregados, a fin de cubrir las necesidades de materia prima con el fin de preservar el consumo de recursos naturales. (28)

**Características del Pavimento Asfalto Reciclado** deben de cumplir las características indicadas por el Manual de Carteras 2013 las cuales son:

El pavimento de asfalto recuperado extraído no deberá de presentar signos de la falla tipo exudación o deformaciones plásticas, ya que esto influirá significativamente la calidad de la mezcla asfáltica preparada. (29)

El pavimento de asfalto recuperado extraído deberá ser homogéneo, es decir no contener contaminantes significativos que puedan influir de manera negativa a la mezcla asfáltica, esta muestra de asfalto reciclado deberá de ser sometido a un proceso de trituración, de ser el caso. (30)

Los **agregados grueso y fino** deben de cumplirlos ensayos que exige el MTC, en donde se verificara si el material cumple con lo estipulado en la tabla 423-01 del Manual de Carreteras.

Tabla 1. Según las EG 2013, requerimiento para los agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤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% min.	35% min.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 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.

Fuente: Manual de Carretera, (EG-2013)

Tabla 2. Según las EG 2013, requerimiento para los agregados finos

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 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 min.	35 min.
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.

Fuente: Manual de Carretera, (EG-2013)

**Las características del Residuo de Construcción y Demolición** que se utilizara como sustitución parcial de los agregados debe de cumplir las características indicadas por el Manual de Carteras 2013.



Tabla 3. Según las EG 2013, requerimientos agregados gruesos de adición en mezclas recicladas en caliente

		Ensayo	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)		
			≤ 0,3	> 0,3 - 3	> 3
Desgaste de los Ángeles		MTC E 207	25% máx.	25% máx.	25% máx.
Desgaste Micro-Deval		ASTM D 7428		25% máx.	20% máx.
10% de finos (KN)	Seco	BS 812 Part 110			110 min.
	Relación Húmedo/seco				75% min.
Durabilidad al Sulfato de Magnesio		MTC E 209	18% máx.	18% máx.	18% máx.
Partículas fracturadas mecánicamente (agregado grueso) % mini 1cara/2caras		MTC E 210	75 / --	75 / 60	85 / 70
Coeficientes de resistencia al deslizamiento		ASTM E 303	0,45 min.	0,45 min.	0,45 min.
Partículas chatas y alargadas		ASTM D 4791	10% máx.	10% máx.	10% máx.

Fuente: Manual de Carretera, (EG-2013)

Tabla 4. Según las EG 2013, requerimientos agregados finos de adición en mezclas recicladas en caliente

		Ensayo	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)		
			≤ 0,3	> 0,3-3	> 3
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)		MTC E 209	18% máx.	18% máx.	18% máx.
Angularidad		ASTM D 1252	40% min.	45% min.	45% min.
Índice de plasticidad		MTC E 111	N.P.	N.P.	N.P.
Equivalente de arena		MTC E 114	50% mín.	50% mín.	50% mín.
Sales Solubles Totales		MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.	0,5% máx.

Fuente: Manual de Carretera, (EG-2013)

**Gradación Para La Mezcla Asfáltica En Caliente (Mac)**, es importante realizar estos ensayos granulométricos, propuesto por las normas según la Tabla 423-03 del Manual de Carreteras.

Tabla 5. Gradación para Mezcla Asfáltica en Caliente

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC -2	MAC -3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80-100	100	-
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: Manual de Carreteras EG 2013.

**Dosificación**, “graduar la cantidad o proporción de alguna cosa”. (31)

En el caso de la construcción se realiza con fin de economizar costos a manera que la resistencia y durabilidad requeridas no se vean afectadas, el cual consiste en administrar las cantidades de algún material de manera racional con el fin de.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de la investigación

##### Tipo de investigación

Es de tipo **aplicada**, debido a que el presente trabajo de investigación se basa en la utilización de un método, mediante el cual se busca dar solución a un problema práctico.

Para Tamayo “[...] la investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica, y se encuentra íntimamente ligada a la anterior, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos”. (32)

El trabajo de investigación al ser de tipo aplicada se tiene como objetivo obtener la respuesta del problema planteado, el cual es problema general, esto mediante la resolución de los problemas específicos, esto se logra aplicando los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera profesional inculcados por la universidad.

##### Diseño de investigación

El diseño de la investigación es **experimental**

El diseño de una investigación se define como la utilización de estrategias por medio de la combinación de métodos y técnicas con el objetivo de obtener la información necesaria que se requiere para dar solución al problema planteada. (33)

Para Tamayo una investigación experimental “Se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas.” (34)

El diseño de una investigación experimental se evalúa y califica el problema manipulando las variables de estudio en las condiciones requeridas con el objetivo de obtener un resultado favorable.

### **3.2 Variables y operacionalización**

“Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse”. (35)

Una variable es aquello que varía o puede variar, se trata de algo inestable, cambiante y mudable, es decir una variable es aquella que representa un elemento no especificado de un conjunto dado.

Definición operacional se entiende como la “Proposición que expone con claridad y exactitud los caracteres genéricos y diferenciales de algo material o inmaterial”. (36)

La operacionalización de una variable se entiende como el proceso de definir de manera estricta, clara y exacta las variables.

Variable independiente

RAP (Pavimento de Asfalto Reciclado)

Consiste en la reutilización de asfalto como material bituminoso, el pavimento de asfalto reciclado que se produce mediante la reutilización. (37)

RCD (Residuos de Construcción y Demolición)

Cualquier sustancia u objeto de construcción o demolición producido en las obras de edificación u otros tipos de proyectos de construcción. (38)

Variable dependiente

Mezcla asfáltica

En general es una combinación de un ligante hidrocarbonato y agregados minerales naturales de una cantera. (39)

### **3.3 Unidad de análisis**

La unidad de análisis es aquel que se va a examinar con la finalidad de describir y explicar sus diferencias, es lo primero que hay que definir. (40)

Por lo tanto, podemos determinar que la unidad de análisis es la carretera de la Antigua Panamericana Sur del Distrito de Chilca.

### **3.4 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

“una **población** es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. (41)

La población se representa como un grupo en total a evaluar o intervenir, estos pueden ser objetos o seres vivos, habitualmente se refiere a seres humanos que se desarrollan en un determinado lugar geográfico, el cual comparten ciertas características.

La población del presente trabajo de investigación es la Antigua Panamericana Sur ubicada en el Distrito de Chilca.

#### **Muestra**

“La muestra es [...] un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”. (42)

Parte o cantidad pequeña que se considera representativa del total llamado población, estos pueden ser personas, cosas, espacios geográficos o datos elegidos por un método determinado o de acuerdo al investigador, el cual esta muestra debe de reunir todas las características de la población, pero en menor cantidad.

El tramo de la muestra está ubicado en las coordenadas geográficas longitud:12°30´08”S latitud: 76°44´27”O a longitud: 12°32´29”S latitud: 76°43´15”O y cuenta con una longitud de 4.92 km.



Figura 1. Ubicación geográfica de la muestra

Fuente: Google Maps

## Muestreo

“En las **muestras no probabilísticas**, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación [...]”. (43)

En el muestreo no probabilístico la selección de los elementos a evaluar en una investigación no se rige de forma probabilística o al azar, por el cual la elección de esto se rige al motivo el cual representa al problema de la investigación, es decir la causa.

Se extraerá proporciones pequeñas de carpeta asfáltica de la Antigua Panamericana Sur teniendo en cuenta la parte más deteriorada, el cual será el RAP (pavimento de asfalto reciclado).

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### Técnica

Análisis documental, la técnica a utilizar para este proyecto de investigación serán los ensayos realizado en el laboratorio como técnica para el recojo de datos será mediante el estudio de densidad, vacíos de aire, estabilidad y fluencia, además las características del asfalto reciclado y residuos de construcción serán sujetas a las especificaciones requeridas por el Manual de Carreteras.

#### Instrumento

Registro de análisis documental: Ensayo Marshall ASTM 1559

Protocolo: Certificados de ensayos de laboratorio según norma EG2013-SECCIÓN 423

### **3.6 Procedimientos**

Se extraerá proporciones pequeñas de carpeta asfáltica de la Antigua Panamericana Sur y residuos de construcción y demolición, estas serán examinadas en el laboratorio debiendo cumplir con lo estipulado por la EG-2013 en el Manual de Carreteras. Para el ensayo Marshall se preparan las probetas teniendo en cuenta los procedimientos especificados, compactándolas por impacto. Se halla la densidad y huecos de la muestra, que seguidamente se calienta a una temperatura de 60° C para la elaboración de los ensayos Marshall estabilidad y fluencia.

Para obtener el valor de estabilidad de Marshall se aplicará una carga a la probeta hasta la falla, la fluencia medida en centésimas de pulgadas el cual representa la deformación de la briqueta, una vez realizado los ensayos de estabilidad y fluencias se procederá a efectuar un análisis de densidad y vacíos de las probetas de prueba con el fin de obtener un porcentaje de la mezcla asfáltica.

### **3.7 Método de análisis de datos**

Para el presente trabajo de investigación se realizarán trabajos de laboratorio que nos van determinar de qué manera influye el RAP (pavimento de asfalto reciclado) y RCD (residuos de construcción y demolición) en la mezcla asfáltica. Para lo cual

los análisis a realizar serán los ensayos de densidad, vacíos de aire, estabilidad y fluencia de la mezcla asfáltica utilizando el aparato Marshall. Luego de seleccionar los materiales reciclados con la granulometría requerida y evaluar sus características y comportamientos, se añadirá 30% y 40% de pavimento de asfalto reciclado y sustitución de agregado fino y grueso con residuos de construcción y demolición. Se determinará el porcentaje óptimo de material reciclado el cual presente mejor comportamiento frente a los ensayos requeridos, se realizará la mezcla de acuerdo a los lineamientos del método Marshall.

### **3.8 Aspectos éticos**

Como alumno de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, este trabajo de investigación se desarrolló con la completa honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber copiado las ideas o aportes de otros autores citando debidamente las fuentes bibliográficas que se usaron para el desarrollo de este trabajo de investigación como lo indica el estilo ISO 690.



#### IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.

Acceso a la zona de trabajo:

El ingreso a la zona del proyecto es desviando de la Panamericana Sur en el Km. 62 antes de llegar a Chilca hacia la Antigua Panamericana Sur.

Ubicación política:

La zona de estudio se ubica en el departamento de Lima, provincia de Cañete, distrito de Chilca el cual se observa en la siguiente representación geográfica:



Figura 2. Mapa político del Perú  
Fuente: Google imágenes

Figura 3. Mapa del departamento de Lima  
Fuente: Google imágenes



Figura 4. Mapa de provincia de Cañete  
Fuente: Google imágenes



Figura 5. Mapa de los distritos limitantes del distrito de Chilca  
Fuente: Google imágenes

Limita por el:

Norte: Con el distrito de Pucusana y San Bartolo

Oeste: Océano Pacífico

Sur: San Antonio, Santa Cruz de Flores y Calango

Este: Santo Domingo de los Olleros

#### Análisis de los resultados

Para realizar la mezcla asfáltica, los agregados usados han sido adquiridos en cantera Giorffino Carapongo con el fin de aminorar costos en el transporte del material, el cemento asfáltico 60/70 ha sido adquirido en laboratorio MTL GEOTECNIA el pavimento de asfalto reciclado fue extraído de la misma zona de estudio ubicada en la Antigua Panamericana Sur, así mismo como los residuos de construcción y demolición fueron adquiridos en los botaderos que se encuentran a los alrededores de la Antigua Panamericana Sur.

## Ensayo de granulometría

Este ensayo es una forma establece porcentajes de los agregados de acuerdo a sus formas y tamaño, el cual es la graduación.

Con este ensayo se determinará de manera cuantitativa la separación de los agregados gruesos y agregados finos según la norma ASTM D-422, el cual indica el método para obtener datos de los porcentajes de los tamices para realizar la clasificación y distribución de los agregados.

Como se ve en la Tabla 1. de análisis granulométrico en anexos se puede observar es un material que presenta una cierta característica con un lado desfavorable en la malla N° 10, sin embargo, se decidió trabajar con dicho material obtenido resultados idóneos, y como solución se planteó realizar una mejora en campo de la chancadora, el cual se transmite dicha información comunicándoles que mejoren la curva granulométrica del agregado fino.

### Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

La gradación para mezcla asfáltica en caliente corresponde al uso granulométrico el cual es el tamaño máximo nominal de la grava, en este caso ½", por el cual se compara con el MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)".

Tabla 6. Gradación para Mezcla Asfáltica en Caliente

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC -2	MAC -3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80-100	100	-
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: Manual de Carreteras EG 2013.

## Proporciones de mezcla de agregado

Tabla 7. *Porcentaje de combinaciones para el diseño*

	Grava	Arena triturada	Filler
Mezcla N° 01	40%	60%	0%
Mezcla N° 02	38%	62%	0%
Mezcla N° 03	35%	65%	0%

Fuente: MTL geotecnia

Como se ve en la Tabla # se realizaron 3 tipos de mezclas con el objetivo de obtener que combinación ideal para poder proceder a hacer el diseño, por el cual se decidió trabajo con la mezcla N°03 el cual se tiene un 35% de grava y 65% de arena triturada.

En la siguiente figura se puede observar la curva granulométrica correspondiente a los utilizados para la mezcla N°1, N°2 y N°3, el cual son resultados obtenidos en el laboratorio, en el cual las ordenadas indica porcentaje que pasa y en las abscisas la abertura de la malla.

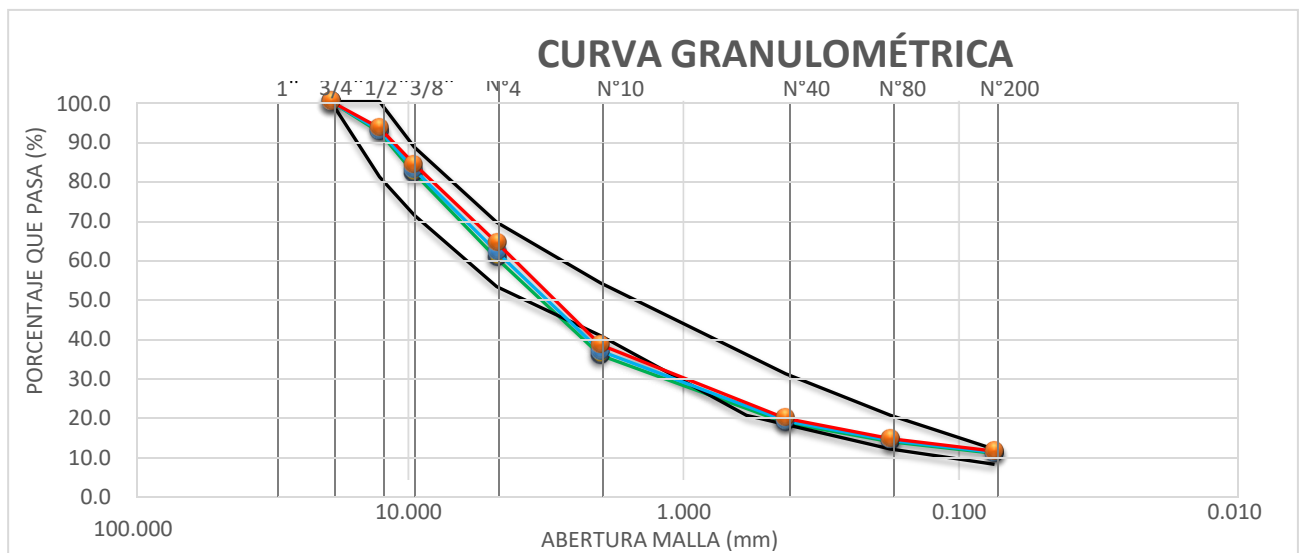


Gráfico 1. Curva granulométrica

Fuente: MTL geotecnia

Elaboración de mezcla asfáltica convencional

Ensayo Marshall, el objetivo de este ensayo es de determinar el contenido óptimo de asfalto, en este caso se consideraron las especificaciones técnicas de la EG-2013 en el Manual de Carreteras.



Figura 6. Briquetas para el ensayo

Fuente: Elaboración propia

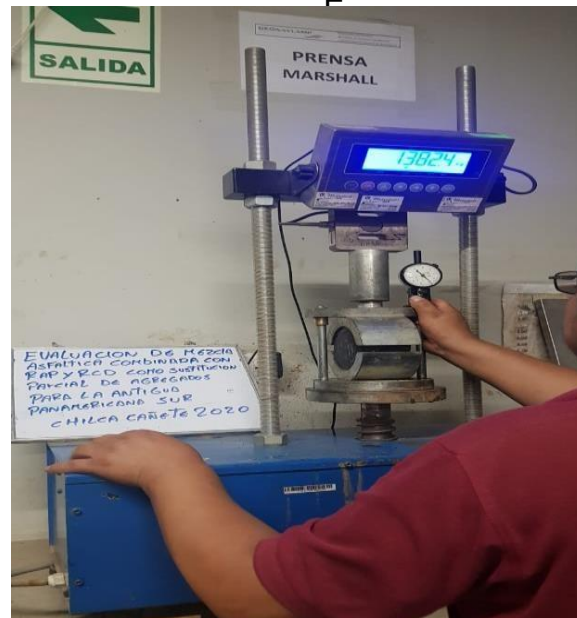


Figura 7. Colocación de probetas en las mordazas

Fuente: Elaboración propia

### Estimación del contenido óptimo de asfalto

Una vez determinada la proporción óptima de agregados y arena se procede a determinar el contenido óptimo de asfalto, por el cual se utilizó el método Illinois para encontrar un punto de partida.

$$\%A = 0.035*a + 0.045*b + 0.18*c$$

Donde:

a: % de Agregado retenido en el tamiz 1" al N°8

b: % de Agregado retenido en el tamiz N°10 al N°200

c: % de Agregado que pasa por el tamiz N°200

$$\%A = 0.035*64.4 + 0.045*28.1 + 0.18*7.5$$

$$\%A = 2.254 + 1.2645 + 1.35$$

$$\%A = 4.9$$

### Ensayos Marshall

Para realizar el método Marshall se requiere comenzar con un punto de partida de porcentaje, gracias al método Illinois se obtuvo como punto de partida de 4.9% de cemento asfáltico en peso de la mezcla como asfalto teórico mediante la graduación.

Como se ve en la Tabla 2 de Diseño con 4.9% de cemento asfáltico en peso de la mezcla ubicada en anexos, el diseño con 4.9% de cemento asfáltico en peso de la mezcla el principal criterio de diseño de mezcla asfáltica en caliente es el porcentaje de vacíos, el cual de acuerdo a norma EG-2013 el % de vacíos óptimo debe de variar entre 3% - 5%, por el cual se descarta el diseño con 4.9% de cemento asfáltico en peso de la mezcla, el siguiente cálculo será con 5.4%, ya que la norma EG-2013 la variación como teoría debe de ser 0.5%.

Como se ve en la Tabla 3 de diseño con 5.4% de cemento asfáltico en peso de la mezcla ubicada en anexos, el diseño con 5.4% de cemento asfáltico en peso de la mezcla cumple con lo indicado por la norma EG-2013 con los porcentajes de vacíos óptimo de entre 3% - 5%

Como se ve en la Tabla 4 de Diseño con 5.9% de cemento asfáltico en peso de la mezcla ubicada en anexos, el diseño con 5.9% cumple con lo indicado por la norma EG-2013 con los porcentajes de vacíos óptimo de entre 3% a 5%

Como se ve en la Tabla 5 de Diseño con 6.9% de cemento asfáltico en peso de la mezcla ubicada en anexos, el diseño con 5.9% cumple con lo indicado por la norma EG-2013 con los porcentajes de vacíos óptimo de entre 3% a 5%

Una vez obtenido el porcentaje teórico correcto de asfalto se realizará la variación entre 0.2% de cemento asfáltico óptimo que cumpla con especificaciones que indica la EG-2013 en el Manual de Carreteras, de acuerdo a los tanteos realizados en laboratorio se llegó conclusión que el porcentaje óptimo de asfalto es de 5.45%, el cual cumplía con todas las especificaciones.

#### 1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Gradación: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

#### 2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto: PEN 60 / 70

% óptimo de asfalto residual: 5.45%

### 3.- Características Marshall modificado

Tabla 8. *Resumen de la mezcla asfáltica convencional*

Parámetros de diseño	-0.2 %	% Óptim o	+0.2 %	Especificación EG 2013
golpes n°		75.0		75
cemento asfáltico %	5.2 5	5.45	5.65	
peso unitario kg/m <sup>3</sup>	2.392	2.396	2.400	
vacíos %	4.7	4.2	3.7	3 - 5
v.m.a. %	16. 9	16.9	17.0	14
v. ll.c.a. %	71. 5	74.2	77.0	
polvo / asfalto %	0.7	0.7	0.8	0.6 - 1.3
flujo mm	13. 5	14.0	14.5	8 - 14
estabilidad kn	1331.5	1330.5	1309.5	8,15
estabilidad/ flujo kg/cm	3949.0	3803.2	3612.4	1700 - 4000
resistencia a la compresión mpa		2.2		2.1
resistencia retenida %		78		75
resistencia conservada %		78		80

Fuente: Elaboración propia



Elaboración de mezcla asfáltica combinado con RAP (Pavimento de Asfalto Reciclado) y RCD (Residuos de Construcción y demolición) con 30% de RAP

Tabla 9. *Análisis granulométrico*

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					1	2	3	MAC-2	
	ABERT. mm	Grava	Arena triturada	RAP	RCD	% Pasa	% Pasa	% Pasa		
1"	25.400					100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	79.9	100.0	82.4	100.0	92.7	93.7	93.7	80.0	100.0
3/8"	9.525	52.5	100.0	61.0	100.0	83.6	85.9	85.9	70.0	88.0
1/4"	6.350									
N° 4	4.760	8.4	91.9	34.9	73.7	66.5	69.7	68.8	51.0	68.0
N° 6	3.360									
N° 8	2.380									
N° 10	2.000	0.1	54.7	16.0	14.6	37.6	38.3	36.3	38.0	52.0
N°16	1.190									
N° 20	0.840									
N° 30	0.590									
N° 40	0.426		24.9	6.0	5.4	16.7	17.0	16.0	17.0	28.0
N° 50	0.297									
N° 80	0.177		16.7	4.9	4.5	11.5	11.7	11.1	8.0	17.0
N° 100	0.149									
N° 200	0.074		11.5	3.9	4.0	8.1	8.3	7.9	4.0	8.0
-200	-									

Fuente: MTL Geotecnia

Tabla 10. *Porcentaje de combinaciones para el diseño*

Mezcla N° 01	10.0	60.0	30.0	0.0
Mezcla N° 02	5.0	60.0	30.0	5.0
Mezcla N° 03	5.0	55.0	30.0	10.0

Fuente: MTL Geotecnia

Como se ve en la Tabla 15 se realizaron 3 tipos de mezclas con el objetivo de obtener que combinación ideal para poder proceder a hacer el diseño, por el cual se decidió trabajo con la mezcla N°02 el cual se tiene un 5% de grava, 60% de arena triturada, 30% de RAP y 5% de RCD.

En la siguiente figura se puede observar la curva granulométrica correspondiente a los utilizados para la mezcla N°1, N°2 y N°3, el cual son resultados obtenidos en el laboratorio, en el cual las ordenadas indica porcentaje que pasa y en las abscisas la abertura de la malla.

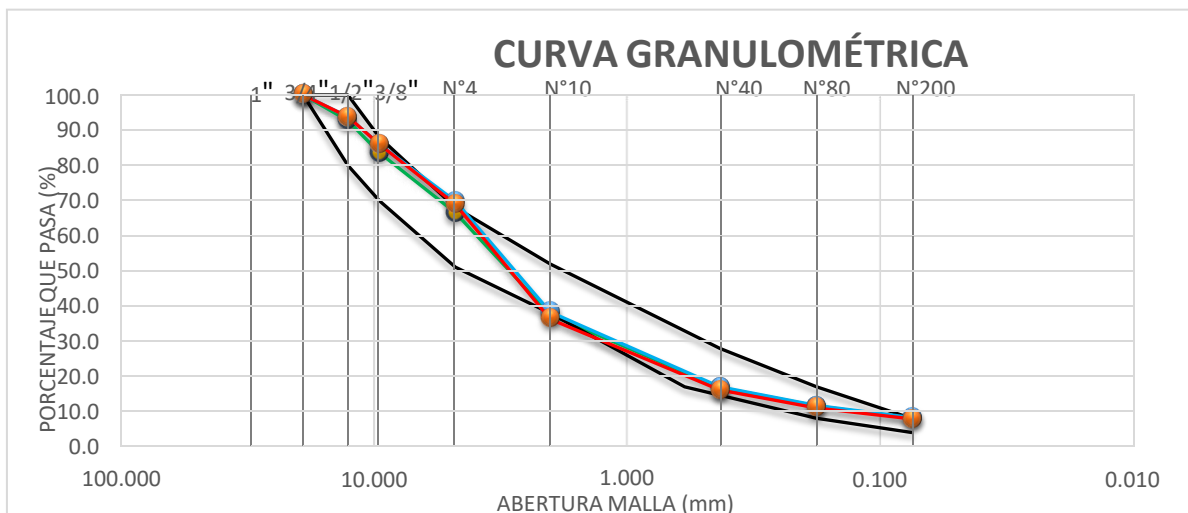


Gráfico 2. Curva granulométrica

Fuente: MTL geotecnia

Ensayo Marshall, el objetivo de este ensayo es de determinar el contenido óptimo de asfalto, en este caso se consideraron las especificaciones técnicas de la EG-2013 en el Manual de Carreteras.

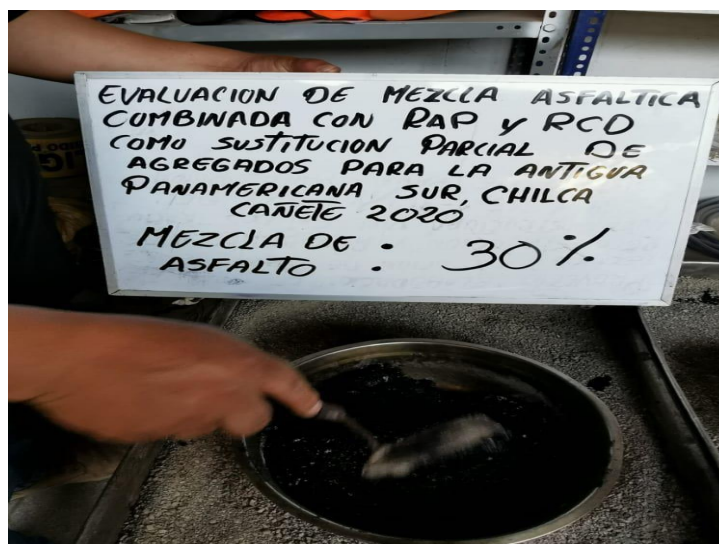


Figura 8. Mezcla asfáltica con 30% de RAP

Fuente: MTL Geotecnia

Ensayo Marshall

Elaboración de mezcla asfáltica combinado con RAP (Pavimento de Asfalto Reciclado) y RCD (Residuos de Construcción y demolición) con 40% de RAP

Tabla 11. *Análisis granulométrico.*

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					1	2	3	MAC-2	
	ABERT. mm	Grava	Arena triturada	RAP	RCD	% Pasa	% Pasa	% Pasa		
1"	25.400									
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	79.9	100.0	82.4	100.0	93.0	92.0	92.0	80.0	100.0
3/8"	9.525	52.5	100.0	61.0	100.0	84.4	82.0	82.0	70.0	88.0
1/4"	6.350									
N° 4	4.760	8.4	91.9	34.9	73.7	68.2	64.9	64.0	51.0	68.0
N° 6	3.360									
N° 8	2.380									
N° 10	2.000	0.1	54.7	16.0	14.6	37.2	36.5	34.5	38.0	52.0
N°16	1.190									
N° 20	0.840									
N° 30	0.590									
N° 40	0.426		24.9	6.0	5.4	16.3	16.1	15.1	17.0	28.0
N° 50	0.297									
N° 80	0.177		16.7	4.9	4.5	11.3	11.1	10.5	8.0	17.0
N° 100	0.149									
N° 200	0.074		11.5	3.9	4.0	8.1	7.9	7.5	4.0	8.0
-200	-									

Fuente: MTL Geotecnia

Tabla 12. *Porcentaje de combinaciones para el diseño.*

Mezcla N° 01	0.0	55.0	40.0	5.0
Mezcla N° 02	5.0	55.0	40.0	0.0
Mezcla N° 03	5.0	50.0	40.0	5.0

Fuente: MTL Geotecnia

Como se ve en la Tabla 18 se realizaron 3 tipos de mezclas con el objetivo de obtener que combinación ideal para poder proceder a hacer el diseño, por el cual se decidió trabajo con la mezcla N°01 el cual se tiene 55% de arena triturada, 40% de RAP y 5% de RCD.

En la siguiente figura se puede observar la curva granulométrica correspondiente a los utilizados para la mezcla N°1, N°2 y N°3, el cual son resultados obtenidos en el laboratorio, en el cual las ordenadas indica porcentaje que pasa y en las abscisas la abertura de la malla.

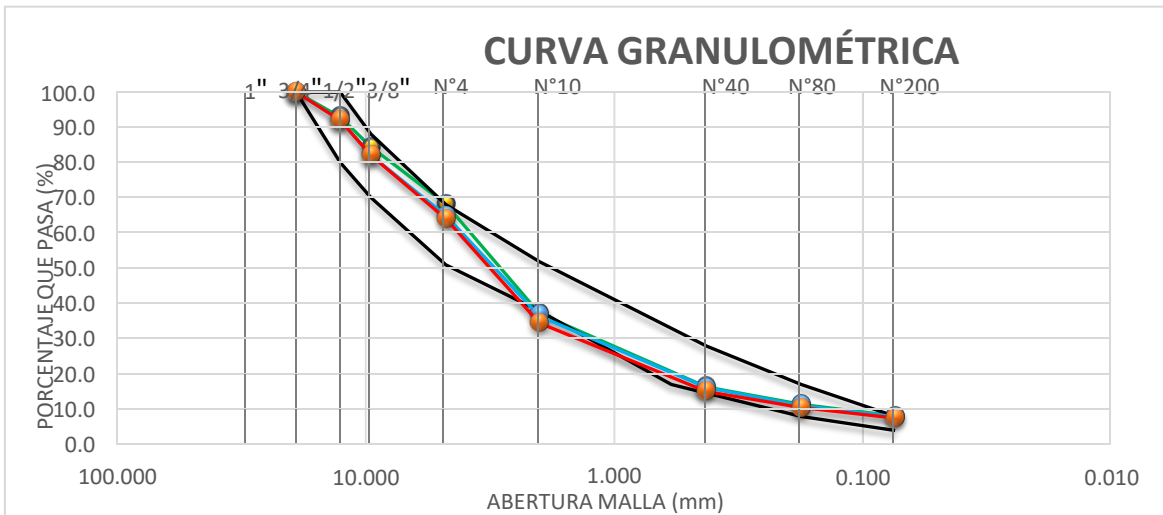


Gráfico 3. Curva granulométrica

Fuente: MTL geotecnia

Ensayo Marshall, el objetivo de este ensayo es de determinar el contenido óptimo de asfalto, en este caso se consideraron las especificaciones técnicas de la EG-2013 en el Manual de Carreteras.

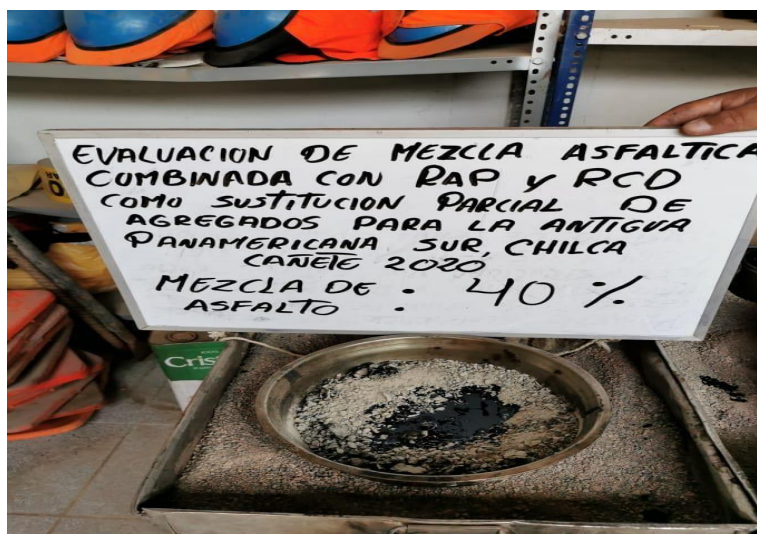


Figura 9. Mezcla asfáltica con 30% de RAP

Fuente: MTL Geotecnia

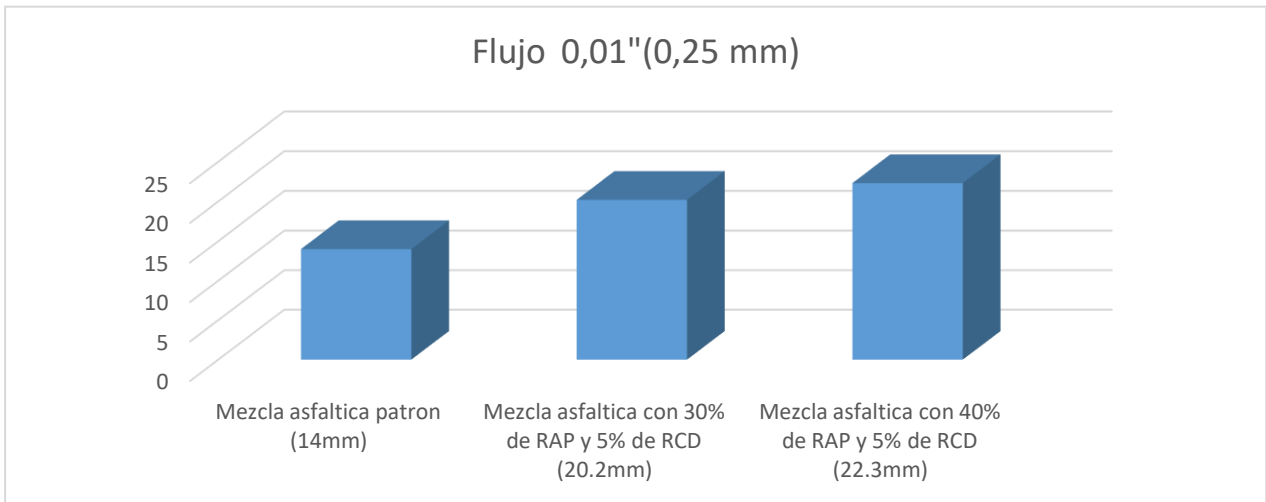


Gráfico 4. Comparación del flujo de mezcla patrón y mezcla reciclada

Fuente: Elaboración propia

Se muestra que la mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD presenta un aumento en el flujo de un 30.69% y 37.22% respectivamente con relación a la mezcla asfáltica patrón, lo cual se puede interpretar como aumento de la flexibilidad de la mezcla, por lo cual se obtiene una mezcla por arriba de los parámetros de diseño recomendado el cual es entre 8 y 14.

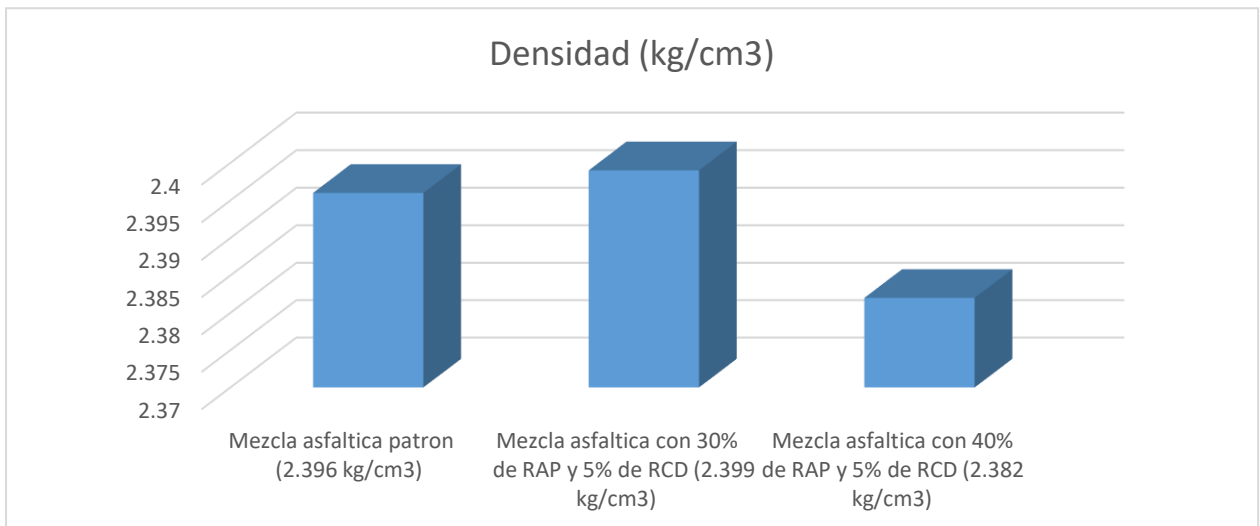


Gráfico 5. Comparación de la densidad de mezcla patrón y mezcla reciclada

Fuente: Elaboración propia

Se muestra que la mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD presenta un aumento en la densidad de un 0.13% y una disminución de 0.59% respectivamente con relación a la mezcla asfáltica patrón, lo cual se puede interpretar como aumento de su masa en relación a su volumen de la mezcla con relación a un RAP en 30%.

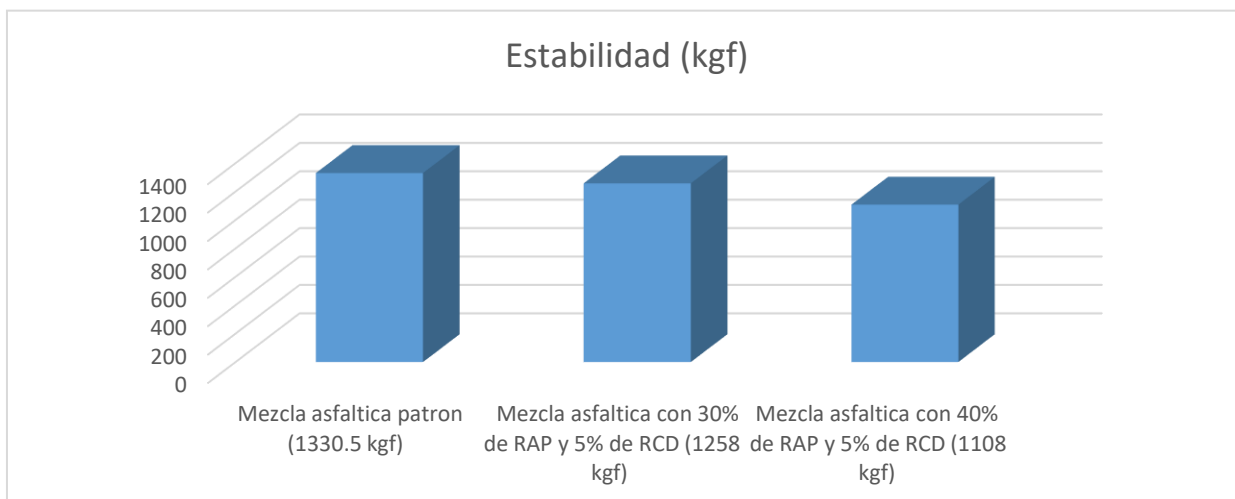


Gráfico 6. Comparación de la estabilidad de mezcla patrón y mezcla reciclada

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que la mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD presenta una leve baja en la estabilidad en 5.76% y 20.08% respectivamente con relación a la mezcla asfáltica patrón, lo cual indica pequeña disminución de mejora y menor rigidez en comparación de la mezcla convencional, por lo cual se obtiene una mezcla que cumple con los parámetros de diseño el cual es de un mínimo de 815 kgf.

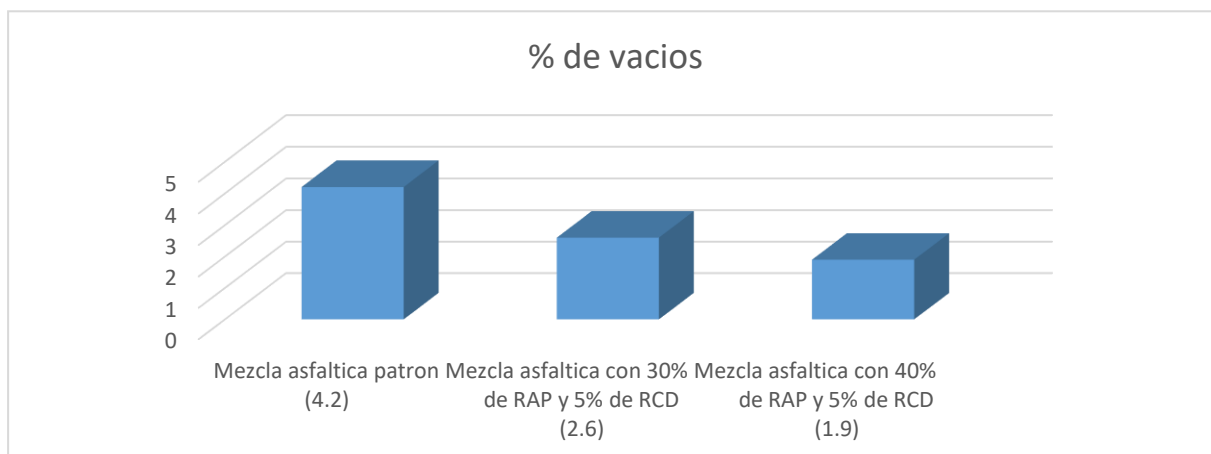


Gráfico 7. Comparación del % de vacíos de mezcla patrón y mezcla reciclada

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el gráfico la asfáltica combinada con RAP y RCD presenta una disminución de los % de vacíos de un 61.54% y 121.05% respectivamente con relación a la mezcla asfáltica patrón, esto debido a la adición de RAP el cual ocupa los vacíos de la mezcla, por lo cual se obtiene una mezcla fuera de los parámetros de diseño recomendado el cual es entre 3 y 5.

## V. DISCUSIÓN

- A partir de los resultados obtenidos de ensayos de laboratorio se rechaza la hipótesis general que establece que la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados aumenta las propiedades de manera favorable de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020. En lo que no concuerda el estudio del autor Fustamante, el cual menciona que al incorporarle 30% de RAP cumple con todos los requisitos que establecen las normas EG – 2013 y la CE.010 Pavimentos Urbanos.
- Con respecto a la densidad evaluado por el ensayo Marshall, el cual determina el peso volumétrico de la mezcla asfáltica, en donde la figura 14 se observa una densidad de 2.396 kg/cm<sup>3</sup> para la mezcla patrón, 2.399 kg/cm<sup>3</sup> para (30% de RAP y 5% de RCD) y 2.382 kg/cm<sup>3</sup> para (40% de RAP y 5% de RCD), el cual presenta un aumento en la densidad de un 0.13% y una disminución de 0.59% respectivamente con relación a la mezcla asfáltica patrón.  
Según Fustamante (2018) se tiene que para la mezcla asfáltica patrón con un 5.8% óptimo contenido de asfalto y agregados pétreos de 35% grava chancada, 20% de arena chancada y 45% de arena zarandeada obtuvo una densidad de 2.402 kg/cm<sup>3</sup> y para mezcla asfáltica utilizando 30% de RAP, con un 5.7% óptimo contenido de asfalto y agregados pétreos de 21% grava chancada, 14% de arena chancada y 35% de arena zarandeada obtuvo una densidad de 2.369 kg/cm<sup>3</sup>, mientras que para un 40% de RAP , con un 5.7% óptimo contenido de asfalto y agregados pétreos de 19% grava chancada, 10% de arena chancada y 31% de arena zarandeada obtuvo una densidad de 2.330 kg/cm<sup>3</sup>. Por lo tanto, la investigación muestra que la incorporación de RCD en 30% influye de manera positiva en el aumento de la densidad de la mezcla asfáltica.
- Con respecto al porcentaje de vacíos evaluado por el ensayo Marshall, en donde la figura 16 se observa una un porcentaje de vacíos de 4.2% para la

mezcla patrón, 2.6% para (30% de RAP y 5% de RCD) y 1.9% para (40% de RAP y 5% de RCD), el cual presenta una disminución de los porcentajes de vacíos de un 61.54% y 121.05% respectivamente con relación a la mezcla asfáltica patrón.

Según Fustamante (2018) para la mezcla asfáltica patrón, mezcla asfáltica con 30% y 40% de RAP con los parámetros de diseño ya indicados anteriormente obtuvo un porcentaje de vacíos de 3.3%, 3.5% y 5.3% respectivamente. Por lo tanto, hay un desacorde entre los resultados, ya que la presente investigación muestra que la incorporación de RCD y los altos % de RAP aplicados a la mezcla asfáltica reciclado influye de manera negativa en los % de vacíos de acuerdo a los parámetros de diseño recomendados por la especificación EG-2013 del Manual de Carreteras.

- En la evaluación de la estabilidad por el ensayo Marshall, en donde la figura 15 se observa una estabilidad de 1330.2 kgf para la mezcla patrón, 1258 kgf para (30% de RAP y 5% de RCD) y 1108 kgf para (40% de RAP y 5% de RCD), el cual presenta una leve baja en la estabilidad en 5.76% y 20.08% respectivamente con relación a la mezcla asfáltica patrón.

Según Fustamante (2018) para la mezcla asfáltica patrón, mezcla asfáltica con 30% y 40% de RAP con los parámetros de diseño ya indicados anteriormente obtuvo un 1104 kgf, 1123 kgf y 1189 kgf respectivamente, por lo que presenta una leve baja en la estabilidad en 5.76% y 20.08% respectivamente con relación a la mezcla asfáltica patrón.

Según Acosta, Moll y González (2017) con una mezcla asfáltica con 30% RCD (fracción gruesa) con combinación de cuatro fracciones de agregados con un 33% de gravilla, un 15% de granito, un 45% de polvo, un 7% de RCD y 5% de óptimo contenido de asfalto, en el cual se apreció una disminución de la mezcla asfáltica con 30% de RCD con respecto a la mezcla patrón.

Por lo tanto, se concuerda con Acosta, Moll y González ya que en ambos resultados se observa que la estabilidad disminuye a medida que aumenta el contenido de asfalto.



Por lo tanto, se concuerda con Acosta, Moll y González ya que en ambos resultados se observa que la estabilidad disminuye a medida que aumenta el contenido de asfalto.

- Con respecto al flujo evaluado por el ensayo Marshall, en donde la figura 15 se observa un flujo de 14 mm para la mezcla patrón, 20.2 mm para (30% de RAP y 5% de RCD) y 22.3 mm para (40% de RAP y 5% de RCD), por lo que presenta un aumento en el flujo de un 30.69% y 37.22% respectivamente con relación a la mezcla asfáltica patrón.

Según Sánchez (2017), muestra que la mezcla asfáltica reciclada presenta una reducción en el flujo de 24.39% con respecto a la mezcla convencional, por lo tanto, no se concuerda con Sánchez (2017).

De los aportes de Sánchez (2017) y mis resultados se puede interpretar que la adición de RAP y RDC de manera conjunta aumenta el flujo, haciendo que este parámetro se obtenga un flujo fuera de establecido por la EG-2013 en el Manual de Carreteras.

## VI. CONCLUSIONES

- En forma general mediante los resultados obtenidos del informe de investigación se obtuvo que la adición de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados influye de manera negativa de acuerdo a los parámetros de diseño recomendado por la EG-2013 en el Manual de Carreteras, el material reciclado no tiene la consistencia como para poder realizar de mezcla en caliente, porque al momento de someter al calentamiento se va a disgregar, se separa su parte fina con la parte gruesa que tiene la mezcla, por lo cual no se obtiene el cuerpo necesario para poder tener los resultados estimados en cuanto a los parámetros de diseño, por lo tanto los porcentajes establecidos no son los adecuados para trabajar en una mezcla asfáltica en caliente, por lo cual se tendría que realizar ensayos por debajo de lo porcentajes considerados.
- En cuanto a la densidad de la mezcla asfáltica se evidencio que mediante la adición de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados tiene un efecto negativo con la adición de (40% de RAP y 5% de RCD) obteniendo una disminución de 0.59% con relación a la mezcla asfáltica patrón y un efecto positivo con la adición de (30% de RAP y 5% de RCD) obteniendo un aumento en la densidad de un 0.13% con relación a la mezcla asfáltica patrón, esto es favorable ya que es esencial tener una alta densidad en el pavimento para obtener un rendimiento duradero.
- En cuanto al porcentaje de vacíos de aire de la mezcla asfáltica se evidencio que mediante la adición de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados tiene un efecto negativo consiguiendo una disminución de los porcentaje de vacíos de 2.6% para (30% de RAP y 5% de RCD) y 1.9% para (40% de RAP y 5% de RCD) para la mezcla obteniendo un 61.54% y 121.05% con relación a la mezcla asfáltica patrón, debió a que los parámetros de diseño recomendado por la EG-2013 en el Manual de Carreteras establece un porcentaje de vacíos entre 3% y 5%. Se concluyo que este problema se debe a que al momento de someter al calentamiento

al pavimento de asfalto reciclado se va a disgregar, es decir, se separa su parte fina con la parte gruesa que tiene la mezcla, además se tiene que tener en cuenta que ese material reciclado ya tiene asfalto y es ahí donde aumenta el porcentaje de asfalto ya inicialmente con el que se contaba, por el cual ese porcentaje de asfalto ocupa los espacios de la mezcla asfáltica, esto provoca que se reduzca lo porcentajes de vacíos en comparación a la mezcla patrón.

- En cuanto a la estabilidad de la mezcla asfáltica se evidencio que mediante la adición de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados tiene un efecto positivo de acuerdo a los parámetros de diseño que establece la EG-2013 en el Manual de Carreteras, pero menor a la estabilidad de la mezcla asfáltica patrón, obteniendo una baja en 5.76% para (30% de RAP y 5% de RCD) y 20.08% para (40% de RAP y 5% de RCD) con relación a la mezcla asfáltica patrón, lo cual indica pequeña disminución de mejora y menor rigidez en comparación de la mezcla convencional. Se concluye que la adición de RAP y RCD en los porcentajes establecidos no afecta su estabilidad, ya que el Manual de Carreteras establece un mínimo de 815 kgf.
- En cuanto al flujo de la mezcla asfáltica se evidencio que mediante la adición de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados tiene un efecto negativo, obteniendo 20.2mm para (30% de RAP y 5% de RCD) y 22.3 mm para (40% de RAP y 5% de RCD), el cual significa un aumento en el flujo de un 30.69% y 37.22% con relación a la mezcla asfáltica patrón , lo cual se puede interpretar como aumento de la flexibilidad de la mezcla, el Manual de Carreteras establece un parámetro de diseño entre 8 mm y 14 mm. Se llego a la conclusión de que el flujo obtenido con los porcentajes mencionados se debe a que el contenido de asfalto es demasiado, porque el pavimento de asfalto reciclado tiene su propio porcentaje de asfalto y al calentarlo hace que este asfalto se disgregue y esto provoca un aumento al porcentaje de asfalto del diseño de la mezcla asfáltica reciclada con RAP y RCD.

## VII. RECOMENDACIONES

- Con los resultados y conclusiones obtenidos de que el porcentaje utilizado para la mezcla asfáltica es demasiado se recomienda que se continúe con las investigaciones con porcentajes de RAP menores al 30%, debido a que al trabajar con esos porcentajes de RAP se exige no utilizar material grueso, lo ideal es utilizar grava, por lo cual el material que se quiere remplazar tiene que ser como fino y ver cómo se comporta.
- Con la finalidad de obtener una alta densidad con buenas características para lograr un rendimiento duradero, se recomienda realizar ensayos con porcentaje menor al 30% de RAP, ya que porcentajes mayores a lo ya mencionado se logra observar una tendencia negativa, el cual es perjudicial para obtener un rendimiento duradero.
- Con la finalidad de mejorar el porcentaje de vacíos de aire con lo establecido por la EG-2013 del Manual de Carreteras se recomienda reducir el porcentaje de RAP o realizar un diseño de mezcla asfáltica en frío con la finalidad de evitar la disgregación del asfalto de dicho material y así no alterar el porcentaje de contenido de asfalto de la mezcla con RAP Y RCD.
- Con los resultados obtenidos de acuerdo a la estabilidad se observó que no se ve afectado, esto de acuerdo a los parámetros establecidos por la EG-2013 del Manual de Carreteras, sin embargo se recomienda no añadir porcentaje mayores al 30% de RAP ya que hay una diferencia significativa entre el 30% y 40% de RAP con respecto a la estabilidad.
- Con respecto a fluencia se ve afectada de manera significativa, el cual se obtiene resultados fuera de los parámetros establecidos por la EG-2013 del Manual de Carreteras, se recomienda realizar un diseño de mezcla asfáltica en frío o realizar ensayos con porcentajes menores al 30% de RAP con la finalidad de evitar la disgregación del asfalto de dicho material y así no alterar el porcentaje de contenido de asfalto de la mezcla con RAP Y RCD.

## REFERENCIAS

(1) MINISTERIO DEL AMBIENTE. Reforma del libro VI del texto unificado de legislación. Ecuador, 2015. [Fecha de consulta: 2 mayo 2020]. Disponible en: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108> pp.3

(2) CORREO. Lima, la ciudad de los huecos y baches [en línea]. 2016, [fecha de consulta 5 mayo 2020]. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/peru/lima-la-ciudad-de-los-huecos-y-baches-672751/?ref=dcr>

(3) CORREO. Lima, la ciudad de los huecos y baches [en línea]. 2016, [fecha de consulta 5 mayo 2020]. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/peru/lima-la-ciudad-de-los-huecos-y-baches-672751/?ref=dcr>

(4) EL COMERCIO. En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos [en línea]. 2017, [fecha de consulta 5 mayo 2020]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274-noticia/?ref=ecr>

(5) FUSTAMANTE, Jhonatan. *Propuesta técnica de diseño de carpeta asfáltica utilizando pavimento reciclado para el mejoramiento de Av. Mesones Muro km+000-2+066 Chiclayo*. Tesis profesional. Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2018.

(6) SANCHEZ, Maria. *Diseño y comparación del pavimento flexible mejorado por el método del reciclaje en la carretera Lima-Canta (km 78+000 al km 79+000)*, Lima 2017. Tesis profesional. Lima: Universidad César Vallejo, 2017.

(7) PILARES, Carlos. *Análisis del comportamiento de mezclas asfálticas en caliente con fibras de polipropileno incorporada para condiciones de zonas de altura*. Tesis profesional. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2018.

(8) LÓPEZ, Diego, Pedraza, John, Pérez Paola. y Ortiz, Edwin. *Herramienta que permite establecer la conveniencia económica en procesos de construcción y mejoramiento de vías urbanas, empleando material reciclado*. Tesis profesional. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018.

(9) RAMOS, Orlando. *Diseño de una mezcla asfáltica de alto desempeño utilizando materiales de pavimento asfáltico recuperado (RAP)*. Tesis de maestría. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro, 2017.

(10) CASTELLANOS, Jaime y Socha, Raúl. *Evaluación del comportamiento mecánico en pavimento de espesor completo de asfalto reciclado (RAP) estabilizado con emulsión asfáltica y adición de cemento portland tipo I, sin intervención de la subrasante*. Tesis profesional. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia, 2014.

(11) ACOSTA, Debora, Moll, Reynier y Gonzales, Grace. *Influencia de la utilización del RCD como árido en mezclas asfálticas en caliente*. Revista de Arquitectura e Ingeniería. 2017, Volumen 11, pp. 1-14. ISSN 1990-8830 / RNPS 2125.

(12) TORRES, R, Flores, Paola, Flores, Mariana, Flores, Victor y Mairon, Kevin. *Ciencias Tecnológicas y Agrarias. Mezclas asfálticas con materiales reciclados de construcción y demolición para la reparación de pavimentos*. Revista de Ciencias Tecnológicas y Agrarias. 2014, Volumen 1, pp. 93-100. ISBN:978-4509-765-15-8 / ISSN 2007-1582 / e-ISSN 2007-3682.

(13) PATIÑO, Neidy, Reyes, Oscar y Camacho, Javier. *Comportamiento a fatiga de mezclas asfálticas colombianas con adición de pavimento reciclado al 100%*. Revista de Arquitectura e Ingeniería. 2015, Volumen 19, pp. 74-83.

(14) SHIRZAD, Sharareh, Hassan, Marwa, Aguirre, Max, Cooper, Samuel, Nohammad, Louay y Negulescu, Loan. *Laboratory Testing of Self-Healing Polymer Modified Asphalt Mixtures Containing Recycled Asphalt Materials (RAP/RAS)*. Revista de Arquitectura e Ingeniería. 2019, Volumen 271, pp. 1-5. eISSN: 2261-236X.

(15) HOON, Ki, Cannone, Augusto, Marasteanu, Mihai y Wistuba, Marasteanu. *Low temperature rheological properties of asphalt mixtures containing different recycled asphalt materials*. Revista Internacional de Investigación y Tecnología del Pavimento. 2017, Volumen 10, pp. 84-97.

(16) HOON, Ki, Cannone, Augusto, Marasteanu, Mihai y Wistuba, Magurel. *Using Recycled Asphalt Materials as an Alternative Material Source in Asphalt Pavements*. Revista de Ingeniería Civil. 2014, Volumen 18, pp. 149-159. pISSN 1226-7988 / eISSN 1976-3808.

(17) ASPHALT INSTITUTE. Principios de construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en Caliente. MS-22 Lexington, Estados Unidos: 1992. pp.57

(18) YEPES, VICTOR. Elaboración de mezcla asfáltica [en línea] [fecha de consulta: 12 mayo 2020]. Disponible en: <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/mezcla-asfaltica/>.

(19) VELÁZQUEZ, Manuel. *Manual del asfalto*. España: URMO, S. A. DE EDICIONES 1969. BI. 2.137.-1969. pp.28

(20) YEPES, VICTOR. Elaboración de mezcla asfáltica [en línea] [fecha de consulta: 12 mayo 2020]. Disponible en: <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/mezcla-asfaltica/>.

(21) VELÁZQUEZ, Manuel. *Manual del asfalto*. España: URMO, S. A. DE EDICIONES 1969. BI. 2.137.-1969. pp.64

(22) VELÁZQUEZ, Manuel. *Manual del asfalto*. España: URMO, S. A. DE EDICIONES 1969. BI. 2.137.-1969. pp.64

(23) VELÁZQUEZ, Manuel. *Manual del asfalto*. España: URMO, S. A. DE EDICIONES 1969. BI. 2.137.-1969. pp.64

(24) GARNICA, Paul, Delgado, Horacio y Sandoval, Carlos. *Análisis comparativo de los métodos Marshall y Superpave para compactación de mezclas asfálticas* [en línea]. Publicación Técnica No 271. México: EMA, 2005. [Fecha de consulta 13 mayo 2020]. ISBN 0188-7297. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt271.pdf> pp.2

(25) GARNICA, Paul, Delgado, Horacio y Sandoval, Carlos. *Análisis comparativo de los métodos Marshall y Superpave para compactación de mezclas asfálticas* [en línea]. Publicación Técnica No 271. México: EMA, 2005. [Fecha de consulta 13 mayo 2020]. ISBN 0188-7297. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt271.pdf> pp.2

(26) GARNICA, Paul, Delgado, Horacio y Sandoval, Carlos. *Análisis comparativo de los métodos Marshall y Superpave para compactación de mezclas asfálticas* [en línea]. Publicación Técnica No 271. México: EMA, 2005. [Fecha de consulta 13 mayo 2020]. ISBN 0188-7297. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt271.pdf> pp.2

(27) KHATIB, Jamal. *Sustainability of construction Materials*. 2da edition. India: Charlotte Cockle, 2009. ISBN: 978-0-08-100995-6 (print) / 978-0-08-100391-6 (online) pp.352

(28) KHATIB, Jamal. *Sustainability of construction Materials*. 2da edition. India: Charlotte Cockle, 2009. ISBN: 978-0-08-100995-6 (print) / 978-0-08-100391-6 (online) pp.359

(29) MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Especificaciones técnicas generales para construcción [en línea]. Manual de carreteras, Perú, 2013. [15 mayo 2020]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_10%20EG%202013.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf) pp.365



- (30) MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Especificaciones técnicas generales para construcción [en línea]. Manual de carreteras, Perú, 2013. [15 mayo 2020]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_10%20EG%202013.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf) pp.365
- (31) REAL Academia Española [en línea] [fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: <https://dle.rae.es/dosificar>
- (32) TAMAYO y TAMAYO, Mario. *El proceso de la investigación científica*. 4ta edición. México: LIMUSA NORIEGA EDITORES, 2003. ISBN: 968-18-5872-7. pp.43
- (33) HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. 5ta edición. México: Mc Graw Hill, 2010. ISBN; 978-607-15-0291-9 pp.120
- (34) TAMAYO y TAMAYO, Mario. *El proceso de la investigación científica*. 4ta edición. México: LIMUSA NORIEGA EDITORES, 2003. ISBN: 968-18-5872-7. pp.47
- (35) HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. 5ta edición. México: Mc Graw Hill, 2010. ISBN; 978-607-15-0291-9 pp.93
- (36) REAL Academia Española [en línea] [fecha de consulta: 13 junio 2020]. Disponible en: <https://dle.rae.es/definici%C3%B3n?m=form>
- (37) KHATIB, Jamal. *Sustainability of construction Materials*. 2da edition. India: Charlotte Cockle, 2009. ISBN: 978-0-08-100995-6 (print) / 978-0-08-100391-6 (online) pp.352

(38) KHATIB, Jamal. *Sustainability of construction Materials*. 2da edition. India: Charlotte Cockle, 2009. ISBN: 978-0-08-100995-6 (print) / 978-0-08-100391-6 (online) pp.359

(39) YEPES, VICTOR. Elaboración de mezcla asfáltica [en línea] [fecha de consulta: 12 mayo 2020]. Disponible en: <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/mezcla-asfaltica/>.

(40) HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. 5ta edición. México: Mc Graw Hill, 2010. ISBN; 978-607-15-0291-9 pp.173

(41) HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. 5ta edición. México: Mc Graw Hill, 2010. ISBN; 978-607-15-0291-9 pp.174

(42) HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. 5ta edición. México: Mc Graw Hill, 2010. ISBN; 978-607-15-0291-9 pp.175

(43) HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. 5ta edición. México: Mc Graw Hill, 2010. ISBN; 978-607-15-0291-9 pp.176.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**TITULO:** Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Mezcla Asfáltica	En general es una combinación de un ligante hidrocarbonato y agregados minerales naturales de una cantera. (17)	Se realiza una mezcla asfáltica el cual debe de cumplir con las especificaciones del manual de carreteras	Diseño de mezcla asfáltica convencional	Densidad	Razón
				Vacíos de aire	
				Estabilidad	
				Fluencia	
RAP Y RCD	<p><b>RAP</b>, consiste en la reutilización de asfalto como material bituminoso, el pavimento de asfalto reciclado que se produce mediante la reutilización. (20)</p> <p><b>RCD</b>, cualquier sustancia u objeto de construcción o demolición producido en las obras de edificación u otros tipos de proyectos de construcción. (20)</p>	Se realiza una mezcla asfáltica aplicándole RAP en 30% y 40%, además RCD como sustitución parcial de agregados grueso y fino	Características del RAP	Granulometría	Razón
				densidad aparente suelta	
				densidad real suelta	
				Densidad neta	
				% de asfalto recuperado	
			Características de los RCD	Granulometría	
				Peso específico	
				Peso volumétrico	
				Porcentaje de vacíos tamiz 200	
			Dosificación del RAP	30% de pavimento de asfalto reciclado	
				40% de pavimento de asfalto reciclado	
			Dosificación de RCD	Sustitución parcial del agregado	

Título	Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020					
Autor	Hinostroza Huaman Carlos Daniel					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE INDICADORES E INSTRUMENTOS			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. DEPENDIENTE (MEZCLA ASFALTICA)			<p>Método: Científico  Tipo: Aplicada  Diseño: Experimental  Población: La Antigua Panamericana Sur ubicada en el Distrito de Chilca  Muestra: coordenadas geográficas  longitud: 12°30'08"S latitud: 76°44'27"O a longitud: 12°32'29"S latitud: 76°43'15"O  Técnica: Análisis documental  Instrumentos: Certificados de ensayos de laboratorio según norma EG2013-SECCIÓN 423</p>
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿De qué manera influye la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020?	Determinar la influencia de la combinación con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en la mezcla asfáltica para rehabilitar la Antigua Panamericana Sur, Chilca - Cañete 2020.	La combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados aumenta las propiedades de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.	Diseño de mezcla asfáltica convencional	Densidad	Equipos para realizar las pruebas dadas en los indicadores	
				Vacios de aire (o simplemente vacíos)		
				Estabilidad		
				Fluencia		
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	V. INDEPENDIENTE (RAP Y RCD COMO SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADOS)			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cuál es el efecto de la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en la densidad de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020?	Determinar el efecto de la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en la densidad de la mezcla asfáltica para rehabilitar la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.	La combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados aumenta la densidad de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.	Características del pavimento de asfalto reciclado	Granulometría	Equipos para realizar las pruebas dadas en los indicadores	
				Densidad aparente suelta		
				Densidad real suelta		
				Densidad neta		
				Porcentaje de asfalto recuperado		
¿Cuál es el efecto de la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en los vacíos de aire de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020?	Determinar el efecto de la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en los vacíos de aire de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.	La combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados reduce los vacíos de aire (o simplemente vacíos) de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.	Características de los residuos de construcción y demolición	Granulometría	Equipos para realizar las pruebas dadas en los indicadores	
				Peso específico		
				Peso volumétrico		
				Porcentaje de vacíos		
				tamiz 200		
¿Cuál es el efecto de la combinación de RAP Y RCD como sustitución parcial de agregados en la estabilidad de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020?	Determinar el efecto de la combinación con asfalto reciclado y residuos de construcción en la estabilidad de la mezcla asfáltica para rehabilitar la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.	La combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados aumenta la estabilidad de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.	Dosificación del pavimento de asfalto reciclado	30% de pavimento de asfalto reciclado	Equipos para realizar las pruebas dadas en los indicadores	
				40% de pavimento de asfalto reciclado		
¿Cuál es el efecto de la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en la fluencia de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020?	Determinar el efecto de la combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados en la fluencia de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.	La combinación de RAP y RCD como sustitución parcial de agregados tiene un óptimo flujo de la mezcla asfáltica para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020.	Dosificación de residuos de construcción y demolición	sustitución parcial de agregados		

MATRIZ DE CONSISTENCIA

## ANEXO 2

### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

RESUMEN DE LOS RESULTADOS A LOS ENSAYOS A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE SEGÚN ENSAYO MARSHALL						
NOMBRE DEL PROYECTO	Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020					
AUTOR	Hinostroza Huaman Carlos Daniel					
UBICACIÓN	Antigua Panamericana sur del distrito de Chilca					
RESUMEN DE RESULTADOS						
CURVA MEDIA						
ASFALTO						
GRANULOMETRÍA						
CONTENIDO DE ASFALTO	# PROBETA	DENSIDAD MEDIA (GR/CM3)	ESTABILIDAD MEDIA CORREGIDA (KN)	DEFORMACIÓN MEDIA (MM)	VACÍOS EN LA MEZCLA MEDIA (%)	VACÍOS EN EL AGREGADO MEDIO %

El ensayo Marshall sirve para determinar el contenido óptimo de asfalto para una combinación específica agregados, provee información de la mezcla asfáltica, se determina valores de estabilidad y deformidad de los pavimentos, también establece densidades y contenido óptimo de vacíos.

DATOS DEL ESPECIALISTA		FIRMA Y SELLO
NOMBRES Y APELLIDOS		
ESPECIALIDAD		
CIP		

Fuente: Elaborado por el laboratorio TECNISU S.R.L: 13 de junio del 2017

# INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDADO POR MG. JOSÉ LUIS BENITES ZUÑIGA.

← [Icons] 1 de 530 < >

## Revisión de instrumento de recolección de datos PI ✕

Recibidos x



**Carlos Hinostroza** <carlos.hinost1234@gmail.com>

15:55 (hace 2 horas)



para jlbenites8411 ▾

Buenas tardes Ing. Benites Zuñiga Jose Luis le envío mi instrumento de recolección de datos de mi proyecto de investigación titulado "Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la antigua panamericana sur, Chilca-Cañete 2020" para que pueda ser revisado y validado.

Gracias.



**JOSE LUIS**

17:52 (hace 28 minutos)



para mí ▾

Estimado (a). Hinostroza Huaman, Carlos Daniel

Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu PI titulado " Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la antigua panamericana sur, Chilca-Cañete 2020", doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

Atte. **Mg. Jose Luis Benites Zuñiga**  
Ingeniero Civil  
CIP 126769

...

--

Atte.

Ing. Jose Luis Benites Zuñiga

# INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDADO POR ING. LUIS FERNANDO NUÑEZ VILELA.



**Carlos Hinostroza** <carlos.hino...> 25 jun. 2020 21:52 (hace 2 días)  
para Luis ▾



Buenas tardes Ing. Luis Fernando Nuñez Vilela le envío mi instrumento de recolección de datos de mi proyecto de investigación titulado "Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la antigua panamericana sur, Chilca-Cañete 2020" para que pueda ser revisado y validado.  
Gracias.



**Luis Fernando Nuñez Vilela** 26 jun. 2020 23:50 (hace 16 horas)  
para mí ▾



lo solicitado



LUIS FERNANDO NUÑEZ VILELA  
INGENIERO CIVIL  
960347649





RESUMEN DE LOS RESULTADOS A LOS ENSAYOS A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE SEGÚN ENSAYO MARSHALL	
NOMBRE DEL PROYECTO	Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020
AUTOR	HINOSTROZA HUAMAN CARLOS DANIEL
UBICACIÓN	ANTIGUA PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO DE CHILCA

RESUMEN DE RESULTADOS	
CURVA MEDIA	
ASFALTO	
GRANULOMETRÍA	

CONTENIDO DE ASFALTO	# PROBETA	DENSIDAD MEDIA (GR/CM3)	ESTABILIDAD MEDIA CORREGIDA (KN)	DEFORMACIÓN MEDIA (MM)	VACÍOS EN LA MEZCLA MEDIA (%)	VACÍOS EN EL AGREGADO MEDIO %

El ensayo Marshall sirve para determinar el contenido óptimo de asfalto para una combinación específica agregados, provee información de la mezcla asfáltica, se determina valores de estabilidad y deformidad de los pavimentos, también establece densidades y contenido óptimo de vacíos.

DATOS DEL ESPECIALISTA		FIRMA Y SELLO
NOMBRES Y APELLIDOS	ING. LUIS FERNANDO NUÑEZ VILELA	 LUIS FERNANDO NUÑEZ VILELA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 152657
ESPECIALIDAD	INGENIERO CIVIL	
CIP	152657	


**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDADO POR ING. WÁLTER BALCÁZAR MONTENEGRO.**

<b>RESUMEN DE LOS RESULTADOS A LOS ENSAYOS A LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE SEGÚN ENSAYO MARSHALL</b>	
NOMBRE DEL PROYECTO	Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020
AUTOR	HINOSTROZA HUAMAN CARLOS DANIEL
UBICACIÓN	ANTIGUA PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO DE CHILCA

<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>	
CURVA MEDIA	
ASFALTO	
GRANULOMETRÍA	

CONTENIDO DE ASFALTO	# PROBETA	DENSIDAD MEDIA (GR/CM3)	ESTABILIDAD MEDIA CORREGIDA (KN)	DEFORMACIÓN MEDIA (MM)	VACÍOS EN LA MEZCLA MEDIA (%)	VACÍOS EN EL AGREGADO MEDIO %

El ensayo Marshall sirve para determinar el contenido óptimo de asfalto para una combinación específica agregados, provee información de la mezcla asfáltica, se determina valores de estabilidad y deformidad de los pavimentos, también establece densidades y contenido óptimo de vacíos.

<b>DATOS DEL ESPECIALISTA</b>		<b>FIRMA Y SELLO</b>
NOMBRES Y APELLIDOS	ING. WÁLTER BALCÁZAR MONTENEGRO	
ESPECIALIDAD	INGENIERO CIVIL	
CIP	161027	

## ANEXO 3

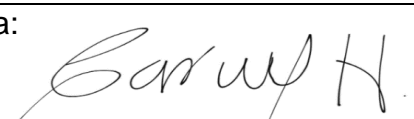
### DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR

Yo, **Carlos Daniel Hinostroza Huaman**, egresado de la Facultad de **Ingeniería** y Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo **Lima Norte**, bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulado "**Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020**", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcial.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o titulado profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, 25 de noviembre

Apellidos y Nombres del Autor Hinostroza Huaman, Carlos Daniel	
DNI: 72298977	Firma: 
ORCID: 0000-0001-5873-0741	

PROGRAMA TURNITIN

feedback studio carlos daniel hinostroza huaman
Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la A...
?



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**  
 Hinostroza Huaman Carlos Daniel (Código ORCID 0000-0001-5873-0741)

**ASESOR:**  
 Mg. Ing. Benites Zuffiga, José Luis (Código ORCID 000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
 Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ  
 2020

ii

Resumen de coincidencias

24 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5 %
2	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	4 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %
4	creativecommons.org Fuente de Internet	1 %
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	www.matec-conferenc... Fuente de Internet	1 %
8	Ki Hoon Moon, August... Publicación	1 %
9	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
11	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
12	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
13	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
14	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
15	cybertesis.urp.edu.pe	<1 %

Página: 1 de 54
Número de palabras: 10448
Text-only Report | High Resolution
Activado

## ANEXO 5

### HOJA DE CÁLCULOS

Tabla 1. *Análisis granulométrico*

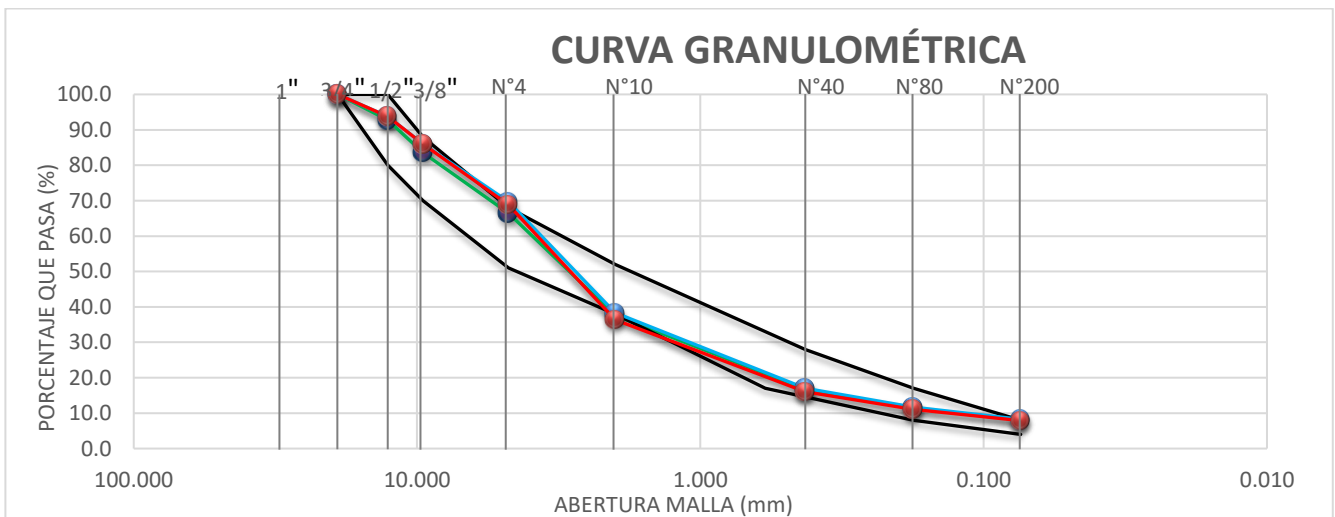
TAMIZ ASTM	ANALISIS GRANULOMÉTRICO					1	2	3	MAC-2	
	ABERT. mm	Grava	Arena triturada	RAP	RCD	% Pasa	% Pasa	% Pasa		
1"	25.400									
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	79.9	100.0	82.4	100.0	93.0	92.0	92.0	80.0	100.0
3/8"	9.525	52.5	100.0	61.0	100.0	84.4	82.0	82.0	70.0	88.0
1/4"	6.350									
N° 4	4.760	8.4	91.9	34.9	73.7	68.2	64.9	64.0	51.0	68.0
N° 6	3.360									
N° 8	2.380									
N° 10	2.000	0.1	54.7	16.0	14.6	37.2	36.5	34.5	38.0	52.0
N°16	1.190									
N° 20	0.840									
N° 30	0.590									
N° 40	0.426		24.9	6.0	5.4	16.3	16.1	15.1	17.0	28.0
N° 50	0.297									
N° 80	0.177		16.7	4.9	4.5	11.3	11.1	10.5	8.0	17.0
N° 100	0.149									
N° 200	0.074		11.5	3.9	4.0	8.1	7.9	7.5	4.0	8.0
-200	-									

Mezcla de agregados

<b>Mezcla N° 01</b>	<b>0.0</b>	<b>55.0</b>	<b>40.0</b>	<b>5.0</b>	OK
<b>Mezcla N° 02</b>	<b>5.0</b>	<b>55.0</b>	<b>40.0</b>	<b>0.0</b>	
<b>Mezcla N° 03</b>	<b>5.0</b>	<b>50.0</b>	<b>40.0</b>	<b>5.0</b>	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Diseño con 4.9% de cemento asfáltico en peso de la mezcla

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)								
<b>INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)</b>									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	16.2	10.8	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.9			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.48			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					59.62			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.741			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.721			
8	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueeta cm								
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)				1200.8	1197.6	1203.7		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60' (gr)				1205.9	1199.5	1205.1		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)				699.0	697.2	702.6		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc) = (13-14)				506.9	502.2	502.5		
16	Peso específico Bulk de la Briqueeta = (12/15)				2.369	2.385	2.395	<b>2.383</b>	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.532			
18	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				6.4	5.8	5.4	<b>5.9</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.728			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.741			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.17			
22	% de Asfalto Efectivo					4.74			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.6			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				17.4	16.9	16.5	<b>16.9</b>	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				63.2	65.6	67.4	<b>65.4</b>	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				13.0	13.0	12.0	<b>12.7</b>	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1239	1224	1262		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1289	1272	1312	<b>1291</b>	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3965	3915	4375	<b>4085</b>	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Diseño con 5.4% de cemento asfáltico en peso de la mezcla

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)									
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)									
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	16.2	10.8	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.29			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					59.31			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.741			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.721			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.9	1201.3	1202.6		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1200.3	1202.6	1203.8		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				700.6	700.3	701.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				499.7	502.3	502.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.399	2.391	2.392	<b>2.394</b>	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.500			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.0	4.3	4.3	<b>4.2</b>	3-5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.728			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.726			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					-0.04			
22	% de Asfalto Efectivo					5.43			
23	Relacion Filler/Betun					0.7			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				16.8	17.1	17.1	<b>17.0</b>	14
25	% Vacios llenos con C.A.				76.0	74.6	74.7	<b>75.1</b>	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				13.0	14.0	14.0	<b>13.7</b>	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1297	1259	1235		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1348	1309	1285	<b>1314</b>	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4149	3740	3670	<b>3853</b>	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia



Tabla 4. Diseño con 5.9% de cemento asfáltico en peso de la mezcla

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)									
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)									
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	16.2	10.8	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.9			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.10			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					59.00			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.741			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.721			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1197.2	1198.9	1196.2		
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1197.5	1199.3	1196.8		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				700.3	701.3	699.3		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				497.2	498.0	497.5		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.408	2.407	2.404	<b>2.406</b>	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.487			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				3.2	3.2	3.3	<b>3.2</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.728			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.733			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					<b>0.07</b>			
22	% de Asfalto Efectivo					5.84			
23	Relacion Filler/Betun					0.8			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				17.0	17.0	17.1	<b>17.0</b>	14
25	% Vacios llenos con C.A.				81.2	81.2	80.6	<b>81.0</b>	
26	Flujo 0,01" (0,25 mm)				16.0	16.0	14.0	<b>15.3</b>	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1217	1232	1224		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1266	1282	1273	<b>1274</b>	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3165	3204	3637	<b>3336</b>	1700 - 4000

Fuente: Propia

Tabla 5. Diseño con 6.4% de cemento asfáltico en peso de la mezcla

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)								
<b>INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)</b>									
TAMICES ASTM	<b>1"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/8"</b>	<b>No 4</b>	<b>No 10</b>	<b>No 40</b>	<b>No 80</b>	<b>No 200</b>
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	16.2	10.8	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					34.92			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					58.68			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.741			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.721			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueeta cm								
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)				1195.0	1192.2	1198.5		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60'(gr)				1195.2	1192.6	1199.0		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)				697.2	697.2	700.2		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc) = (13-14)				498.1	495.5	498.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta = (12/15)				2.399	2.406	2.403	<b>2.403</b>	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.461			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				2.5	2.2	2.4	<b>2.4</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.728			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.724			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					-0.06			
22	% de Asfalto Efectivo					6.46			
23	Relacion Filler/Betun					0.9			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				17.7	17.5	17.6	<b>17.6</b>	14
25	% Vacios llenos con C.A.				85.9	87.3	86.5	<b>86.6</b>	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				16.0	16.0	17.0	<b>16.3</b>	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				988	999	1030		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1028	1039	1071	<b>1046</b>	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				2569	2598	2520	<b>2563</b>	1700 - 4000

Fuente: Propia

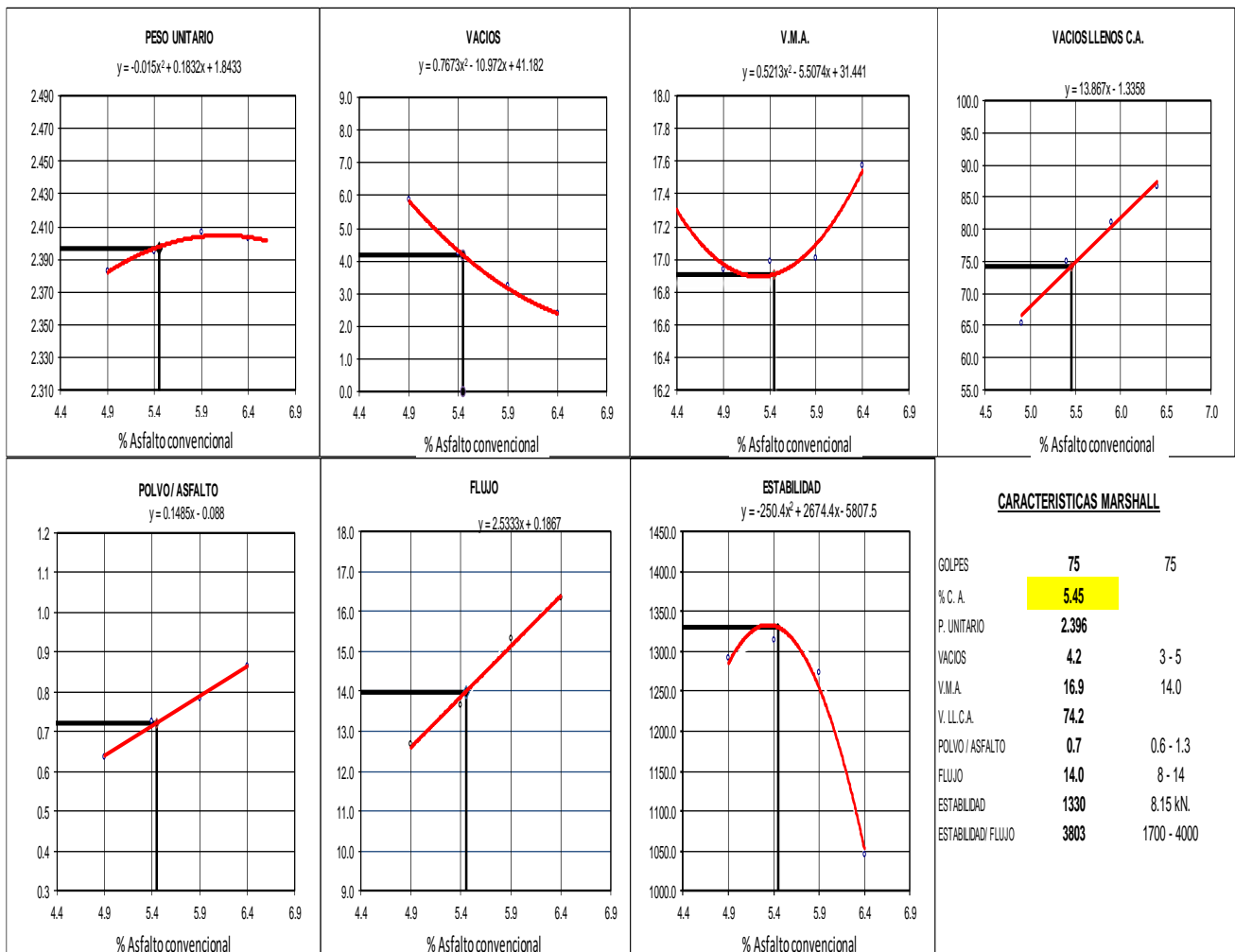
Tabla 6. Informe de ensayo gravedad específica teórica máxima (ASTM d2041)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA Nº	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8191.0	8191.0	8191.0	8191.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	7710.4	7701.7	7698.0	7692.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>8927.0</b>	<b>8925.0</b>	<b>8924.0</b>	<b>8920.0</b>	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1216.6</b>	<b>1223.3</b>	<b>1226.0</b>	<b>1228.0</b>	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	480.6	489.3	493.0	499.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	<b>2.532</b>	<b>2.500</b>	<b>2.487</b>	<b>2.461</b>	
CONTENIDO %C.A.	<b>4.90</b>	<b>5.40</b>	<b>5.90</b>	<b>6.40</b>	

Fuente: Propia

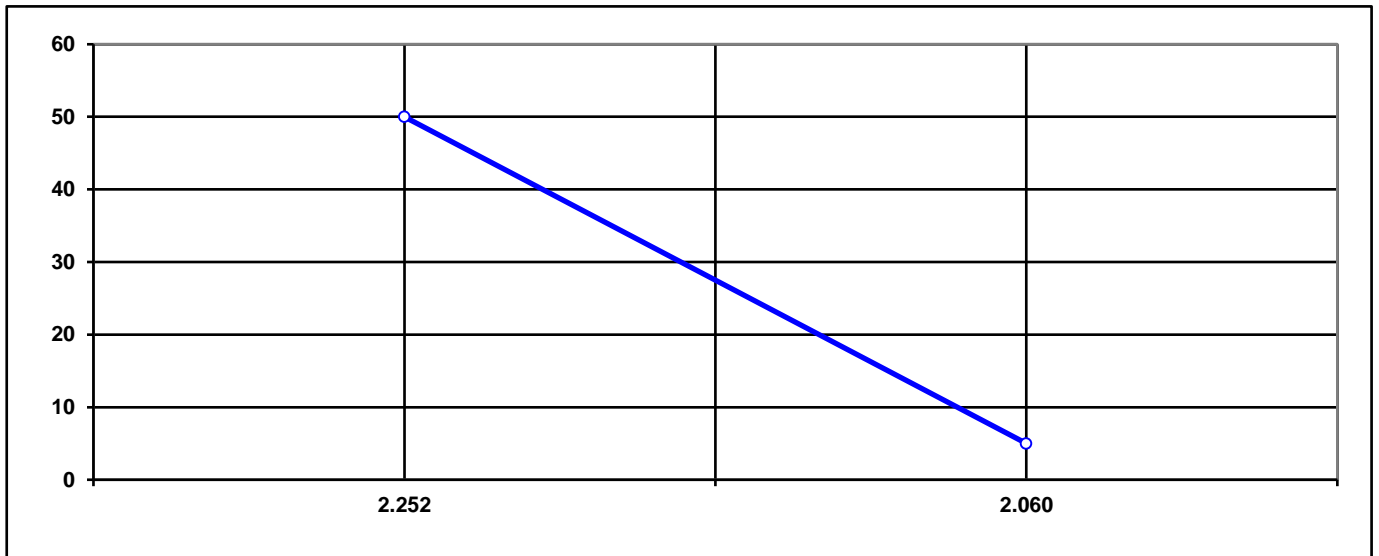
Gráfico 2. Curvas de energía de compactación constante

CURVAS DE ENERGIA DE COMPACTACION CONSTANTE



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. Ensayo índice de compactabilidad



Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Índice de compactación

Nº de Muestras	01	02	03	04
Nº de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1199.2	1197.3	1197.8	1200.1
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1206.4	1204.7	1211.9	1214.9
3.- Peso por Desplazamiento	671.7	675.4	631.7	631.2
4.- Volumen de la Briqueta	534.7	529.3	580.2	583.7
5.- Peso Unitario ( Gr./cc )	2.243	2.262	2.064	2.056
<b>PROMEDIOS</b>	<b>2.252</b>		<b>2.060</b>	

2.252	2.060
50	5

1
0.192
GEB(50) - GEB(5)

<b>IC =</b>	<b>5.20</b>
-------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Informe de ensayo de resistencia conservada (AASHTO t283)

Tipo de muestra		: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)					
Descripción		: Diseño MAC (Asfalto convencional)					
INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)							
		Grupo seco			Grupo húmedo		
Nº DE PROBETAS		01	02	03	04	05	06
1	Diametro	10.16	10.15		10.15	10.15	
2	Espesor	6.67	6.67		6.67	6.65	
3	Contenido de Cemento Asfáltico	5.45	5.45		5.45	5.45	
4	Peso Probeta al Aire	1200.1	1203.5		1206.3	1199.0	
5	Peso de la Probeta Saturada (60')	1200.6	1203.8		1206.7	1199.4	
6	Peso de la Probeta en el Agua	685.0	687.0		691.0	685.0	
7	Volumen de la Probeta	515.6	516.8		515.7	514.4	
8	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.328	2.329		2.339	2.331	
9	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTMD 3203)	6.8	6.8		6.4	6.7	
10	Estabilidad sin corregir	233	241		182	186	
11	Factor Estabilidad	1.00	1.00		1.00	1.00	
12	Estabilidad corregida (kg)	233	241		182	186	
13	Resistencia a la compresión	2.2	2.3				
14	Resistencia retenida	78	77				
15	Promedio Estabilidad ( 30 Minutos ) (kg)	237					
16	Promedio Estabilidad ( 24 Horas ) (kg)				184		
17	Resistencia conservada (%)				78		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Método ILLINOIS – Marshall modificado

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto : PEN 60 / 70  
 % optimo de asfalto residual : 5.45%

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño		- 0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES	Nº		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.25	5.45	5.65	
PESO UNITARIO	kg/m <sup>3</sup>	2.392	2.396	2.400	
VACIOS	%	4.7	4.2	3.7	3 - 5
V.M.A.	%	16.9	16.9	17.0	14
V. LL.C.A.	%	71.5	74.2	77.0	
POLVO / ASFALTO	%	0.7	0.7	0.8	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	13.5	14.0	14.5	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	1331.5	1330.5	1309.5	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3949.0	3803.2	3612.4	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Mpa		2.2		2.1
RESISTENCIA RETENIDA	%		78		75
RESISTENCIA CONSERVADA	%		78		80

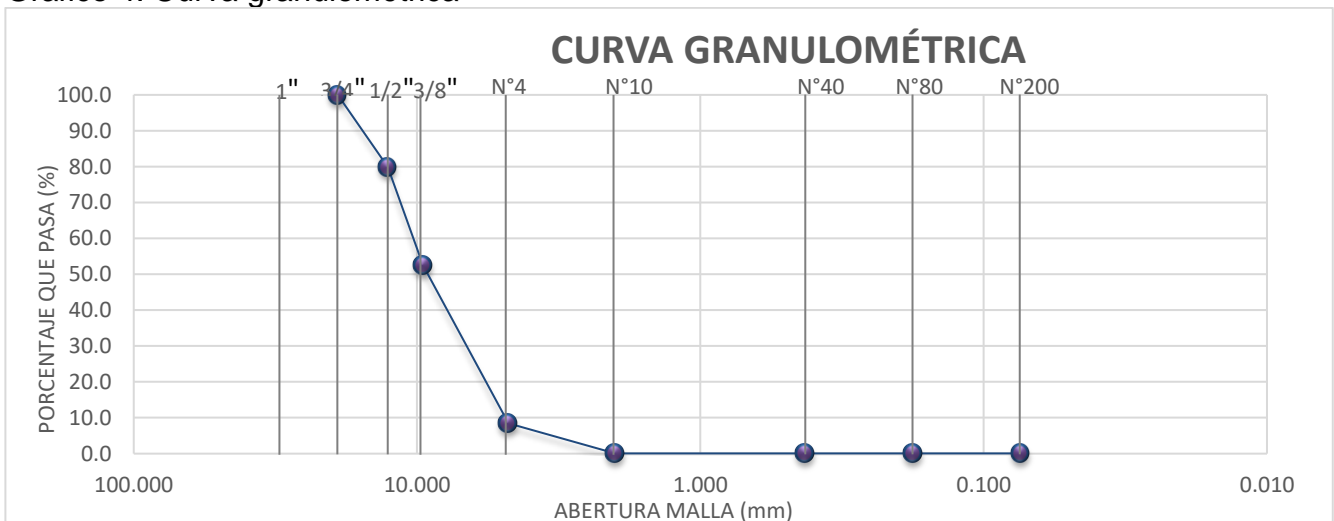
Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Análisis granulométrico de grava

TAMIZ ASTM	ANALISIS GRANULOMÉTRICO						
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa		
1"	25.400	-	-	-	100.0		
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	<b>Calculos.</b>	
1/2"	12.700	490.0	20.1	20.1	79.9	Tara	K-7
3/8"	9.525	666.0	27.3	47.5	52.5	Peso de Tara	750.00 g
1/4"	6.350	-	-			Tara + muestra Humeda	3,198.50 g
N° 4	4.760	1,074.0	44.1	91.6	8.4	Tara + muestra Seca	3,185.50 g
N° 6	3.360	-	-			Contenido de Humedad (%)	0.53
N° 8	2.380	200.0	8.2				
N° 10	2.000	4.0	0.2	99.9	0.1	Muestra Seca	2,435.5 g
N°16	1.190	-	-				
N° 20	0.840	-	-	99.9	0.1		
N° 30	0.590	-	-				
N° 40	0.426	-	-	99.9	0.1		
N° 50	0.297	-	-			<b>Proporciones Agregados.</b>	
N° 80	0.177	-	-	99.9	0.1	Agregado Grueso.	91.6 %
N° 100	0.149	-	-			Agregado Fino.	8.4 %
N° 200	0.074	-	-	99.9	0.1	Fino Malla 200.	0.0 %
-200	-	1.5	0.1	100.0			

Fuente: Elaboración propia

Grafico 4. Curva granulométrica



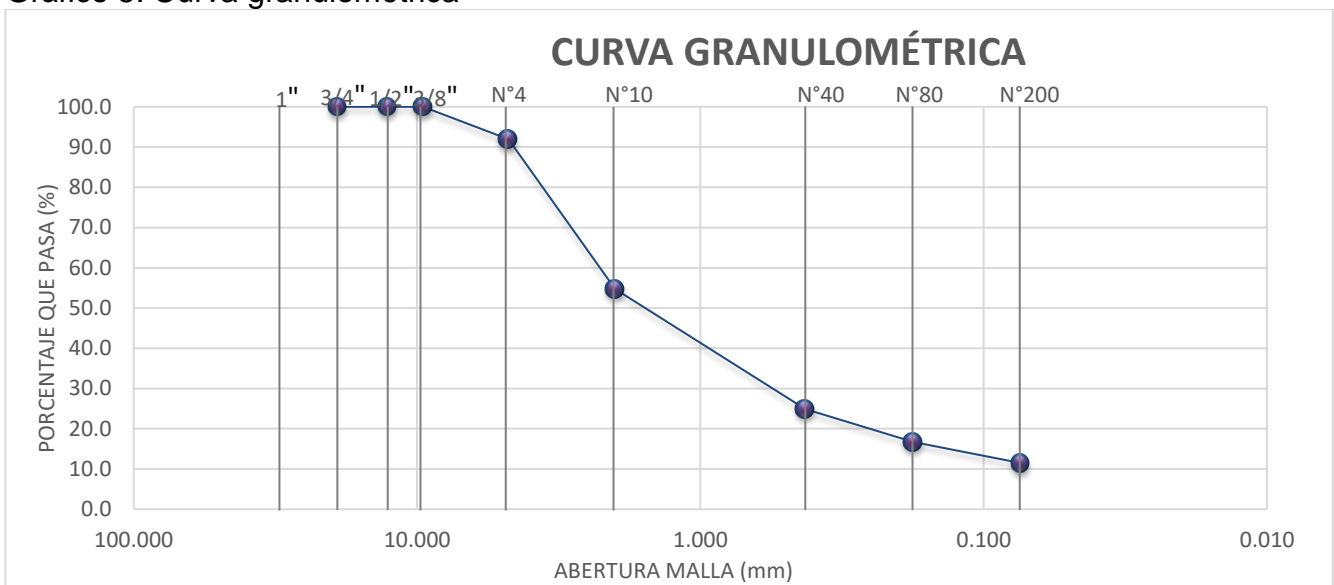
Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Análisis granulométrico de arena triturada

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.400	0	-	-	100.0	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	<b>Calculos.</b>
1/2"	12.700	-	-	-	100.0	Tara
3/8"	9.525	-	-	-	100.0	Peso de Tara
1/4"	6.350	-	-	-	100.0	Tara + muestra Humeda
N° 4	4.760	78.6	8.1	<b>8.1</b>	91.9	Tara + muestra Seca
N° 6	3.360	-	-			Contenido de Humedad (%)
N° 8	2.380	309.3	31.8	<b>39.9</b>	60.1	
N° 10	2.000	52.2	5.4	<b>45.3</b>	54.7	Muestra Seca
N°16	1.190	-	-			
N° 20	0.840	-	-			
N° 30	0.590	-	-			
N° 40	0.426	289.8	29.8	<b>75.1</b>	24.9	
N° 50	0.297	-	-			<b>Proporciones Agregados.</b>
N° 80	0.177	79.9	8.2	<b>83.3</b>	16.7	Agregado Grueso.
N° 100	0.149	-	-			Agregado Fino.
N° 200	0.074	50.4	5.2	<b>88.5</b>	11.5	Fino Malla 200.
-200	-	111.5	11.5	100.0		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Curva granulométrica



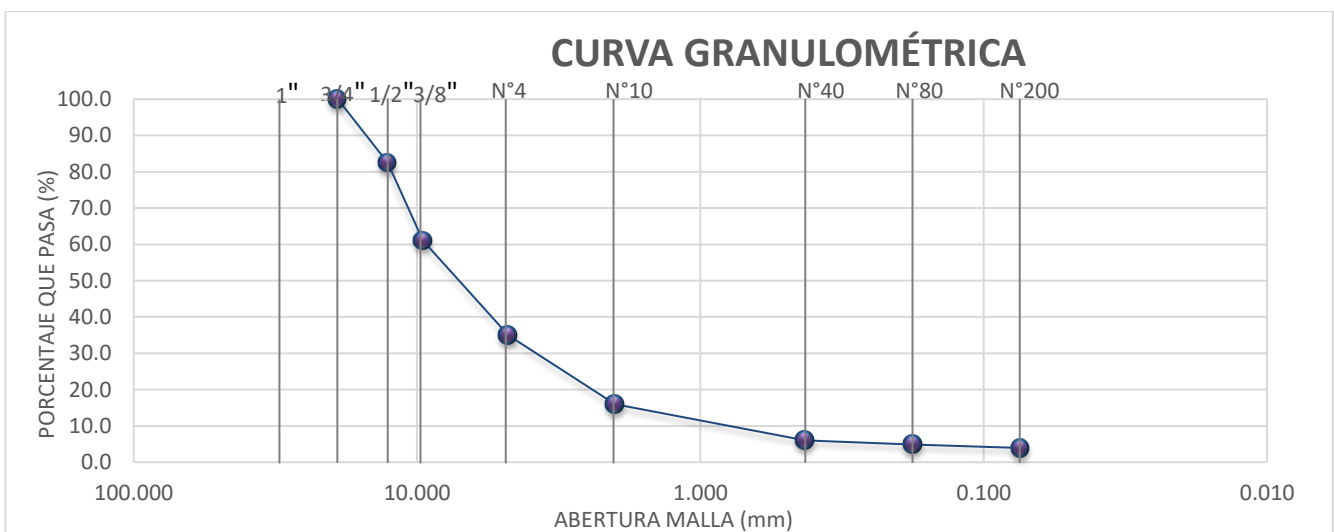
Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Análisis granulométrico de RAP

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa		
1"	25.400	-	-	-	100.0		
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	<b>Calculos.</b>	
1/2"	12.700	246.0	17.6	17.6	82.4	Tara	E-4
3/8"	9.525	300.0	21.4	39.0	61.0	Peso de Tara	750.00 g
1/4"	6.350	-	-	39.0	61.0	Tara + muestra Humeda	2,398.00 g
Nº 4	4.760	366.0	26.1	65.1	34.9	Tara + muestra Seca	2,151.50 g
Nº 6	3.360	-	-			Contenido de Humedad (%) 17.6 %	
Nº 8	2.380	-	-				
Nº 10	2.000	265.8	19.0	84.0	16.0	Muestra Seca	1,401.5 g
Nº16	1.190	-	-			<b>Proporciones Agregados.</b>	
Nº 20	0.840	-	-				
Nº 30	0.590	-	-				
Nº 40	0.426	139.8	10.0	94.0	6.0		
Nº 50	0.297	-	-				
Nº 80	0.177	15.9	1.1	95.1	4.9	Agregado Grueso.	65.1 %
Nº 100	0.149	-	-			Agregado Fino.	34.9 %
Nº 200	0.074	13.0	0.9	96.1	3.9	Fino Malla 200.	0.0 %
-200	-	55.0	3.9	100.0			

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6. Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

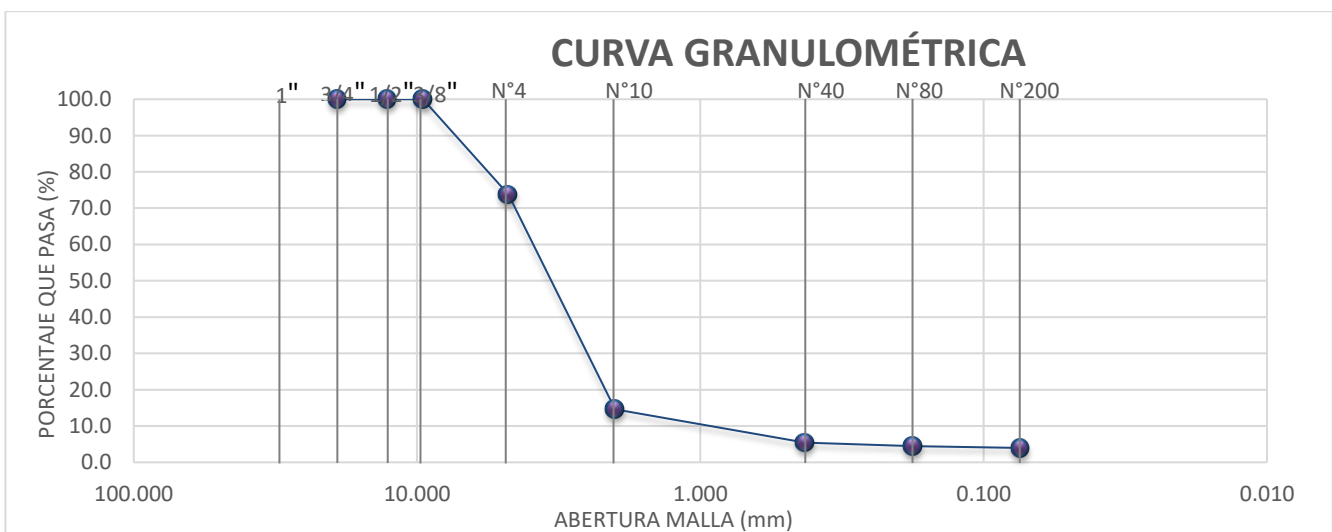


Tabla 13. Análisis granulométrico de RCD

TAMIZ ASTM	ANALISIS GRANULOMÉTRICO						
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa		
1"	25.400	-	-	-	100.0		
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	<b>Calculos.</b>	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0	Tara	E-4
3/8"	9.525	-	-	-	100.0	Peso de Tara	110.30 g
1/4"	6.350	-	-	-	100.0	Tara + muestra Humeda	1,160.80 g
N° 4	4.760	274.0	26.3	26.3	73.7	Tara + muestra Seca	1,153.90 g
N° 6	3.360	-	-			Contenido de Humedad (%) 0.7 %	
N° 8	2.380	-	-				
N° 10	2.000	617.3	59.2	85.4	14.6	Muestra Seca	1,043.6 g
N°16	1.190	-	-				
N° 20	0.840	-	-				
N° 30	0.590	-	-				
N° 40	0.426	96.1	9.2	94.6	5.4		
N° 50	0.297	-	-			<b>Proporciones Agregados.</b>	
N° 80	0.177	9.6	0.9	95.5	4.5	Agregado Grueso.	26.3 %
N° 100	0.149	-	-			Agregado Fino.	73.7 %
N° 200	0.074	5.3	0.5	96.0	4.0	Fino Malla 200.	0.0 %
-200	-	41.3	4.0	100.0			

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7. Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Análisis granulométrico de mezcla 30% de RAP

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					1	2	3	MAC-2	
	ABERT. mm	Grava	Arena triturada	RAP	RCD	% Pasa	% Pasa	% Pasa		
1"	25.400					100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	79.9	100.0	82.4	100.0	92.7	93.7	93.7	80.0	100.0
3/8"	9.525	52.5	100.0	61.0	100.0	83.6	85.9	85.9	70.0	88.0
1/4"	6.350									
N° 4	4.760	8.4	91.9	34.9	73.7	66.5	69.7	68.8	51.0	68.0
N° 6	3.360									
N° 8	2.380									
N° 10	2.000	0.1	54.7	16.0	14.6	37.6	38.3	36.3	38.0	52.0
N°16	1.190									
N° 20	0.840									
N° 30	0.590									
N° 40	0.426		24.9	6.0	5.4	16.7	17.0	16.0	17.0	28.0
N° 50	0.297									
N° 80	0.177		16.7	4.9	4.5	11.5	11.7	11.1	8.0	17.0
N° 100	0.149									
N° 200	0.074		11.5	3.9	4.0	8.1	8.3	7.9	4.0	8.0
-200	-									

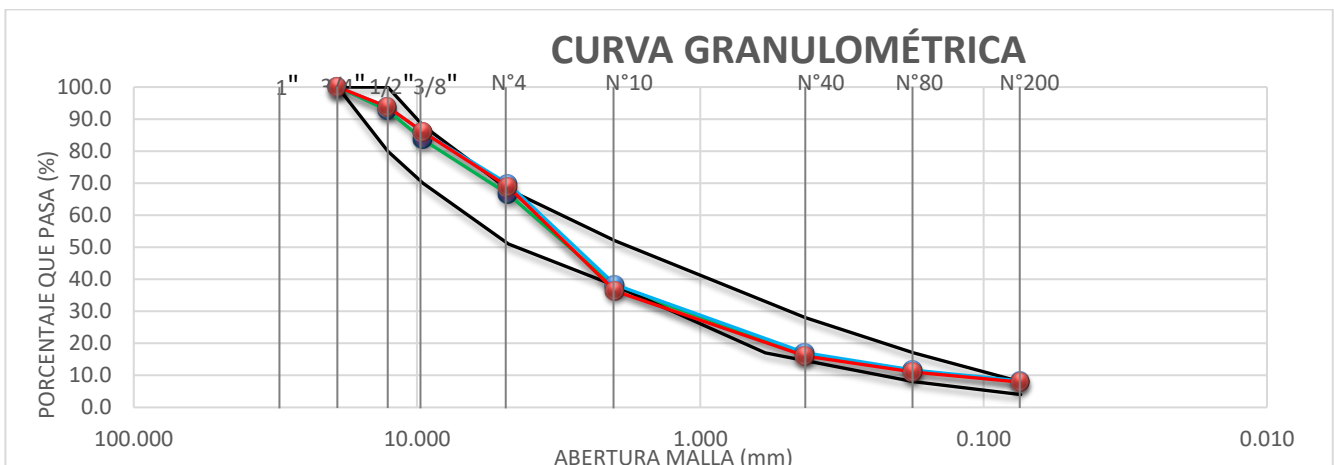
Mezcla de agregados

Mezcla N° 01	10.0	60.0	30.0	0.0
Mezcla N° 02	5.0	60.0	30.0	5.0
Mezcla N° 03	5.0	55.0	30.0	10.0

OK

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8. Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Análisis granulométrico de mezcla 40% de RAP

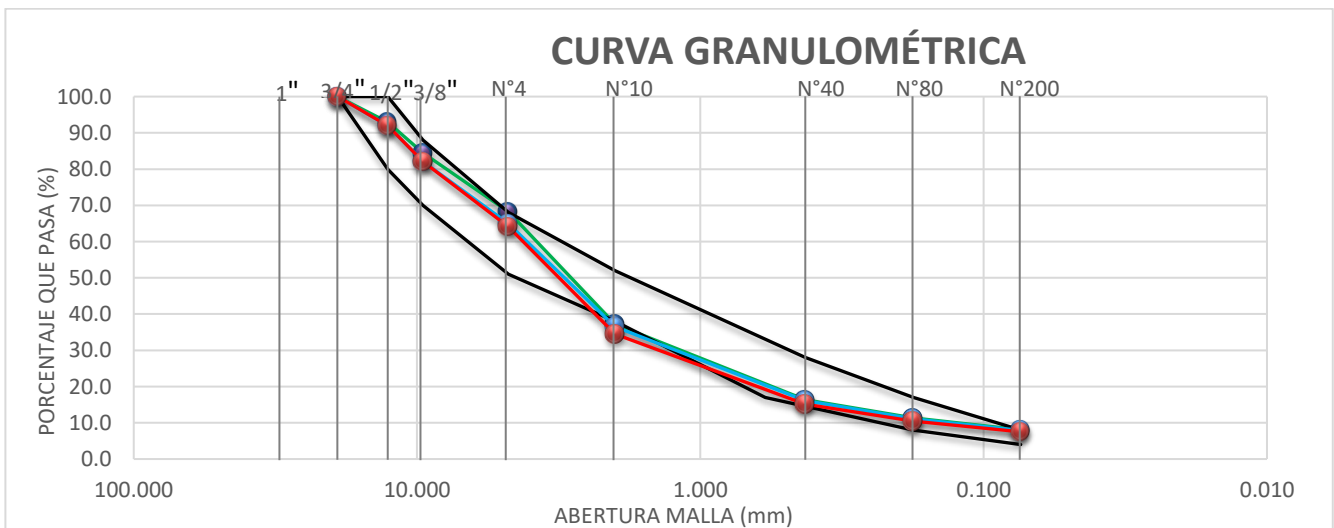
TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					1	2	3	MAC-2	
	ABERT. mm	Grava	Arena triturada	RAP	RCD	% Pasa	% Pasa	% Pasa		
1"	25.400									
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	79.9	100.0	82.4	100.0	93.0	92.0	92.0	80.0	100.0
3/8"	9.525	52.5	100.0	61.0	100.0	84.4	82.0	82.0	70.0	88.0
1/4"	6.350									
N° 4	4.760	8.4	91.9	34.9	73.7	68.2	64.9	64.0	51.0	68.0
N° 6	3.360									
N° 8	2.380									
N° 10	2.000	0.1	54.7	16.0	14.6	37.2	36.5	34.5	38.0	52.0
N°16	1.190									
N° 20	0.840									
N° 30	0.590									
N° 40	0.426		24.9	6.0	5.4	16.3	16.1	15.1	17.0	28.0
N° 50	0.297									
N° 80	0.177		16.7	4.9	4.5	11.3	11.1	10.5	8.0	17.0
N° 100	0.149									
N° 200	0.074		11.5	3.9	4.0	8.1	7.9	7.5	4.0	8.0
-200	-									

Mezcla de agregados

Mezcla N° 01	0.0	55.0	40.0	5.0	OK
Mezcla N° 02	5.0	55.0	40.0	0.0	
Mezcla N° 03	5.0	50.0	40.0	5.0	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9. Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Informe de ensayo Marshall 30% RAP

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados (5.0% G. / 60% A.T. / 30% R.A.P. / 5.0 R.C.D.) Descripción : Porcentaje optimo de diseño MAC												
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)												
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 20	No 40	No 50	No 80	No 100	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.7	85.9	69.7	38.3	--	16.7	--	11.5	--	8.3
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	--	14 - 25	--	8 - 17	--	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	4	5	6	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				28.62	28.62	28.62	28.62	28.62	28.62		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				65.93	65.93	65.93	65.93	65.93	65.93		
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.025	1.025	1.025	1.025	1.025	1.025		
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350		
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.666	2.666	2.666	2.666	2.666	2.666		
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc											
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc											
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc											
11	Altura promedio de la briqueeta cm											
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)				1204.8	1198.3	1209.3	1199.9	1210.0	1205.7		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60' (gr)				1206.2	1200.1	1210.7	1201.2	1212.4	1207.0		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)				703.8	701.4	706.1	701.2	706.5	705.7		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc) = (13-14)				502.4	498.6	504.6	500.0	505.9	501.3		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta = (12/15)				2.398	2.403	2.396	2.400	2.392	2.405	<b>2.399</b>	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.464	2.464	2.464	2.464	2.464	2.464		
18	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				2.7	2.5	2.7	2.6	2.9	2.4	<b>2.6</b>	3-5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77		
22	% de Asfalto Efectivo				3.78	3.78	3.78	3.78	3.78	3.78		
23	Relación Polvo/Asfalto				0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	<b>0.5</b>	0.6 - 1.3
24	V.M.A.				11.5	11.3	11.6	11.4	11.7	11.2	<b>11.5</b>	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				76.9	78.3	76.4	77.4	75.1	78.9	<b>77.2</b>	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				19.0	20.0	20.0	20.0	21.0	21.0	<b>20.2</b>	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1175	1218	1282	1247	1140	1196		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1222	1267	1333	1297	1186	1244	<b>1258</b>	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				2574	2533	2667	2594	2259	2369	<b>2499</b>	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Informe de ensayo Marshall 40% RAP

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados (0.0% G. / 60% A.T. / 40% R.A.P. / 0.0 R.C.D.) Descripción : Porcentaje optimo de diseño MAC (Asfalto Modificado con Polímero 6.0%)												
<b>INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)</b>												
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 20	No 40	No 50	No 80	No 100	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	84.4	68.2	37.2	--	16.3	--	11.3	--	8.1
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	--	14 - 25	--	8 - 17	--	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	4	5	6	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				30.06	30.06	30.06	30.06	30.06	30.06		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				64.49	64.49	64.49	64.49	64.49	64.49		
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028		
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.174	2.174	2.174	2.174	2.174	2.174		
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.666	2.666	2.666	2.666	2.666	2.666		
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc											
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc											
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc											
11	Altura promedio de la briqueeta cm											
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)				1200.5	1201.7	1210.2	1201.3	1199.7	1200.0		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60" (gr)				1202.1	1203.2	1212.1	1202.1	1201.9	1202.5		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)				698.0	699.1	704.0	696.9	699.5	697.7		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc) = (13-14)				504.1	504.1	508.1	505.2	502.4	504.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta = (12/15)				2.382	2.384	2.382	2.378	2.388	2.377	<b>2.382</b>	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.428	2.428	2.428	2.428	2.428	2.428		
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				1.9	1.8	1.9	2.1	1.7	2.1	<b>1.9</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.487	2.487	2.487	2.487	2.487	2.487		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.635	2.635	2.635	2.635	2.635	2.635		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32		
22	% de Asfalto Efectivo				3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25		
23	Relación Polvo/Asfalto				0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	<b>0.4</b>	0.6 - 1.3
24	V.M.A.				9.5	9.4	9.4	9.6	9.2	9.6	<b>9.5</b>	14
25	% Vacios llenos con C.A.				79.7	80.5	79.8	78.5	82.0	78.1	<b>79.8</b>	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				22.0	22.0	23.0	23.0	22.0	22.0	<b>22.3</b>	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1031	1054	1116	1088	1032	1072		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1072	1096	1161	1132	1073	1115	<b>1108</b>	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				1949	1992	2019	1968	1951	2027	<b>1984</b>	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. *Ensayo de gravedad específica teórica máxima (ASTM D2041)*

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)					
<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>					
MUESTRA Nº	Mezcla 30% RAP	Mezcla 40% RAP			
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0			
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8191.0	8191.0			
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7697.0	7692.5			
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	<b>8914.0</b>	<b>8903.0</b>			
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	<b>1217.0</b>	<b>1210.5</b>			
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	494.0	498.5			
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	<b>2.464</b>	<b>2.428</b>			
CONTENIDO %C.A.	5.45	5.45			

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 6

### PANEL FOTOGRÁFICO

#### RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN



Figura 1.



Figura 2.

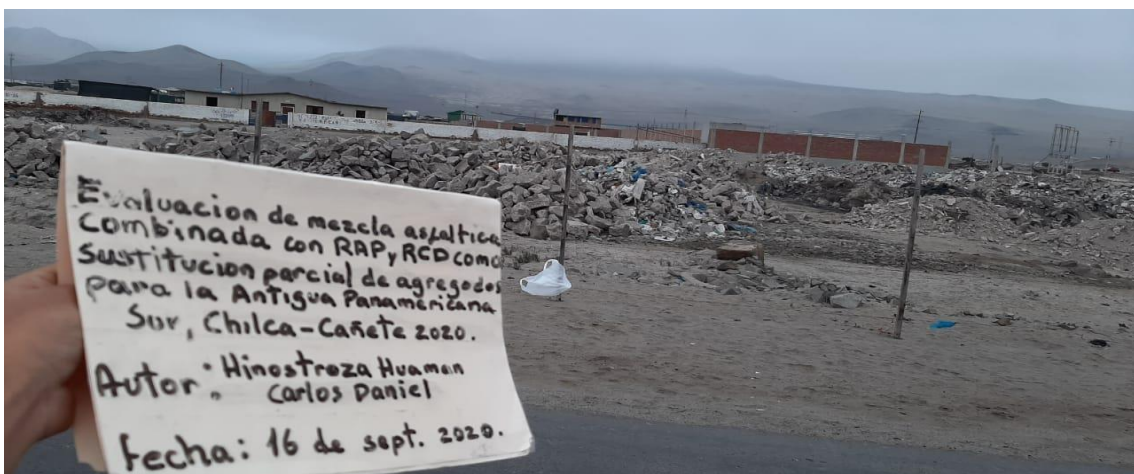


Figura 3.



Figura 4.



Figura 5.



Figura 6.



## EXTRACCIÓN DEL PAVIMENTO DE ASFALTO RECICLADO DE LA ZONA DE ESTUDIO



*Figura 7.*



*Figura 8.*



Figura 9.



Figura 10.



Figura 11.

## ENSAYO DE LABORATORIO

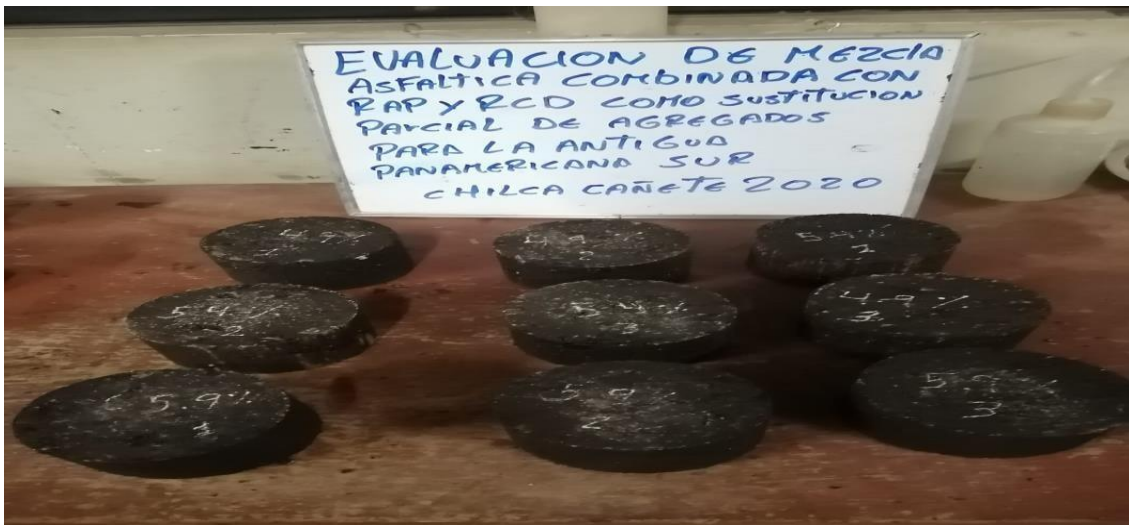


Figura 12. Briquetas con porcentajes de asfalto para la muestra patrón.



Figura 13. Asfalto reciclado.



Figura 14. RACE mezcla patrón.



Figura 15. Prensa Marshall de mezcla patron.

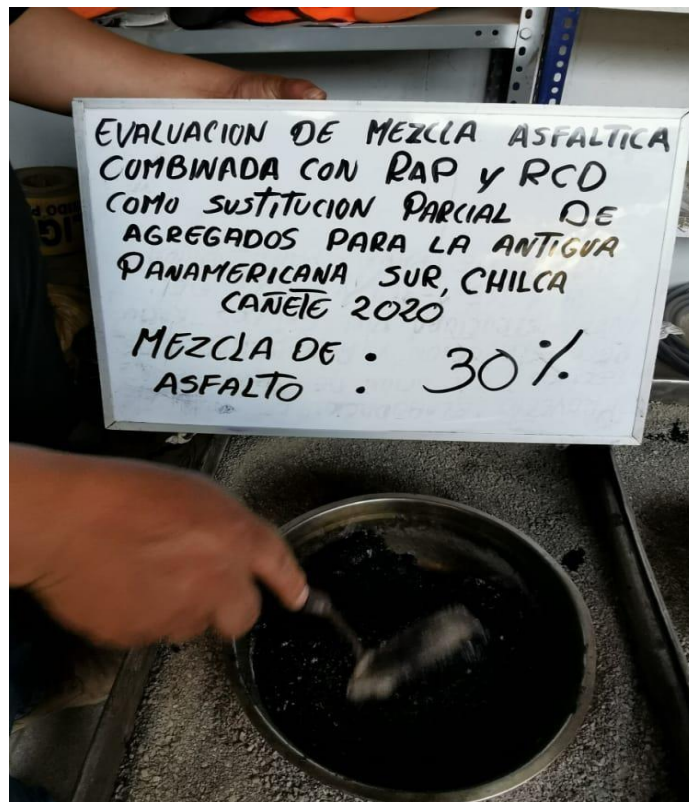


Figura 16. Mezcla asfaltica con 30% de RAP



Figura 17. RACE mezcla con 30% de RAP



Figura 18. Briquetas con porcentajes de asfalto para la muestra patrón.

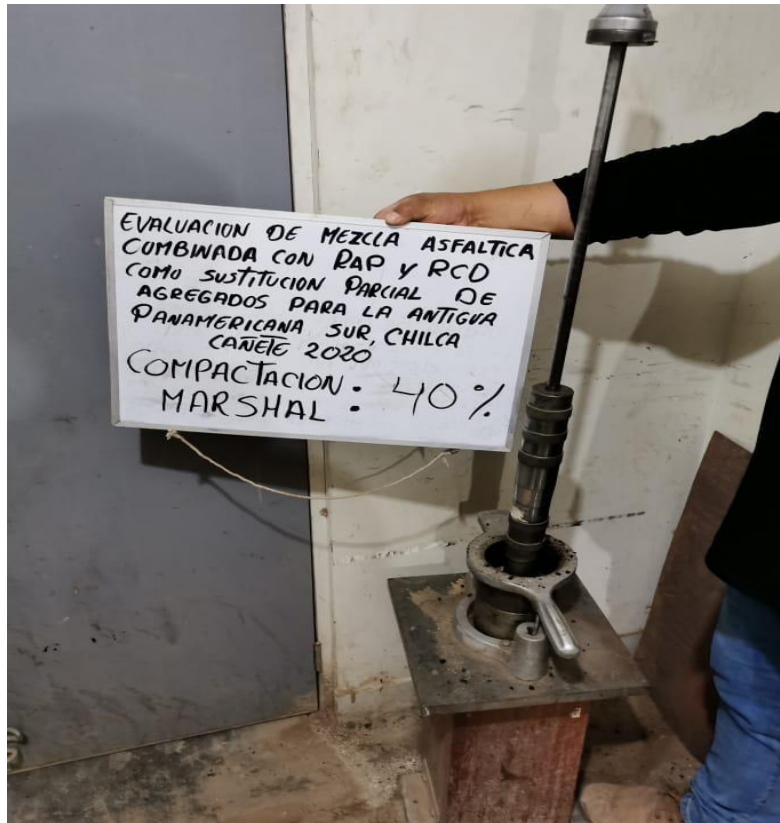


Figura 19. Compactación Marshall con 40% de RAP y RCD

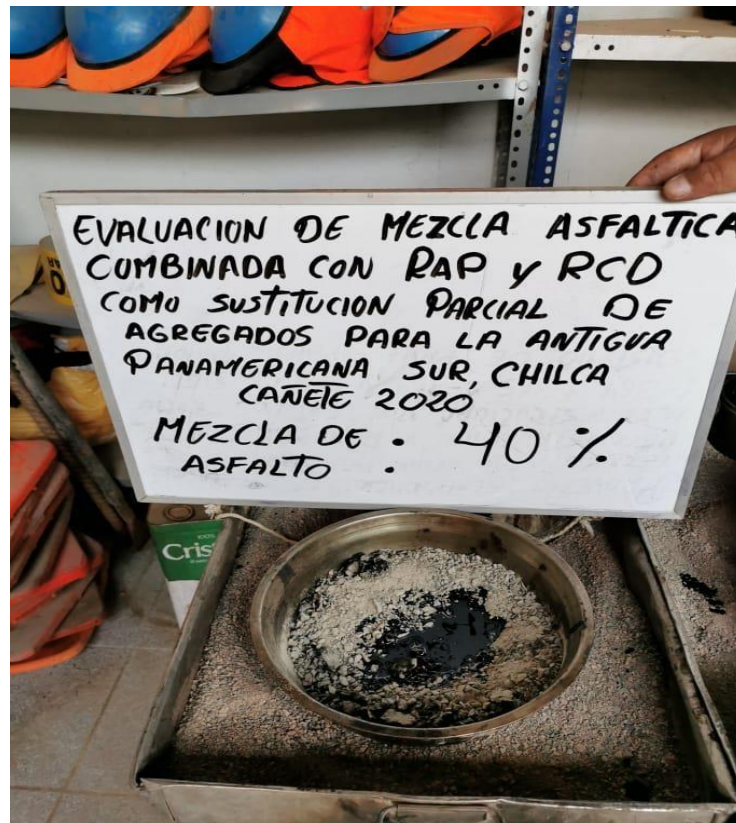


Figura 20. Mezcla asfáltica con 40% de RAP y RCD

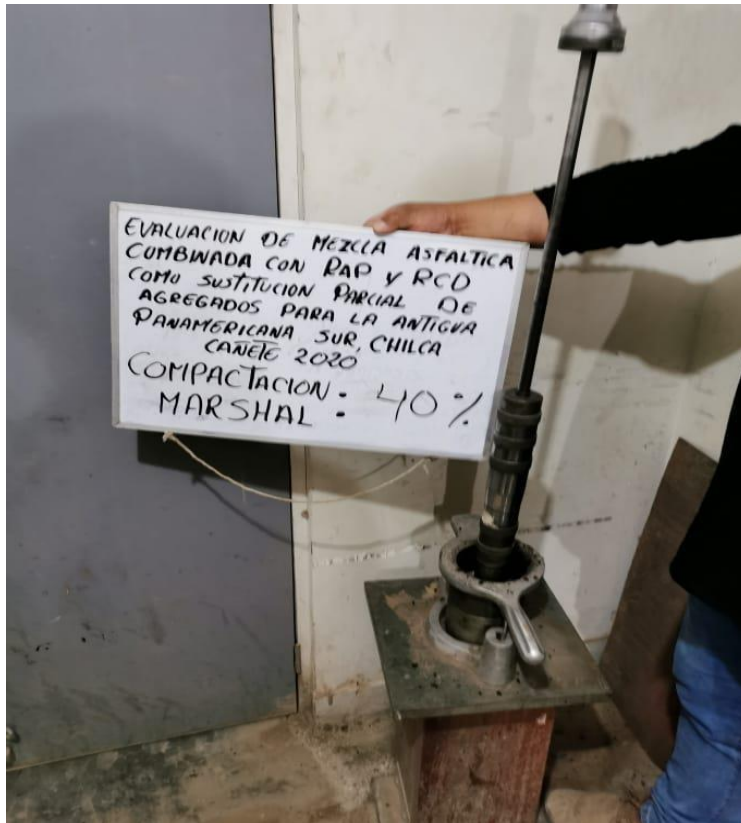


Figura 21. Compactación Marshall con 40% de RAP y RCD



Figura 22. Briquetas con RAP y RCD

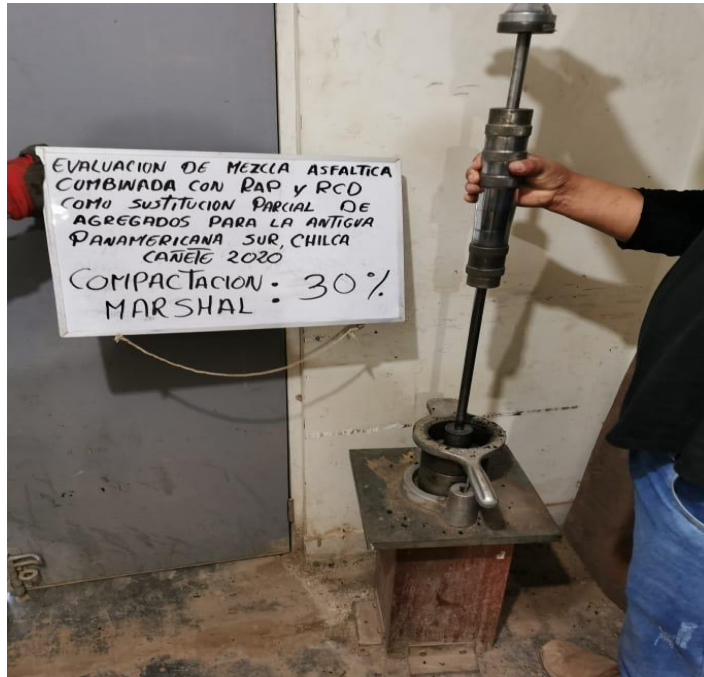


Figura 23. Compactación Marshall con 30% de RAP Y RCD



Figura 24. RACE mezcla con 40% de RAP y RCD



# ANEXO 7

## CERTIFICADOS DE LABORATORIO



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

**TESIS** : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020  
**SOLICITANTE** : Hinostroza Huaman Carlos Daniel

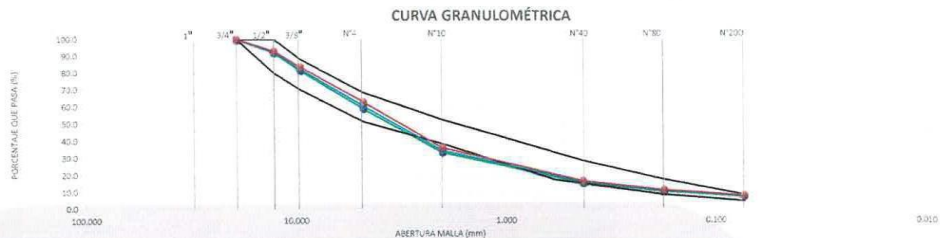
**UBICACIÓN** : Chilca - Cañete  
**FECHA** : 29 de Setiembre de 2020

### INFORME DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (MTC E 204)

**Cantera** : Glorifino Carapongo

TAMIZ ASTM	ANALISIS GRANULOMÉTRICO				1			2		3		MAC-2	
	ABERT. mm	Grava	Arena triturada	Filler	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa
1"	25.400												
3/4"	19.050	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	79.9	100.0		92.0	92.4	93.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	100.0
3/8"	9.525	52.5	100.0		61.0	62.0	65.4	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	88.0
1/4"	6.350												
N° 4	4.750	8.4	91.9		58.5	60.2	62.7	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	68.0
N° 6	3.350												
N° 8	2.380	0.2	60.1										
N° 10	2.000	0.1	54.7		32.8	35.9	35.6	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	52.0
N° 16	1.190												
N° 20	0.840												
N° 30	0.590												
N° 40	0.425	24.9			15.0	16.4	16.2	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	28.0
N° 50	0.297												
N° 80	0.177	16.7			10.0	10.4	10.8	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	17.0
N° 100	0.149												
N° 200	0.074	11.5			6.9	7.1	7.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	8.0
-200	-												

Mezcla de agregados			
Mezcla N° 01	40.0	60.0	0.0
Mezcla N° 02	28.0	62.0	0.0
Mezcla N° 03	35.0	65.0	0.0



OBSERVACIONES:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

**TESIS** : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020

**SOLICITANTE** : Hinostroza Huaman Carlos Daniel

**UBICACIÓN** : Chilca - Cañete

**FECHA** : 29 de Setiembre de 2020

**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

**Descripción** : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	16.2	10.8	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.9			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.48			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					59.62			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.741			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.721			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1200.8	1197.6	1203.7		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1205.9	1199.5	1205.1		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				699.0	697.2	702.6		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				506.9	502.2	502.5		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.369	2.385	2.395	2.383	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.532			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				6.4	5.8	5.4	5.9	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.728			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.741			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.17			
22	% de Asfalto Efectivo					4.74			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.6			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				17.4	16.9	16.5	16.9	14
25	% Vacios llenos con C.A.				63.2	65.6	67.4	65.4	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				13.0	13.0	12.0	12.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1239	1224	1262		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1289	1272	1312	1291	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3965	3915	4375	4085	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

**TESIS** : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020

**SOLICITANTE** : Hinostroza Huaman Carlos Daniel

**UBICACIÓN** : Chilca - Cañete

**FECHA** : 29 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	16.2	10.8	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.29			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					59.31			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.741			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.721			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueeta cm								
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)				1198.9	1201.3	1202.6		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60' (gr)				1200.3	1202.6	1203.8		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)				700.6	700.3	701.0		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc) = (13-14)				499.7	502.3	502.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta = (12/15)				2.399	2.391	2.392	2.394	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.500			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.0	4.3	4.3	4.2	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.728			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.728			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					-0.04			
22	% de Asfalto Efectivo					5.43			
23	Relacion Filler/Betun					0.7			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				16.8	17.1	17.1	17.0	14
25	% Vacios llenos con C.A.				76.0	74.6	74.7	75.1	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				13.0	14.0	14.0	13.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1297	1258	1235		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1348	1309	1285	1314	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4149	3740	3670	3853	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Eimer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I. P. N. 21982	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 201

TESIS

SOLICITANTE : Hinostrza Huaman Carlos Daniel

UBICACIÓN : Chilca - Cañete

FECHA : 29 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	16.2	10.8	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 65	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.9			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.10			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					59.00			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.741			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.721			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1197.2	1198.9	1196.2		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1197.5	1199.3	1196.8		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				700.3	701.3	699.3		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				497.2	498.0	497.5		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.408	2.407	2.404	2.406	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.487			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				3.2	3.2	3.3	3.2	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.728			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.733			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.07			
22	% de Asfalto Efectivo					5.84			
23	Relacion Filler/Betun					0.8			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				17.0	17.0	17.1	17.0	14
25	% Vacios llenos con C.A.				81.2	81.2	80.6	81.0	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				16.0	16.0	14.0	15.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1217	1232	1224		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1266	1282	1273	1274	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3165	3204	3637	3336	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Emmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210966	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

**TESIS** : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020

**SOLICITANTE** : Hinostroza Huaman Carlos Daniel

**UBICACIÓN** : Chilca - Cañete

**FECHA** : 29 de Setiembre de 2020

---

**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

**Descripción** : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	62.7	35.6	16.2	10.8	7.5
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					6.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					34.92			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					58.68			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.00			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.741			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.721			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1195.0	1192.2	1198.5		
13	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)				1195.2	1192.6	1199.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				697.2	697.2	700.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				498.1	495.5	498.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.399	2.406	2.403	2.403	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.461			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3303)				2.5	2.2	2.4	2.4	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.728			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.724			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					-0.06			
22	% de Asfalto Efectivo					6.46			
23	Relacion Filler/Betun					0.9			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				17.7	17.5	17.6	17.6	14
25	% Vacios llenos con C.A.				85.9	87.3	86.5	86.6	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				16.0	16.0	17.0	16.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				988	999	1030		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1028	1039	1071	1046	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				2569	2598	2520	2563	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto, Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 219926	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

**TESIS** Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020

**SOLICITANTE** : Hinostrza Huaman Carlos Daniel

**UBICACIÓN** : Chilca - Cañete

**FECHA** : 29 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8191.0	8191.0	8191.0	8191.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7710.4	7701.7	7696.0	7692.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8927.0	8925.0	8924.0	8920.0	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1216.6	1223.3	1226.0	1228.0	
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	480.6	489.3	493.0	499.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.532	2.500	2.487	2.461	
CONTENIDO % C.A.	4.90	5.40	5.90	6.40	

Observaciones :

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 219906	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

PROYECTO : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur. Chitica-Cañete 2020

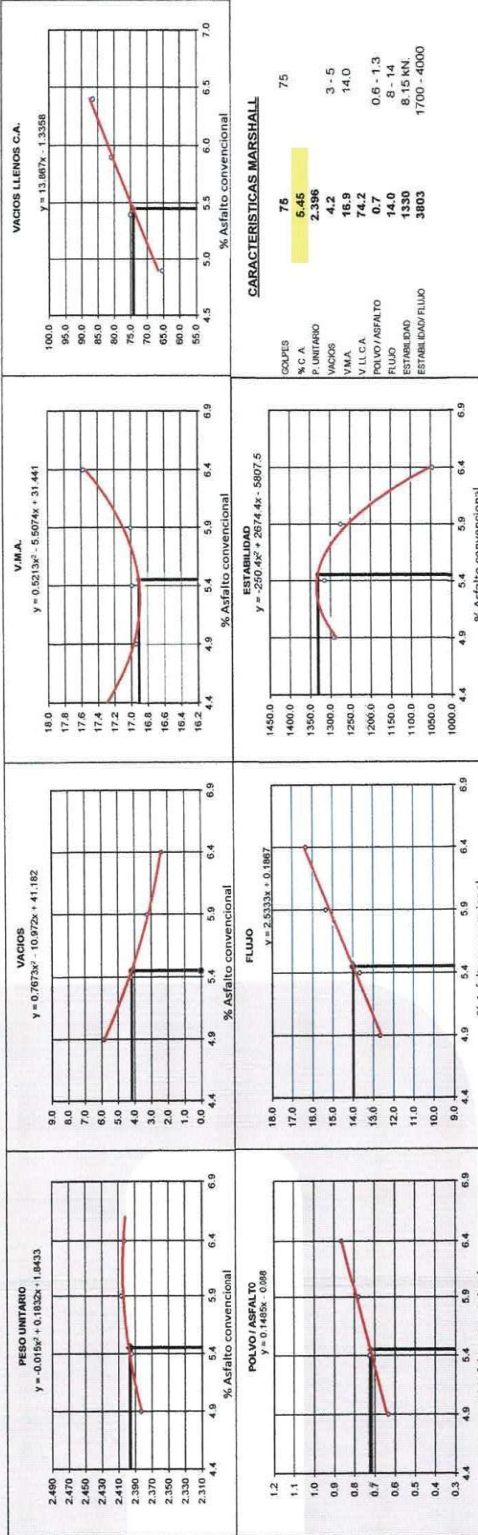
SOLICITANTE : Hinojosa Huaman/Carlos Daniel

UBICACIÓN : Chitica - Cañete

FECHA : 29 de Septiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

**DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO  
CURVAS DE ENERGÍA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE**



**Elaborado por:** 

**Revisado por:** 

**Aprobado por:** 

Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Instituto de Estudios y Desarrollos

**TESIS** : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020

**SOLICITANTE** : Hinostroza Human Carlos Daniel

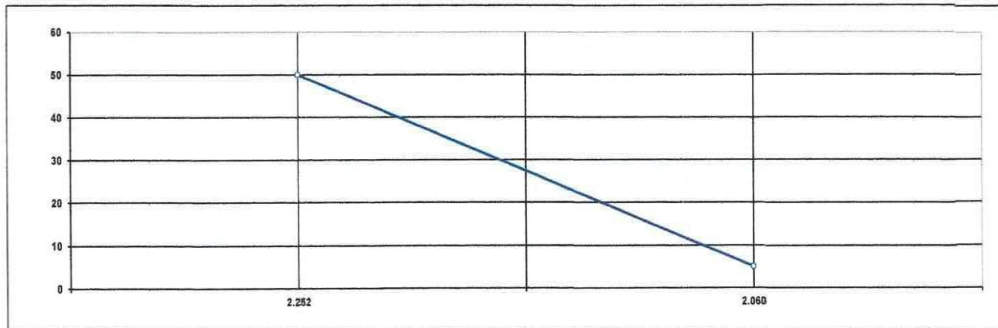
**UBICACIÓN** : Chilca - Cañete

**FECHA** : 29 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

**INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD**



	01	02	03	04
Nº de Muestras	50	50	5	5
Nº de Colores Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1199.2	1197.3	1197.8	1200.1
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1206.4	1204.7	1211.9	1214.9
3.- Peso por Desplazamiento	671.7	675.4	631.7	631.2
4.- Volumen de la Briqueta	534.7	528.3	590.2	583.7
5.- Peso Líquido ( Gr/cc)	2.243	2.262	2.064	2.058
<b>PROMEDIOS</b>	<b>2.252</b>		<b>2.060</b>	

2.252	2.060
60	5

1
0.182
(GEB(50) - GEB(5))

IC =	5.20
------	------

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	<p>MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto</p>  <p>Eimer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N° 210936</p>	<p>MTL GEOTECNIA SAC</p>  <p>CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



**TESIS** : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020

**SOLICITANTE** : Hinostrza Huaman Carlos Daniel

**UBICACIÓN** : Chilca - Cañete

**FECHA** : 29 de Setiembre de 2020

**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

**Descripción** : Diseño MAC (Asfalto convencional)

**INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)**

N° DE PROBETAS	Grupo seco			Grupo húmedo		
	01	02	03	04	05	06
1	10.16	10.15		10.15	10.15	
2	6.67	6.67		6.67	6.66	
3	5.45	5.45		5.45	5.45	
4	1200.1	1203.5		1206.3	1199.0	
5	1200.6	1203.8		1206.7	1199.4	
6	685.0	687.0		691.0	685.0	
7	515.6	516.8		515.7	514.4	
8	2.328	2.329		2.339	2.331	
9	6.8	6.8		6.4	6.7	
10	233	241		182	186	
11	1.00	1.00		1.00	1.00	
12	233	241		182	186	
13	2.2	2.3				
14	78	77				
15	Promedio Estabilidad ( 30 Minutos ) (kg)			237		
16	Promedio Estabilidad ( 24 Horas ) (kg)			184		
17	Resistencia conservada ( % )			78		

Observaciones :

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

**PROYECTO** : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020

**SOLICITANTE** : Hinostrza Huaman Carlos Daniel

**UBICACIÓN** : Chilca - Cañete

**FECHA** : 29 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

**DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE**  
**MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO**  
(RESUMEN)

**1.- Mezcla de agregados (Dosificación)**

Gradación : MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

**2.- Ligante asfáltico**

Tipo de asfalto : PEN 60 / 70  
% óptimo de asfalto residual : 5.45%

**3.- Características marshall modificado**

Parámetros de diseño	-0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.25	5.45	5.65	
PESO UNITARIO kg/m <sup>3</sup>	2,392	2,396	2,400	
VACIOS %	4.7	4.2	3.7	3 - 5
V.M.A. %	16.9	16.9	17.0	14
V. L.L.C.A. %	71.5	74.2	77.0	
POLVO / ASFALTO %	0.7	0.7	0.8	0.6 - 1.3
FLUJO mm	13.5	14.0	14.5	8 - 14
ESTABILIDAD kN	1331.5	1330.5	1309.5	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	3949.0	3803.2	3612.4	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2.2		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		78		75
RESISTENCIA CONSERVADA %		78		80

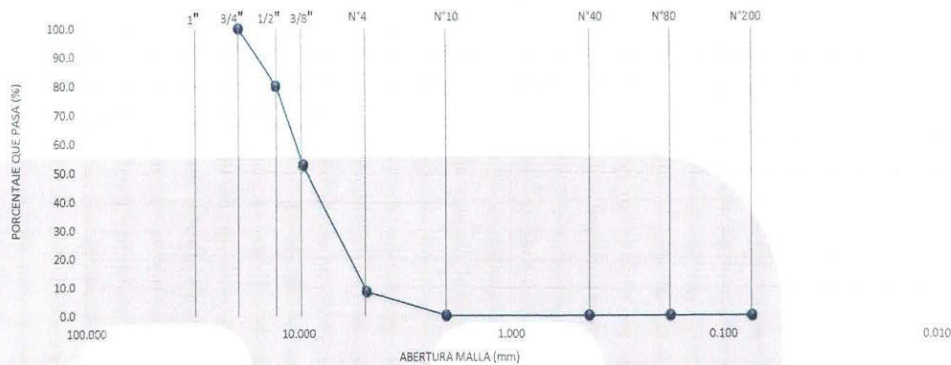
Observaciones:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Eimer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 218906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Tesis : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020  
Solicitante : Hinostroza Huaman Carlos Daniel  
Ubicación de Proyecto : Chilca - Cañete  
Fecha : 29/10/2020

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
	ABERT. mm	Peso. g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.400	-	-	-	100.0	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	Calculos.
1/2"	12.700	490.0	20.1	20.1	79.9	Tara K-7
3/8"	9.525	666.0	27.3	47.5	52.5	Peso de Tara 750.00 g
1/4"	6.350	-	-	-	-	Tara + muestra Humeda 3,198.50 g
N° 4	4.760	1,074.0	44.1	91.6	8.4	Tara + muestra Seca 3,185.50 g
N° 6	3.360	-	-	-	-	Contenido de Humedad (%) 0.53
N° 8	2.380	200.0	8.2	-	-	
N° 10	2.000	4.0	0.2	99.9	0.1	Muestra Seca 2,435.5 g
N°16	1.190	-	-	-	-	
N° 20	0.840	-	-	99.9	0.1	
N° 30	0.590	-	-	-	-	
N° 40	0.426	-	-	99.9	0.1	
N° 50	0.297	-	-	-	-	Proporciones Agregados.
N° 80	0.177	-	-	99.9	0.1	Agregado Grueso. 91.6 %
N° 100	0.149	-	-	-	-	Agregado Fino. 8.4 %
N° 200	0.074	-	-	99.9	0.1	Fino Malla 200. 0.0 %
-200	-	1.5	0.1	100.0	-	

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



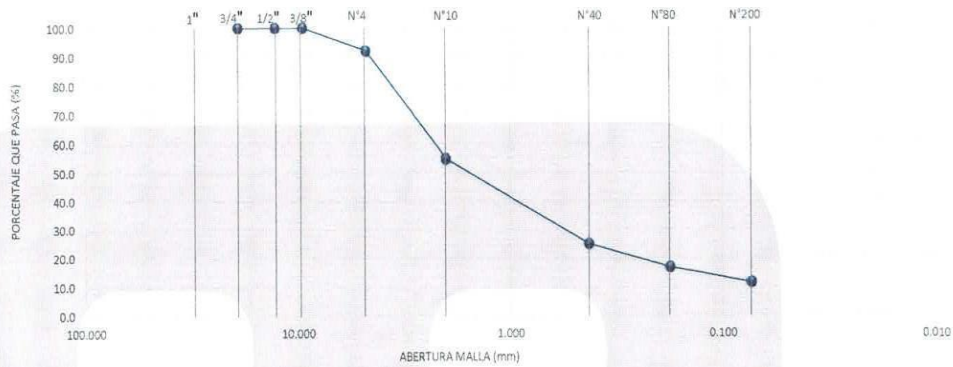
**OBSERVACIONES:**

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Tesis : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020  
Solicitante : Hinostroza Huaman Carlos Daniel  
Cliente :  
Ubicación de Proyecto : Chilca - Cañete  
Fecha : 29/10/2020

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.400	0	-	-	100.0	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	<b>Calculos.</b>
1/2"	12.700	-	-	-	100.0	Tara U-5
3/8"	9.525	-	-	-	100.0	Peso de Tara 116.34 g
1/4"	6.350	-	-	-	100.0	Tara + muestra Humeda 1,094.00 g
N° 4	4.760	78.6	8.1	8.1	91.9	Tara + muestra Seca 1,088.00 g
N° 6	3.360	-	-	-	-	Contenido de Humedad (%) 0.6 %
N° 8	2.380	309.3	31.8	39.9	60.1	
N° 10	2.000	52.2	5.4	45.3	54.7	Muestra Seca 971.7 g
N° 16	1.190	-	-	-	-	
N° 20	0.840	-	-	-	-	
N° 30	0.590	-	-	-	-	
N° 40	0.426	289.8	29.8	75.1	24.9	
N° 50	0.297	-	-	-	-	<b>Proporciones Agregados.</b>
N° 80	0.177	79.9	8.2	83.3	16.7	Agregado Grueso. 8.1 %
N° 100	0.149	-	-	-	-	Agregado Fino. 91.9 %
N° 200	0.074	50.4	5.2	88.5	11.5	Fino Malla 200. 0.0 %
-200	-	111.5	11.5	100.0	-	

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



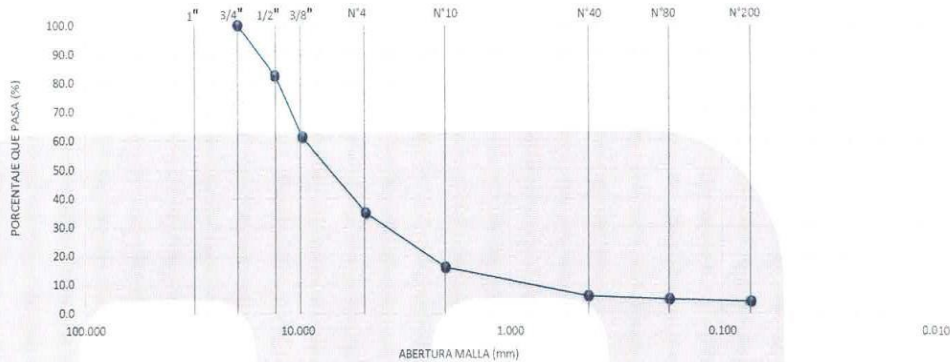
**OBSERVACIONES:**

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



Tesis : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020  
Solicitante : Hinostrza Huaman Carlos Daniel  
Cliente :  
Ubicación de Proyecto : Chilca - Cañete  
Fecha : 29/10/2020

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.400	-	-	-	100.0	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	Calculos.
1/2"	12.700	246.0	17.6	17.6	82.4	Tara E-4
3/8"	9.525	300.0	21.4	39.0	61.0	Peso de Tara 750.00 g
1/4"	6.350	-	-	39.0	61.0	Tara + muestra Humeda 2,398.00 g
N° 4	4.760	366.0	26.1	65.1	34.9	Tara + muestra Seca 2,151.50 g
N° 6	3.360	-	-			Contenido de Humedad (%) 17.6 %
N° 8	2.380	-	-			
N° 10	2.000	265.8	19.0	84.0	16.0	Muestra Seca 1,401.5 g
N° 16	1.190	-	-			
N° 20	0.840	-	-			
N° 30	0.590	-	-			
N° 40	0.426	139.8	10.0	94.0	6.0	
N° 50	0.297	-	-			Proporciones Agregados.
N° 80	0.177	15.9	1.1	95.1	4.9	Agregado Grueso. 65.1 %
N° 100	0.149	-	-			Agregado Fino. 34.9 %
N° 200	0.074	13.0	0.9	96.1	3.9	Fino Malla 200. 0.0 %
-200	-	55.0	3.9	100.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:




Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto y Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 21990	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Tesis : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020  
 Solicitante : Hinostrza Huaman Carlos Daniel  
 Cliente :  
 Ubicación de Proyecto : Chilca - Cañete  
 Fecha : 29/10/2020

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa		
1"	25.400	-	-	-	100.0		
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	Calculos.	
1/2"	12.700	-	-	-	100.0	Tara	E-4
3/8"	9.525	-	-	-	100.0	Peso de Tara	110.30 g
1/4"	6.350	-	-	-	100.0	Tara + muestra Humeda	1,160.80 g
N° 4	4.760	274.0	26.3	26.3	73.7	Tara + muestra Seca	1,153.90 g
N° 6	3.360	-	-	-	-	Contenido de Humedad (%)	0.7 %
N° 8	2.380	-	-	-	-		
N° 10	2.000	617.3	59.2	85.4	14.6	Muestra Seca	1,043.6 g
N°16	1.190	-	-	-	-		
N° 20	0.840	-	-	-	-		
N° 30	0.590	-	-	-	-		
N° 40	0.426	96.1	9.2	94.6	5.4		
N° 50	0.297	-	-	-	-	Proporciones Agregados.	
N° 80	0.177	9.6	0.9	95.5	4.5	Agregado Grueso.	26.3 %
N° 100	0.149	-	-	-	-	Agregado Fino.	73.7 %
N° 200	0.074	5.3	0.5	96.0	4.0	Fino Malla 200.	0.0 %
-200	-	41.3	4.0	100.0	-		



**OBSERVACIONES:**

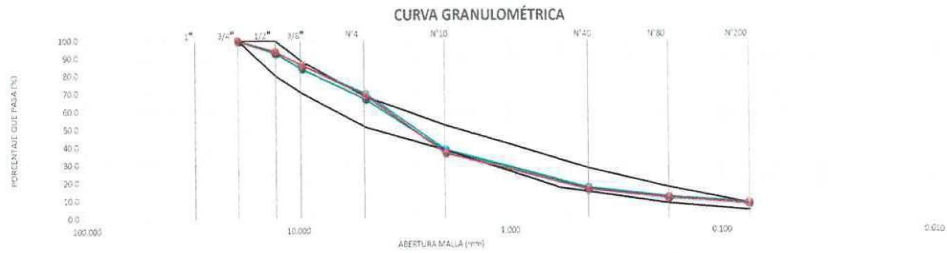
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Lima, Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Lima, Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906	 MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

Tesis : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020  
 Solicitante : Hirostroza Huaman Carlos Daniel  
 Cliente :  
 Ubicación de Proyecto : Chilca - Cañete  
 Fecha : 29/10/2020

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					1	2	3	MAC-2	
	ABERT. mm	Grava	Arena triturada	RAP	RCD	% Pasa	% Pasa	% Pasa		
1"	25.400					100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	79.9	100.0	82.4	100.0	82.7	83.7	83.7	80.0	100.0
3/8"	9.525	52.5	100.0	61.0	100.0	83.0	85.9	85.9	70.0	88.0
1/4"	6.350									
N° 4	4.750	8.4	91.9	34.9	73.7	66.0	68.7	68.8	51.0	68.0
N° 6	3.360									
N° 8	2.380									
N° 10	2.000	0.1	54.7	16.0	14.6	37.4	38.3	39.3	38.0	52.0
N° 16	1.180									
N° 20	0.840									
N° 30	0.590									
N° 40	0.426		24.9	6.0	5.4	16.7	17.0	16.9	17.0	28.0
N° 50	0.297									
N° 80	0.177		16.7	4.6	4.5	11.5	11.7	11.1	8.0	17.0
N° 100	0.149									
N° 200	0.074		11.5	3.9	4.0	8.1	8.3	7.9	4.0	8.0
-200	-									

Mezcla de agregados				
Mezcla N° 01	16.9	69.0	30.0	0.0
Mezcla N° 02	8.4	59.0	30.0	2.9
Mezcla N° 03	8.9	65.0	26.3	10.9

OK



OBSERVACIONES:

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto, Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N° 212946</p>	 <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Tesis : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020

Solicitante : Hinostriza Huaman Carlos Daniel

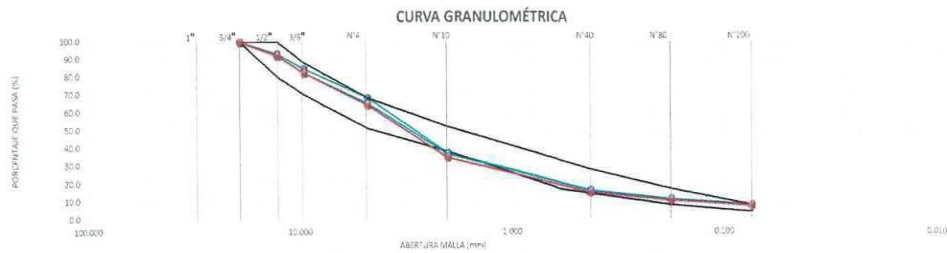
Cliente :

Ubicación de Proyecto : Chilca - Cañete


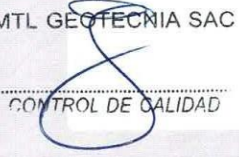
Fecha : 29/10/2020

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					1	2	3	MAC-2	
	ABERT. mm	Grava	Arena triturada	RAP	RCD	% Pasa	% Pasa	% Pasa		
1"	25.400					100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	53.0	82.0	82.0	80.0	100.0
1/2"	12.700	79.9	100.0	82.4	100.0	84.4	82.0	82.0	70.0	88.0
3/8"	9.525	52.5	100.0	61.0	100.0					
1/4"	6.350									
N° 4	4.750	8.4	91.9	34.9	73.7	98.2	64.9	64.0	51.0	69.0
N° 6	3.360									
N° 8	2.380									
N° 10	2.000	0.1	54.7	16.0	14.6	37.2	36.5	34.8	38.0	52.0
N° 16	1.190									
N° 20	0.840									
N° 30	0.590									
N° 40	0.428		24.9	6.0	5.4	16.3	16.1	16.1	17.0	28.0
N° 50	0.297									
N° 80	0.177		16.7	4.9	4.5	11.3	11.1	10.3	8.0	17.0
N° 100	0.149									
N° 200	0.074		11.5	3.9	4.0	8.1	7.9	7.6	4.0	8.0
-200	-									

Mezcla de agregados					
Mezcla N° 01	6.2	95.0	40.0	8.0	OK
Mezcla N° 02	6.0	95.0	40.0	8.0	
Mezcla N° 03	6.0	95.0	40.0	8.0	



OBSERVACIONES:




Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 219905</p>	 <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>



TESIS : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cafete 2020  
SOLICITANTE : Hinostraza Huaman Carlos Daniel  
UBICACIÓN DE PROYECTO : Chilca - Cafete  
FECHA : 28/10/2020  
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Identificación : Mezcla de agregados (5.0% G. / 60% A.T. / 30% R.A.P. / 5.0 R.C.D.)  
Descripción : Porcentaje óptimo de diseño MAC

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	3/2"	3/8"	No 4	No 10	No 20	No 40	No 50	No 80	No 100	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.7	85.9	69.7	38.3	--	15.7	--	11.5	--	8.3
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	--	14 - 25	--	8 - 17	--	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	4	5	6	PROMEDIO	ESPELLE
1	% C.A. en peso de la Mezcla											
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla											
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla											
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla											
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc											
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc											
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc											
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc											
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc											
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc											
11	Altura promedio de la briqueta cm											
12	Peso de la briqueta al aire (gr)											
13	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)											
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)											
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)											
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)											
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)											
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)											
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total											
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total											
21	Asfalto Absorbido por el Agregado											
22	% de Asfalto Efectivo											
23	Relación Polvo/Asfalto											
24	V.M.A.											
25	% Vacios (lenos con C.A.)											
26	Flujo 0,01 (0,25 mm)											
27	Estabilidad sin corregir (kg)											
28	Factor de estabilidad											
29	Estabilidad Corregida 27 * 28											
30	Estabilidad / Flujo											

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>Emilio Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N° 219908</p>	 <p>CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cafete 2020

SOLICITANTE : Hinostrza Huaman Carlos Daniel


UBICACIÓN DE PROYECTO : Chilca - Cafete

FECHA : 29/10/2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Identificación : Mezcla de agregados (0.0% G. / 60% A.T. / 40% R.A.P. / 0.0 R.C.D.)  
Descripción : Porcentaje óptimo de diseño MAC (Asfalto Modificado con Polímero 6.0%)

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)**

TAMICES ASTM	1"	3/4"	3/2"	3/8"	No 4	No 10	No 20	No 40	No 50	No 60	No 100	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	84.4	68.2	37.2	—	16.3	—	11.3	—	8.1
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	—	14 - 25	—	8 - 17	—	4 - 8
BRQUETA N°	1	2	3	4	5	6	PROMEDIO	ESPECIF.				
1 % C.A. en Peso de la Mezcla	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45						
2 % Grava > N°4 en peso de la Mezcla	30.06	30.06	30.06	30.06	30.06	30.06						
3 % Arena < N°4 en peso de la Mezcla	64.49	64.49	64.49	64.49	64.49	64.49						
4 % Cemento Portland en peso de la Mezcla	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
5 Peso Específico Aparente del C.A. (Asarrete) gr/cc	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028						
6 Peso Específico de la Grava < N°4 (Bulk) gr/cc	2.174	2.174	2.174	2.174	2.174	2.174						
7 Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc	2.666	2.666	2.666	2.666	2.666	2.666						
8 Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc												
9 Peso Específico de la Grava > N°4 (Asarrete) gr/cc												
10 Peso Específico de la Arena < N°4 (Asarrete) gr/cc												
11 Altura promedio de la briqueta cm												
12 Peso de la briqueta al aire (gr)	1200.5	1201.7	1210.2	1201.3	1199.7	1200.0						
13 Peso de la briqueta al agua por 60° (gr)	1202.1	1203.2	1212.1	1202.1	1201.9	1202.5						
14 Peso de la briqueta desplazada (gr)	696.0	699.1	704.0	696.5	699.5	697.7						
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	504.1	504.1	508.1	505.2	502.4	504.8						
16 Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.382	2.384	2.382	2.378	2.388	2.377	<b>2.382</b>					
17 Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)	2.428	2.428	2.428	2.428	2.428	2.428						
18 % de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)	1.9	1.8	1.9	2.1	1.7	2.1	<b>1.9</b>					3 - 5
19 Peso Específico Bulk Agregado Total	2.487	2.487	2.487	2.487	2.487	2.487						
20 Peso Específico Efectivo Agregado total	2.635	2.635	2.635	2.635	2.635	2.635						
21 Asfalto Absorbido por el Agregado	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32						
22 % de Asfalto Efectivo	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25						
23 Relación Polvo/Asfalto	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4				<b>0.4</b>		0.6 - 1.3
24 V.M.A.	9.5	9.4	9.4	9.6	9.2	9.6				<b>9.5</b>		14
25 % Vacíos llenos con C.A.	79.7	80.5	79.8	78.5	82.0	78.1	<b>79.8</b>					
26 Flujo 0.01 (0.25 mm)	22.0	22.0	23.0	23.0	22.0	22.0	<b>22.3</b>					8 - 14
27 Estabilidad sin corregir (kg)	1031	1054	1116	1088	1032	1072						
28 Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04						
29 Estabilidad Corregida 27 * 28	1072	1096	1161	1132	1073	1115	<b>1108</b>					MDN 815
30 Estabilidad / Flujo	1949	1962	2019	1968	1951	2027	<b>1984</b>					1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>MTL GEOTECNIA SAC Ingeniero Civil Elmer Moreno Huaman C.I.P. N° 210608</p>	 <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TESIS : Evaluación de mezcla asfáltica combinada con RAP y RCD como sustitución parcial de agregados para la Antigua Panamericana Sur, Chilca-Cañete 2020  
 SOLICITANTE : Hinostrza Huaman Carlos Daniel  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Chilca - Cañete  
 FECHA : 29/10/2020

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Identificación :  
 Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	Mezcla 30% RAP	Mezcla 40% RAP			
1- PESO DEL FRASCO	8047.0	8047.0			
2- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8191.0	8191.0			
3- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7697.0	7692.5			
4- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8914.0	8903.0			
5- PESO NETO DE LA MUESTRA	1217.0	1210.5			
6- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	494.0	498.5			
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.464	2.428			
CONTENIDO % C.A.	5.45	5.45			

Observaciones :

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S A C Suelos, Concreto, Asfalto Eliner Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I. N° 219905	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

# CERTIFICADO DEL LABORATORIO

## Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

### TEST & CONTROL S.A.C.

#### Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemos N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (GALA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

## ANEXO 8

# CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS

## Certificados del horno



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

**SOLICITANTE :** MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

**EQUIPO :** HORNO  
Marca : GEMMY  
Modelo : YCO-010  
N° de Serie : 510847  
Tipo de Ventilación : Turbulencia  
Procedencia : ALEMANIA  
Identificación : NO INDICA  
**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** TERMÓMETRO DIGITAL  
Marca : No Indica  
Alcance : 1°C a 250°C  
Resolución : 1 °C  
**TIPO DE CONTROLADOR :** DIGITAL  
Marca : No Indica  
Alcance : 1°C a 250°C  
Resolución : 1 °C  
Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25  
Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

#### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

#### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

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

#### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO G/ MUESTRAS CLIENTE

Tiempo (hh:mm)	Termómetro Homó (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> <sup>(1)</sup> (°C)	T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,6	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T. PROM <sup>(1)</sup>	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T. MAX <sup>(2)</sup>	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T. MIN <sup>(3)</sup>	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4		
DTT <sup>(4)</sup>	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4		

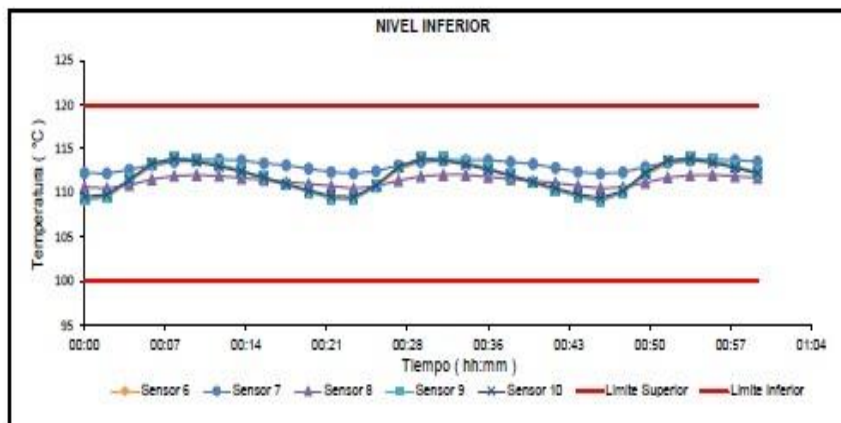
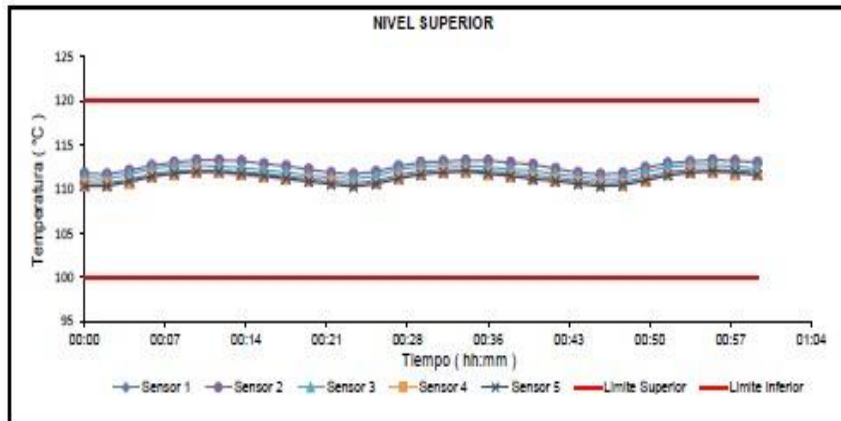
Certificado : TC - 4371 - 2020

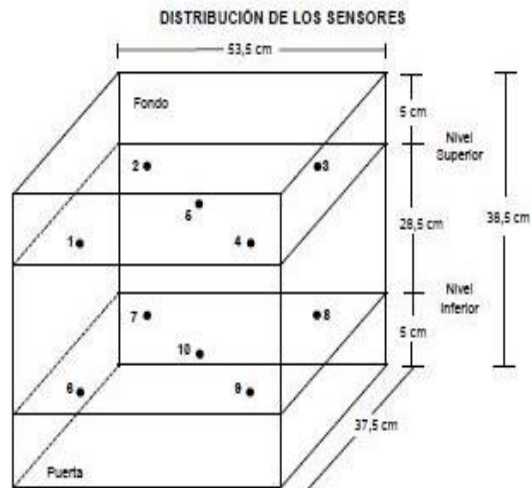
Página : 3 de 5

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor ( °C )	Incertidumbre Expandida ( °C )
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida ( ± )	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

**FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO**





Certificado : TC - 4371 - 2020

Página : 5 de 5

#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las Indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  máx. DTT.

#### INCERTIDUMBRE

La Incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la Incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



# Certificados de la balanza 220 g



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4372 - 2020

PROFORMA : 1008A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** BALANZA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : DENVER INSTRUMENT  
Modelo : AA-250  
N° de Serie : B032815  
Capacidad Máxima : 220 g  
Resolución : 0,0001 g  
División de Verificación : 0,001 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 0,1 g  
Procedencia : U.S.A.  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado de Calibración  
TC - 4372 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

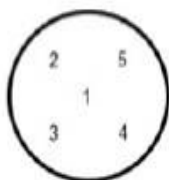
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	22,0 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	110,0000	110,0018	-	1,8	1	220,0000	220,0020	-	2,0
2		110,0016	-	1,6	2		220,0019	-	1,9
3		110,0016	-	1,6	3		220,0016	-	1,6
4		110,0018	-	1,8	4		220,0016	-	1,6
5		110,0016	-	1,6	5		220,0018	-	1,8
6		110,0016	-	1,6	6		220,0016	-	1,6
7		110,0016	-	1,6	7		220,0018	-	1,8
8		110,0018	-	1,8	8		220,0016	-	1,6
9		110,0018	-	1,8	9		220,0018	-	1,8
10		110,0018	-	1,8	10		220,0017	-	1,7
Emáx - Emin   (mg)				0,2	Emáx - Emin   (mg)				0,4
error máximo permitido (±mg)				2,0	error máximo permitido (±mg)				3,0



Certificado de Calibración  
TC - 4372 - 2020



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,1 °C
Humedad Relativa	84 %	84 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,0100	0,0100	-	0,0	70,0000	70,0015	-	1,5	1,5	2,0
2		0,0100	-	0,0		70,0015	-	1,5	1,5	
3		0,0100	-	0,0		70,0018	-	1,8	1,8	
4		0,0100	-	0,0		70,0018	-	1,8	1,8	
5		0,0100	-	0,0		70,0015	-	1,5	1,5	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	83 %	83 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,0100	0,0100	-	0,0						
0,1000	0,1000	-	0,0	0,0	0,1000	-	0,0	0,0	1,0
1,0000	1,0000	-	0,0	0,0	1,0000	-	0,0	0,0	1,0
10,0000	9,9999	-	-0,1	-0,1	9,9999	-	-0,1	-0,1	1,0
50,0001	50,0018	-	1,5	1,5	50,0018	-	1,7	1,7	1,0
70,0001	70,0015	-	1,4	1,4	70,0012	-	1,1	1,1	2,0
100,0003	100,0018	-	1,3	1,3	100,0012	-	0,9	0,9	2,0
110,0003	110,0011	-	0,8	0,8	110,0008	-	0,3	0,3	2,0
150,0004	150,0018	-	1,2	1,2	150,0018	-	1,4	1,4	2,0
200,0004	200,0013	-	0,9	0,9	200,0013	-	0,9	0,9	2,0
220,0004	220,0012	-	0,8	0,8	220,0010	-	0,6	0,6	3,0

Donde:

I : Indicación de la balanza      ΔL : Carga adicional      Eo : Error en cero  
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)      E : Error del instrumento      Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	: $R_{\text{corregida}} = R - 9,80 \times 10^{-6} \times R$
Incertidumbre Expandida	: $U_{95} = 2 \times \sqrt{4,29 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 2,10 \times 10^{-10} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
La indicación de la balanza fue de 220,0121 g para una carga de valor nominal 220 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



# Certificados de la prensa Marshall



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-4374-2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

### INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA MARSHALL

Marca : NO INDICA  
Modelo : NO INDICA  
N° Serie : NO INDICA  
Intervalo de indicación : 5000 Kg  
Resolución : 0,1 Kg

### CELDA DE CARGA

Marca : Keli  
Modelo : A-FED  
Serie : 5X70836  
Procedencia : NO INDICA  
Código de Identificación : NO INDICA  
Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

### METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,9°C	20,1°C
HUMEDAD RELATIVA	43,0%	44,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

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

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
C.F.P. N° 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

Informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	LM-0033-2019

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Indicación del Equipo ( Kg )	Lectura Convencionalmente Verdadera ( Kg )	Error ( Kg )	Incertidumbre ( Kg )
500,0	485,0	15,0	0,1
1000,0	974,5	25,5	0,1
1500,0	1437,5	62,5	0,1
2000,0	1945,3	54,7	0,1
2500,0	2464,6	35,4	0,1
3000,0	2965,3	34,7	0,1
3500,0	3465,7	34,3	0,1
4000,0	3945,5	54,5	0,1
4500,0	4435,6	64,2	0,1
5000,0	4946,3	53,7	0,1

**OBSERVACIONES.**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**FIN DEL DOCUMENTO**

# Certificados de la balanza 2200 g



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1008A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** BALANZA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : SARTORIUS  
Modelo : LC2201S  
N° de Serie : 50310007  
Capacidad Máxima : 2200 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 5 g  
Procedencia : ALEMANIA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado de Calibración  
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,0 °C	21,0 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emin   (mg)				12	Emáx - Emin   (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300







ANEXO 9

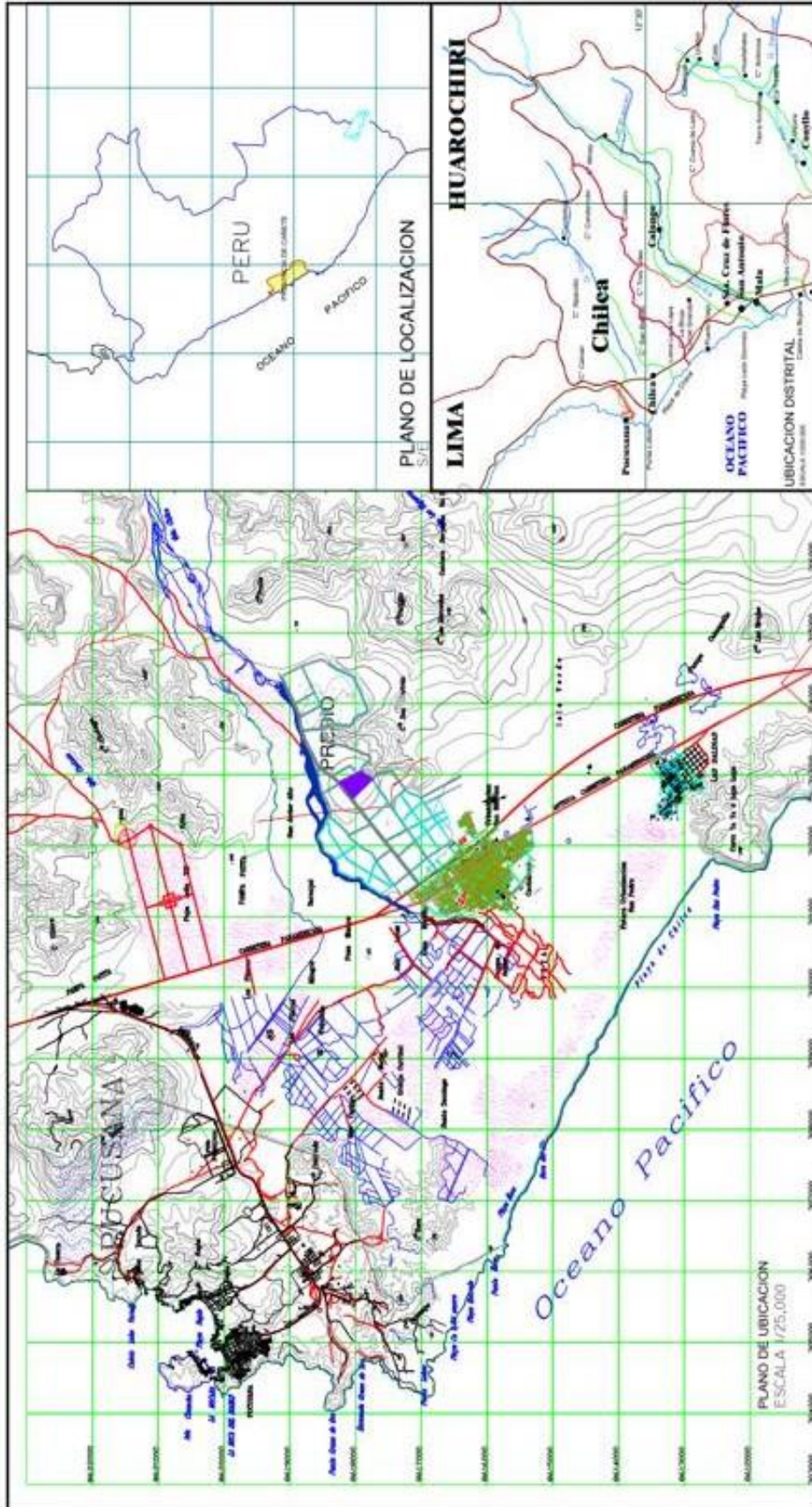
RECIBO DEL PAGO REALIZADO POR LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

<b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> RUC: 20600375262 EB01-27					
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : <b>24/11/2020</b> Señor(es) : <b>CARLOS DANIEL HINOSTROZA HUAMAN</b> DNI : <b>72298977</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b> Observación :							
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario(+)</b>	<b>Descuento(+)</b>	<b>Importe de Venta(**)</b>	<b>ICBPER</b>	
1.00	UNIDAD	50% DE ADELANTO , ENSAYOS DE LABORATORIO , EVALUACION DE MEZCLA ASFALTICA COMBINADA CON RAP Y RCD COMO SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADOS	1970.34	0.00	2,325.00	0.00	
Otros Cargos :						S/0.00	
Otros Tributos :						S/0.00	
ICBPER :						S/ 0.00	
Importe Total :						S/2,325.00	
<b>SON: DOS MIL TRESCIENTOS VEINTICINCO Y 00/100 SOLES</b>							
(*) Sin impuestos.			Op. Gravada :				S/ 1,970.34
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.			Op. Exonerada :				S/ 0.00
				Op. Inafecta :		S/ 0.00	
				ISC :		S/ 0.00	
				IGV :		S/ 354.66	
				ICBPER :		S/ 0.00	
				Otros Cargos :		S/ 0.00	
				Otros Tributos :		S/ 0.00	
				Importe Total :		S/ 2,325.00	
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.							

<b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> RUC: 20600375262 EB01-28					
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : <b>24/11/2020</b> Señor(es) : <b>CARLOS DANIEL HINOSTROZA HUAMAN</b> DNI : <b>72298977</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b> Observación :							
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario(+)</b>	<b>Descuento(+)</b>	<b>Importe de Venta(**)</b>	<b>ICBPER</b>	
1.00	UNIDAD	50% RESTANTE , ENSAYOS DE LABORATORIO , EVALUACION DE MEZCLA ASFALTICA COMBINADA CON RAP Y RCD COMO SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADOS.	1970.34	0.00	2,325.00	0.00	
Otros Cargos :						S/0.00	
Otros Tributos :						S/0.00	
ICBPER :						S/ 0.00	
Importe Total :						S/2,325.00	
<b>SON: DOS MIL TRESCIENTOS VEINTICINCO Y 00/100 SOLES</b>							
(*) Sin impuestos.			Op. Gravada :				S/ 1,970.34
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.			Op. Exonerada :				S/ 0.00
				Op. Inafecta :		S/ 0.00	
				ISC :		S/ 0.00	
				IGV :		S/ 354.66	
				ICBPER :		S/ 0.00	
				Otros Cargos :		S/ 0.00	
				Otros Tributos :		S/ 0.00	
				Importe Total :		S/ 2,325.00	
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.							

ANEXO 10

PLANOS DE LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN



PROYECTO: EVALUACION DE MEZCLA ASFALTICA COMBINADA CON RAP Y RCD COMO SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADOS PARA LA ANTIGUA PANAMERICANA SUR, CHILCA-CAÑETE 2020 PROPIETARIO: HINOSTROZA HUAMAN CARLOS DANIEL		FIRMA 
UBICACION: ANTIGUA PANAMERICANO SUR DE CHILCA- CAÑETE PLANO: UBICACION Y LOCALIZACION		PLANO <b>PU-01</b>
ESCALA: 1/25,000 FECHA: 26 DE NOVIEMBRE DEL 2020		TESISISTA: HINOSTROZA HUAMAN CARLOS DANIEL