



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020**

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

**AUTORES:**

Agurto Montalban, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0003-3662-9700)

Pumachagua Jesus, Henry (ORCID: 0000-0001-9722-1640)

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA-PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Esta investigación la dedicamos a nuestras familias que gracias a su consistencia y apoyo para poder graduarnos de ingenieros civiles; sin su apoyo esto no hubiera sido posible; es por eso que dedicamos nuestra investigación a nuestros familiares. Además, también queremos dedicar esta investigación a nuestros jefes inmediatos de nuestros centros de prácticas respectivamente ya que gracias a sus conocimientos e ideas nos guiaron a realizar este trabajo de investigación.

También dedicamos este trabajo a nuestros profesores y compañeros de la universidad que gracias a su apoyo e intercambio de ideas nos dieron una idea de cómo darle a la investigación que queríamos realizar para este trabajo de investigación.

## **Agradecimiento**

En esta investigación queremos agradecer primeramente a nuestros familiares por el apoyo incondicional que nos brindaron, también queremos agradecer a nuestro asesor por guiarnos para elaborar una adecuada investigación siguiendo los lineamientos de la universidad. Por último, queremos agradecer a nuestros profesores y compañeros por darnos su punto de vista y poder tener una idea de cualquier punto de vista.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	18
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos.....	19
3.5. Procedimientos:.....	21
3.6. Método de análisis de datos:.....	26
3.7. Aspectos éticos:.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS.....	49

## Índice de tablas

Tabla 1. Ensayos de caracterización del asfalto.....	13
Tabla 2. Criterios de diseño de mezclas.....	14
Tabla 3. Rango de Validez.....	20
Tabla 4. Rango de confiabilidad.....	21
Tabla 5. Ensayo granulométrico de agregados.....	22
Tabla 6. Mezcla de agregados.....	23
Tabla 7. Características Marshall de mezcla convencional.....	24
Tabla 8. Especificaciones de pvc reciclado.....	24
Tabla 9. Ensayo granulométrico de agregados con pvc.....	25
Tabla 10. Mezcla de agregados con adición de pvc.....	25
Tabla 11. Valores de la densidad de la mezcla patrón y modificada.....	30
Tabla 12. Valores de la fluencia de la mezcla patrón y modificada.....	31
Tabla 13. Valores de la estabilidad de la mezcla patrón y modificada.....	33
Tabla 14. Valores de los % de vacíos de la mezcla patrón y modificada.....	34
Tabla 15. Informe de gravedad específica.....	36

## Índice de figuras

Figura 1. Zona de estudio (Av. Pedro Huillca- VES).....	2
Figura 2. Tuberías de Pvc.....	10
Figura 3. Formula de densidad de la mezcla.....	15
Figura 4. Formula de densidad efectiva.....	15
Figura 5. Efecto de exudación del asfalto.....	16
Figura 6. Tamizado del agregado fino.....	22
Figura 7. Tamizado del agregado grueso.....	22
Figura 8. Briqueta para el diseño convencional.....	23
Figura 9. Agregados con adición de pvc.....	26
Figura 10. Briquetas con adición de pvc.....	26
Figura 11. Mapa político del Perú.....	27
Figura 12. Mapa del departamento de Lima.....	27
Figura 13. Mapa político de la provincia de Lima.....	28
Figura 14. Mapa político de la provincia de Villa el Salvador.....	28
Figura 15. Recipiente de vacío sumergido.....	30
Figura 16. Peso específico de la briqueta.....	30
Figura 17. Valores de la densidad incorporando 2%, 3% y 4% de pvc.....	30
Figura 18. Prensa Marshall para prueba de fluencia.....	31
Figura 19. Datos de flujómetro.....	31
Figura 20. Valores de la fluencia incorporando 2%, 3% y 4% de pvc.....	32
Figura 21. Prueba de estabilidad.....	32
Figura 22. Valores de la estabilidad incorporando 2%, 3% y 4% de pvc.....	33
Figura 23. Muestra suelta para análisis de vacíos.....	34
Figura 24. Valores de los % de vacíos incorporando 2%, 3% y 4% de pvc.....	34
Figura 25. Muestra suelta para gravedad específica.....	35
Figura 26. Equipo rice.....	35
Figura 27. Valores de la GE incorporando 2%, 3% y 4% de pvc.....	36

## RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo general el determinar la influencia que tiene el policloruro de vinillo reciclado al momento de agregarlo a la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca, la metodología que se utilizó es aplicativa, el diseño fue experimental y cuasi experimental, la población escogida para esta investigación fue la Av. Pedro Huillca, el muestreo es no probabilístico, la técnica que se utilizó fue la observación y el instrumento para la recolección de datos fueron los formatos evaluados por expertos colegiados.

Se obtuvo como resultado general que la aplicación de nuestros porcentajes de pvc a la mezcla asfáltica realizando el ensayo Marshall no son los adecuados ya que no cumplen con algunos parámetros de la norma EG-2013 del Manual de Carreteras, como conclusión general se infirió que la adición de policloruro de vinillo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente afecta de manera no muy favorable ya que al comparar el porcentaje óptimo de asfalto de 5.15% con los porcentajes agregados de 2%, 3% y 4% de pvc se observó que son demasiado elevados debido a que no cumplen con la mayoría de los criterios de diseño Marshall que especifica la norma EG-2013.

**Palabras clave:** policloruro, cloruro, vinillo, mezcla asfáltica, Marshall.

## ABSTRACT

The general objective of this work was to determine the influence that the recycled polyvinyl chloride has when adding it to the hot asphalt mix of the flexible pavement of Pedro Huillca Avenue, the methodology used is applicative, the design was experimental and Quasi-experimental, the population chosen for this research was Av. Pedro Huillca, the sampling is non-probabilistic, the technique used was observation and the instrument for data collection were the formats evaluated by collegiate experts.

It was obtained as a general result that the application of our PVC percentages to the asphalt mixture performing the Marshall test are not adequate since they do not comply with some parameters of the EG-2013 standard of the Highway Manual, as a general conclusion it was inferred that the The addition of recycled polyvinyl chloride in the hot asphalt mix has a not very favorable effect, since when comparing the optimal percentage of asphalt of 5.15% with the added percentages of 2%, 3% and 4% of PVC, it was observed that they are too high because they do not meet most of the Marshall design criteria specified in the EG-2013 standard.

**Keywords:** polychloride, chloride, vinyl, asphalt mix, Marshall.



## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las vías de transporte han sido de gran importancia debido a que tienen mucho impacto en la economía global e influye mucho en el sector comercio, pero en los últimos años la conservación de las vías ha sido deficiente debido a que se ha diseñado el pavimento de manera incorrecta, también a las cargas variadas que intervienen en la superficie de rodadura y en muchos casos al mal rendimiento de los materiales usados para la construcción de las vías. En países como India a respuesta del rendimiento deficiente de la carpeta asfáltica de los pavimentos flexibles, se han aplicado materiales como las botellas de plástico reciclados para repavimentar, y se ha demostrado que el pavimento mejora sus propiedades que permiten más resistencia y soporte a temperaturas extremas<sup>1</sup>.

En el caso de nuestro país el mejoramiento de pavimento es imprescindible ya que se pudo observar que hay vías que no se les realiza el mantenimiento adecuado. El Ministerio de Transporte y Comunicaciones ( MTC) informó en un estudio que las red vial de todo el Perú debe estar pavimentada al 100%; la composición de la red viales son el 75% de pavimento flexible y solo el 25% es de pavimento rígido, el 75% de los pavimentos flexibles son pavimentadas con asfalto pero se pueden observar que a los 6 meses de realizado estos pavimentos ya presentan varios tipo de fallas se debe generalmente es que los expedientes técnicos no son debidamente elaborados por verdaderos profesionales esto hace que los pobladores estén indignados y piensen que hay corrupción por lo cual nosotros podemos decir que las vías en nuestro país si se pueden mejorar adecuadamente con una técnica -económica que logre resistir con el paso del tiempo teniendo en cuenta que se respete los trabajos de calidad y que el diseño sea elaborado por ingenieros de confianza<sup>2</sup>.

Además, en otras partes del Perú como Trujillo, se observó bastantes zonas industriales donde hay material polimérico y el cual los desechos terminan siendo mezclados con todo tipo de basura y son arrojados de manera directa a los

---

<sup>1</sup> (INDIATIMES, 2017)

<sup>2</sup> (PERÚ CONSTRUYE, 2018 pág. 58)

botaderos de la ciudad, generando bastantes restos. Obteniéndose un alto índice de materiales que contienen caucho, cuero y jebe, adicionando a eso también hay bastantes residuos de PVC de tapicería, que también se le asigna como desperdicio, dicho esto la respuesta es reutilizar el material aplicando a la mezcla de concreto, tomando la tarea de material flexible y logrando mejorar las características físicas al analizarlo en la durabilidad del concreto, en el cual se usa en la mezcla asfáltica<sup>3</sup>.

En relación con nuestra zona de estudio, en varios lugares del distrito de villa el salvador se pudo observar la mala calidad de infraestructura vial y esto ha generado malestar e indignación de los vecinos de la zona, tal es el caso de un tramo de la Av. pedro Huillca en el cual se ha podido observar un deterioro del pavimento flexible llegando al desprendimiento del material en la superficie asfáltica, esto genera que en la Av. Pedro Huillca se presente un pésimo tránsito vehicular que ha afectado a los negocios y a los pobladores de la zona.



*Figura 1. Zona de estudio (Av. Pedro Huillca- VES)*

---

<sup>3</sup> (FERNANDEZ, 2017 pág. 17)

Por lo que para el mejoramiento de la carpeta asfáltica de esta avenida se propuso el diseño del pavimento flexible usando un material adicional el cual será el policloruro de vinilo reciclado (pvc) para así poder mejorar la superficie de rodadura del pavimento flexible, que sea resistente al desgaste para así aumentar la capacidad de soporte del pavimento de esta vía tan importante como lo es la Av. Pedro Huillca.

Observando esta situación en la Av. Pedro Huillca donde hay desprendimiento de capa asfáltica del pavimento nosotros formulamos como podríamos mejorar esta vía tan importante para los pobladores y para los comerciantes que viven por esta zona, por eso nosotros propusimos como una solución aplicar el policloruro de vinilo reciclado a la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la estabilidad, fluencia y resistencia de este pavimento, estudiando y verificando en base a la norma si al momento de agregar este material a la mezcla cumplimos con los estándares permitidos por el reglamento.

En esta investigación el problema general fue el de ver ¿Cómo influye la aplicación del policloruro de vinilo reciclado en las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente para mejorar las propiedades del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca? Así mismo se plantearon los siguientes problemas específicos: ¿De qué manera la aplicación del policloruro de vinilo reciclado influye en la densidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca?, ¿Cuál es la influencia al momento de la aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la fluencia de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la avenida Av. Pedro Huillca?, ¿Cuál es la influencia al aplicar policloruro de vinilo reciclado en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca?, ¿Cómo influye la aplicación del policloruro de vinilo en los porcentajes de vacío de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca? y ¿Cuál es la influencia de la aplicación del policloruro de vinilo en la gravedad específica en la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca?

La justificación para este proyecto de investigación fue aportar bases y conocimientos novedosos para el mejoramiento del diseño vial, por tal motivo se propuso dar a conocer que el uso del material polimérico llamado policloruro de vinilo reciclado (pvc) en la mezcla asfáltica del pavimento flexible mejorará sus propiedades físicas logrando un mejor rendimiento a todos los factores que afectan al mismo y por el cual se tomó como zona a intervenir la Avenida Pedro Huillca de villa el salvador. Para lograr dicho objetivo se realizó el ensayo de laboratorio con la metodología Marshall, en el que se utilizaron los respectivos equipos y herramientas que dicta dicho ensayo, para así conseguir los resultados de la intervención de los porcentajes del policloruro de vinilo reciclado tomando como base la información de otras investigaciones en el que se utilizaron materiales similares.

Como se mencionó antes en este proyecto se reforzarón nuestros conocimientos y nos ayudaron a obtener más información de las mejoras de una mezcla asfáltica y así tener una carretera con mejor rendimiento al tránsito vehicular beneficiando a los pobladores de la Avenida Pedro Huillca en el aspecto económicos como el comercio, la necesidad que tienen los pobladores aledaños es que se mejore el pavimento de esta avenida es por eso que se propuso una solución con un material reciclado para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en esta zona.

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo general el de determinar la influencia que tiene el policloruro de vinilo reciclado al momento de agregarlo a la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la av. Pedro Huillca. Los objetivos específicos de este trabajo de investigación fueron el determinar la influencia al momento de aplicar el policloruro de vinilo en la densidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca, determinar la influencia al aplicar policloruro de vinilo en la fluencia de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca, determinar la influencia al aplicar del policloruro de vinilo en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca, determinar la influencia de la aplicación del policloruro de vinilo en los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca y el de determinar

la influencia de la aplicación del policloruro de vinillo en la gravedad específica de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca.

Esta investigación tuvo como hipótesis general que si se aplica policloruro de vinillo reciclado se mejorarán las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca. Como hipótesis específicas se tuvo que la influencia al aplicar el policloruro de vinillo aumenta la densidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca, la aplicación del policloruro de vinillo mejora la resistencia a la fluencia de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca, al aplicar el policloruro de vinillo mejora la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca, la aplicación del policloruro de vinillo influye en el cambio de los porcentajes de vacío de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca y la aplicación del policloruro de vinillo cambia el valor de la gravedad específica de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca.

## II. MARCO TEÓRICO

Tueros (2017), cuyo objetivo de esta investigación fue ver el comportamiento del pavimento al momento de agregarle caucho en la mezcla asfáltica en la ciudad de Huancayo, se utilizó una metodología aplicada porque utilizó conocimientos teóricos que serán aplicados en campo, los resultados en relación a la aplicación a 1%, 2% y 3% del caucho hace que se mejore la resistencia y rigidez agregando este material a la mezcla asfáltica utilizando las especificaciones técnicas como la EG. 2013 Siempre y cuando que el flujo sea menor al 0.01 pulgadas (0.25 mm) y que la estabilidad en relación a los 3 porcentajes de 1%, 2 % y 3% el cual representa al 8.15 kn, 5,44 kn y 4.53 kn, la conclusión principal fue que al agregar caucho a la mezcla asfáltica influye en un 87% en la estabilidad y mejora un 57% la durabilidad del pavimento de la ciudad Huancayo<sup>4</sup>.

Saravia y Vejarano (2019), presentó como objetivo evaluar el rendimiento del material granular en el soporte del mismo, a la abrasión y la muestra compactada adicionando desecho de pvc, la investigación se hizo en 2 sectores distintos, realizando 3 calitas para obtener muestras de las capas base y subbase, realizando métodos como el CBR y el proctor modificado, se aplicaron diferentes porcentajes de desecho de pvc, obteniendo respuestas distintas y el ensayo de la abrasión con los datos obtenidos anteriormente y finalmente realizar el diseño con la metodología AASHTO 1993, los resultados obtenidos demuestran que el porcentaje mejor adecuado es de 4% ya que se evidenció que el material se puso más ligero, con una máxima densidad seca de 2.18 g/cm<sup>2</sup>, una mejora notable del soporte del material de 123.5 % y un valor de desgaste a la abrasión de 21.85 %. Como conclusión principal de este trabajo de investigación fue que la adición de pvc en 0%,2%,4%,6% y 8% aumenta la resistencia a la abrasión, la capacidad de soporte y se realizan nuevos espesores que son menos pesados, pero más eficientes a las cargas que sufre el pavimento<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> (TUEROS, 2017)

<sup>5</sup> (SARAVIA, y otros, 2019)

Coicue y Sepulveda (2017), en su investigación tuvo como objetivo principal el de ver si cumplían las propiedades mecánicas la mezcla asfáltica al agregar polietileno utilizando el ensayo Marshall, utilizó una metodología aplicativa en base a cuadros de tablas comparándolo con el ensayo Marshall, los resultados de esta investigación fue que al momento de agregar polietileno utilizando el cemento asfáltico de 60-70 (4.5%) mejora la rigidez en promedio de 359,24 kg/mm y la estabilidad en 1349,06 kg, la conclusión principal fue que al momento de agregar el polietileno a la mezcla asfáltica se mejora la rigidez de la carpeta asfáltica utilizando el polietileno en la mezcla asfáltica<sup>6</sup>.

Fernández y Ruiz (2018) En su investigación tuvieron como objetivo inicial de comparar las características mecánicas entre la mezcla asfáltica común y mezcla asfáltica con la inclusión del material polimérico poliestireno, el cual se adicionaron 0%, 10%, 20%,30% y 40%, para realizar la comparación y verificar las propiedades se empleó el ensayo Marshall para analizar a fondo el comportamiento de la misma ,se utilizó una metodología aplicativa experimental porque utilizó ensayos además de utilizar conocimientos teórico, después de realizar los respectivos ensayos se obtuvieron como resultado que al adicionar el material polimérico la estabilidad se muestra en 3000 psi que si cumple con los criterios, la fluencia de la mezcla se mantiene lineal y se especifica un valor de 11.7 que si es adecuado según los criterios de tráfico, los % de vacíos aumentan en 26.7% que es mayor a lo establecido la conclusión principal fue que al realizar la comparación de la mezcla asfáltica sin adicionar poliestireno con la adicionada se evidencia la mejora de la estabilidad, porcentaje de vacíos y el valor de flujo el cual se puede aplicar para la mejora de proyectos futuros<sup>7</sup>.

Burbano y Salazar (2019) En su investigación tuvo como objetivo principal modificar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para observar su rendimiento al adicionar virutas de pvc en un 5%, 10%, 15% y 20% y compararlo con la mezcla asfáltica común, para obtener las respuestas realizaron el ensayo Marshall en un laboratorio, considerándose así una metodología aplicativa

---

<sup>6</sup> (COICUE, y otros, 2017)

<sup>7</sup> (FERNANDEZ, y otros, 2018)

experimental por el uso de ensayos, los resultados obtenidos al adicionar pvc en el caso del valor de la estabilidad no hubo una mayor variación con los porcentajes dados, en el caso del flujo el 5% de pvc cumple pero mayores a ese rango sobrepasarían lo establecido con los criterios para la mezcla, en conclusión los porcentajes establecidos dan una mejora no tan diferencial para la estabilidad en el caso del flujo es óptimo poner valores que no sobrepasen el 5% de pvc<sup>8</sup>.

Mazumder y Lee (2016), in their present thesis aimed to analyze the performance characteristics of asphalt material through the application of polymers that apply wax additives. The viscosity of the asphalt base stabilized between a range of 20 to 40 min, once the viscosity test started, while the asphalt with the application of polymers stabilized between 30-40 min at a temperature of 135 ° C. concluded that asphalt mixtures with the application of polymers have good performance at high temperatures since they have good stability and fluidity, La presente tesis nos explicó que su objetivo fue evaluar el rendimiento de la mezcla asfáltica aplicando polímeros con aditivos de cera, se utilizó una metodología aplicativa experimental en base al ensayo Marshall para verificar las propiedades de la mezcla, en los resultados de dicha aplicación se evidenció el comportamiento de la mezcla a altas temperaturas de 2 maneras diferentes en 2 tiempos distintos, la primera sin el polímero y la segunda con el agregado polimérico en la que se evidenció el aumento de la resistencia a la fatiga y la estabilidad a bajas temperaturas porque se observó una inmunidad a los agrietamientos, de la tesis se concluye que al agregar polímeros a la mezcla, aumentan su rendimiento a altas y bajas temperaturas con una mejor estabilidad y flujo<sup>9</sup>.

Ziari, Nasiri, Amini and Ferdosian (2019) its characteristics and The effect that asphalt mixtures have when adding PVC and see if the resistance and fatigue performance comply with the parameters established in the international standard, taking into account that the use of PVC is something innovative that is used in this area which generates a cost reduction at the time of maintenance of the asphalt mix. El objetivo de este artículo científico fue el de utilizar el material PVC y ver

---

<sup>8</sup> (BURBANO, y otros, 2019)

<sup>9</sup> (MAZUMDER, y otros, 2016)



cuánto influye la resistencia y a la fatiga del pavimento al incorporar el material PVC al momento de realizar la mezcla asfáltica. Utilizo una metodología aplicada porque utilizo conocimientos empíricos que luego serán aplicados a la zona de estudio, los resultados determinaron que las características químicas del PVC mejoran en 35 % la resistencia a la fatiga de la subrasante de una carretera siempre y cuando se utilice solo el 10% de PVC triturado. La conclusión de este artículo científico es que si es factible agregar el PVC a la mezcla asfáltica porque mejora las propiedades de resistencia del pavimento<sup>10</sup>.

Rodríguez (2019), en su artículo científico tuvo como principal objetivo el de observar trabajos antiguos que modifiquen la subrasante del pavimento estudiado y ver cómo fue justificar conceptualmente la aplicación de polímeros reciclados en el sector construcción, utilizo una metodología en base a recopilación de información que hablen de la utilización de polímeros en la subrasante, en los resultados se logró determinar que el 55% de limo, 37% de arcilla y el 8% se mejora teniendo en cuenta la gravedad específica de 3,15 g/cm<sup>3</sup> usando la norma ASTM C150-07 la conclusión de este trabajo de investigación fue que al momento de la aplicación de polímeros reciclados se aumentó mucho la resistencia de la subrasante donde se aplica ya sea en mezcla asfáltica o sea mezcla para el concreto<sup>11</sup>.

Bustos, Sosa y Rodríguez (2018), el presente artículo tuvo como objetivo analizar el mejoramiento de la durabilidad, densidad y altas temperaturas de un pavimento, utilizó una metodología aplicada experimental con la investigación de diferentes polímeros y adicionándolos en determinados porcentajes además de fusionarlo con adecuados modificadores para los asfaltos comunes, se realizó 3 pruebas diferentes para evaluar las propiedades mecánicas: mezclas individuales, mezclas binarias y mezclas multicomponentes, como resultado se obtuvo que los polímeros plastómeros es adecuado para zonas de altas temperaturas mientras que los elastómeros es adecuado para bajas temperaturas, todo en función a la resistencia y flujo de la mezcla, la conclusión fue que el factor más determinante

---

<sup>10</sup> (ZIARI, y otros, 2019)

<sup>11</sup> (RODRIGUEZ, 2019)

para evaluar un polímero para la mezcla es la temperatura y que es más efectivo usar 2 polímeros, en el caso de los binarios y multicomponentes se recomienda el uso de polímeros flexibles<sup>12</sup>.

El policloruro de vinilo (pvc) es la combinación de las propiedades químicas de componentes como el cloro, hidrógeno y carbono. Las características que tienen se acceden del petróleo (en un 43%) y de la sal (en un 57%). También se obtiene del cloruro de vinilo polimerizado, obtenido del etileno y cloro. Esta prueba se hace en 4 etapas: micro suspensión, suspensión, emulsión y masa. El PVC es un material termoplástico, esto significa, que bajo la acción a altas temperaturas se emblandece y así se forma fácilmente; por otro lado, cuando se utiliza a bajas temperaturas se recupera la forma inicial y conserva la nueva forma. Además, una de sus variadas características es su longeva duración.



*Figura 2. Tuberías de Pvc*

Dicho esto, este material polimérico se usa en muchas partes del mundo valorizado en un 55% del total de su realización en las industrias de la construcción. Un gran porcentaje de sus usos de este material polimérico tienen un periodo de tiempo largo que ronda entre el intervalo de 15 y 100 años, y es importantemente utilizado para la realización puertas, ventanas, tuberías, etc. Un 24% posee un tiempo de vida entre el intervalo de 2 y 15 años utilizado en su totalidad para, juguetes, mangueras, etc<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> (BUSTOS, y otros, 2018)

<sup>13</sup> (SERRANO, y otros, 2015 pág. 42)

El Desecho de pvc se refiere al reciclaje de los residuos de PVC, por tal motivo se evidencia que los fabricantes de productos de PVC en muchos casos reciclan una elevada cantidad de materiales de desecho reciclados dentro de cualquier empresa (pre-consumo) al mismo tiempo que su producción, [...]. Se estima que el desecho de este material polimérico, se inicia de los residuos desechados después del consumo y representa aproximadamente el 90% de todos los residuos PVC. Se deberá proceder como etapa inicial de reciclaje transformar los residuos poliméricos en material con la misma funcionalidad que el material original, dicho esto, para el éxito del reciclado del material, este debe tener las mismas propiedades físicas y mecánicas. Refiriéndonos al desecho, los materiales de PVC reciclado, se utiliza bastante en el sector de la construcción, aplicadas en las tuberías hidráulicas, ventanas y puertas, recubrimientos para techos, mangueras y conos viales<sup>14</sup>.

El Cloruro de Vinilo [...] es un material o sustancia, que se observa como un gas acromático, el cual es débil a temperaturas muy altas, además en las bajas temperaturas se aprecia en forma líquida. Este compuesto es un producto estable, pero puede ser fotosensible, además puede polimerizarse y en condiciones diferentes no es compatible con agentes oxidantes elevados y metales con sustancias químicas activas. También es un material muy inflamable, con altos riesgos de explosión a concentraciones del 3%. Su función más importante es producir cloruro de polivinilo, más conocido como PVC mediante la polimerización, para fabricar diferentes plásticos<sup>15</sup>.

Polimerización es el proceso del lavado y la separación entre los polímeros con el policloruro y es la conexión de varias moléculas llamadas monómeros que conforman los polímeros, los polimeros son la composicion de las tuberías de pvc sus propiedades como la resistencia de estos polímeros son muy bajas ya que las partículas no presentan mucha resistencia, los polímeros se clasifican en termo – endurecibles y termo-plásticos<sup>16</sup>.

---

<sup>14</sup> (MORENO, y otros, 2015 pág. 7)

<sup>15</sup> (RAMIREZ, y otros, 2018 pág. 15)

<sup>16</sup> (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO, 2002)

La Mezcla asfáltica es básicamente una mezcla de propiedades con algunos materiales como el asfalto donde al momento de realizar la mezcla para el pavimento que se va a requerir participa una propiedad tan importante como la estabilización que busca mejorar la cohesión del suelo con el asfalto como principal material<sup>17</sup>.

Se dice que es la combinación de agregados y propiedades que se van a añadir al asfalto para así poder formar una mezcla asfáltica donde la propiedad más importante al momento de realizar la mezcla asfáltica es la estabilización y ver si cumple los parámetros el cual tiene como objetivo principal el de mejorar la cohesión y la resistencia del pavimento en donde se va a aplicar la mezcla asfáltica.

La mezcla asfáltica en caliente se realiza en altas temperaturas, usando el cemento asfáltico y elementos pedregosos, puestos en máquinas mezcladoras con movilidad, cargada con el equipo esencial para someter a altas temperaturas los elementos de la mezcla<sup>18</sup>.

El Asfalto es una conformación de partículas y tipos de mezclas que hacen que se modifique en sus propiedades químicas y que se dividen en 3 grupos que son los: saturados, aromáticos polares y resinas.<sup>19</sup> Entonces el asfalto es una combinación de mezclas que están compuestas por partículas que al momento de unirse hacen que se modifiquen las propiedades químicas y físicas del asfalto, los asfaltos generalmente se dividen en 3 grupos que son aromáticos, saturados y resinas. Las características del asfalto usado para el ensayo es el nombrado como 60/70, el cual se ven sus características en la siguiente tabla<sup>20</sup>:

---

<sup>17</sup> (MONTEJO, 2002 pág. 118)

<sup>18</sup> (DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSAS EN CALIENTE EN FUNCIÓN DEL TRÁNSITO pág. 3)

<sup>19</sup> (MONTEJO, 2002 pág. 619)

<sup>20</sup> (CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FUNCIÓN DEL ORIGEN Y GRADACIÓN DEL AGREGADO PÉTREO, 2013 pág. 221)

**Tabla 1.** *Ensayos de caracterización del asfalto*

Ensayo	Norma
Viscosidad Dinámica a 135°C (pa,s)	INV. E-715
Penetración (1/10mm)	INV. E-706
Punto de ablandamiento (°C)	INV. E-712
Peso Unitario de asfalto solido	INV. E-707
Punto de ignición (°C)	INV. E-709
Punto de llama (°C)	INV. E-709

Fuente: Revista científica general José maría

Los agregados se denominan elementos activos que influyen en la mezcla, sin embargo la modificación de sus propiedades suele suceder también en los procedimientos de rendimiento y control. Y considerando que en su mayoría es el volumen del material, se denominan elementos cruciales en el concreto y dan bastante influencia en el rendimiento de las estructuras<sup>21</sup>. Entonces interpretamos que los agregados son fundamental para realizar una buena mezcla de concreto o asfalto, se usaran agregados finos (arena) y agregados gruesos (piedra chancada) para el diseño.

La granulometría nos concede saber la proporción de los granos o muestras molidas con el objetivo de adquirir el agregado grueso y el agregado fino para ver si se comparan con los requerimientos de tamaño dictadas por referencias a ensayos provenientes de normas<sup>22</sup>.

El pavimento flexible se define como una armadura formada por estratos de material granular (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta formada con elementos bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos<sup>23</sup>.

---

<sup>21</sup> (INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL CONCRETO, 2003 pág. 39)

<sup>22</sup> (FORMA Y TAMAÑO DE LAS PARTICULAS Y SU INCIDENCIA EN EL RESULTADO DEL MÉTODO DE ENSAYO ASTM C-1260, 2011 pág. 4)

<sup>23</sup> (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2013)

El ensayo Marshall [...]. Es un método aplicado para mezclas asfálticas en caliente que tengan agregados de 25mm, o menor. Por otro lado, el método Marshall modificado para agregados de 38mm, este método se aplica para diseños en laboratorios y su rendimiento en el campo de la mezcla, también usa un instrumento semi logarítmicos a base de gráficas para hacer la prueba de granulometría, en la que define que en la ordenada se mira el porcentaje de material que pasa en diferentes mallas y en la abscisa el espaciamiento de las mallas en mm. Las especificaciones de este método nos indican que el contenido apropiado de asfalto depende de muchos criterios para mezclas las cuales son:

**Tabla 2. Criterios de diseño de mezclas Marshall**

Método Marshall	Tráfico ligero		Tráfico medio		Tráfico pesado	
	Carpeta y base		carpeta y base		carpeta y base	
Criterio de mezcla	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Compactación, número de golpes en cada uno de los especímenes	35		50		75	
Estabilidad, (N) (lb)	3336		5338		8006	
	750	-----	1200	-----	1800	-----
Flujo, (0.25 mm) (0.01 in)	8	18	8	16	8	14
Porcentaje de vacíos	3	5	3	5	3	5
Porcentaje de vacíos en los agregados minerales	Ver Tabla 2.2					
Porcentaje de vacíos rellenos de asfalto	70	80	65	78	65	75

Fuente: Delgado, 2004

[...], en el método Marshall se realizan 3 evaluaciones para hallar las características del volumen de la mezcla y sus propiedades, las cuales son

- La prueba de estabilidad y flujo
- La determinación de la gravedad específica
- Análisis de densidad y vacíos<sup>24</sup>.

La Densidad de una mezcla previamente compactada se refiere a la masa del volumen específico de la misma, el cual se consigue de las probetas que se usaron antes en el laboratorio y además es utilizada para hallar el porcentaje de compactación en el terreno tomando como referencia la obtenida en este.

<sup>24</sup> (Análisis de influencia del método de compactación en el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas, 2004 pág. 7 y 8)

$$\% \text{ de compactación} = \frac{\text{Densidad de terreno}}{\text{Densidad de Laboratorio}} \times 100$$

Figura 3. Formula de densidad de la mezcla

Densidad efectiva, Se refiere al valor entre la masa del agregado y su volumen a una cierta temperatura, dicho volumen no incluye los poros del asfalto<sup>25</sup> [24].

$$\rho E = \frac{100}{\left( \frac{100 + Pb}{Dmm} - \frac{Pb}{db} \right)}$$

Donde:

*Dmm* = Densidad máxima de la mezcla

*db* = Densidad del asfalto

*Pb* = Serie de probeta a distinto porcentaje

Figura 4. Formula de densidad efectiva

La estabilidad relacionada con mezcla asfáltica “ Es la carga máxima que soporta la probeta cuando se somete al ensayo Marshall [...]”<sup>26</sup>[25]. La estabilidad relacionada con la mezcla asfáltica es la capacidad que puede soportar la muestra la cual debe ser una probeta con mezcla asfáltica de la zona de estudio y ver que porcentaje de carga puede soportar, para esto se realiza el ensayo Marshall con lo cual se obtendrá como resultado como varía las propiedades físico- químicas de la mezcla asfáltica al realizar este ensayo.

Fluencia es la capacidad que tiene al deformarse la probeta con mezcla asfáltica al momento de aplicarle una carga y lograr que se genere una rotura de la probeta, se utiliza comúnmente en el ensayo Marshall<sup>27</sup>.

<sup>25</sup> ( MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, 2011 pág. 49 y 51)

<sup>26</sup> (MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, 2011 pág. 17)

<sup>27</sup> (MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, 2011 pág. 18)

Los vacíos de aire se definen como espacios reducidos de aire que se hallan en los agregados cubiertos en la mezcla terminada y compactada, según la norma el porcentaje adecuado de vacíos es entre el intervalo de 3% a 5%.

Cuando hay demasiados vacíos, se producen lugares a travez de la mezcla en los cuales puede ingresar el agua y el aire produciendose un deterioro y cuando hay pocos se produce exudación.



*Figura 5. Efecto de exudación del asfalto*

Los vacíos en el agregado mineral igualmente se denominan como vacíos de aire que se hallan en muchas partes del agregado de la mezcla previamente compactada, lo distinto es que tambien se actuan los vacíos con asfalto, dicho esto se nombran como el volumen de la mezcla en un porcentaje<sup>28</sup>.

La Gravedad Específica es la relación mostrada entre el peso específico del agua dilatada a 4°C y el peso específico de los sólidos. En el caso de mezclas asfálticas la evaluación de la gravedad específica puede realizarse tan pronto como la muestra paso a enfriarse en un espacio de temperatura, dicha evaluación se desarrolla guiándose de la norma ASTM D1188, la cual es la compactación de la mezcla usando parafina o ASTM D2726 la cual es la compactación de la mezcla usando superficies saturadas de muestras secas<sup>29</sup>.

---

<sup>28</sup> (GARCÍA, 2001 pág. 62 y 63)

<sup>29</sup> (ASPECTOS DEL DISEÑO VOLUMÉTRICO DE MEZCLAS, 2004 pág. 8)



### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación:**

Definiendo lo que es una investigación aplicada es aquel que investiga el uso de teorías o ideas dependiendo de avances de conclusiones que se han obtenido en base a las investigaciones que se han hecho y que se pueden aplicar en la zona de estudio<sup>30</sup>. Nosotros utilizamos una metodología aplicada porque se realizarán ensayos, instrumentos y métodos que hemos aprendido en el transcurso de nuestros estudios y que se aplicarán en el lugar donde hemos identificado las fallas más críticas de nuestra zona de estudio.

##### **Enfoque de investigación:**

Definiendo lo que es un enfoque cuantitativo es aquel en el que se caracteriza por el uso de técnicas numéricas y por consiguiente tiene que ver con cálculos, la utilización de medidas, el análisis de unidades, el muestreo y formulas estadísticas<sup>31</sup>. En el caso de nuestra investigación fue de enfoque cuantitativo porque se usarán fichas de recolección de datos para el ensayo de laboratorio además de tener resultados que se compararán con gráficos y ver si se prueba las hipótesis previamente dichas.

##### **Diseño de la investigación:**

Definiremos lo que es diseño cuasi experimental es donde el investigador tiene el rol de aplicar un ensayo variando las condiciones donde el investigador decida hacer su exposición<sup>32</sup>. El diseño de nuestro trabajo de investigación fue experimental porque se realizarán ensayos en laboratorio y se vió cómo influye un material que es el policloruro de vinilo a la mezcla asfáltica en caliente y ver como variaron las propiedades además de ver si fue aplicable a nuestra zona de estudio. Fue cuasi experimental porque comparamos los resultados de una mezcla

---

<sup>30</sup> (BEHAR, 2008 pág. 20)

<sup>31</sup> (ÑAUPAS, 2018 pág. 140)

<sup>32</sup> (BEHAR, 2008 pág. 19)

sin pvc con otra mezcla agregándole el pvc y ver que propiedades cambian al momento en el que agregó este polímero.

### **Nivel de la investigación:**

Definiendo lo que es el nivel de investigación es aquel rango de profundidad con que se investiga un objeto de estudio<sup>33</sup>. El nivel de investigación de nuestro proyecto de investigación fue explicativo porque se observó cómo influye el pvc en la mezcla y posteriormente se realizó una interpretación de las mismas.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Para nuestro trabajo primero definiremos lo que es *variable*, son aspectos que están en función a sus dimensiones y que se puedan encargar o estar en función a distintos valores de acuerdo con sus propiedades<sup>34</sup>. En relación con la operacionalización se debe especificar el valor donde sus teorías se deben medir dependiendo la escala<sup>35</sup>.

En caso nuestro trabajo de investigación tuvo 2 variables las cuales son:

Variable independiente: V1: Policloruro de vinillo

Variable dependiente: V2: Mezcla asfáltica en caliente

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

La población es el grupo de todos los componentes que corresponden al espacio en general donde se realiza el proyecto de investigación<sup>36</sup>. La población que se eligió en el presente proyecto de investigación es la carretera de la Avenida Pedro Huillca, el cual se intervino para posteriormente realizar los ensayos.

---

<sup>33</sup> (FIDIAS, 2012 pág. 23)

<sup>34</sup> (BEHAR, 2008 pág. 53)

<sup>35</sup> (BEHAR, 2008 pág. 55)

<sup>36</sup> (PROTOCÓLO DE LA INVESTIGACIÓN, 2016 pág. 2)

**Muestra:**

La muestra es una parte de la población en general que posee idénticas características de la misma<sup>37</sup>. La muestra que se escogió en el presente proyecto de investigación es el tramo de 525 metros que va desde la altura de Av. Mateo Pumacagua hasta la intersección de la Avenida Pachacutec.

**Muestreo:**

El muestreo “[...] se refiere a la acción de conseguir una parte de la muestra de acuerdo a la población en general que está definida en el proyecto de investigación<sup>38</sup>. El muestreo definido en el presente trabajo de investigación es no probabilístico ya que seleccionamos la parte más afectada de la Avenida, el cual era la zona que está cerca de la intersección de la Avenida Pachacutec.

**Unidad de análisis:**

Definimos la unidad de análisis como aquel elemento designado por el investigador para ser analizado o estudiado<sup>39</sup>. Entonces la unidad de análisis de nuestra investigación fue la carretera de la Avenida Pedro Huillca.

**3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos****Técnicas**

La técnica es un proceso de investigación que se define como tareas verificadas por experiencias a buscar y usar información para solucionar problemas científicos<sup>40</sup>. En el presente proyecto de investigación se utilizó la técnica de la observación al ensayo que se ha realizado para obtener los datos deseados y todo el procedimiento que se realizó en el laboratorio guiándonos de las normas ya establecidas.

---

<sup>37</sup> (PROTOCÓLO DE LA INVESTIGACIÓN, 2016 pág. 4)

<sup>38</sup> (PROTOCÓLO DE LA INVESTIGACIÓN, 2016 pág. 5)

<sup>39</sup> (ANÁLISIS CUALITATIVO DE CONTENIDO: UNA ALTERNATIVA METODOLÓGICA ALCANZABLE, 2003 pág. 60)

<sup>40</sup> (ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN, 2011 pág. 279)

### **Instrumento de recolección de datos**

El instrumento se refiere a los documentos validados y confiables de momentos de observación de acuerdo a un grupo de categorías y subcategorías<sup>41</sup>. El instrumento utilizado para recolectar los datos adquiridos del ensayo fueron los formatos que se consiguieron del laboratorio y la ficha de recolección de datos, los documentos se encontraran en los anexos.

### **Validez**

La validez se define como el nivel de veracidad de si realmente un instrumento verifica las variables<sup>42</sup>. Para el caso de la validación del instrumento del proyecto de investigación fue evaluada por 3 expertos ingenieros civiles colegiados, en el cual se tuvo en cuenta los valores del rango de validez que se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 3. Rango de Validez**

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Fuente: Herrera, 1998

### **Confiabilidad de los instrumentos**

La confiabilidad se define como un mecanismo de medición el cual se halla con varias técnicas y que se aplica al instrumento usado en la investigación<sup>43</sup>. La confiabilidad del presente proyecto de investigación de igual manera se verificó con el rango de confiabilidad, el cual se muestra en la siguiente tabla:

---

<sup>41</sup> (HERNANDEZ, y otros, 1991 pág. 285 y 286)

<sup>42</sup> (HERNANDEZ, y otros, 1991 pág. 286)

<sup>43</sup> (HERNANDEZ, y otros, 1991 pág. 286)

**Tabla 4. Rango de confiabilidad**

0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy Confiable
0.72 a 0.99	Excelente Confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Fuente: Herrera, 1998

Para los formatos de laboratorio fueron verificados por el encargado del lugar mencionado.

### **3.5. Procedimientos:**

En la presente tesis se aplicó la búsqueda de tesis tanto nacionales como internacionales de diferentes autores que sirvió como base para realizar el trabajo de manera correcta.

Para medir las variables se utilizó la ficha de recolección de datos que se adquirió del ensayo Marshall, en el caso del policloruro reciclado se agregó el 2%, 3% y 4% para la modificación de las briquetas que se realizaron para el diseño de mezcla asfáltica en caliente, con la ayuda de equipos y herramientas que se obtuvo del laboratorio.

Para comenzar a realizar la mezcla asfáltica en caliente convencional y modificada, los agregados usados fueron obtenidos del laboratorio JJ Geotecnia S.A.C, el cemento asfáltico pen 60/70 fue obtenido de igual forma por el laboratorio JJ Geotecnia S.A.C, el pvc reciclado de tuberías se obtuvo la empresa Lubriaban S.A.C para su posterior trituración.

### **Ensayo Granulométrico**

Para realizar el análisis de la mezcla asfáltica convencional y modificada se inició con el ensayo granulométrico de los agregados y el pvc, el cual consiste en observar la separación y distribución de los mismos.



Figura 6. Tamizado del agregado fino



Figura 7. Tamizado del agregado grueso

Tabla 5. Ensayo Granulométrico de los agregados

TAMIZ ASTM	Análisis granulométrico				
	ABERT. mm	Grava Triturada	Arena triturada	Arena natural	Filler
1"	25.4				
3/4"	19.05	100	100	100	100
1/2"	12.7	74.4	100	99.5	100
3/8"	9.525				
1/4"	6.35				
N° 4	4.76	0.6	88.8	72.4	100
N° 6	3.36				
N° 8	2.38		49.6	49.8	100
N° 10	2				
N°16	1.19				
N° 20	0.84				
N° 30	0.59				
N° 40	0.426				
N° 50	0.297		9.9	15.4	98.0
N° 80	0.177				
N° 100	0.149				
N° 200	0.074		3.4	5.3	99

Fuente: JJ Geotecnia S.A.C

## Mezcla Asfáltica convencional

Tabla 6. Mezcla de agregados

	Grava triturada	Arena triturada	Arena natural	Filler
Mezcla N° 01	40.0	30.0	29.5	0.5
Mezcla N° 02	40.0	25.0	34.5	0.5
Mezcla N° 03	40.0	20.0	39.5	0.5

Fuente: JJ Geotecnia S.A.C

Como se aprecia en la tabla 6 se realizaron 3 mezclas con 3 dosificaciones de agregados distintas para hallar la combinación más adecuada para realizar el diseño por el cual se eligió la mezcla número 3 ya que es la más apta para el diseño.

Para la realización de la mezcla asfáltica convencional se procedió a hallar el % del contenido óptimo de asfalto con el método Illinois.



Figura 8. Briqueta para diseño convencional

Con el método Illinois se procedió a comenzar con el 4.4% para luego estimar más valores que son el 4.9%, 5.4% y 5.9% de cemento asfáltico.

## Ensayo Marshall

### 1. Ligante asfáltico

Tipo de asfalto: PEN 60/70

% óptimo de asfalto residual: 5.15

### 2. Características Marshall modificado

**Tabla 7. Características Marshall de mezcla convencional**

Parámetros de diseño	- 0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
Golpes n°		<b>75.0</b>		75
Cemento asfáltico %	<b>4.95</b>	<b>5.15</b>	<b>5.35</b>	
Peso unitario kg/m <sup>3</sup>	<b>2.366</b>	<b>2.370</b>	<b>2.374</b>	
Vacíos %	<b>4.7</b>	<b>4.2</b>	<b>3.8</b>	3 - 5
V.M.A. %	<b>17.8</b>	<b>17.8</b>	<b>17.9</b>	14
V. LL.C.A. %	<b>72.9</b>	<b>75.6</b>	<b>78.2</b>	
Polvo / Asfalto %	<b>1.30</b>	<b>1.36</b>	<b>1.42</b>	0.6 - 1.3
Flujo mm	<b>12.6</b>	<b>13.0</b>	<b>13.4</b>	8 - 14
Estabilidad kN	<b>10.6</b>	<b>10.5</b>	<b>10.3</b>	8,15
Estabilidad/ Flujo kg/cm	<b>3361.7</b>	<b>3231.5</b>	<b>3086.0</b>	1700 - 4000
Resistencia a la compresión Mpa		<b>4.1</b>		2.1
Resistencia retenida %		<b>77</b>		75

Fuente: JJ Geotecnia S.A.C

## Mezcla asfáltica modificada

Para la mezcla asfáltica modificada se procedió a hacer nuevamente la granulometría del agregado adicionando los porcentajes de pvc que son el 2%, 3% y 4%

**Tabla 8. Especificaciones del pvc reciclado**

PVC	Porcentaje (%)	Peso en gramos (g)
Muestra 1	2%	120
Muestra 2	3%	180
Muestra 3	4%	240

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 9. Ensayo granulométrico de los agregados con pvc**

TAMIZ	Análisis granulométrico					
	ABERT. mm	Grava Triturada	Arena triturada	Arena natural	PVC	Filler
1"	25.4					
3/4"	19.05	100	100	100	100	100
1/2"	12.7	74.4	100	99.5	100	100
3/8"	9.525					
1/4"	6.35					
N° 4	4.76	0.6	88.8	72.4	41.2	100
N° 6	3.36					
N° 8	2.38		49.6	49.8	2	100
N° 10	2					
N°16	1.19					
N° 20	0.84					
N° 30	0.59					
N° 40	0.426					
N° 50	0.297		9.9	15.4		98.0
N° 80	0.177					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074		3.4	5.3		99

Fuente: JJ Geotecnia S.A.

**Tabla 10. Mezcla de agregados con la adición de pvc**

	Grava triturada	Arena triturada	Arena natural	PVC	Filler
<b>Mezcla N° 01</b>	40.0	30.0	29.5	2	0.5
<b>Mezcla N° 02</b>	40.0	25.0	34.5	3	0.5
<b>Mezcla N° 03</b>	40.0	20.0	39.5	4	0.5

Fuente: JJ Geotecnia S.A.C

Como se ve en la tabla número 10 se especifica la cantidad de los porcentajes que se adicionaran a los agregados para la elaboración de las briquetas modificadas

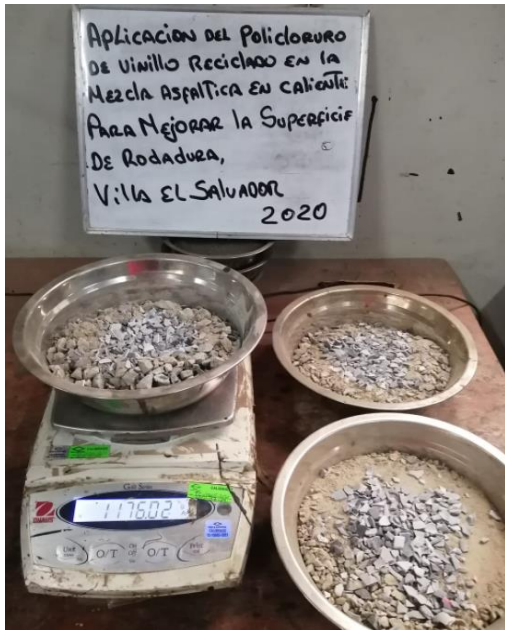


Figura 9. Agregados con adición de pvc      Figura 10. Briquetas con adición de pvc

Una vez realizadas las briquetas se procedió a evaluar las propiedades mecánicas de las mismas y que los resultados se verán en el capítulo 4.

### 3.6. Método de análisis de datos:

“El análisis de los datos divide los datos obtenidos para conseguir las resoluciones a las hipótesis planteadas, dicho esto se requiere la interpretación de los mismo datos”.<sup>44</sup> El método que se utilizó en el proyecto de investigación es la recolección de datos que se obtuvo de la evaluación de las briquetas realizadas con el ensayo Marshall, por medio de tablas y gráficos que demuestran la comparación de la mezcla asfáltica común y la mezcla modificada con el policloruro de vinilo reciclado y seguido a eso se dió una respuesta a las hipótesis realizadas.

### 3.7. Aspectos éticos:

En la realización del proyecto de investigación se respetó éticamente la búsqueda de información de trabajos externos sin ningún intento de copia, también se aplicó correctamente el uso de la norma ISO 690 para citar correctamente el trabajo. En el caso de los resultados se verificó la veracidad de los datos recibidos del ensayo aplicado de acuerdo con las normas investigadas y que será tomada como base para futuros proyectos de investigación.

<sup>44</sup> (KERLINGER, y otros, 2002 pág. 172)



## Ubicación del proyecto



Figura 13. Mapa político de la provincia de Lima

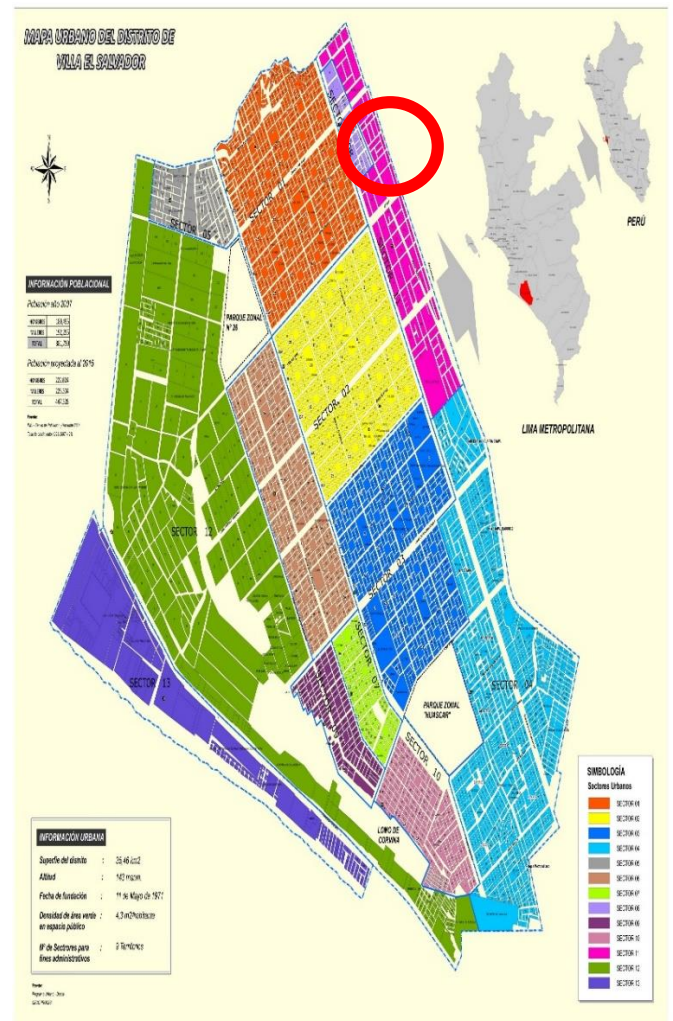


Figura 14. Mapa político del distrito de Villa el Salvador.

## Límites

Norte: Por el norte el distrito de Villa el Salvador limita con los distritos de San Juan De Miraflores y Villa María del Triunfo.

Sur: El distrito por el sur limita con el distrito de Lurín.

Este: Limita con el distrito Villa María del Triunfo.

Oeste: Limita con el distrito de Chorrillos y el Océano Pacífico.

## **Ubicación Geográfica.**

En esta investigación nuestra zona de estudio está ubicada en el distrito de Villa el Salvador el cual muestra las siguientes condiciones geográficas. Presenta una Latitud Sur de 12° 12' 34" y una Longitud Oeste de 76° 56' 08". El distrito de Villa el Salvador comprende un tramo de la Carretera de la Panamericana Sur entre los kilómetros 15.5 y 25, este distrito posee un área de 35 460 km<sup>2</sup> además posee una altitud que oscila entre los 0 a 180 msnm. Según algunos estudios realizados por la municipalidad de Villa el Salvador y el INEI se tiene que hasta el año 2017 se tiene una cantidad de 508 256 habitantes que en comparación al año 2021 ha crecido considerablemente.

## **Clima**

El clima que se presenta en el distrito de Villa el Salvador es un clima árido y semi cálido en la época de verano y primavera, en épocas de invierno y otoño se presenta un clima nuboso. La temperatura en el distrito puede variar entre los 15 °C y 23°C; en comparación con otros distritos de lima metropolitana en el distrito de Villa el Salvador si presenta una humedad bastante alta que varía entre el 80% y 100% donde tiene una precipitación media de 25mm anuales.

## **Ensayo Marshall**

Una vez realizada la mezcla asfáltica adicionada con pvc se procedió a comparar los resultados de las propiedades mecánicas obtenidos con la mezcla convencional, teniendo los resultados que se ven a continuación:

**Objetivo específico 1:** Evaluar la influencia al momento de aplicar el policloruro de vinilo en la densidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca



Figura 15. Recipiente de vacío sumergido



Figura 16. Peso específico de la briqueta

**Tabla 11.** Valores de la densidad de la mezcla convencional y modificada

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	
% optimo diseño convencional	2.370
2% de pvc	2.344
3% de pvc	2.296
4% de pvc	2.289

Fuente: Elaboración propia

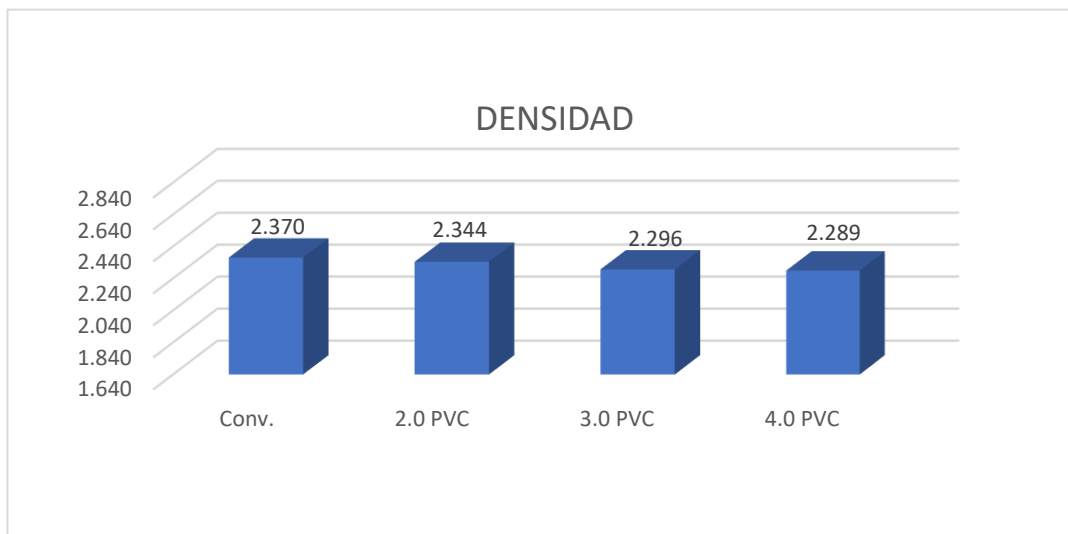


Figura 17. Valores de la densidad incorporando 2%, 3% y 4% de pvc

Como se ve en la tabla 11 y figura 17 al comparar el valor de la densidad de la mezcla convencional con la mezcla modificada con un 2% de pvc disminuye en un 1.09%, con la adición de 3% de pvc disminuye en un 3.12% y con la adición del 4% de pvc disminuye en un 3.58%, esto se interpreta como una leve disminución del peso del volumen de la mezcla.

**Objetivo específico 2:** Evaluar la influencia de la aplicación del policloruro de vinilo en la fluencia de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca



Figura 18. Prensa Marshall para Prueba de fluencia



Figura 19. Datos del flujómetro

**Tabla 12.** Valores de la fluencia de la mezcla convencional y modificada

Fluencia (mm)		
% óptimo diseño convencional	13.0	Especificación EG-2013
2% de pvc	15.3	
3% de pvc	16.3	8 a 14
4% de pvc	16.7	

Fuente: Elaboración propia

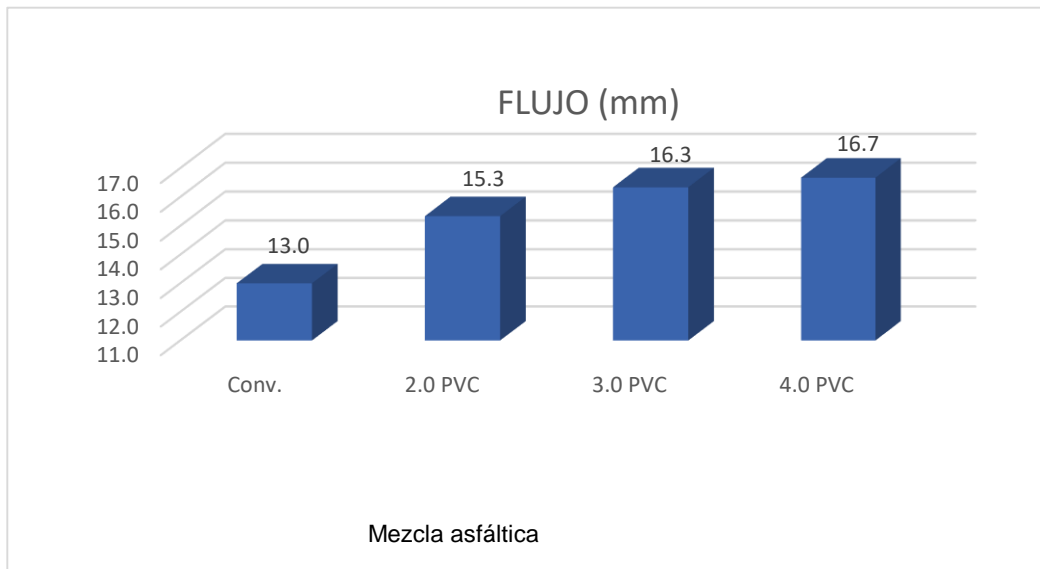


Figura 20. Valores de la fluencia incorporando 2%, 3% y 4% de pvc

Como se ve en la tabla 12 y figura 20 al comparar el valor del flujo de la mezcla convencional con la mezcla modificada con un 2% de pvc aumenta en un 17.69%, con respecto a la adición de 3% de pvc aumenta en un 25.38% y finalmente con la adición de 4% de pvc aumenta en un 28.46%, esto se interpreta como el aumento de la plasticidad de la mezcla y que los porcentajes dados no cumplen con los parámetros de 8 – 14 mm para tráficós pesados.

**Objetivo Específico 3.** Evaluar la influencia de la aplicación del policloruro de vinilo en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca.



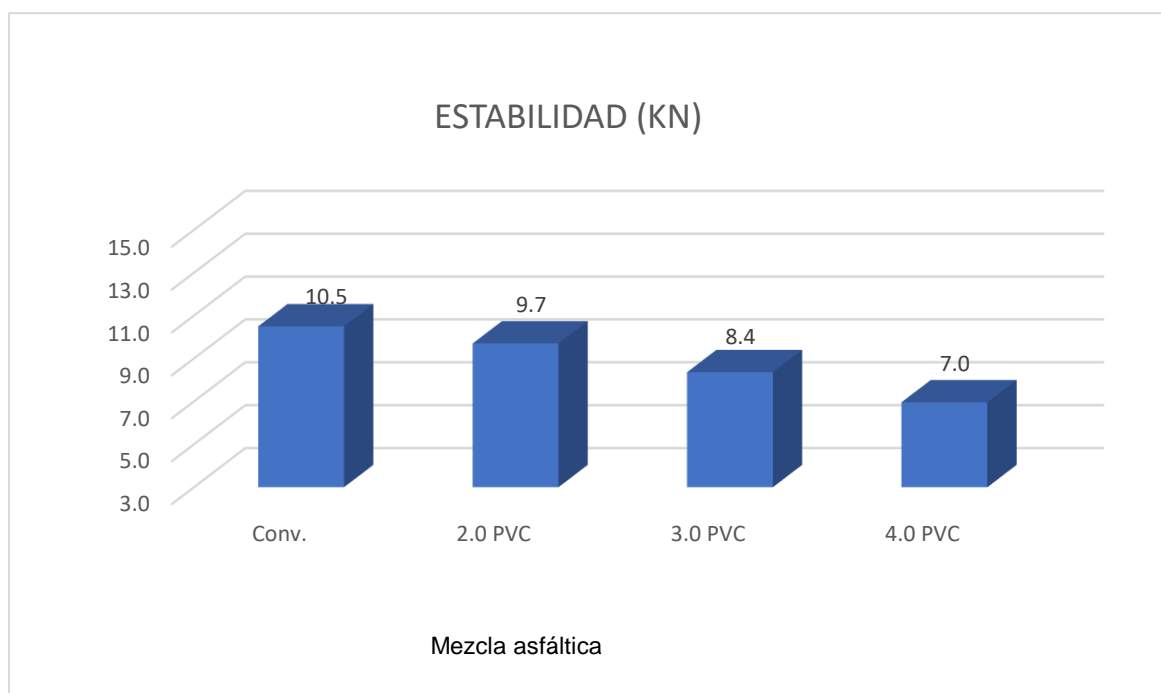
Figura 21. Prueba de estabilidad



**Tabla 13.** Valores de La estabilidad de la mezcla convencional y modificada

Estabilidad (KN)		
% óptimo diseño convencional	10.5	Especificación EG-2013
2% de pvc	9.7	
3% de pvc	8.4	8, 15
4% de pvc	7.00	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 22.** Valores de la estabilidad incorporando 2%, 3% y 4% de pvc

Como se ve en la tabla 13 y figura 22 al comparar el valor de la estabilidad de la mezcla convencional con la mezcla modificada con un 2% de pvc se ve una disminución de 7.62%, con respecto a la adición de 3% de pvc disminuye en un 20% y finalmente con la adición del 4% de pvc disminuye en un 33.3%, esto se interpreta que el 2% y 3% si cumplen con los parámetros establecidos de 8 – 15 KN para tráfico pesado.

**Objetivo específico 4.** Evaluar la influencia de la aplicación del policloruro de vinilo en los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huillca

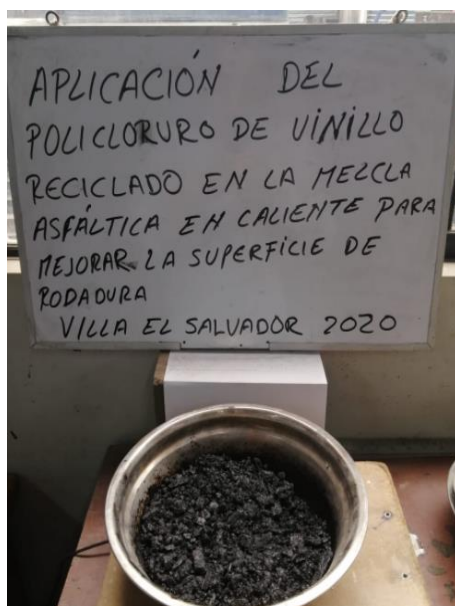


Figura 23. Muestra suelta para análisis de vacíos

Tabla 14. Valores de los % de vacíos de la mezcla convencional y modificada

% DE VACÍOS		
% óptimo diseño convencional	4.2	Especificación EG-2013
2% de pvc	5.3	
3% de pvc	5.7	3 a 5
4% de pvc	6.20	

Fuente: Elaboración propia

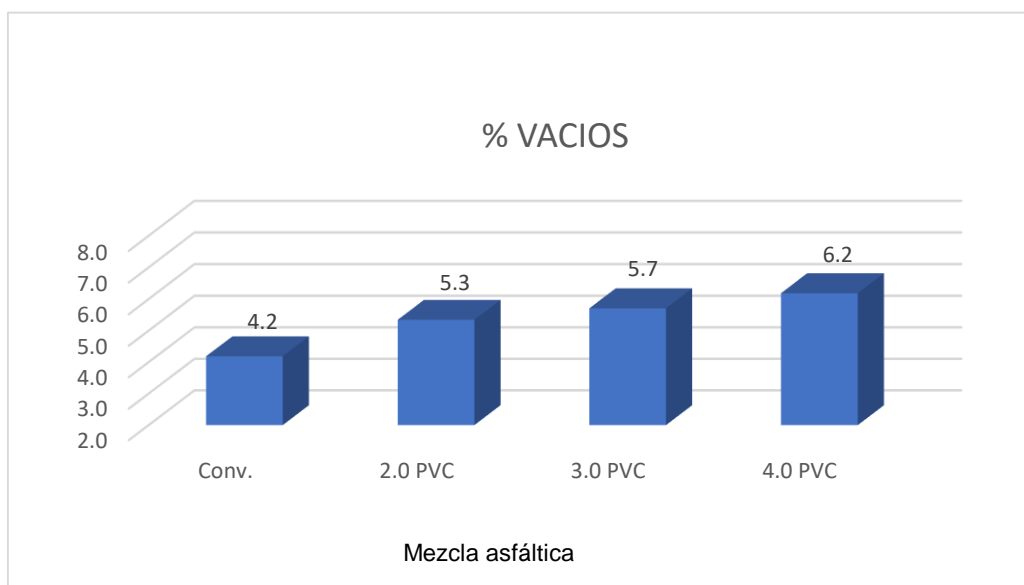


Figura 24. Valores de los % de vacíos incorporando 2%, 3% y 4% de pvc

Como se ve en la tabla 14 y figura 24 al comparar el valor de los % de vacíos de la mezcla convencional con la mezcla modificada con un 2% de pvc se observa un aumento de un 26.2%, con respecto a la adición de 3% de pvc se observa un aumento de 35.71% y finalmente con la adición de 4% de pvc aumenta en un 47.61%, esto se interpreta que los porcentajes adicionados no cumplen con los parámetros de 3 – 5% para tráfico pesado

**Objetivo específico 5.** Evaluar la influencia de la aplicación del policloruro de vinilo en la gravedad específica de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca



*Figura 25.* Muestra suelta para gravedad Específica

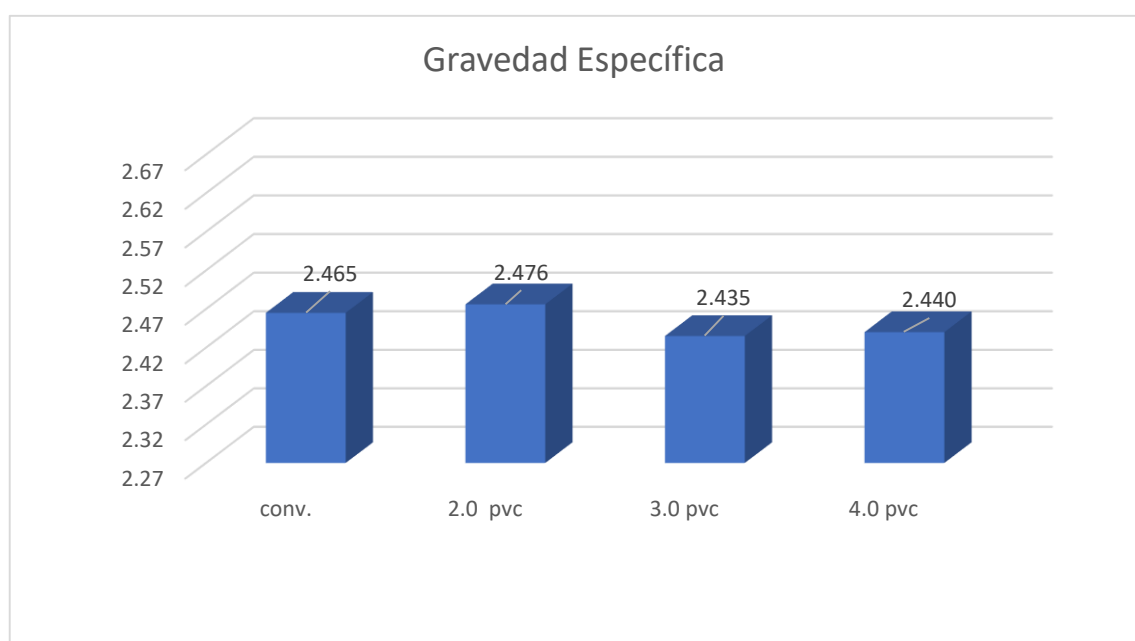


*Figura 26.* Equipo rice

**Tabla 15. Informe de gravedad específica teórica máxima**

Muestra N°	2.0 % PVC	3.0 % PVC	4.0 % PVC	% Optimo convencional
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)	7702.0	7695.4	7693.8	7692.9
4.- Peso del frasco + muestra + agua	<b>8913.0</b>	<b>8902.4</b>	<b>8906.8</b>	<b>8920.8</b>
5.- Peso neto de la muestra	<b>1211.0</b>	<b>1207.0</b>	<b>1213.0</b>	<b>1227.9</b>
6.- Agua desplazada (2) - (3)	489.0	495.6	497.2	498.1
Peso específico máximo de la muestra (5) / (6)	<b>2.476</b>	<b>2.435</b>	<b>2.440</b>	<b>2.465</b>
<b>Contenido % C. A</b>	<b>5.15</b>	<b>5.15</b>	<b>5.15</b>	<b>5.15</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 27. Valores de la gravedad específica incorporando 2%, 3% y 4% de pvc**

Como se ve en la tabla 15 y figura 27 al comparar el valor de la gravedad específica de la mezcla convencional con la mezcla modificada con 2% de pvc se observa un aumento de 0.45%, con la adición de 3% de pvc se observa una disminución de 1.22% y finalmente con la adición de 4% de pvc se ve una disminución de un 1.01%, esto se interpreta que el 2% de pvc es más apto ya que se evidencia una mejor compactación de la mezcla.

## V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Respecto a nuestro ensayo Marshall realizado en el laboratorio se ha podido precisar el peso unitario de la mezcla asfáltica, podemos observar en la tabla 10 respecto a la densidad se ha podido identificar un patrón óptimo el cual es de 2.370 kg/m<sup>3</sup> el cual servirá como patrón; agregando el 2% del pvc a la mezcla se obtiene un valor para la densidad de 2.344 kg/m<sup>3</sup> disminuyendo un 0.026 kg/m<sup>3</sup> un 1.09% respecto al patrón; con el 3% de pvc agregado a la mezcla se obtiene un valor de 2.296 kg/cm<sup>3</sup> disminuyendo un 0.074 kg/m<sup>3</sup> el cual sería un 3.12% en comparación con el patrón y agregando el 4% de pvc a la mezcla se obtiene una densidad de 2.289 kg/cm<sup>3</sup> disminuyendo en un 0.081 kg/m<sup>3</sup> un 3.58% con respecto al patrón. Por lo cual podemos identificar que mientras más porcentaje de pvc se agrega a la mezcla asfáltica más va disminuyendo la densidad respecto al patrón que se toma en cuenta. Según los autores Saravia y Vejarano (2019) en comparación con nuestra investigación concuerda en algunas propiedades, ellos al momento de utilizar los porcentajes de 0%,2%,4%,6% de desechos del pvc y los agregaron mezcla asfáltica y efectivamente mientras más se aumenta del porcentaje de este material más disminuye la densidad. Por lo cual ellos establecieron que el porcentaje mejor adecuado para la densidad en su investigación fue el de 4% ya que les da un valor de densidad de 2.18 kg/cm<sup>3</sup> en lo que no concordamos en los resultados con nuestro 4% de pvc.

Objetivo específico 2: Según el ensayo Marshall realizado en el laboratorio tomando en cuenta los valores de la tabla 11 se ha determinado un valor óptimo de 13 mm este valor servirá como patrón, cuando se agregó un 2% de pvc a la mezcla se obtuvo un resultado de 15.3 mm aumentando en un 2.3 mm respecto al patrón un 17.69%, con el 3% pvc agregado a la mezcla se obtuvo un valor de 16,3 mm aumentando un 3.3 mm un 25.38% con respecto al patrón y por último agregando el 4% de pvc a la mezcla se obtuvo un valor de 16.7 aumentando en 3.7 respecto al patrón un 28.46%. Por lo tanto, podemos decir que en nuestra investigación que al agregar porcentajes de pvc a la mezcla aumenta la fluencia en comparación con el patrón, pero no es favorable ya que según los parámetros de la norma EG- 2013 son de 8 a 14 mm y ningún porcentaje está dentro de este rango. Según la autora

Tueros (2017) utilizó otro material como el caucho en la mezcla asfáltica utilizando el ensayo Marshall en la propiedad de la fluencia se pudo determinar que al agregar el 1%, 2% y 3% de este material si cumple lo establecido ya que al agregar el 2 % de este material si obtiene un valor de 11.35 mm siendo este porcentaje el más adecuado para su investigación el cual cumple con los parámetros de la norma EG-2013. En comparación con nuestra investigación podemos concordar que al utilizar porcentajes elevados de cualquier polímero y si se le agrega a la mezcla no va a cumplir los parámetros de la norma EG- 2013.

Objetivo específico 3: Según el ensayo Marshall realizado en nuestra investigación utilizando los valores de la tabla 12, se pudo determinar que la propiedad de estabilidad se tendrá un patrón de 10.5 KN, si le agregamos un 2% de pvc a la mezcla se obtendrá un resultado de 9.7 KN disminuyendo un 0.8 KN un 7.62% respecto al patrón, si se agrega un 3% de pvc a la mezcla se obtendrá un valor de 8.4 KN disminuyendo un 2.7 KN un 20% considerando el patrón y por ultimo si se agrega el 4% de pvc a la mezcla se obtendrá un resultado de 7 KN disminuyendo en un 3.5 KN un 33.3% respecto al patrón. Podemos determinar que mientras más porcentaje de pvc se agrega a la mezcla va disminuyendo la estabilidad en relación con la norma EG. 2013 los porcentajes de 2% y 3% si están dentro de los parámetros establecidos por la norma los cuales son de 8 KN y 15 KN. Según la autora Tueros (2017) la cual se mencionó que utilizó otro material como el caucho en la mezcla asfáltica utilizando el ensayo Marshall en la estabilidad se pudo determinar que al agregar el 1%, 2% y 3% de este material solo un porcentaje cumplen con los rangos establecidos por la norma, se obtiene un valor de 8.15 KN, 5.44 KN y 4.53 KN respecto a la estabilidad siendo el 1% porcentaje el más adecuado para su investigación el cual cumple con los parámetros de la norma EG-2013. En comparación con nuestra investigación se pudo determinar y concordar que utilizando el primer porcentaje cualquier polímero y si se agrega a la mezcla no va a cumplir los parámetros de la norma EG.2013.

Objetivo específico 4: Se determinó en el ensayo Marshall realizado en el laboratorio tomando en cuenta los valores de la tabla 13, se tiene un patrón para la propiedad de porcentajes de vacíos el cual es de 4.2 %, con un 2% de pvc agregado a la mezcla se obtiene un 5.3 % aumentando en 26.2% con respecto al patrón, con un 3% de pvc agregado a la mezcla se obtiene un 5.7% aumentado en 35.71% respecto al patrón y por último adicionando un 4% de pvc a la mezcla se obtiene un resultado de 6.20% aumentado considerablemente un 47.61% con respecto al patrón. Según los parámetros establecido por la norma EG. 2013 solo puede ser de 3% a 5% el porcentaje de vacíos por lo cual ningún porcentaje de lo que nosotros planteamos es el adecuado por lo cual no es recomendable utilizar algunos de estos porcentajes de pvc a la mezcla. Según los autores Fernández y Ruiz (2018) en su investigación utilizaron un polímero llamado el poliestireno a la mezcla asfáltica utilizando el ensayo Marshall, ellos de determinaron que en el porcentaje de vacíos utilizando porcentajes de 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de este polímero aumenta considerablemente solo con el 20% obtuvieron un porcentaje de vacíos de 26.7%. En comparación con nuestra investigación se pudo concordar que al determinar que para la propiedad de porcentajes de vacíos se debe utilizar porcentajes pequeños para que cumplan los parámetros establecidos por la norma EG- 2013.

Objetivo específico 5: Según el estudio realizado en el ensayo Marshall respecto a la propiedad de gravedad específica en esta investigación de acuerdo a la tabla 14 solo se tomó en cuenta los porcentajes del pvc ya que esta propiedad según la norma establece que se debe realizar solo esta gravedad en base a un material ya sea los agregados, asfalto o un material diferente para el ensayo Marshall. Tendremos un patrón de 2.465, cuando agregamos el 2% de pvc a la mezcla se obtuvo un resultado de 2.476 g/cm<sup>3</sup> aumenta un 0.45%, con el 3% de pvc si se agrega a la mezcla se obtuvo un valor de 2.435 g/cm<sup>3</sup> disminuyendo un 1.22% y con el 4% de pvc agregando a la mezcla se obtuvo un valor de 2.440 g/cm<sup>3</sup> disminuyendo un 1.01% siguiendo los parámetros establecidos por la norma ASTM D2041. Según los autores Burbanos y Salazar (2019) en su investigación realizada al momento de utilizar el material de viruta de pvc reciclado en la mezcla asfáltica en caliente con respecto a la propiedad de gravedad específica utilizando un 4% de

este material y agregándolo a la mezcla obtuvo un resultado de 1.005 g/cm<sup>3</sup> el cual cumplía sus parámetros establecidos. En comparación con nuestra investigación estos autores realizaron su investigación en el país de Ecuador ellos se guiaron en base a la norma AASHTO T201 y podemos concordar que si se utiliza el porcentaje de 4% es un rango de adecuado para tomar respecto a esta propiedad.



## VI. CONCLUSIONES

Primero: En conclusión, general por medio de los resultados obtenidos del laboratorio se infirió que la adición de policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente afecta de manera no muy favorable ya que al comparar el porcentaje óptimo de asfalto de 5.15% con los porcentajes agregados de 2%, 3% y 4% de pvc se observa que son demasiado elevados debido a que no cumplen con la mayoría de los criterios de diseño Marshall que especifica la norma EG-2013.

Segundo: De acuerdo a la densidad de la mezcla asfáltica en caliente concluimos que al comparar el porcentaje óptimo convencional de 5.15% (patrón) el cual se obtuvo un valor de 2.370 g/cm<sup>3</sup>, con la adición del 2% se tiene un valor de 2.344g/cm<sup>3</sup>, el 3% con un valor de 2.296 g/cm<sup>3</sup> y con el 4% un valor de 2.289 g/cm<sup>3</sup>, con esto se evidenció una disminución a medida que se agregan valores más altos de pvc lo cual se infiere que afecta de manera negativa a la mezcla asfáltica ya que aunque no afecte en la resistencia de la misma, según los criterios Marshall es favorable que los valores aumenten para que la carpeta asfáltica tenga un rendimiento más duradero.

Tercero: De acuerdo a la fluencia de la mezcla asfáltica en caliente concluimos que al comparar el porcentaje óptimo convencional de 5.15% (patrón) el cual se obtuvo un valor de deflexión de 13mm con la adición del 2% de pvc el cual se obtuvo un valor de 15.3mm, el 3% con un valor de 16.3mm y el 4% con un valor de 16.7mm, con esto se evidenció un aumento a medida que se agrega valores más altos de pvc lo cual se infiere que afecta de manera negativa ya que esto aumenta la plasticidad de la mezcla haciéndola más vulnerable a deformarse frente a las cargas de tráfico pesado por lo que no cumple con los criterios de diseño de 8 – 14 mm que dicta la norma EG-2013.

Cuarto: De acuerdo a la estabilidad de las mezcla asfáltica en caliente concluimos que al comparar el porcentaje óptimo convencional de 5.15% (patrón) el cual se obtuvo un valor de 10.5 KN con la adición de 2% de pvc el cual se obtuvo un valor de 9.7 KN, el 3% con un valor de 8.4 KN y el 4% con un valor de 7 KN se evidenció una disminución a medida que se agrega valores más alto de pvc, lo cual se infiere que con los valores del 2 y 3% se mantiene en intervalos constantes y que no son

muy rígidos además que cumplen los criterios de diseño de 8 – 15 KN mientras que con el 4% ya es un valor por debajo de las especificaciones el cual puede producirse bastantes fallas a la carpeta asfáltica.

Quinto: De acuerdo a los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente concluimos que al comparar el porcentaje óptimo convencional de 5.15% (patrón) el cual se obtuvo un valor de 4.2% con la adición del 2% de pvc el cual se obtuvo un valor de 5.3%, el 3% con un valor de 5.7% y el 4% con un valor de 6.2% se evidenció un aumento a medida que se agrega valores más altos de pvc por lo que se infiere que con los porcentajes de pvc añadidos no son aptos porque los valores sobrepasan los criterios de diseño Marshall de 3 a 5 % por ende significa el aumento de la filtración de agua en el asfalto el cual produce desprendimiento del agregado o incluso es posible la separación del asfalto en el agregado.

Sexto: De acuerdo a la gravedad específica de la mezcla asfáltica en caliente concluimos que al comparar el porcentaje óptimo convencional de 5.15% (patrón) el cual se obtuvo un valor de 2.465 con la adición del 2% de pvc el cual se obtuvo un valor de 2.476, el 3% con un valor de 2.435 y el 4% con un valor de 2.440, se infiere que con el 2% es apto porque el valor aumenta y se tiene una muestra mejor compactada con la que permite una densidad más elevada y menos bolsas de aire en la mezcla, mientras que con el 3% y 4% el valor disminuye teniendo una densidad más baja y produciéndose más bolsas de aire.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Respecto a nuestras conclusiones y resultados de nuestra investigación realizados podemos dar una recomendación general que la aplicación de porcentajes de 2%, 3% y 4% del policloruro de vinilo reciclado a la mezcla asfáltica en caliente no es recomendable ya que no va a cumplir algunos parámetros de la norma EG- 2013 pero si se decide que quieren utilizar este material deben utilizar porcentajes pequeños entre 0.5 % a 1% para que cumplan los parámetros de la norma.

Respecto a la propiedad de la densidad de la mezcla asfáltica se da una recomendación de que se utilice porcentajes menores lo cual se menciona en la primera recomendación ya que los porcentajes que nosotros utilizamos disminuyen levemente el peso del volumen de la mezcla.

Con respecto a la propiedad de la fluencia se observó un aumento significativo en la mezcla respecto los porcentajes de pvc que planteamos el cual no cumple con los parámetros de la norma EG-2013 por lo que se recomienda porcentajes mínimos de pvc o realizar el diseño de la mezcla en frío para así evitar la disgregación del asfalto.

Con la finalidad en la estabilidad se puede recomendar que si se desea utilizar el material del pvc utilizar porcentajes mínimos que no superen al 1% para así cumplir los parámetros de la norma EG-2013 del Manual de Carreteras.

Respecto a la propiedad de los porcentajes de vacíos se recomienda no utilizar los porcentajes que nosotros utilizamos y solo utilizar porcentajes mínimos al 1% de pvc o realizar el diseño de la mezcla en frío para así cumplir los parámetros de la norma EG-2013.

Con la finalidad de que se cumplan los parámetros de la norma EG- 2013 respecto a la gravedad específica se recomienda utilizar porcentajes mínimos del 0.5% a 1% de pvc para así cumplir los rangos que establece la norma.

## REFERENCIAS

- BEHAR, D. Introducción a la metodología de la investigación. Lima: Editora Shalom, 2008, pp. 19 -53. ISBN: 978-959-212-783-7.
- BERMELLO, ZUÑIGA Y CORDOVA. Análisis comparativo entre la aplicación de Metodología RAMCODES y el método Marshall como alternativa para la obtención del contenido óptimo de asfalto para el diseño de mezclas asfálticas. Quito: Equipo Editorial, 2018. ISBN: 978-9942-770-70-7.
- BURBANO Y SALAZAR. 2019. Utilización de virutas de pvc en mezclas asfálticas en caliente. Tesis (pregrado en ingeniería civil). Quito: Universidad católica de Ecuador, 2019
- CÁCERES, P. 2003. Análisis cualitativo de contenido: una alternativa metodológica alcanzable. Chile: Psicoperspectivas, Vol. 2, número 1, 2003, pp. 60. ISSN: 0717-7798.
- CARRANZA, M. Efecto del polímero Etileno vinil acetato en la estabilidad del concreto asfáltico. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 84 pp.
- CASO, S y DE LA CRUZ, G. Diseño de mezclas asfálticas en caliente modificadas con polímeros reciclados HDPE Y SBR, para pavimentos en la ciudad de Huancavelica. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2021. 217 pp.
- COICUE, L y SEPULVEDA, C. Polietileno de baja densidad como alternativa para mejorar las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica densa en caliente mdc-19. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017. 120 pp.
- CONSENTINO, J y SOTA, J. 2011. Forma y tamaño de las partículas y su incidencia en el resultado del método de ensayo ASTM C-1260. México: s.n., 2011, Vol. 3. pp. 4. ISSN: 2007-3011.
- CONTRERAS, C y MAMANI, D. Reducción de la deformación permanente en pavimentos diseñados con mezclas asfálticas en caliente a través de la

- incorporación de polvo de caucho proveniente de neumáticos usados. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil) Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. 109
- CHAN, J; SOLIS, R Y MORENO, E. Influencia de los agregados pétreos en el concreto, Mérida: s.n., 2003, pp. 39. ISSN: 1665-529X.
- CROTTE, R. 2011. Elementos para el diseño de técnicas de investigación. México: Tiempo de educar, 2011, vol. 12, pp. 279. ISSN: 1665-0824.
- DELGADO, H Y GARNICA, P. 2004. Análisis de influencia del método de compactación en el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas.s.l: Secretaria de comunicaciones y transportes, 2004, pp. 7-8. ISSN: 0188-7297.
- DELGADO, H Y GOMEZ, J. 2004. Aspectos del diseño volumétrico de mezclas. s.l: Secretaria de comunicaciones y transportes, 2004, pp. 8. ISSN: 0188-7297.
- DELGADO, H. 2020. Diseño de mezclas asfálticas densas en caliente en función del tránsito. 2020, edición número 602, pp. 3. ISSN: 0188-7297
- DELGADO, C y SOLANO, S. Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE-2019. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 169 pp.
- FERNANDEZ. 2017. "Evaluación de las proporciones del residuo de pvc de tapicería sobre la resistencia a la compresión, flexión, asentamiento y costos en un concreto para pavimento rígido, Trujillo-la libertad. Trujillo: s.n., 2017.
- FIDIAS, G. "Proyecto de investigación". Caracas: Sexta edición. Editorial Episteme, pp. 23. ISBN: 980-07-8529-9
- GARCÍA. 2001. Principios de Construcción de pavimentos de Mezclas Asfálticas en Caliente. Segunda. S.l.: ASPHALT INSTITUTE, 2001, pp. 62-60. ISBN: 978-1934154250.

- GOMEZ, J; VILLASÍS, M y GUADALUPE, M. 2016. Protocolo de la investigación  
México: Colegio Mexicano de Inmunología Clínica, 2016, Vol. 63, pág. 2.  
ISSN: 0002-5151.
- GOMEZ, J; VILLASÍS, M y GUADALUPE, M. 2016. Protocolo de la investigación  
México: Colegio Mexicano de Inmunología Clínica, 2016, Vol. 63, pág. 4.  
ISSN: 0002-5151.
- GOMEZ, J; VILLASÍS, M y GUADALUPE, M. 2016. Protocolo de la investigación  
México: Colegio Mexicano de Inmunología Clínica, 2016, Vol. 63, pág. 5.  
ISSN: 0002-5151.
- HERNANDEZ, R Y FERNANDEZ, C. 1991. Metodología de la Investigación.  
México: Primera edición, pp. 285-286. ISBN: 968-422-931-3.
- HERNANDEZ, R Y FERNANDEZ, C. 1991. Metodología de la Investigación.  
México: Primera edición, pp. 286. ISBN: 968-422-931-3.
- HERNANDEZ, R Y FERNANDEZ, C. 1991. Metodología de la Investigación.  
México: Primera edición, pp. 286. ISBN: 968-422-931-3.
- INDIATIMES. 2017. [En línea] 2017.
- KERLINGER, F y LEE, H. 2002. Investigación del Comportamiento. Cuarta. S.I.:  
California State University, 2002, pp. 172. ISBN: 9701030702
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. 2002.  
Producción de Polímeros. 2002. pág. 23. ISBN: 978-84-491-0977-5.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, Paraguay. 2011. Manual de carreteras del  
Paraguay. Norma para materiales y ensayos de materiales. Asunción:  
Publicaciones Ministerio, 2011. Vol. II, 6.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, Paraguay. 2011. Normas para Materiales y  
Ensayos. Primera. 2011. pág. 435 y 436.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2013. Manual de  
carreteras. Lima: s.n., 2013.

- MONTEJO, A. 2002. Ingeniería de Pavimentos para carretera. Bogotá: Valbuena, 2002. pp. 118. ISBN: 958-96036-2-9.
- MORENO, I; PAEZ, A y GONZALES, J. 2015. Reciclado de pvc. México: Red internacional de investigadores, 2015. pág. 6. ISBN: 978-607-96203-0-4.
- ÑAUPAS, H; VALDIVIA, M; PALACIOS, J y ROMERO, H. 2018. Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. PP. 140. ISBN. 978-958-762-876-0
- PADILLA, J. Mejoramiento de la infraestructura vial a nivel de pavimento flexible de la calle Lauriama en la provincia de barranca – 2018. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2018. 65 pp.
- PERÚ CONSTRUYE. 2018. 51, Lima: DIGAMMA SAC, Febrero de 2018.
- PUENTE, J. Análisis técnico – económico de mezclas asfálticas con tereftalato de polietileno reciclado para la construcción de carreteras asfaltadas. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2020. 163 pp.
- RAMIREZ, A y LOPEZ, E. 2018. Planta de Producción de Cloruro de Vinilo. España: s.n., 2018.
- REYES, O; CAMACHO, J Y LONDOÑO, A. 2013. Caracterización mecánica de mezclas asfálticas en función del origen y gradación del agregado pétreo.12, Colombia: s.n., 2013, Vol. 11. ISSN: 1900-6586.
- ROJAS, J y LOPEZ, R. Variación de las propiedades mecánicas obtenidas del ensayo Marshall entre las mezclas asfálticas tibias producidas con diferentes tecnologías y las mezclas asfálticas en caliente. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2020. 117 pp.
- SANCHEZ, H; REYES, C y MEJÍA, K. 2018. Manual de Términos e investigación científica, tecnología y humanística. Primera. 2018. ISBN N° 978-612-47351-4-1.

SERRANO, F y MENDIZÁBAL, E. 2015. Introducción a la Ciencia de Polímeros. Primera. Guadalajara: s.n., 2015, pp. 42. ISBN: 978-607-742-418-5.

TUEROS, M. Incorporación de polvo de caucho en mezcla asfáltica convencional para mejorar el comportamiento de la superficie de rodadura frente al ahuellamiento en la ciudad de Huancayo 2016. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2016. 91 pp.

VILLAGARAY, E. Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la avenida trapiche-comas (remanso) 2017. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 168 pp



## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

**Título:** Aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020

**Autores:** Agurto Montalban, Carlos y Pumachagua Jesus, Henry.

operacionalización de variables					
variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
policloruro de vinilo	Es la combinación de las propiedades químicas de componentes como el cloro, hidrógeno y carbono. Las características que tienen se acceden del petróleo en un 43% y de la sal en un 57%. (Serrano y otros, 2015)	Es el elemento fundamental por lo que están compuesto las tuberías de PVC, tienen componentes que se pueden utilizar para una mezcla asfáltica. Se evaluó este elemento en base a dos dimensiones: polimerización y cloruro de vinilo	Polimerización	Obtención de la mezcla del desecho de pvc	Escala de razón
			Cloruro de vinilo	Adición del 2,3 y 4 % de cloruro de vinilo	
mezcla asfáltica en caliente	Es la combinación de agregados y propiedades que se van a añadir al material conocido como el asfalto para así poder formar una mezcla que se realizan a una temperatura en caliente donde se busca que la propiedad más importante que es la estabilización cumpla los parámetros que tiene objetivo principal el de mejorar la cohesión y la resistencia del pavimento en donde se va a aplicar la mezcla asfáltica (Montejo, 2002)	Es la combinación a una temperatura elevada de diferentes elementos como resinas, aromáticos polares y asfalto los cuales forman una mezcla y que se pueden aplicar en un pavimento. Se evaluó en base a cinco dimensiones que son: densidad, fluencia, estabilidad, porcentaje de vacíos y gravedad específica	Densidad	g/cm <sup>3</sup>	Escala de razón
			Fluencia	mm	
			Estabilidad	KN	
			Porcentaje de vacíos	%	
			Gravedad específica	Gmm	


## Anexo 2: Matriz de consistencia

Título: Aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020

Autores: Agurto Montalban, Carlos y Pumachagua Jesus, Henry

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cómo influye la aplicación del policloruro de vinilo reciclado en las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente para mejorar las propiedades del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar la influencia que tiene el policloruro de vinilo reciclado al momento de agregarlo a la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Si aplicamos policloruro de vinilo reciclado se mejorarán las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca</p>	<p><b>INDEPENDIENTE</b></p> <p><b>POLICLORURO DE VINILO</b></p>	Polimerización	Obtención de pvc triturado	Trituradora de impacto	<p>Tipo de investigación</p> <p>Aplicada</p>
<p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿De qué manera la aplicación del policloruro de vinilo reciclado influye en la densidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Evaluar la influencia al momento de aplicar el policloruro de vinilo en la densidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>La influencia al aplicar el policloruro de vinilo aumenta la densidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca</p>		Cloruro de Vinilo	<p>Adición del 2% de cloruro de vinilo</p> <p>Adición del 3% de cloruro de vinilo</p> <p>Adición del 4% de cloruro de vinilo</p>	Conformación de probetas con pvc	<p>Enfoque de investigación</p> <p>Cuantitativo</p> <p>El diseño de la investigación</p> <p>Cuasi experimental</p>
<p>¿Cuál es la influencia al momento de la aplicación del policloruro de vinilo en la fluencia de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca?</p>	<p>Evaluar la influencia de la aplicación del policloruro de vinilo en la fluencia de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca</p>	<p>La aplicación del policloruro de vinilo mejora la resistencia a la fluencia de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca</p>	<p><b>DEPENDIENTE</b></p> <p><b>MEZCLA ASFALTICA</b></p>	Densidad	g/cm <sup>3</sup>	Ensayo Marshall ASTM D2041	<p>El nivel de la investigación</p> <p>Explicativo</p>
<p>¿Cómo influye la aplicación del policloruro de vinilo en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca?</p>	<p>Evaluar la influencia de la aplicación del policloruro de vinilo en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca</p>	<p>Al aplicar el policloruro de vinilo mejora la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca</p>		Fluencia	mm	Ensayo Marshall Prensa Marshall Mordaza Flujómetro	<p>Población</p> <p>Enfocado en los vecinos y comerciantes de la Av. Pedro Huilca</p>
<p>¿Cómo influye la aplicación del policloruro de vinilo en los porcentajes de vacío de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca?</p>	<p>Evaluar la influencia de la aplicación del policloruro de vinilo en los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca</p>	<p>La aplicación del policloruro de vinilo influye en el cambio de los porcentajes de vacío de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca</p>		Estabilidad	KN		<p>Muestra</p> <p>El tramo de 525 metros de la Av. Pedro Huilca</p>
<p>¿Cómo influye la aplicación del policloruro de vinilo en la gravedad específica en la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca?</p>	<p>Evaluar la influencia de la aplicación del policloruro de vinilo en la gravedad específica de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca</p>	<p>La aplicación del policloruro de vinilo cambia el valor de la gravedad específica de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Pedro Huilca</p>		Porcentaje de vacíos	%	Ensayo Marshall ASTM D 2041 Martillo compactador	
				Gravedad Específica	Gmm	Ensayo Marshall Baño de agua Balanza frascos	<p>Muestreo</p> <p>El muestreo es no probabilístico porque se escogió la parte más afectada de la Av. Pedro Huilca</p>

### Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos.

Ficha Técnica							 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
<b>Proyecto:</b> "Aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, villa el salvador 2020"								
<b>Autores:</b> Agurto Montalban, Carlos y Pumachagua Jesus, Henry								
1. Datos Generales								
<b>Tramo de la avenida:</b>	AV. Pedro Huilca							
<b>Distrito:</b>	Villa el Salvador	<b>Altitud</b>	12°11'15.90" S		<b>Promedio de validez y confiabilidad del instrumento</b>			
<b>Provincia:</b>	Lima	<b>Latitud</b>	76°56'21.99" O-171m					
<b>Región:</b>	Lima	<b>Longitud</b>	525 m					
2. Variables de estudio								
<b>V1:</b> policloruro de vinilo reciclado	Polimerización	Obtención del desecho de pvc	<b>V2:</b> Mezcla asfáltica en caliente	Densidad				
				Estabilidad				
	Fluencia							
	Porcentaje de vacíos							
	Gravedad específica							
	Adición del % de pvc	1= 2% 2= 3% 3= 4%						
3. Parámetros de diseño								
Ensayo Marshall ( ASTM D 1559)								
Granulometría del agregado	Compactación, N° de golpes	Estabilidad (KN)	Flujo (mm)	Porcentaje de vacíos (%)	Peso unitario (g/cm3)	Relación estabilidad y flujo (kg/cm)	Contenido de asfalto	
Agregados para mezcla		<b>0.53 a menos</b>		<b>Validez nula</b>				
Arena		<b>0.54 a 0.59</b>		<b>Validez baja</b>				
grava		<b>0.60 a 0.65</b>		<b>Válida</b>				
Arena zarandeada		<b>0.66 a 0.71</b>		<b>Muy válida</b>				
Pvc triturado		<b>0.72 a 0.99</b>		<b>Excelente validez</b>				
		<b>1</b>		<b>Validez perfecta</b>				
4. Datos del experto							Promedio de validez	Promedio de confiabilidad
Apellidos y nombres:								
Profesión:								
Registro CIP N°:				Teléfono				
Correo electrónico								
Observaciones						Firma del experto		

# Ficha Técnica



**Proyecto:** "Aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, villa el salvador 2020"

**Autores:** Agurto Montalban, Carlos y Pumachagua Jesus, Henry

## 1. Datos Generales

<b>Tramo de la avenida:</b>	AV. Pedro Huilca			<b>Promedio de validez y confiabilidad del instrumento</b>	0.72	0.72
<b>Distrito:</b>	Villa el Salvador	<b>Altitud</b>	12°11'15.90" S			
<b>Provincia:</b>	Lima	<b>Latitud</b>	76°56'21.99" O-171m			
<b>Región:</b>	Lima	<b>Longitud</b>	525 m			

## 2. Variables de estudio

<b>V1:</b> policloruro de vinilo reciclado	Polimerización	Obtención del desecho de pvc	<b>V2:</b> Mezcla asfáltica en caliente	Densidad		0.66	0.66
				Estabilidad			
				Fluencia			
	Porcentaje de vacíos						
	Gravedad específica						
Adición del % de pvc	1= 2%						
		2= 3%					
		3= 4%					

## 3. Parámetros de diseño

### Ensayo Marshall ( ASTM D 1559)

Granulometría del agregado	Compactación, N° de golpes	Estabilidad (KN)	Flujo (mm)	Porcentaje de vacíos (%)	Peso unitario (g/cm3)	Relación estabilidad y flujo (kg/cm)	Contenido de asfalto	0.8	0.8
Agregados para mezcla		<b>0.53 a menos</b>		<b>Validez nula</b>				0.72	0.72
Arena		<b>0.54 a 0.59</b>		<b>Validez baja</b>					
grava		<b>0.60 a 0.65</b>		<b>Válida</b>					
Arena zarandeada		<b>0.66 a 0.71</b>		<b>Muy válida</b>					
Pvc triturado		<b>0.72 a 0.99</b>		<b>Excelente validez</b>					
		<b>1</b>		<b>Validez perfecta</b>					

## 4. Datos del experto

Apellidos y nombres:				Nuñez Vilela, Luis Fernando				0.725	0.725
Profesión:				Ingeniero Civil					
Registro CIP N°:		152657	Teléfono		960347649				
Correo electrónico				<a href="mailto:luis.nunezvc@cip.org.pe">luis.nunezvc@cip.org.pe</a>					

### Observaciones

### Firma del experto

NINGUNA, ES UN INSTRUMENTO VALIDO

  
**LUIS FERNANDO NUÑEZ VILELA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 192657**

# Ficha Técnica



**Proyecto:** "Aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, villa el salvador 2020"

**Autores:** Agurto Montalban, Carlos y Pumachagua Jesus, Henry

## 1. Datos Generales

<b>Tramo de la avenida:</b>	AV. Pedro Huilca			<b>Promedio de validez y confiabilidad del instrumento</b>	0.76	0.72
<b>Distrito:</b>	Villa el Salvador	<b>Altitud</b>	12°11'15.90" S			
<b>Provincia:</b>	Lima	<b>Latitud</b>	76°56'21.99" O-171m			
<b>Región:</b>	Lima	<b>Longitud</b>	525 m			

## 2. Variables de estudio

<b>V1:</b> policloruro de vinilo reciclado	Polimerización	Obtención del desecho de pvc	<b>V2:</b> Mezcla asfáltica en caliente	Densidad		0.74	0.71
				Estabilidad			
				Fluencia			
	Porcentaje de vacíos						
	Gravedad específica						
	Adición del % de pvc	1= 2% 2= 3% 3= 4%					

## 3. Parámetros de diseño

Ensayo Marshall ( ASTM D 1559)								0.8	0.7
Granulometría del agregado	Compactación, N° de golpes	Estabilidad (KN)	Flujo (mm)	Porcentaje de vacíos (%)	Peso unitario (g/cm3)	Relación estabilidad y flujo (kg/cm)	Contenido de asfalto		
Agregados para mezcla		<b>0.53 a menos</b>		<b>Validez nula</b>				0.75	0.75
Arena		<b>0.54 a 0.59</b>		<b>Validez baja</b>					
grava		<b>0.60 a 0.65</b>		<b>Válida</b>					
Arena zarandeada		<b>0.66 a 0.71</b>		<b>Muy válida</b>					
Pvc triturado		<b>0.72 a 0.99</b>		<b>Excelente validez</b>					
		<b>1</b>		<b>Validez perfecta</b>					

## 4. Datos del experto

				Promedio de validez	Promedio de confiabilidad	
Apellidos y nombres:		Yeren Macedo, Juan Enrique			0.763	0.721
Profesión:		Ingeniero Civil				
Registro CIP N°:	46303	Teléfono	990478768			
Correo electrónico		jyerenm@hotmail.com				

### Observaciones

### Firma del experto

No existe alguna observación,  
el instrumento es válido

  
**JUAN E. YEREN MACEDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P 46303

# Ficha Técnica



**Proyecto:** "Aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, villa el salvador 2020"

**Autores:** Agurto Montalban, Carlos y Pumachagua Jesus, Henry

## 1. Datos Generales

<b>Tramo de la avenida:</b>	AV. Pedro Huilca			<b>Promedio de validez y confiabilidad del instrumento</b>
<b>Distrito:</b>	Villa el Salvador	<b>Altitud</b>	12°11'15.90" S	
<b>Provincia:</b>	Lima	<b>Latitud</b>	76°56'21.99" O-171m	
<b>Región:</b>	Lima	<b>Longitud</b>	525 m	

## 2. Variables de estudio

<b>V1:</b> policloruro de vinilo reciclado	Polimerización	Obtención del desecho de pvc	<b>V2:</b> Mezcla asfáltica en caliente	Densidad	0.75	0.73
				Estabilidad		
				Fluencia		
	Adición del % de pvc	1= 2%		Porcentaje de vacíos		
	2= 3%	Gravedad específica				
3= 4%						

## 3. Parámetros de diseño

### Ensayo Marshall ( ASTM D 1559)

Granulometría del agregado	Compactación, N° de golpes	Estabilidad (KN)	Flujo (mm)	Porcentaje de vacíos (%)	Peso unitario (g/cm3)	Relación estabilidad y flujo (kg/cm)	Contenido de asfalto	0.8	0.75	
Agregados para mezcla		<b>0.53 a menos</b>		<b>Validez nula</b>					0.77	0.78
Arena		<b>0.54 a 0.59</b>		<b>Validez baja</b>						
grava		<b>0.60 a 0.65</b>		<b>Válida</b>						
Arena zarandeada		<b>0.66 a 0.71</b>		<b>Muy válida</b>						
Pvc triturado		<b>0.72 a 0.99</b>		<b>Excelente validez</b>						
		<b>1</b>		<b>Validez perfecta</b>						

## 4. Datos del experto

				Promedio de validez	Promedio de confiabilidad
Apellidos y nombres:	Salazar TTito, Franklin			0.773	0.753
Profesión:	Ingeniero Civil				
Registro CIP N°:	221526	Telefono	996202870		
Correo electrónico	Franklinsalazarttito57@gmail.com				

### Observaciones

No existe ninguna observación.

### Firma del experto

FRANKLIN SALAZAR TTITO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 221526

#### Anexo 4: Panel fotográfico



*Figura 1. Camino pavimentado*



*Figura 2. Fallas del pavimento*



*Figura 3. 5kg de PVC molido*



*Figura 4. Imagen del laboratorio*





Figura 5. Horno para muestras



Figura 6. Prensa triaxial



Figura 7. Imagen de nosotros los Investigadores



Figura 8. Preparación del agregado grueso



Figura 9. Preparación del agregado fino



Figura 10. Golpes para los agregados



Figura 11. Tamiz del agregado fino



Figura 12. Tamiz del agregado grueso



Figura 13. Tamizado del agregado fino



Figura 14. Tamizado del agregado grueso



Figura 15. Muestra del agregado fino en el horno



Figura 16. Muestra del agregado grueso en el horno

## Anexo 5: Certificados de laboratorio de ensayos.



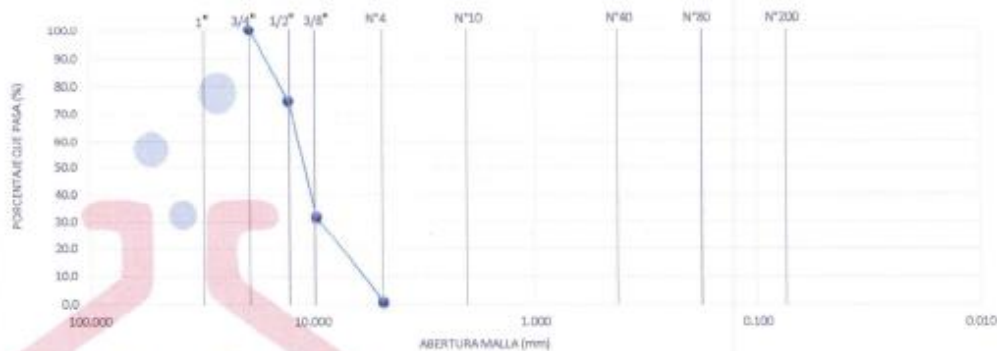
Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria crta 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: Agurto Montalban, Carlos Alberto y Pumachagua Jesus, Henry		
<b>TESIS</b>	: Aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020		
<b>UBICACIÓN</b>	: Villa el salvador	<b>Fecha de emisión:</b>	18/10/2021

TAMIZ ASTM	ANALISIS GRANULOMÉTRICO						
	ABERT. mm	Peso. g	% Retenido	% Acum.	% Pasa		
1"	25.400	-	-	-	100.0		
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	Calculos.	
1/2"	12.700	930.0	25.6	25.6	74.4		Tara
3/8"	9.525	1,560.0	43.0	68.6	31.4	Peso de Tara	286.00 g
1/4"	6.350	-	-	-	-	Tara + muestra Humeda	3,927.00 g
N° 4	4.750	1,120.0	30.9	99.4	0.6	Tara + muestra Seca	3,916.00 g
N° 6	3.360	-	-	-	-	Contenido de Humedad (%)	
N° 8	2.380	20.0	0.6	100.0	0.0		
N° 10	2.000	-	-	-	-	Muestra Seca	3,630.0 g
N°16	1.190	-	-	-	-		
N° 20	0.840	-	-	-	-		
N° 30	0.590	-	-	-	-		
N° 40	0.426	-	-	-	-		
N° 50	0.297	-	-	-	-	Proporciones Agregados.	
N° 80	0.177	-	-	-	-	Agregado Grueso.	99.4 %
N° 100	0.149	-	-	-	-	Agregado Fino.	0.6 %
N° 200	0.074	-	-	-	0.0	Fino Malla 200.	0.0 %
-200	-	-	-	-	-		

CURVA GRANULOMÉTRICA



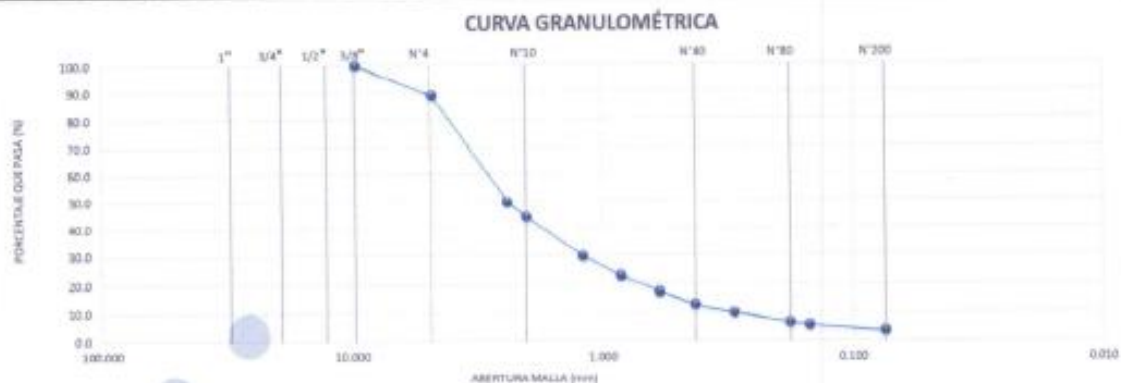
OBSERVACIONES:



JJ GEOTECNIA SAC  
 Humberto Cerro Huaman  
 VICE GERENTE  
 REG. CIP N° 210908

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	: Aguirre Montalban, Carlos Alberto y Pumachagua Jesus, Henry	
<b>TESIS</b>	: Aplicación del polícloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador	
<b>UBIGACIÓN</b>	: Villa el Salvador	<b>Fecha de emisión:</b> 18/10/2021

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.400	0	-	-	100.0	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	Calculos.
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	4.750	231.8	11.2	11.2	88.8	Tara + muestra Seca
N° 8	3.350	-	-	11.2	88.8	Contenido de Humedad (%)
N° 8	2.380	812.2	39.2	50.4	49.6	
N° 10	2.000	116.4	5.6	56.1	43.9	Muestra Seca
N° 16	1.190	269.7	14.5	70.5	29.5	
N° 20	0.840	133.6	6.5	77.0	23.0	
N° 30	0.590	116.8	5.6	82.6	17.4	
N° 40	0.425	93.8	4.5	87.2	12.8	
N° 50	0.297	60.8	2.9	90.1	9.9	Proporciones Agregados.
N° 60	0.177	72.7	3.5	93.6	6.4	Agregado Grueso
N° 100	0.149	17.8	0.9	94.5	5.5	Agregado Fino
N° 200	0.074	44.9	2.2	96.6	3.4	Fino Malla 200
-200	-	69.5	3.4	100.0		



OBSERVACIONES:



JJ GEOTECNIA SAC  
  
 ENRIQUE MORENO HUAMAN  
 INGE. - E.T.O. C° 1  
 OSG. CIP N° 21090F



<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Agurto Montalban, Carlos Alberto y Pumachagua Jesus, Henry
<b>TESIS</b>	: Aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Villa el salvador
<b>Fecha de emisión:</b>	18/10/2021

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa	
1"	25.400	-	-	-	100.0	
3/4"	19.050	-	-	-	100.0	
1/2"	12.700	12.2	0.5	0.5	99.5	<b>Calculos.</b>
3/8"	9.525	30.0	1.3	1.9	98.1	Tara
1/4"	6.350	-	-	1.9	98.1	Peso de Tara
N° 4	4.760	572.5	25.7	27.6	72.4	Tara + muestra Humeda
N° 6	3.300	-	-	27.6	72.4	Tara + muestra Seca
N° 8	2.380	504.3	22.6	50.2	49.8	Contenido de Humedad (%)
N° 10	2.000	72.8	3.3	53.5	46.5	Muestra Seca
N° 16	1.190	225.3	10.1	63.6	36.4	
N° 20	0.840	127.6	5.7	69.3	30.7	
N° 30	0.590	133.3	6.0	75.3	24.7	
N° 40	0.426	123.0	5.5	80.8	19.2	
N° 50	0.297	95.0	3.8	84.6	15.4	<b>Proporciones Agregados.</b>
N° 80	0.177	108.2	4.9	89.5	10.5	Agregado Grueso
N° 100	0.149	30.7	1.4	90.9	9.1	Agregado Fino
N° 200	0.074	85.0	3.6	94.7	5.3	Fino Malla 200
-200	-	118.9	5.3	100.0		



**OBSERVACIONES:**

JJ GEOTECNIA SAC  
  
**EIMER MORENO HUAMAN**  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 REG. COLEGIADO 10000



<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: Agurto Montalban, Carlos Alberto y Pumachagua Jesus, Henry		
<b>TESIS</b>	: Aplicación del polícloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020		
<b>UBICACIÓN</b>	: Villa el salvador	<b>Fecha de emisión:</b>	18/10/2021

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	L-2
3/8"	9.525	-	-	-	100.0	Peso de Tara	186.00 g
1/4"	6.350	-	-	-		Tara + muestra Humeda	831.00 g
N° 4	4.750	379.0	58.8	58.8	41.2	Tara + muestra Seca	831.00 g
N° 6	3.350	-	-			Contenido de Humedad (%)	0.0 %
N° 8	2.380	263.0	39.2	98.0	2.0		
N° 10	2.000	8.0	1.2	99.2	0.8	Muestra Seca	645.0 g
N° 16	1.190	5.0	0.8	100.0	0.0		
N° 20	0.840	-	-				
N° 30	0.590	-	-				
N° 40	0.425	-	-				
N° 50	0.297	-	-			Proporciones Agregados.	
N° 80	0.177	-	-			Agregado Grueso.	58.8 %
N° 100	0.149	-	-			Agregado Fino.	41.2 %
N° 200	0.074	-	-		0.0	Fino Malla 200.	0.0 %
-200	-	-	-				



OBSERVACIONES:

JJ GEOTECNIA SAC  
  
 ELMER MORENO HUAMAN  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 21096K



<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	: Agurto Montalben, Carlos Alberto y Pumahegua Jesus, Henry	
<b>TESIS</b>	: Aplicación del polícoloro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020	
<b>UBICACIÓN</b>	: Villa el Salvador	<b>Fecha de emisión:</b> 18/10/2021

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					1	2	3	ASTM D 3015 "5.5"	
	ADERT. 100	Grava (Mm)	Arena (Mm)	Arena (0.075)	Fines	% 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	74.4	100.0	99.5	100.0	99.9	99.9	99.9	90.0	100.0
3/8"	9.525									
1/4"	6.350									
N° 4	4.750	0.0	98.8	72.4	100.0	48.7	47.8	47.1	44.0	74.0
N° 6	3.380									
N° 8	2.380		48.8	49.8	100.0	30.1	30.1	30.1	28.0	58.0
N° 10	2.000									
N° 16	1.180									
N° 20	0.840									
N° 30	0.590									
N° 40	0.420									
N° 60	0.297		0.0	15.4	96.0	9.0	8.3	8.8	5.0	21.0
N° 80	0.177									
N° 100	0.149									
N° 200	0.074		3.4	5.3	90.0	3.1	3.2	3.3	2.0	10.0
-200	-									OK

Muestra de agregados

Muestra N° 81	48.0	35.0	25.5	9.3
Muestra N° 82	48.8	25.0	24.5	3.3
Muestra N° 83	48.8	26.0	28.5	9.3

OK



OBSERVACIONES:



JJ GEOTECNIA SAC

ELMER W. RENO HUAMAN  
 INGT. - E.C.O. CIP 71  
 REG. CIP N° 21080P

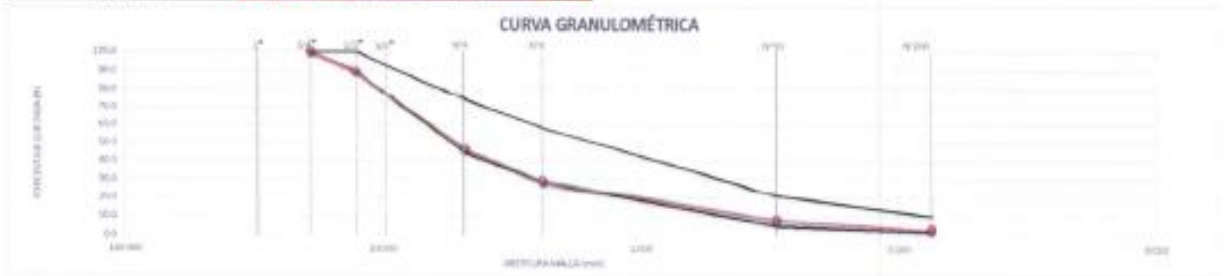




<b>REFERENCIA</b>	: Detos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Agurto Montalban, Carlos Alberto y Pumachagua Jesus, Henry
<b>TESIS</b>	: Aplicación del polímero de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Villa el Salvador
	<b>Fecha de emisión:</b> 17/02

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						2% PVC	3% PVC	4% PVC	ASTM D 3015 "D 3"	
	ABERT. mm	Grava litoreada	Aréola litoreada	Aréola natural	PVC	Filler	% 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
1/2"	12.700	76.4	100.0	88.8	100.0	100.0	99.8	99.8	99.8	95.0	100.0
3/8"	8.525										
1/4"	6.350										
N° 4	4.750	0.8	88.8	72.4	41.2	100.0	49.3	48.3	45.8	44.0	74.0
N° 8	3.350										
N° 8	3.380		48.8	48.8	2.0	100.0	39.1	38.8	38.7	28.0	58.0
N° 10	2.000										
N° 16	1.180										
N° 20	8.840										
N° 30	6.000										
N° 40	4.425										
N° 60	3.297		9.0	15.4		98.0	8.2	8.1	7.8	8.8	21.0
N° 80	2.177										
N° 100	2.149										
N° 200	0.874		3.4	5.3		98.0	5.8	5.1	5.1	2.0	10.0
-200											

Mezcla de agregados					
Mezcla N° 01	49.8	29.0	37.8	2.8	8.8
Mezcla N° 02	48.0	20.0	26.5	3.0	8.5
Mezcla N° 03	48.0	20.0	26.5	4.8	8.8



OBSERVACIONES:



JJ GEOTECNIA SAC  
*Carlos Alberto Agurto Montalban*  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 REG. CIP N° 210904

*Jesus Henry Pumachagua*

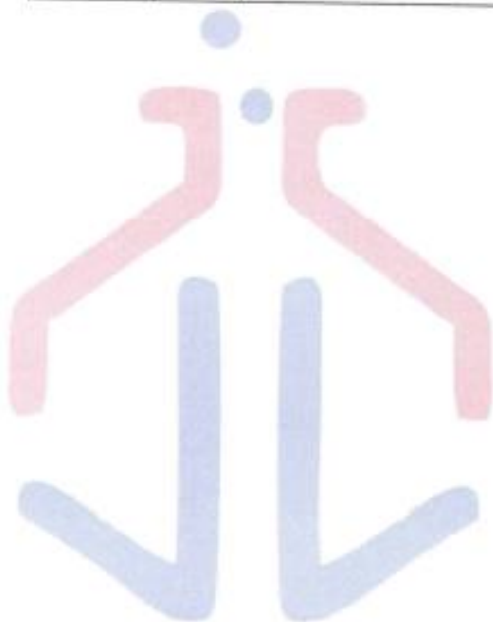
**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : Apurto Montañari, Carlos Alberto y Pumachaqui Jesus, Henry  
**TESIS** : Aplicación del polímero de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020  
**UBICACIÓN** : Villa el Salvador **Fecha de emisión:** 18/10/2021

Tipo de muestra		: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)							
Identificación		: Diseño MAC (Asfalto convencional)							
Descripción		: Diseño MAC (Asfalto convencional)							
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D6927)									
TAMICES ASTM	4"	3/4"	1/2"		No 4	No 8	No 30		No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	89.5		47.1	30.1	8.5		3.3
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100		44 - 74	28 - 58	5 - 21		2 - 10
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					50.58			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					44.53			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.46			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.017			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.713			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.753			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.150			
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)				1211.2	1209.8	1210.5		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1213.3	1211.5	1212.1		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				899.0	897.2	897.1		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				514.3	514.2	515.0		
16	Peso especifico Bulk de la briqueta = (12/15)				2.355	2.352	2.350	<b>2.353</b>	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.509			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				6.1	6.2	6.3	<b>6.2</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.738			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.691			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.85			
22	% de Asfalto Efectivo					3.80			
23	Relación Polvo/Asfalto					1.18			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				17.8	17.9	17.9	<b>17.9</b>	14
25	% Vacios llenos con C.A.				85.8	85.1	84.8	<b>85.2</b>	
26	Flujo 0.075(0.25 mm)				11.0	12.0	11.0	<b>11.3</b>	8 - 24
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1008	1026	1022		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1000	1026	1022	<b>1022</b>	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3660	3460	3716	<b>3612</b>	1700 - 4000

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Agurto Montalban, Carlos Alberto y Pumachague Jesus, Henry
<b>TESIS</b>	: Aplicación del polímero de viriato reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Villa el Salvador
	Fecha de emisión: 18/10/2021

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

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D6927)									
TAMBIOS ASTM	1"	3/4"	1/2"	No 4	No 8	No 20			No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100	89.5	47.1	30.1	8.5			3.3
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100	44 - 74	28 - 58	5 - 21			2 - 10
BRQUETA N°				1	2	3	PROPÓSITO		ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								4.0
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				50.31				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				44.30				
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla				8.48				
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.517				
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.713				
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.763				
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.133				
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 briketa cm								
12	Peso de la briketa al aire (gr)			1206.7	1210.6	1207.0			
13	Peso de la briketa al agua por 60 (gr)			1207.3	1211.6	1206.9			
14	Peso de la briketa desplazada (gr)			696.6	700.3	698.0			
15	Volumen de la briketa por desplazamiento (cc) = (13-14)			308.7	511.3	518.8			
16	Peso especifico Bulk de la Briketa = (12/15)			3.772	2.368	2.363	<b>2.368</b>		
17	Peso Especifico Maximo - Rise (ASTM D 2041)				2.486				
18	% de Vacios = ((17-16)x100)/17 (ASTM D 3303)			4.6	4.8	4.9	<b>4.8</b>		3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.736				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				3.486				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.71				
22	% de Asfalto Efectivo				4.24				
23	Relacion Filler/Betun				1.20				0.6 - 1.3
24	V.M.A.				17.6	17.6	17.9	<b>17.6</b>	14
25	% Vacios llenos con C.A.				74.0	73.1	72.4	<b>73.2</b>	
26	Flujo 0.075(0.25 mm)				13.0	13.8	12.0	<b>12.7</b>	6 - 14
27	Estabilidad sin corregr (Kg)				1086	1090	1082		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregrada 27 * 18				1086	1099	1092	<b>1092</b>	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				2342	3382	3640	<b>3454</b>	1700 - 4000



JJ GEOTECNIA SAC

INGENIERO EN CIENCIAS  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 210806



Tel: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz 4B, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima

www.jigeotecniasac.com

REFERENCIA: Calce de laboratorio  
 JIGEOTECNIA SAC  
 TESIS: Aplicación del polímero de virillo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020  
 SUELOS - CONCRETO

UBICACION: Villa el Salvador Fecha de emisión: 18/10/2021

Tipo de muestra: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Identificación:  
 Descripción: Dicho MAC (diseño convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D6927)

DIAMETRO ASTM	1"	3/4"	1/2"	No 4	No 8	No 30	No 200	
% MASA MATERIAL	100.0	100.0	99.9	47.1	30.1	8.5	3.3	
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100	44 - 74	28 - 68	5 - 21	3 - 16	
BRQUETA N°				1	2	3	PROPÓSITO	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla							ESPECIF.
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 Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc							
6	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc							
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc							
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 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 específico Bulk de la briqueta = (12/15)							
17	Peso Específico Máximo - Roca (ASTM D 2941)							
18	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3013)							
19	Peso Específico Bulk Agregado Total							
20	Peso Específico Efectivo Agregado total							
21	Añeño Absorbido por el Agregado							
22	% de Añeño Efectivo							
23	Relación Wiler/Betun							0.9 - 1.3
24	V.M.A.							14
25	% Vacíos Benzol con C.A.							
26	Flujo (1.0"/0.15 mm)							4 - 14
27	Estabilidad sin compact (Kg)							
28	Factor de estabilidad							
29	Estabilidad Correída 27 ° 28							
30	Estabilidad / Flujo							



JIGEOTECNIA SAC  
 "INGENIERO EN CIENCIAS" (Firma)  
 "INGENIERO EN CIENCIAS" (Firma)  
 REG. CIP N° 210908

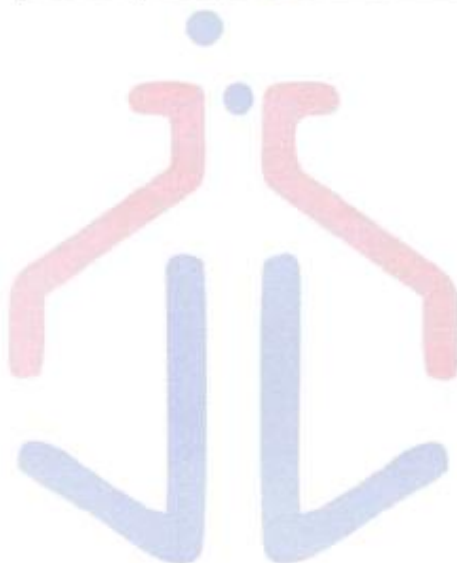
(Firma)

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	Agurto Montalban, Carlos Alberto y Pumachagua Jesus, Henry	
<b>TESIS</b>	Aplicación del polioruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020	
<b>UBICACIÓN</b>	Villa el Salvador	<b>Fecha de emisión:</b> 18/10/2021

<b>Tipo de muestra</b>	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
<b>Identificación</b>	
<b>Descripción</b>	Diseño MAC (Asfalto convencional)

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D6927)**

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	No 4	No 8	No 15	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	89.0	47.1	30.1	8.8	3.2
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	95 - 100	44 - 74	38 - 58	5 - 21	2 - 10
BIQUETA Nº				1	2	3	PROHIBIDO
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.9		
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				49.70		
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				43.83		
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla				0.47		
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc				1.017		
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.713		
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.783		
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/vc				3.110		
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 biqueta cm						
12	Peso de la biqueta al aire (gr)			1205.0	1208.2	1208.5	
13	Peso de la biqueta al agua por 90° (gr)			1205.2	1209.6	1209.0	
14	Peso de la biqueta desplazada (gr)			666.2	702.2	702.2	
15	Volumen de la biqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)			506.1	507.5	506.8	
16	Peso especifico Bulk de la Biqueta = (12/15)			2.381	2.383	2.385	<b>2.383</b>
17	Peso Especifico Maximo - Rica (ASTM D 2041)				2.450		
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3093)			2.8	2.7	2.7	<b>2.7</b>
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.738		
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.688		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.69		
22	% de Asfalto Efectivo				5.27		
23	Relacion Filler/Sabun				1.81		
24	V.M.A.			28.2	18.1	18.0	<b>18.1</b>
25	% Vacios llenos con C.A.			84.5	84.8	85.2	<b>84.9</b>
26	Flujo 0.075(0.25 mm)			14.0	14.0	15.0	<b>14.3</b>
27	Estabilidad sin correaje (Kg)			888	889	920	
28	Factor de estabilidad			1.84	1.04	1.04	
29	Estabilidad Correaje 27 * 28			924	930	957	<b>939</b>
30	Estabilidad / Flujo			2639	2873	2551	<b>2621</b>
							1700 - 4000



JJ GEOTECNIA SAC  
  
 FERNANDO HUAMAN  
 REG. CIP N° 210596

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Agurto Montañán, Carlos Alberto y Pumachagua Jesus, Henry
<b>TESIS</b>	: Aplicación del polímero de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Villa el Salvador <span style="float: right;"><b>Fecha de emisión:</b> 18/10/2021</span>

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>					
<b>MUESTRA#</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>
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)	7705.8	7687.7	7692.6	7691.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8923.0	8924.0	8928.8	8918.0	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1217.2	1226.3	1227.8	1225.0	
6.- AGUA DESPLAZADA (2)-(3)	485.2	483.3	498.1	500.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.509	2.498	2.485	2.450	
CONTENIDO % C.A.	4.48	4.90	5.48	5.90	
	2.515		2.471		

Observaciones:



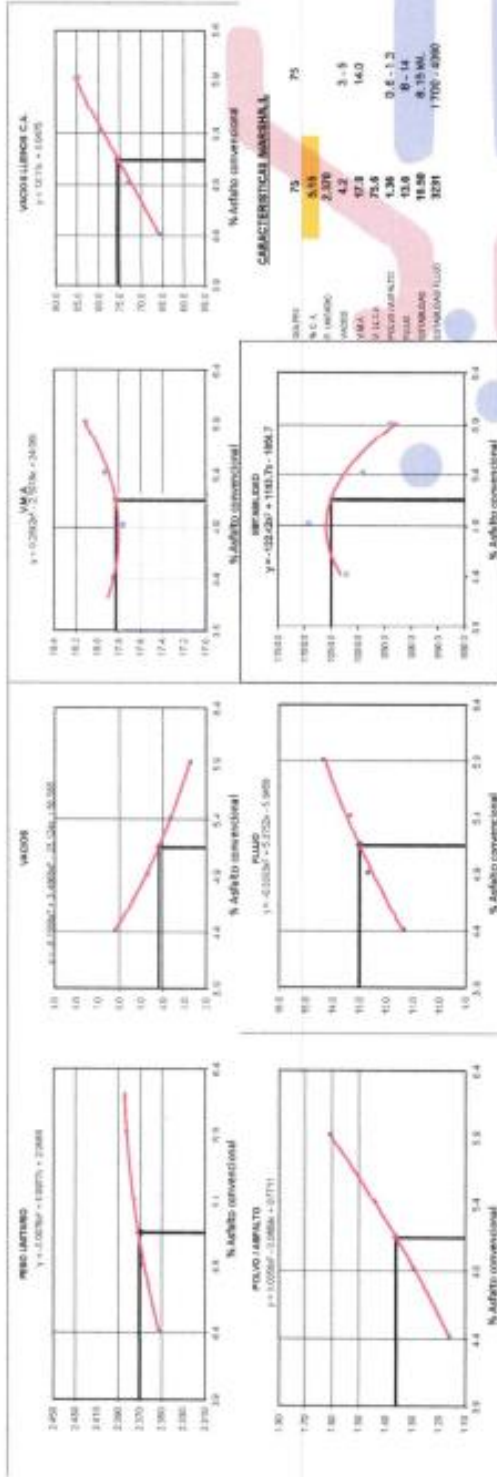
JJ GEOTECNIA SAC  
  
 CARLOS ALBERTO AGURTO MONTAÑÁN  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. SUP. N.º 211987

JJ GEOTECNIA SAC  


REFERENCIA : Datos de laboratorio  
 SOLICITANTE : Aguirre Montielman, Carlos Alberto y Purnecheagua Jesus, Henry  
 TESIS : Aplicación del polímero de vollos reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020  
 UBICACIÓN : Villa el Salvador Fecha de emisión: 18/03/2021

Tipo de muestra Identificación Descripción	Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Diseño MAC (Árbitrio convencional)
--	--

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



JJ GEOTECNIA S.A.C.  
 INGENIERO QUÍMICO  
 REG. CIP N.º 10660

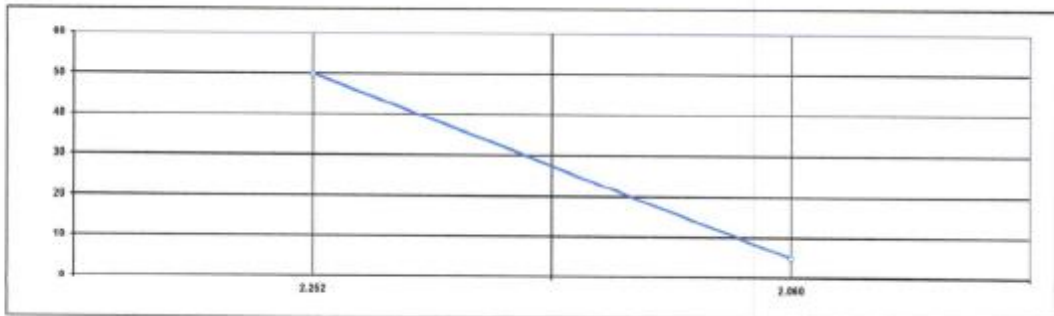


Tel: (01) 632-9163  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 info@jjgeotecniasac.com  
 Av. A. Mz 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 All. Universane cdra 59, Villavieja - Los Olivos - Lima

RUELOS - CONCRETO - ASFALTO

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Agurto Montalban, Carlos Alberto y Pumechague Jesus, Henry
<b>TESIS</b>	: Aplicación del polímero de virillo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Villa el salvador
	<b>Fecha de emisión:</b> 18/10/2021

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)
<b>INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD</b>	

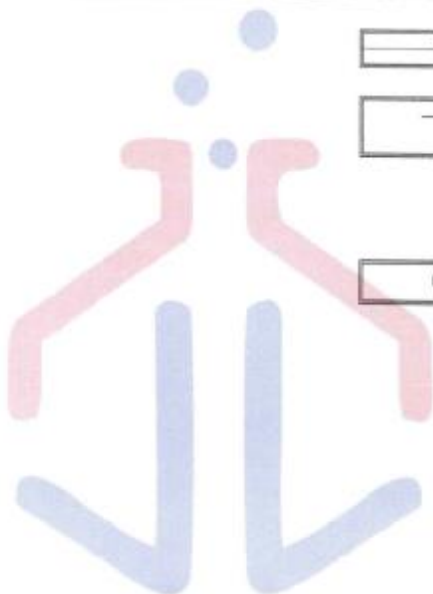


Nº de Muestras	01	02	03	04
Nº de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Bruto al Aire	1100.2	1187.3	1187.8	1200.1
2.- Peso Bruto Saturado con Super. Seca	1206.4	1204.7	1211.9	1214.9
3.- Peso por Desplazamiento	971.7	979.4	931.7	937.2
4.- Volumen de la Brigueta	534.7	529.5	980.2	983.7
5.- Peso Unitario ( Gr./cc)	2.243	2.262	2.064	2.068
<b>PROMEDIOS</b>		<b>2.252</b>		<b>2.060</b>

2.252	2.060
50	5

0.182
GERMS - 94365

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



JJ GEOTECNIA SAC  
 "SOCIETY OF ENGINEERS" "INGENIEROS HUANQUIN"  
 S.A. - PERÚ  
 REG. CIP N° 21090P



<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	: Agurto Montalban, Carlos Alberto y Pumachagua Jesus, Henry	
<b>TESIS</b>	: Aplicación del polímero de virútico reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020	
<b>UBICACIÓN</b>	: Villa el Salvador	<b>Fecha de emisión:</b> 18/10/2021

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Planta San Pedro km 405
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO DE INMERSIÓN - COMPRESIÓN						
N° DE PROBETAS	Descripción	Grupo seco		Grupo húmedo		
		01	02	03	04	
1	Diámetro	10.16	10.17			
2	Espesor	6.65	6.66			
3	Contenido de Cemento Asfáltico	4.16	5.35	5.15	5.15	
4	Peso Probeta al Aire	1209.1	1209.6	1205.3	1199.0	
5	Peso de la Probeta Saturada (60°)	1211.3	1206.7	1209.7	1201.4	
6	Peso de la Probeta en el Agua	665.2	695.3	691.0	696.0	
7	Volumen de la Probeta	518.1	511.4	515.7	513.4	
8	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.334	2.357	2.337	2.330	
9	Estabilidad sin corregir	667	679	660	672	
10	Factor Estabilidad	1.00	1.00	1.00	1.00	
11	Estabilidad corregida (kg)	667	679	660	672	
12	Promedio Estabilidad ( 30 Minutos ) ( kg )	682		676		
13	Promedio Estabilidad ( 24 Horas ) ( kg )			77		
14	Resistencia retenida (%)			4.1		
15	Resistencia a la compresión ( Mpa )			4.1		

Observaciones :



JJ GEOTECNIA SAC  
  
 EMPERIO HUAMAN  
 INGE. - ERO CIVIL  
 REG. GIP N° 21080F



<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	<b>Fecha de emisión: 18/10/2021</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: <i>Agurto Montalban, Carlos Alberto y Pomachagua Jesus, Henry</i>	
<b>TESIS</b>	: <i>Aplicación del polímero de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020</i>	
<b>UBICACIÓN</b>	: <i>Villa el Salvador</i>	

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

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

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

Agregado grava triturada TM 3/4"	: 40.0
Agregado arena triturada	: 20.0
Agregado arena natural	: 38.5
Filler	: 0.5
Gradación	: MAC-2 "Especificación Técnica MTC EG -2013 sección (423)"

**2.- Ligante asfáltico**

Tipo de asfalto	: PEN 60 / 70
% óptimo de asfalto residual	: 5.15

**3.- Características marshall modificado**

Parámetros de diseño	-0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES	N°	75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	4.95	5.15	5.35
PESO UNITARIO	kg/m <sup>3</sup>	2.366	2.370	2.374
VACIOS	%	4.7	4.2	3.8
V.M.A.	%	17.8	17.8	17.9
V.L.L.C.A.	%	72.9	75.8	78.2
POLVO / ASFALTO	%	1.30	1.38	1.42
FLUIDO	mm	12.8	13.0	13.4
ESTABILIDAD	KN	10.8	10.5	10.3
ESTABILIDAD FLUIDO	kg/cm	3361.7	3291.6	3096.0
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Mpa		4.1	2.1
RESISTENCIA RETENIDA	%		77	75

Observaciones:



JJ GEOTECNIA SAC  
*Carpes*  
ING. CARLOS ALBERTO MONTALBÁN  
R.N.T. - E.M.C. 00111  
REG. CIP N° 210918

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio								
<b>SOLICITANTE</b>	: <i>Acurto Montalban, Carlos Alberto y Pumachaqui Jesus, Henry</i>								
<b>TESIS</b>	: <i>Aplicación del polímero de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020</i>								
<b>UBICACIÓN</b>	: <i>Villa el Salvador</i>				<b>Fecha de emisión:</b>		18/10/2021		
<b>Tipo de muestra</b>	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
<b>Identificación</b>									
<b>Descripción</b>	: Porcentaje óptimo de Giefo MAC adicionado 2.0% PVC								
<b>INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D 6927)</b>									
<b>TAMICES ASTM</b>	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 8	No 50		No 200
<b>% PASA MATERIAL</b>	200.0	305.0	39.5		46.5	39.1	6.2	--	2.2
<b>ESPECIFICACIONES</b>	300	100 - 200	90 - 100		44 - 34	38 - 58	5 - 21	--	2 - 10
<b>BRQUETA N°</b>					1	2	3	PROHIBIDO	ESPECIF.
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 Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc								
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								
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 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 específico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Específico Máximo - Rise (ASTM D 2941)								
18	% de Vacíos = ((17-16) x 100) / 17 (ASTM D 3103)								
19	Peso Específico Bulk Agregado Total								
20	Peso Específico Efectivo Agregado total								
21	Arbitrio Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relación Polvo/Arbitrio								
24	V.M.A.								
25	% Vacíos llenos con C.A.								
26	Flujo 0.02" (0.25 mm)								
27	Estabilidad sin corrimiento (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Correjada 27 * 28								
30	Estabilidad / Flujo								



JJ GEOTECNIA SAC  
  
 IN MERY MÓDULO HUAMANKU  
 OFICINA GENERAL  
 REG. CIP N° 210519

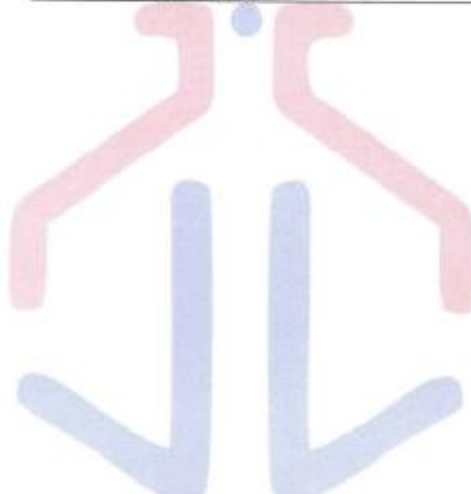


<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: Agurto Montalban, Carlos Alberto y Pumachagua Jesus, Henry		
<b>TESIS</b>	: Aplicación del polímero de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020		
<b>UBICACION</b>	: Villa el Salvador	<b>Fecha de emisión:</b>	18/10/2021

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Identificación :  
Descripción : Porcentaje óptimo de diseño MAC adicionando 0.0% PVC

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D 6927)**

TAMICES ASTM	4"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16		No. 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	99.6		46.2	28.4	8.1	--	3.1
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	90 - 100		44 - 74	28 - 58	5 - 21	--	2 - 10
BRUQUETA Nº					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.15			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					51.08			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					43.30			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.47			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.017			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.713			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.763			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
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)				1202.9	1235.1	1212.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)				1212.7	1220.7	1220.3		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				608.3	694.2	692.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				524.4	526.1	520.3		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.294	2.300	2.294	<b>2.296</b>	
17	Peso Especifico Maximo - Roca (ASTM D 2041)					2.435			
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 5203)				5.8	5.5	5.8	<b>5.7</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.737			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.634			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.45			
22	% de Asfalto Efectivo					3.78			
23	Relación Polvo/Asfalto					1.21		<b>1.21</b>	0.6 - 1.3
24	V.H.A.				30.5	30.3	30.5	<b>30.4</b>	14
25	% Vacios llenos con C.A.				75.7	72.7	71.8	<b>72.1</b>	
26	Flujo 0.075(0.25 mm)				96.0	17.0	16.0	<b>16.3</b>	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				880	831	886		
28	Factor de estabilidad				3.98	3.98	3.98		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				851	798	859	<b>836</b>	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				2127	1877	2148	<b>2051</b>	1700 - 4000



JJ GEOTECNIA SAC  
  
 ETIQUETA MARCADA HUAMANK  
 INTELIGENCIA  
 REG. CIR N° 210996



**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : Agurto Montalban, Carlos Alberto y Pumachagua Jesus, Henry  
**TESIS** : Aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020  
**UBICACIÓN** : Villa el salvador **Fecha de emisión:** 15/10/2021

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
Identificación :  
Descripción : Porcentaje óptimo de diseño MAC adicionando 4.0% PVC

**INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D 6927)**

TAMICES ASTM	1"	2/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 8	No 50		No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	99.6		45.8	28.2	7.9	--	3.1
ESPECIFICACIONES	100	100 - 100	99 - 100		44 - 74	28 - 38	5 - 21	--	2 - 10
BIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.15			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					51.37			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					43.00			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.47			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.017			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.713			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.763			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Alura promedio de la briquea cm								
12	Peso de la briquea al aire (gr)				1214.7	1210.2	1214.3		
13	Peso de la briquea al agua por 60' (gr)				1225.2	1223.1	1226.6		
14	Peso de la briquea desplazada (gr)				694.2	693.6	697.3		
15	Volumen de la briquea por desplazamiento (cc) = (13-14)				531.0	529.5	529.3		
16	Peso especifico Bulk de la Briquea = (12/15)				2.288	2.286	2.294	<b>2.289</b>	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.440			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				6.2	6.3	6.0	<b>6.2</b>	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.737			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.641			
21	Afebleto Absorbido por el Agregado					1.36			
22	% de Afebleto Efectivo					3.86			
23	Relación Polvo/Afebleto					1.28		<b>1.26</b>	0.6 - 1.3
24	V.M.A.				20.7	20.0	20.3	<b>20.7</b>	14
25	% Vacios llenos con C.A.				69.9	69.6	70.8	<b>70.1</b>	
26	Flujo 0.01"(0.25 mm)				17.0	16.0	17.0	<b>16.7</b>	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				710	743	721		
28	Factor de estabilidad				0.88	0.96	0.96		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				662	713	692	<b>686</b>	MIN 615
30	Estabilidad / Flujo				2604	1783	1629	<b>1672</b>	1700 - 4000

JJ GEOTECNIA SAC

BY NERS MARINO HUAMAN  
IN - LICO CHILI  
REC. CIP N° 210804



<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Aguirre Montalban, Carlos Alberto y Pumachagua Jesus, Henry
<b>TESIS</b>	: Aplicación del polímero de virsio reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura. Villa el Salvador 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Villa el salvador
<b>Fecha de emisión:</b> 18/10/2021	

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

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)				
MUESTRA N°	2.0 % PVC	3.0 % PVC	4.0 % PVC	
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8191.0	8191.0	8191.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	7702.0	7885.4	7880.8	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8813.8	8902.4	8906.8	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1211.8	1287.0	1213.8	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	489.0	486.6	487.2	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	2.476	2.435	2.440	
CONTENIDO % C.A.	5.15	5.15	5.15	

Observaciones:



JJ GEOTECNIA SAC  
  
 "EMPRESA PERUANA HUAMAX"  
 INSE. JEFO. 01/1  
 REG. CIP N° 21090F

  
 AGUIRRE MONTALBAN, CARLOS ALBERTO Y  
 PUMACHAGUA JESUS, HENRY

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	: Agurto Montalban, Carlos Alberto y Pumachagua Jesus, Henry	
<b>TESIS</b>	: Aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020	
<b>UBICACIÓN</b>	: Villa el salvador	<b>Fecha de emisión:</b> 18/10/2021

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	
Descripción	: Comparativo de mezcla asfáltica en caliente adicionando Policloruro de Vinilo Reciclado (PVC)
<b>DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)</b>	

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TM 3/4"	40.0	40.0	40.0	40.0
Agregado arena triturada	20.0	20.0	20.0	20.0
Agregado arena natural	39.5	37.5	36.5	35.5
Filer	0.6	0.6	0.6	0.6
Policloruro de Vinilo Reciclado (PVC)	0.0	2.0	3.0	4.0

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

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	PEN 60 / 70	PEN 60 / 70	PEN 60 / 70	PEN 60 / 70
% óptimo de asfalto residual	5.15	5.15	5.15	5.15

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño	% Óptimo diseño convencional	2.0 % PVC	3.0 % PVC	4.0 % PVC	Especificación EG 2013
GOLPES N°	75	75	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.15	5.15	5.15	5.15	
PESO UNITARIO kg/m³	2,370	2,344	2,296	2,289	
VACIOS %	4.2	5.3	5.7	6.2	3 - 5
V.M.A. %	17.9	18.0	20.4	20.7	14
V. L.L.C.A. %	75.8	71.6	72.1	70.1	
POLVO / ASFALTO %	1.36	1.41	1.21	1.26	0.6 - 1.3
FLUJO 0.01", 0.25 mm	13.0	16.3	16.3	16.7	8 - 14
ESTABILIDAD MN	10.5	9.7	8.4	7.0	6.15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	3231.5	2634.6	2050.7	1671.9	1700 - 4000

Observaciones:

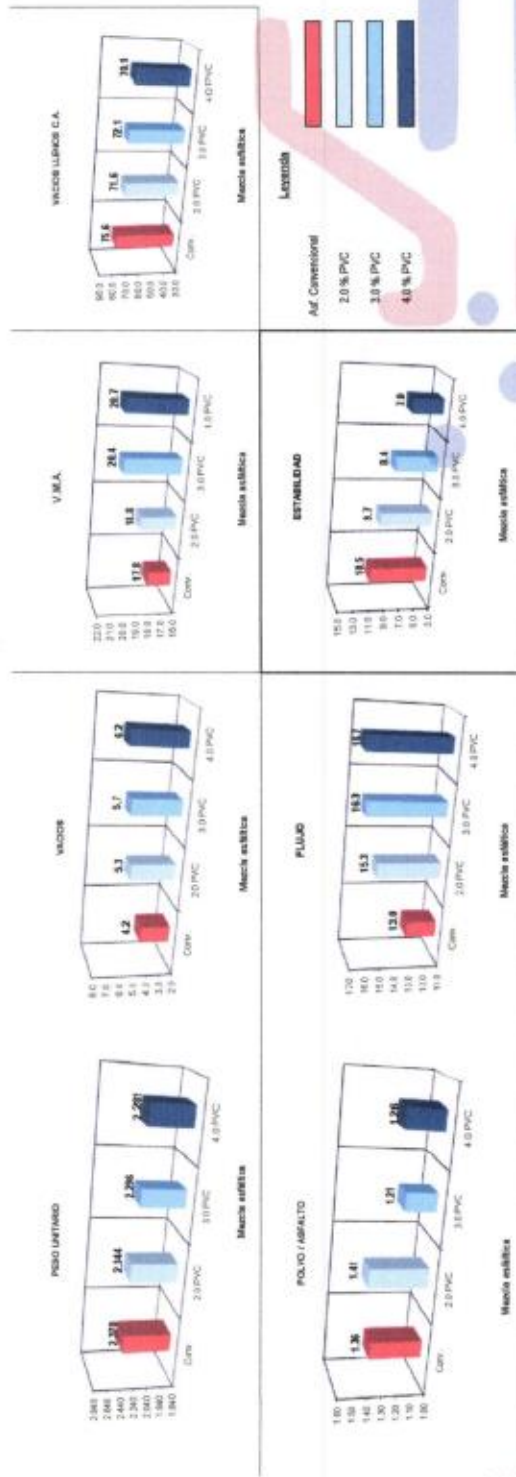
JJ GEOTECNIA SAC  
  
 EL MEJORAMIENTO HUAMANO  
 INICIADO CON  
 REG. CIP N° 210906



REFERENCIA : Datos de laboratorio  
 SOLICITANTE : Aquino Montalben, Carlos Alberto y Pumaclhuague Jesus, Henry  
 TESIS : Aplicación del polioestiro de virilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador 2020  
 UBICACIÓN : Villa el Salvador  
 Fecha de emisión: 18/10/2021

Tipo de muestra : Mezclas asfálticas en caliente (MAC)  
 Descripción : Comparativo de mezcla asfáltica en caliente adicionando Polioestiro de Virilo Reciclado (PVC)

**COMPARATIVO DE RESULTADOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS VARIANDO PORCENTAJES DE POLICLORO DE VIRILO RECICLADO (PVC)  
 GRÁFICOS DE BARRAS**



MEZCLAS	Convencional	2.0% PVC	3.0% PVC	4.0% PVC
DLL BOLDITA	2.370	2.34	2.294	2.289
UNION	4.2	6.1	6.7	6.2
MASA	17.8	18.8	20.4	20.7
VILLA	74.5	7.15	7.1	70.1
MACAS / SMP	1.36	1.41	1.21	1.26
FLUJO	13.0	15.3	16.3	15.7
ESTABILIDAD	10.3	9.1	8.4	7.0

Tel: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A. Niz 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villafel - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com



JJ GEOTECNIA SAC  
 BUELOS - CONCRETO - ASFALTO

JJ Geotecnia SAC  
 Ing. Carlos Alberto Aquino Montalben  
 Ing. Henry Pumaclhuague Jesus  
 HEG CIP N° 21081W



## Anexo 6. Certificados de calibración de equipos



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

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 06446 - 2021

Proforma : 2506A

Fecha de emisión : 2021-05-06

Página : 1 de 2

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

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

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MUFLA**  
Marca : YF  
Modelo : No indica  
N° de Serie : 201251  
Intervalo de indicación : 0 °C a 1300 °C  
Resolución : 1 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-26  
Ubicación : LABORATORIO

#### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

#### PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa usando un patrón de temperatura calibrado.

#### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,0 °C	22,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %hr	67,0 %hr

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. 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 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.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico.  
CFP: 0316



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Medio Isotermo Termohigrómetro 2 Termómetros digitales LO JUSTO S.A.C	Termómetro Digital -200 °C a 1 200 °C	TE-1075-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO ( °C )	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA ( °C )	CORRECCIÓN ( °C )	INCERTIDUMBRE ( °C )
1000,0	1002,9	2,9	0,6

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

**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**

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

**TC - 07121 - 2021**

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-07

**SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.**  
Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : SARTORIUS  
Modelo : LC22016  
N° de Serie : 50310007  
Capacidad Máxima : 2200 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,01 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 1 g  
Procedencia : ALEMANIA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 3 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-26

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 JJ 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



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-143-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**INSPECCION VISUAL**

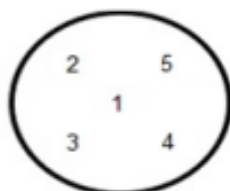
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	74 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 100,00	7	-2	1	2 200,000	2 199,99	2	-7
2		1 100,00	8	-3	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,99	2	-7	3		2 200,00	7	-2
4		1 100,00	7	-2	4		2 199,99	2	-7
5		1 100,00	8	-3	5		2 200,00	8	-3
6		1 100,00	9	-4	6		2 200,00	9	-4
7		1 100,00	8	-3	7		2 199,99	2	-7
8		1 099,99	3	-8	8		2 200,00	7	-2
9		1 100,00	8	-3	9		2 199,99	3	-8
10		1 099,99	2	-7	10		2 199,99	2	-7
Emáx - Emin   (mg)				6	Emáx - Emin   (mg)				7
error máximo permitido (±mg)				20	error máximo permitido (±mg)				30

Certificado de Calibración  
TC - 07121 - 2021



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,2 °C
Humedad Relativa	73 %	72 %

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	0,100	0,10	5	0	700,000	700,01	7	8	8	20
2		0,10	6	-1		699,99	2	-7	-6	
3		0,10	7	-2		700,01	7	8	10	
4		0,10	6	-1		700,02	8	17	18	
5		0,10	5	0		700,01	6	9	9	

**ENSAYO DE PESAJE**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	72 %	73 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,100	0,10	4	1						
1,000	1,00	6	-1	-2	1,00	4	1	0	10
200,000	200,00	6	-1	-2	200,00	4	1	0	10
500,000	500,00	5	0	-1	500,00	4	1	0	10
800,001	800,00	4	0	-1	800,01	9	5	4	20
1 000,001	1 000,00	2	2	1	1 000,01	8	6	5	20
1 200,001	1 200,01	7	7	6	1 200,01	7	7	6	20
1 500,001	1 500,01	9	5	4	1 500,01	6	8	7	20
1 800,002	1 800,01	8	5	4	1 800,01	7	6	5	20
2 000,002	2 000,00	4	-1	-2	2 000,01	6	7	6	20
2 200,002	2 200,00	4	-1	-2	2 200,00	4	-1	-2	30

Donde:

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

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 6,84 \times 10^{-7} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{2,87 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 1,09 \times 10^{-10} \times R^2}$

**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 2 198,98 g para una carga de valor nominal 2200 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**



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### TC - 13594 - 2020

PROFORMA : 4146A

Fecha de emisión: 2020 - 10 - 19

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 : PRESNA**  
Marca : UTEST  
Modelo : UTGM-0010  
N° de Serie : 19/001329  
Intervalo de Indicación : 0 - 5 KN  
División de Escala : 0,001 K  
Procedencia : TURKEY  
N° de Parte : UTM-0108  
Fecha de Calibración : 2020 - 10 - 17

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación indirecta utilizando como referencia el PIC-023 \* Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	22,9 °C
Humedad Relativa	57,4 %	61,9 %

TEST &amp; 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 &amp; 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.

TEST &amp; 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 : TC - 13594 - 2020  
Página : 2 de 2

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Manómetro Digital 0 a 700 bar clase 0,05	Celda de Carga 30 TN TEST & CONTROL	TC-0673-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

RESULTADOS			
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN ( kN )	VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO ( kN )	CORRECCIÓN ( kN )	INCERTIDUMBRE ( kN )
1,051	1,098	0,047	0,006
1,913	2,005	0,092	0,006
2,890	3,060	0,170	0,006
3,765	3,937	0,172	0,006
4,148	4,295	0,147	0,006

**Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar + Corrección**

**OBSERVACIONES**

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

**DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U**

La incertidumbre expandida 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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN****TC - 16780 - 2020**

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión: 2020 - 11 - 27

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.**

Dirección : Cal.21 Mza. Z Lote. 34 Urb. Cooppip Lima - Lima - San Martin De Porres

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : VACUÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA**

Marca : DYNAMIC  
Modelo : No Indica  
N° de Serie : No Indica  
Intervalo de Indicación : -30 inHg a 0 inHg  
División de Escala : 0,5 inHg  
Clase de Exactitud : 1,6  
Diámetro de Rosca : 1/4" NPT  
Diámetro de Caja : 60 mm  
Posición de Trabajo : Vertical  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2020 - 11 - 27

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.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Laboratorio de TEST &amp; CONTROL S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro manómetro patrón según procedimiento PC - 004 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacúómetros de deformación elástica". Segunda Edición - Junio 2012. SNM - INDECOPI.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,0 °C	20,9 °C
Humedad Relativa	63,4 %	59,5 %
Presión	1 005,4 hPa	1 005,4 hPa

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





**TRAZABILIDAD**

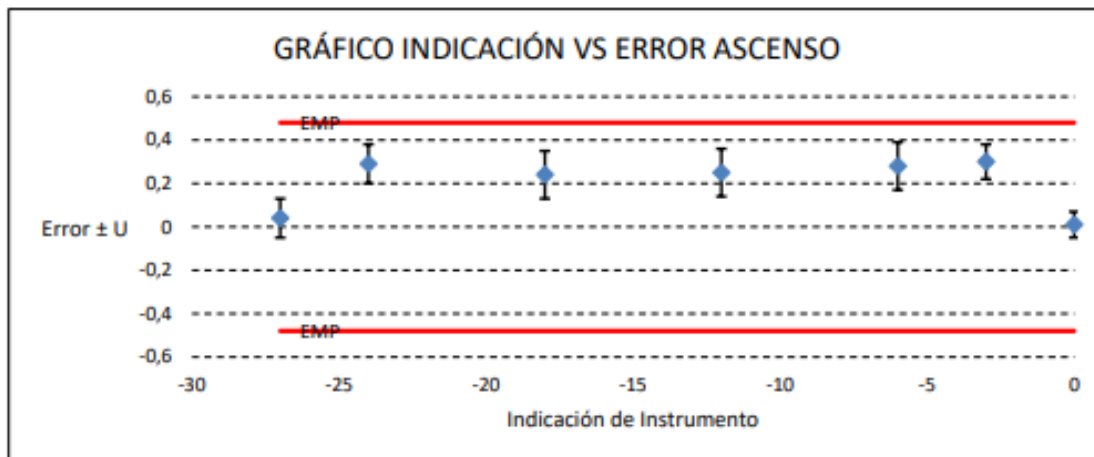
Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del DM-INACAL	Manovacuómetro de -1 bar a 5 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-097-2020 Junio 2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Indicación del Instrumento a Calibrar ( inHg )	Indicación del Instrumento Patrón		Error			Incertidumbre ( inHg )
	Ascenso ( inHg )	Descenso ( inHg )	de Indicación		de Histéresis ( inHg )	
			Ascenso ( inHg )	Descenso ( inHg )		
0,0	-0,01	0,00	0,01	0,00	-0,01	0,06
-3,0	-3,30	-3,25	0,30	0,25	-0,05	0,08
-6,0	-6,28	-6,21	0,28	0,21	-0,07	0,11
-12,0	-12,25	-12,17	0,25	0,17	-0,08	0,11
-18,0	-18,24	-18,17	0,24	0,17	-0,07	0,11
-24,0	-24,29	-24,24	0,29	0,24	-0,05	0,09
-27,0	-27,04	-26,98	0,04	-0,02	-0,06	0,09

Máximo Error Absoluto de Indicación:	0,30	inHg
Máximo Error Absoluto de Histéresis:	0,08	inHg

El error máximo permitido para el vacuómetro de alcance -30 inHg a 0 inHg de clase de exactitud 1,6 es de  $\pm 0,48$  inHg



**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.  
Para una mejor aproximación del instrumento bajo calibración, se subdividió la división de escala en 5 partes.

**DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U**

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

**TC - 17253 - 2020**

PROFORMA : 5341A Fecha de emisión : 2020-12-01

**SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.**

Dirección : CAL.21 MZA. Z LOTE. 34 URB. COOPPIP LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**

Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
N° de Serie : 8335140174  
Capacidad Máxima : 30000 g  
Resolución : 1 g  
División de Verificación : 10 g  
Clase de Exactitud : III  
Capacidad Mínima : 200 g  
Procedencia : CHINA  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 10 °C  
Fecha de Calibración : 2020-11-25

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 INGEPAV INGENIEROS 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-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

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 - 17253 - 2020**

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-5069-2020 Mayo 2020
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-5071-2020 Mayo 2020
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-5072-2020 Mayo 2020
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-5073-2020 Mayo 2020
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-5075-2020 Mayo 2020

**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		

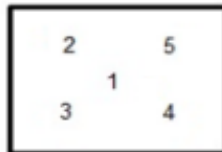
**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,8 °C	24,0 °C
Humedad Relativa	63 %	62 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	15 000	0,6	-0,1	1	30000	30 000	0,8	-0,3
2		14 999	0,6	-1,1	2		30 000	0,8	-0,3
3		15 000	0,1	0,4	3		30 000	0,7	-0,2
4		15 000	0,7	-0,2	4		30 000	0,7	-0,2
5		15 000	0,6	-0,1	5		30 001	0,8	0,7
6		14 999	0,6	-1,1	6		30 000	0,7	-0,2
7		14 999	0,6	-1,1	7		30 000	0,6	-0,1
8		15 000	0,7	-0,2	8		29 999	0,5	-1,0
9		14 999	0,7	-1,2	9		30 000	0,7	-0,2
10		15 000	0,1	0,4	10		30 000	0,8	-0,3
Emax - Emin   (g)				1,6	Emax - Emin   (g)				1,7
e.m.p. ± (g)				20	e.m.p. ± (g)				30



Certificado de Calibración  
TC - 17253 - 2020



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,0 °C	24,2 °C
Humedad Relativa	62 %	61 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	100	100	0,7	-0,2	10000	10 000	0,1	0,4	0,6	20
2		100	0,7	-0,2		10 000	0,2	0,3	0,5	
3		100	0,7	-0,2		10 000	0,4	0,1	0,3	
4		100	0,6	-0,1		10 001	0,6	0,9	1,0	
5		100	0,6	-0,1		10 001	0,7	0,8	0,9	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,3 °C
Humedad Relativa	61 %	61 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
100,0	100	0,7	-0,2						
200,0	200	0,7	-0,2	0,0	200	0,7	-0,2	0,0	10
500,0	500	0,7	-0,2	0,0	500	0,7	-0,2	0,0	10
1 000,0	1 000	0,8	-0,3	-0,1	1 000	0,7	-0,2	0,0	10
2 000,0	2 000	0,8	-0,3	-0,1	2 000	0,6	-0,1	0,1	10
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,1	5 000	0,6	-0,1	0,1	10
10 000,3	10 000	0,5	-0,3	-0,1	10 000	0,5	-0,3	-0,1	20
15 000,3	15 000	0,2	0,0	0,2	15 000	0,6	-0,4	-0,2	20
20 000,6	20 000	0,8	-0,9	-0,7	20 000	0,6	-0,7	-0,5	20
25 000,6	25 000	0,7	-0,8	-0,6	25 000	0,6	-0,7	-0,5	30
30 000,9	30 000	0,6	-1,0	-0,8	30 000	0,6	-1,0	-0,8	30

Donde:

I : Indicación de la balanza  
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada  
E : Error encontrado

Eo : Error en cero  
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	$R + 2,07 \times 10^{-5} \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times \sqrt{5,85 \times 10^{-1} \text{ kg}^2 + 1,56 \times 10^{-9} \times R^2}$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

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 30 001 g para una carga de valor nominal 30000 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



## CERTIFICADO DE CALIBRACION

**TC - 17254 - 2020**

PROFORMA : 5341A Fecha de emisión : 2020-12-01

**SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.**

Dirección : CAL.21 MZA. Z LOTE. 34 URB. COOPPI LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**

Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : PAJ4102  
N° de Serie : B641138449  
Capacidad Máxima : 4100 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 5 g  
Procedencia : CHINA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 10 °C  
Fecha de Calibración : 2020-11-25

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 INGEPAV INGENIEROS 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 - 17254 - 2020**

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-143-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2020 Julio 2020

**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	24,8 °C	25,0 °C
Humedad Relativa	57 %	57 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	2 000,000	2 000,00	5	0	1	4 000,000	3 999,99	2	-7
2		2 000,00	5	0	2		3 999,99	2	-7
3		2 000,00	4	1	3		3 999,99	2	-7
4		2 000,00	5	0	4		3 999,99	3	-8
5		2 000,00	4	1	5		3 999,99	3	-8
6		2 000,00	4	1	6		3 999,99	2	-7
7		2 000,00	4	1	7		3 999,99	3	-8
8		2 000,00	5	0	8		3 999,99	2	-7
9		2 000,00	5	0	9		3 999,99	2	-7
10		2 000,00	5	0	10		3 999,99	2	-7
Emáx - Emin   (mg)				1	Emáx - Emin   (mg)				1
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300



Certificado de Calibración  
 TC - 17254 - 2020

2	5
1	
3	4

**ENSAYO DE EXCENRICIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,0 °C	25,0 °C
Humedad Relativa	57 %	56 %

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	1,000	1,00	7	-2	1 200,000	1 200,01	6	9	11	200
2		1,01	9	6		1 200,02	9	16	10	
3		1,01	8	7		1 200,01	5	10	3	
4		1,01	9	6		1 200,01	5	10	4	
5		1,01	8	7		1 200,02	8	17	10	

**ENSAYO DE PESAJE**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,0 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,000	1,01	7	8						
5,000	5,01	8	7	-1	5,01	7	8	0	100
100,000	100,01	7	8	0	100,01	6	9	1	100
500,000	500,01	6	9	1	500,01	6	9	1	100
1 000,001	1 000,01	7	7	-1	1 000,01	7	7	-1	200
1 200,001	1 200,01	7	7	-1	1 200,01	6	8	0	200
1 500,001	1 500,00	6	-2	-10	1 500,00	5	-1	-9	200
2 000,005	2 000,00	5	-5	-12	2 000,00	4	-4	-11	200
3 000,005	3 000,00	4	-4	-12	3 000,00	3	-3	-11	300
4 000,002	3 999,99	2	-9	-17	3 999,99	3	-10	-18	300
4 100,002	4 099,99	2	-9	-17	4 099,99	2	-9	-17	300

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 :  $R_{\text{corregida}} = R + 3,69 \times 10^{-6} \times R$ 

 Incertidumbre Expandida :  $U_R = 2 \times \sqrt{1,70 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 8,37 \times 10^{-10} \times R^2}$ 
**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 4 098,93 g para una carga de valor nominal 4100 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**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC-17257-2020**

O.T. : 5341A

Fecha de emisión : 2020 - 12 - 23

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE :** INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Cal.21 Mza. Z Lote. 34 Urb. Cooppip Lima - Lima - San Martín De Porres

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** PRENSA MARSHALL

Marca : NO INDICA  
Modelo : MA-75  
N° Serie : 156  
Intervalo de indicación : 0 - 5000KG  
Resolución : 0,1 KG  
Procedencia : PERU  
Código de Identificación : NO INDICA  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2020 - 11 - 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.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de GEONAYLAMP SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - GEONAYLAMP S.A.C

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

**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\*.

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.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,9°C	27,2°C
HUMEDAD RELATIVA	52,0%	48,0%

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.

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**  
**C.F.P. N° 0316**





Certificado : TC-17257-2020

Página : 2 de 2

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	TC-0673-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Indicación del Equipo ( KG )	Lectura Convencionalmente Verdadera ( KG )	Error ( KG )	Incertidumbre ( KG )
500,30	500,000	0,30	0,10
1002,70	1000,100	2,60	0,10
1501,70	1500,100	1,60	0,10
2002,10	2000,000	2,10	0,10
2499,50	2500,200	-0,70	0,10
3002,30	3000,000	2,30	0,10
4003,100	4000,200	2,90	0,10
4999,100	5000,000	-0,90	0,10

**OBSERVACIONES.**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva.

**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**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 17259 - 2020

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión : 2020 - 12 - 28

Página : 1 de 5

**SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.**

Dirección : Cal. 21 Mza. Z Lote. 34 Cooppilima - Lima - San Martín De Porres

**EQUIPO** : HORNO  
 Marca : METROTEST  
 Modelo : No Indica  
 N° de Serie : No Indica  
 Tipo de Ventilación : Natural  
 Procedencia : PERUANA  
 Identificación : 325  
**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : TERMÓMETRO DIGITAL  
 Marca : AUTCOMP  
 Alcance : No Indica  
 Resolución : 0,1 °C  
**TIPO DE CONTROLADOR** : DIGITAL  
 Marca : AUTCOMP  
 Alcance : No Indica  
 Resolución : 0,1 °C  
 Fecha de Calibración : 2020 - 11 - 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 INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

### 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 isoterms con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

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.

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	50,5 %	47,4 %

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.

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



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,028 °C SAT S.A.C.	Termómetro Digital -200 °C a 1 372 °C	LT - 263 - 2020 LT - 264 - 2020 LT - 265 - 2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

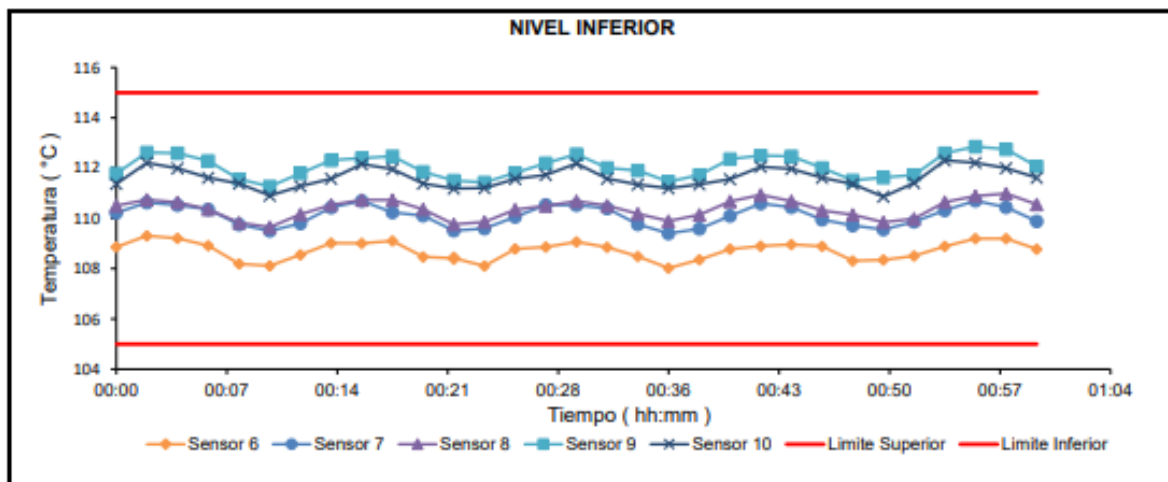
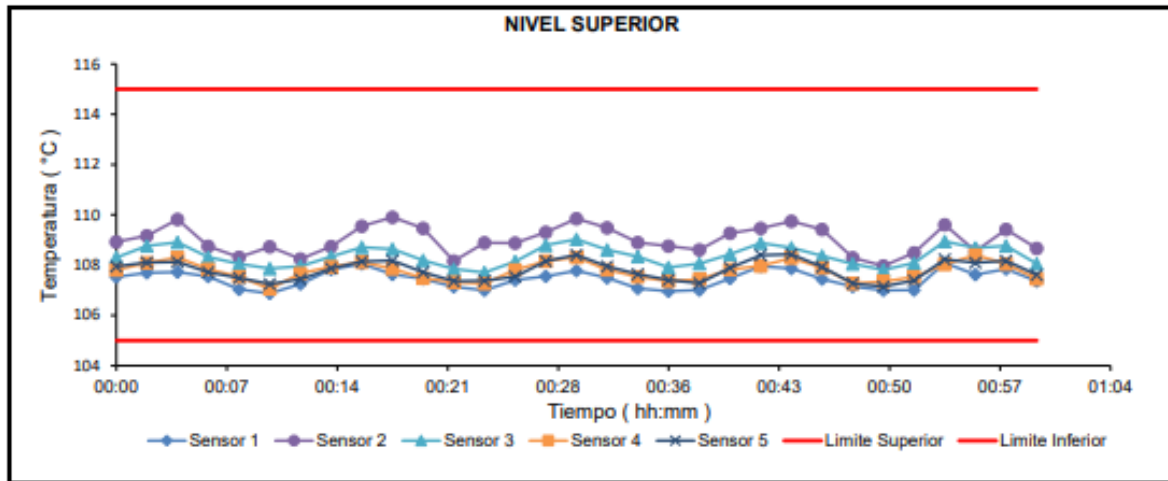
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	110	60 min	60 min	70 %	HUMEDAD

Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°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		
00:00	110,0	107,5	108,9	108,3	107,8	108,0	108,9	110,2	110,5	111,8	111,4	109,3	4,3
00:02	110,0	107,7	109,2	108,8	108,1	108,1	109,3	110,6	110,7	112,6	112,2	109,7	4,9
00:04	110,0	107,7	109,8	108,9	108,3	108,1	109,2	110,5	110,6	112,6	112,0	109,8	4,9
00:06	110,0	107,6	108,7	108,3	107,8	107,7	108,9	110,4	110,4	112,3	111,6	109,4	4,7
00:08	110,0	107,0	108,3	108,1	107,5	107,5	108,2	109,8	109,8	111,6	111,4	108,9	4,5
00:10	110,0	106,9	108,7	107,9	107,1	107,3	108,1	109,5	109,7	111,3	110,9	108,7	4,4
00:12	110,0	107,3	108,2	108,0	107,7	107,4	108,6	109,8	110,2	111,8	111,3	109,0	4,5
00:14	110,0	107,8	108,7	108,3	107,9	107,9	109,0	110,4	110,5	112,3	111,6	109,5	4,5
00:16	110,0	108,1	109,5	108,7	108,1	108,1	109,0	110,7	110,7	112,4	112,2	109,8	4,3
00:18	110,0	107,8	109,9	108,6	107,9	108,2	109,1	110,2	110,7	112,5	112,0	109,7	4,8
00:20	110,0	107,5	109,5	108,2	107,5	107,7	108,5	110,1	110,4	111,8	111,4	109,2	4,4
00:22	110,0	107,1	108,2	107,8	107,3	107,4	108,4	109,5	109,8	111,5	111,2	108,8	4,4
00:24	110,0	107,0	108,9	107,7	107,3	107,4	108,1	109,6	109,9	111,4	111,2	108,8	4,4
00:26	110,0	107,4	108,9	108,1	107,8	107,5	108,8	110,1	110,3	111,8	111,6	109,2	4,4
00:28	110,0	107,6	109,3	108,8	108,2	108,2	108,9	110,5	110,5	112,2	111,7	109,6	4,6
00:30	110,0	107,8	109,9	109,0	108,3	108,4	109,1	110,5	110,7	112,6	112,2	109,8	4,8
00:32	110,0	107,5	109,5	108,6	107,8	108,0	108,9	110,4	110,5	112,0	111,6	109,5	4,5
00:34	110,0	107,1	108,9	108,3	107,5	107,6	108,5	109,8	110,2	111,9	111,3	109,1	4,8
00:36	110,0	107,0	108,8	107,9	107,4	107,4	108,0	109,4	109,9	111,5	111,2	108,8	4,5
00:38	110,0	107,0	108,6	108,1	107,4	107,3	108,4	109,6	110,1	111,7	111,4	109,0	4,7
00:40	110,0	107,5	109,3	108,4	107,8	107,9	108,8	110,1	110,7	112,4	111,6	109,4	4,9
00:42	110,0	108,0	109,5	108,9	108,0	108,4	108,9	110,6	110,9	112,5	112,1	109,8	4,5
00:44	110,0	107,9	109,7	108,7	108,3	108,4	109,0	110,4	110,7	112,5	112,0	109,8	4,6
00:46	110,0	107,4	109,4	108,4	107,9	107,9	108,9	110,0	110,3	112,0	111,6	109,4	4,6
00:48	110,0	107,2	108,3	108,0	107,3	107,3	108,3	109,7	110,1	111,5	111,4	108,9	4,4
00:50	110,0	107,0	108,0	107,8	107,3	107,2	108,4	109,6	109,9	111,6	110,9	108,8	4,6
00:52	110,0	107,0	108,5	108,1	107,5	107,4	108,5	109,9	110,0	111,7	111,4	109,0	4,7
00:54	110,0	108,1	109,6	108,9	108,0	108,2	108,9	110,3	110,6	112,6	112,3	109,8	4,6
00:56	110,0	107,6	108,6	108,7	108,4	108,1	109,2	110,7	110,9	112,9	112,2	109,7	5,2
00:58	110,0	107,8	109,4	108,8	108,1	108,2	109,2	110,4	111,0	112,8	112,0	109,8	4,9
01:00	110,0	107,4	108,7	108,1	107,5	107,6	108,8	109,9	110,6	112,1	111,6	109,2	4,7
T. PROM <sup>(1)</sup>	110,0	107,4	109,0	108,4	107,8	107,8	108,7	110,1	110,4	112,1	111,6		
T. MAX <sup>(2)</sup>	110,0	108,1	109,9	109,0	108,4	108,4	109,3	110,7	111,0	112,9	112,3		
T. MIN <sup>(1)</sup>	110,0	106,9	108,0	107,7	107,1	107,2	108,0	109,4	109,7	111,3	110,9		
DTT <sup>(2)</sup>	0,0	1,2	1,9	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,6	1,4		

RESULTADOS DE MEDICIÓN

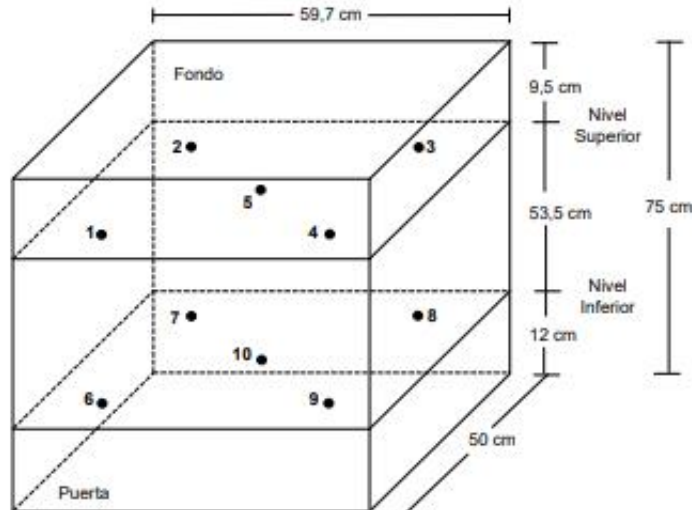
Parámetro	Valor ( °C )	Incertidumbre Expandida ( °C )
Máxima Temperatura Medida	112,9	0,3
Mínima Temperatura Medida	106,9	0,4
Desviación Temperatura en el Tiempo	1,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	4,6	0,2
Estabilidad Medida ( ± )	0,97	0,04
Uniformidad Medida	5,2	0,2

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura

**DISTRIBUCIÓN 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 8 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 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

**FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC-17260-2020**

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión: 2020 - 11 - 25

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.**

Dirección : Cal.21 Mza. Z Lote. 34 Urb. Coopip Lima - Lima - San Martin De Porres

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASA GRANDE**

Marca : PINZUAR  
Modelo : PS-11  
N° de Serie : 1862  
Procedencia : COLOMBIA  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2020 - 11 - 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 INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma MTCE 110 - 2000.

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.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	28,2 °C	28,8 °C
Humedad Relativa	40,3 %	41,3 %

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.

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**



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	L-1422-2019

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

	Descripción		Dimensiones				
			Valor nominal (mm)	Valor medido (mm)	Desviación (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
Copa	Radio de la copa	A	54,0	54,02	-0,02	0,5	0,05
	Espesor de la copa	B	2,0	2,03	-0,03	0,1	0,05
	Profundidad de la copa	C	27,0	26,80	0,20	0,5	0,05
Base	Copa desde la guía del elevador hasta la base	N	47,0	47,10	-0,10	1,0	0,05
	Espesor	K	50,0	50,46	-0,46	2,0	0,05
	Largo	L	150,0	149,19	0,81	2,0	0,05
	Ancho	M	125,0	125,57	-0,57	2,0	0,05

**OBSERVACIONES**

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

(<sup>1</sup>) Dato proporcionado por el cliente

**DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U**

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**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC-17263-2020**

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión : 2020-12-28

Página : 1 de 3

**SOLICITANTE** : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. Z LOTE. 34 URB. COOPPIP LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MÁQUINA DE ABRASIÓN LOS ANGELES**Marca : METROTEST  
Modelo : MC-152  
N° de Serie : 112  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : PERUANA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2020-11-25

TEST &amp; 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 &amp; 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.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

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

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida.

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.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	27,6 °C	28,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	51 % HR	53 % HR

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.

TEST &amp; 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. Nicolas Ramos Paucar**  
Gerente Técnico.  
CFP :0316



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Generador de Formas de Onda DM-INACAL	Tacómetro Monarch 5 rpm a 200 000 rpm	LTF-C-085-2019
Bloques Patrón Grado 0 METROIL	Pie de Rey 0,01 mm	L-1422-2019
Láser estabilizado de He-Ne 633 nm Con incertidumbre del orden de 0,08 µm.	REGLA 0mm a 1000 mm	LLA - 432 - 2019
Pesas E2 TEST & CONTROL	Balanza Clase I 510 g	LMP-0031-2019

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**DIMENSIONES DE LA MÁQUINA DE ABRASIÓN LOS ANGELES**

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Desviación (mm)	Incertidumbre (mm)
<b>Diámetro Interno</b>	711	710,87	-0,13	0,03
<b>Profundidad</b>	508	508,50	0,50	0,03

**VELOCIDAD ANGULAR DE LA MÁQUINA DE ABRASIÓN LOS ANGELES**

	Rango Permitido (rpm)	Patrón (rpm)
<b>Velocidad</b>	31 - 33	36



**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**DIMENSIONES DE LAS ESFERAS**

Identificación	Masa (g)	Diámetro (mm)
1	411,82	46,53
2	411,83	46,54
3	411,62	46,54
4	411,92	46,53
5	411,77	46,53
6	411,98	46,54
7	412,12	46,55
8	409,34	46,49
9	412,72	46,54
10	409,49	46,40
11	412,12	46,53
12	409,16	46,44

**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**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN****TC - 17264 - 2020**

Proforma : 5341A

Fecha de emisión : 2020 - 12 - 28

Página : 1 de 5

**SOLICITANTE:** INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Cal. 21 Mza. Z Lote. 34 Cooppp Lima - Lima - San Martín De Porres

**EQUIPO** : **BAÑO TERMOSTÁTICO**  
Marca : METROTEST  
Modelo : NO INDICA  
N° de Serie : 43-1L12NB19IIBR BAWAS  
Procedencia : Peru  
Identificación : 146  
Líquido Termostático : Agua Destilada  
Muestra : Briquea De Asfalto  
Ubicación : Laboratorio

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TERMOMETRO**  
Alcance : NO INDICA  
Resolución : 0,1 °C  
Marca : NO INDICA  
**TIPO DE CONTROLADOR** : Digital  
Marca : ELECTRONIC OPTION  
Alcance : NO INDICA  
Resolución : 0,1 °C  
Fecha de Calibración : 2020 - 11 - 25

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro termómetro patrón según procedimiento PC-019 "Procedimiento de calibración de baños termostáticos". Primera Edición - Abril 2009. SNM - INDECOPI

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,4 °C	23,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	63 %	59 %

TEST &amp; 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



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,028 °C SAT S.A.C.	Termómetro Digital -200 °C a 1372 °C	LT - 263 - 2020 LT - 264 - 2020 LT - 265 - 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

60 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	Termómetro del baño (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)											Tprom (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR					CENTRO		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00:00:00	60,0	60,3	60,3	59,9	59,8	59,6	59,6	59,7	59,4	59,6	59,7	59,8	59,8	0,9
00:00:20	60,0	60,3	60,3	60,2	60,3	60,3	60,0	60,2	59,5	60,0	60,2	60,1	60,1	0,8
00:00:40	60,0	60,3	60,3	60,2	59,8	59,9	60,1	60,2	59,6	60,1	60,2	60,1	60,1	0,7
00:01:00	60,0	60,3	60,3	59,7	59,7	59,6	59,8	60,1	59,2	59,8	60,1	59,9	59,9	1,1
00:01:20	60,0	60,3	60,3	59,5	59,5	59,8	59,4	59,5	59,3	59,4	59,5	59,7	59,7	1,0
00:01:40	60,0	60,3	60,3	59,3	59,5	59,6	59,7	59,5	59,2	59,7	59,5	59,7	59,7	1,1
00:02:00	60,0	60,2	60,3	59,6	59,8	59,7	59,9	59,7	59,0	59,9	59,7	59,8	59,8	1,3
00:02:20	60,0	60,3	60,3	59,8	59,9	59,7	59,7	60,0	59,3	59,7	60,0	59,9	59,9	1,0
00:02:40	60,0	60,3	60,3	60,1	60,3	60,0	60,0	60,4	59,6	60,0	60,4	60,1	60,1	0,8
00:03:00	60,0	60,3	60,3	59,9	59,9	59,8	59,8	60,1	59,5	59,8	60,1	60,0	60,0	0,8
00:03:20	60,0	60,3	60,3	59,5	59,6	59,7	60,0	59,5	59,3	60,0	59,5	59,8	59,8	1,0
00:03:40	60,0	60,3	60,3	59,6	59,5	59,6	59,7	59,5	59,1	59,7	59,5	59,7	59,7	1,2
00:04:00	60,0	60,3	60,3	59,3	59,3	59,5	59,7	59,7	59,1	59,7	59,7	59,7	59,7	1,2
00:04:20	60,0	60,3	60,3	59,6	59,8	59,4	59,9	59,9	59,5	59,9	59,9	59,9	59,9	0,9
00:04:40	60,0	60,3	60,3	60,2	60,3	60,1	60,1	59,7	59,4	60,1	59,7	60,0	60,0	0,9
00:05:00	60,0	60,3	60,3	60,0	60,2	60,0	60,3	60,0	59,4	60,3	60,0	60,1	60,1	0,9
00:05:20	60,0	60,2	60,3	60,1	60,1	59,7	60,1	60,0	59,8	60,1	60,0	60,0	60,0	0,6
00:05:40	60,0	60,3	60,3	59,7	59,6	59,9	59,6	59,8	58,9	59,6	59,8	59,8	59,8	1,4
00:06:00	60,0	60,2	60,3	59,6	59,4	59,5	59,3	59,3	59,0	59,3	59,3	59,5	59,5	1,3
00:06:20	60,0	60,2	60,3	59,6	59,5	59,6	59,4	59,8	59,2	59,4	59,8	59,7	59,7	1,1
00:06:40	60,0	60,2	60,3	59,7	59,8	60,1	59,7	59,9	59,2	59,7	59,9	59,9	59,9	1,1
00:07:00	60,0	60,2	60,3	59,9	59,8	60,1	60,3	60,2	59,5	60,3	60,2	60,1	60,1	0,8
00:07:20	60,0	60,2	60,3	59,8	60,2	60,3	59,9	60,3	59,4	59,9	60,3	60,1	60,1	0,9
00:07:40	60,0	60,2	60,3	59,6	60,0	60,1	59,6	59,7	59,5	59,6	59,7	59,8	59,8	0,8
00:08:00	60,0	60,3	60,3	59,5	59,8	59,8	59,4	59,9	59,3	59,4	59,9	59,8	59,8	1,0
00:08:20	60,0	60,2	60,3	59,6	59,6	59,3	59,5	59,6	59,2	59,5	59,6	59,6	59,6	1,1
00:08:40	60,0	60,3	60,3	59,3	60,0	59,8	59,7	59,5	59,5	59,0	60,1	59,8	59,8	1,3
00:09:00	60,0	60,3	60,3	60,2	60,0	59,9	59,8	60,1	59,6	59,3	60,2	60,0	60,0	1,0
00:09:20	60,0	60,3	60,3	59,9	59,8	60,1	60,1	60,2	59,4	59,3	60,2	60,0	60,0	1,0
00:09:40	60,0	60,2	60,3	60,0	59,9	59,8	60,0	60,2	59,3	59,5	60,2	59,9	59,9	1,0
00:10:00	60,0	60,3	60,3	59,5	59,5	59,8	59,7	59,8	59,4	59,6	60,2	59,8	59,8	0,9
00:10:20	60,0	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	60,2	0,2
00:10:40	60,0	60,2	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	0,2
00:11:00	60,0	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	0,1
00:11:20	60,0	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	0,1
00:11:40	60,0	60,2	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	0,2
00:12:00	60,0	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	0,1

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Hora (hh:mm:ss)	Termómetro del baño (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)											Tprom (°C)	Tmax - Tmin (°C)		
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR					CENTRO				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11	
00:12:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:12:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:13:00	60,0	60,2	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	60,2	0,2
00:13:20	60,0	60,2	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	60,2	0,2
00:13:40	60,0	60,2	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	60,2	0,2
00:14:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,3	60,3	60,3	0,1
00:14:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,3	60,3	60,3	0,1
00:14:40	60,0	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	60,2	0,1
00:15:00	60,0	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	60,2	0,1
00:15:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:15:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:16:00	60,0	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	0,1
00:16:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:16:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:17:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,3	60,3	60,3	0,1
00:17:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,3	60,3	60,3	0,1
00:17:40	60,0	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,2	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,2	60,2	60,2	0,1
00:18:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:18:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:18:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:19:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:19:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:19:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:20:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:20:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:20:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:21:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:21:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:21:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:22:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:22:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:22:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:23:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:23:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:23:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:24:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,2
00:24:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,2
00:24:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,2
00:25:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:25:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:25:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,2
00:26:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:26:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:26:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,1
00:27:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,2
00:27:20	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,2
00:27:40	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,2
00:28:00	60,0	60,3	60,3	60,3	60,3	60,2	60,2	60,2	60,2	60,1	60,2	60,2	60,2	60,2	60,2	0,2



**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida (TBmax)	60,400	0,076
Mínima Temperatura Medida (TBmin)	58,900	0,076
Máxima Desviación Temperatura en el Espacio (DTEB)	0,600	0,041
Máxima Desviación Temperatura en el Tiempo (DTTB)	1,300	0,041
Máxima Estabilidad Medida (± ESTB)	0,650	0,020
Uniformidad Instantánea Máxima (UIMB)	1,400	0,041
Gradiente del Baño (G)	1,263	0,411
Gradiente Estándar del Baño (g)	0,852	0,411

T PROM : Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración

T prom : Promedio de las temperaturas en las once posiciones de medición para un instante dado

Tmax : Temperatura máxima

Tmin : temperatura mínima

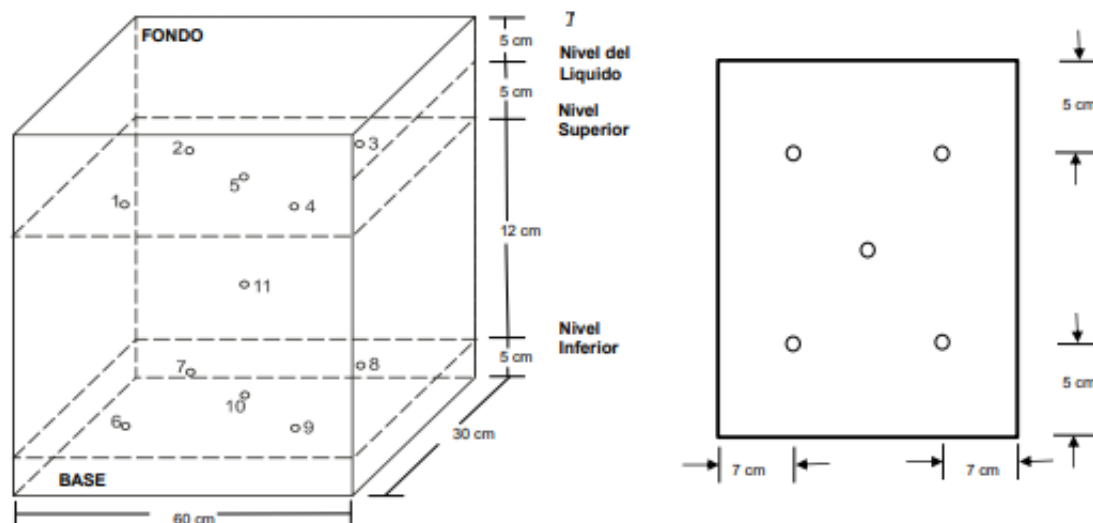
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo  $\longrightarrow DTT = T_{max} - T_{min}$

DTE : Desviación de Temperatura en el Espacio  $\longrightarrow DTE = TPROM_j - TPROM_i$

El significado esperado para el Gradiente del Baño es que con una probabilidad aproximada del 95% las temperaturas instantáneas simultáneamente medidas en dos puntos espaciales diferentes cualesquiera dentro del volumen efectivo del baño no deberían diferenciarse entre sí en un valor mayor al Gradiente del Baño si se hace bajo las mismas condiciones que las de la calibración del baño

El significado esperado para el Gradiente Estándar del Baño es que con una probabilidad aproximada del 68% las temperaturas instantáneas simultáneamente medidas en dos puntos espaciales diferentes cualesquiera dentro del volumen efectivo del baño no deberían diferenciarse entre sí en un valor mayor al Gradiente estándar del Baño si se hace bajo las mismas condiciones que las de la calibración del baño

**DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES**



**OBSERVACIONES**

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

**DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U**

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%.

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

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 (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).*

Anexo 7: Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

 **JJ GEOTECNIA SAC**  
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980733014 / 947280565  
Fijo: 01 7261346  
Jr. La Macra 254  
Asociación Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
Informes@jgeotecnia.com  
www.jgeotecnia.com

RUC. 20605049568  
**RECIBO**  
Nº 000292

Recibí de: Agusto Carlos / Henry Pumacliaqua

La Suma de: 1300,00 nuevos Soles

Por Concepto de: Aumento del ensayo de  
marshal tesis

Lima, 11 de 29 del 2021

  
Firma

  
Firma



## Anexo 8: Constancia de ensayo de laboratorio.



### CONSTANCIA DE ENSAYO EN LABORATORIO

EL QUE SUSCRIBE EN REPRESENTACIÓN DE LA EMPRESA JJ GEOTECNIA SAC  
CERTIFICA:

Al sr. **AGURTO MONTALBAN, CARLOS ALBERTO** y al sr. **PUMACHAGUA JESUS, HENRY** identificados con los números de DNI **71404543** y **74611030** respectivamente, queremos dejar constancia de que en nuestro laboratorio han realizado su ensayo de Diseño Marshall el cual incluye (Ensayos físicos de los agregados (granulometría, peso específico, % de absorción, contenido de humedad, peso unitario suelto y compactado de los agregados) PATRON Y 3 DOSIFICACIONES de 2%, 3% y 4%) para su tesis titulada Aplicación del policloruro de vinilo reciclado en la mezcla asfáltica en caliente para mejorar la superficie de rodadura, Villa el Salvador; en nuestro laboratorio JJ GEOTECNIA SAC.

Se da una constancia para nuestros clientes y para la Universidad Cesar Vallejo, para los fines convenientes.

Lima 18 de septiembre del 2021

JEYDI CCOTO TRUJILLO  
GERENTE GENERAL  
JJ GEOTECNIA SAC  
R.U.C. 20605049568

Representante legal de JJ  
GEOTECNIA SAC.

Calle La Madrid N° 264 - Asociación Los Olivos - San Martín de Porres (Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

Tel.: (01) 726 1346 Cel. 980703014

informes@jjgeotecniasac.com [www.jjgeotecniasac.com](http://www.jjgeotecniasac.com)