



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Tratamiento superficial para el mejoramiento de la serviciabilidad  
aplicando Otta Seal en la carretera nacional Arapa – Chupa, Puno  
- 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Chipana Turpo, Maribel ([orcid.org/0000-0001-6401-7336](https://orcid.org/0000-0001-6401-7336))

Sanca Hallasi, Richard Elvis ([orcid.org/0000-0002-4033-4297](https://orcid.org/0000-0002-4033-4297))

**ASESOR:**

Mg. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo ([orcid.org/0000-0001-8625-3989](https://orcid.org/0000-0001-8625-3989))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Primeramente, la tesis se la dedico a mis padres (Rosa Turpo Ortiz y Juan Chipana Castañón) pues sin ellos no lo habría logrado su bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, de igual manera, a mis hermanos (Emely, Arnold y Medaly), a mis amigos, por todo el esfuerzo que hicieron para encontrarme en esta última etapa de mi carrera profesional.

### **“Chipana Turpo, Maribel”**

Esta investigación está dedicada esencialmente a mi madre y padre (Hilaria Hallasi y Cristobal Sanca) quienes me brindaron todo su apoyo incondicional y su inquebrantable motivación para seguir mi carrera, a quien les debo todo. Por otro lado, a mi esposa quien siempre me ha apoyado. Finalmente, a los maravillosos amigos y colegas que participaron en este proceso.

### **“Sanca Hallasi, Richard Elvis”**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, damos gracias a Dios por guiarnos, darnos fuerzas para seguir adelante y lograr todo lo que nos hemos trazado, porque el camino no es fácil, pero gracias a todo, se ha elegido el camino correcto. A nuestros padres, hermanos, seres queridos que nos han apoyado a lo largo de este camino para hacer posible este sueño de terminar la carrera de ingeniería civil. A todo el personal docente que a lo largo de este periodo formativo nos compartió su comprensión de los temas que se tomaron para que fuéramos buenos profesionales a nuestro asesor Ms. Gustavo Adolfo Aybar Arriola, gracias por transmitirnos sus conocimientos y consejos para convertirnos en buenos ingenieros, basados en la ética del trabajo.

## Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>19</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra y muestreo	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimiento	24
3.6. Método de análisis de datos	26
3.7. Aspectos éticos	26
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>27</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>53</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>57</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>58</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>64</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Tratamiento superficial con aplicación asfalto y agregado.....	9
<b>Tabla 2.</b> Calidad de los agregados .....	11
<b>Tabla 3.</b> Husos granulométricos .....	11
<b>Tabla 4.</b> Rango de viscosidad para el Otta Seal.....	12
<b>Tabla 5.</b> Tipos de sellos .....	13
<b>Tabla 6.</b> Escala de calificación de Serviciabilidad según AASHO.....	15
<b>Tabla 7.</b> Escala en la estimación del IRI en pavimentos asfálticos .....	16
<b>Tabla 8.</b> Escala de Clasificación PCI .....	17
<b>Tabla 9.</b> Escala de Clasificación PCI .....	18
<b>Tabla 10.</b> Rango de validez .....	23
<b>Tabla 11.</b> Rango de validez .....	24
<b>Tabla 12.</b> Índice de Rugosidad Internacional @ 1000 m – Cond. Afirmado.....	29
<b>Tabla 13.</b> Resultados del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) a nivel de afirmado .....	29
<b>Tabla 14.</b> Índice de Rugosidad Internacional @ 1000 m – Cond. Otta Seal.....	31
<b>Tabla 15.</b> Resultados del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) a nivel de sello tipo Otta Seal.....	32
<b>Tabla 16.</b> Condición de la superficie de afirmado a nivel del total del tramo en cuestión.....	35
<b>Tabla 17.</b> Ubicación de la evaluación con PCI/URCI .....	36
<b>Tabla 18.</b> Recolección de datos del URCI - Cond. Afirmado .....	37
<b>Tabla 19.</b> Evaluación superficial del pavimento @ 80m – Cond. Afirmado.....	39
<b>Tabla 20.</b> Área dañada por severidad.....	42
<b>Tabla 21.</b> Recolección de datos PCI - Cond. Sello Otta Seal .....	44
<b>Tabla 22.</b> Evaluación superficial del pavimento @ 60m – Cond. Sello Otta Seal	47
<b>Tabla 23.</b> Área dañada por severidad Cond. Sello Otta Seal .....	49
<b>Tabla 24.</b> Tabla comparativa entre el PCI/URCI y el PSI antes y después de haber aplicado el tratamiento superficial Otta Seal .....	52

## Índice de figuras

Figura 1. Superficie de la vía sin el tratamiento sello Otta Seal .....	2
Figura 2. Diagrama de flujo para el procedimiento de diseño del sellado Otta Seal .....	14
Figura 3. Relevamiento de defectos en vías no pavimentadas .....	17
Figura 4. Estado situacional de la vía afirmada.....	28
Figura 5. Ejecución de actividades de limpieza de la calzada.....	28
Figura 6. Distribución del IRI-Ruta 10 .....	30
Figura 7. Diferencias acumuladas del IRI.....	31
Figura 8. Distribución del IRI-Ruta 10 Cond. Otta Seal .....	33
Figura 9. Inicio y fin del tramo de la vía.....	35
Figura 10. Localización de la Ruta PE-34S (Arapa-Chupa) .....	36
Figura 11. Tipo de daño y niveles de severidad .....	38
Figura 12. Porcentaje de área afectada por tipo de daño .....	42
Figura 13. Superficie a nivel de afirmado Km 25+100.....	43
Figura 14. Superficie a nivel de afirmado Km 29+700.....	43
Figura 15. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica .....	46
Figura 16. Porcentaje de área afectada por tipo de daño – Cond. Sello Otta Seal .....	50
Figura 17. Imprimación asfáltica de la vía .....	51
Figura 18. Tratamiento superficial Otta Seal .....	51

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar en qué medida el tratamiento superficial aplicando Otta Seal influye en el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa-Chupa, Puno-2022. El tipo de investigación fue aplicado de nivel descriptivo con un diseño no-experimental. Para la evaluación se consideró el tramo de la carretera nacional PE-34S, Ruta No.10 - T4, desde el Km 24+280 (Chupa) hasta el Km 30+000, dado la condición de la longitud de la muestra se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. La metodología consistió en realizar una evaluación de la condición de la carretera a fin de determinar la serviciabilidad en la que estaban expuestos los conductores, es así que luego de verificar las condiciones iniciales y consecuentemente aplicar el tratamiento superficial Otta Seal, se pudo registrar y procesar la información mediante fichas técnicas.

Como resultados se alcanzó que el tratamiento Otta Seal influyó significativamente en el mejoramiento de la serviciabilidad de la carretera por medio de indicadores como el PSI y PCI, en donde a través de sus valores y categorías señalada en el cuerpo de la tesis se pudo dar a conocer la excelencia de esta técnica y como es que influye positivamente sobre carreteras de bajo tránsito vehicular en el Perú.

**Palabras Claves:** PSI, PCI, serviciabilidad, positivamente , Otta Seal.

## **Abstract**

The present research work aimed to evaluate to what extent the surface treatment applying Otta Seal influences the improvement of serviceability on the Arapa-Chupa national highway, Puno-2022. The type of research was applied at a descriptive level with a non-experimental design. For the evaluation, the section of the national road PE-34S, Route No.10 - T4, from Km 24 + 280 (Chupa) to Km 30 + 000 was considered, given the condition of the length of the sample a non-probabilistic sampling was titrated for convenience. The methodology consisted of carrying out an evaluation of the condition of the road in order to determine the helpfulness in which the drivers were exposed, so that after verifying the initial conditions and consequently applying the Otta Seal surface treatment, the information could be recorded and processed through technical sheets.

As a result, it was achieved that the Otta Seal treatment significantly influenced the improvement of the usefulness of the road through indicators such as the PSI and PCI, where through its values and categories indicated in the body of the thesis it was possible to publicize the excellence of this technique and how it positively influences low vehicular traffic roads in Peru.

**Keywords:** PSI, PCI, serviceability, positively , Otta Seal.



## **I. INTRODUCCIÓN**

En la infraestructura vial nacional PE-34S, del tramo 4: Arapa - Chupa del departamento de Puno se presentó el problema de deterioros en su superficie, problema que se ha puesto de relieve en los últimos años, y como resultado, las zonas dañadas se están deteriorando aún más. Las autoridades, en colaboración con la ciudadanía, llevan muchos años impulsando la mejora del servicio en esta zona, y como resultado se han desarrollado proyectos con diversas técnicas de mejora vial y menores costos de ejecución. A medida que pasa el tiempo, se vuelve más fácil emplear otras técnicas que se utilizan en otros países y que han resultado en un mayor beneficio para la población y menores costos de implementación y mantenimiento.

La carretera nacional Arapa - Chupa cuenta con un estado actual de la superficie de rodadura de afirmado, que se deteriora rápidamente con el paso del tiempo y las fuertes lluvias. Como resultado, el camino presenta baches, hundimientos y otras fallas. Todo esto dificulta la transitabilidad y la serviciabilidad de los usuarios debido a los largos viajes hacia sus destinos, ya que no existe una fluidez y seguridad constante. Como resultado, es fundamental planificar otros tipos de mejora o rehabilitación de caminos a bajo costo. En los últimos años, algunas empresas ya han utilizado la mejora o rehabilitación de caminos como soluciones de bajo costo para el mantenimiento rutinario de caminos, respondiendo a la transitabilidad y serviciabilidad de los vehículos, el clima y la disponibilidad. Además, el mejoramiento de esta vía es fundamental ya que conecta e integra a las localidades del cantón de Puno, generando desarrollo económico, social y turístico.

En consecuencia, un estudio que se llevó a cabo como parte de este proyecto propuso examinar la factibilidad de mejorar la serviciabilidad en la carretera Arapa - Chupa mediante la aplicación de un tratamiento superficial Otta Seal a la capa superficial de la calzada.



Figura 1. Superficie de la vía sin el tratamiento sello Otta Seal

Actualmente, el material de afirmado no puede cumplir con las especificaciones para su uso en trocha carrozable o como base y subbase en las carreteras de nuestra nación. Esto ha resultado en una degradación temporal de estos caminos, como se observa en la Figura 1 para la Ruta no. 10 del tramo 4 de la carretera nacional Arapa–Chupa.

Se formuló los siguientes problemas, PG: ¿En qué medida el tratamiento superficial aplicando Otta Seal influye en el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa-Chupa, Puno-2022?

Y como problemas específicos, PE1: ¿Cuál es el Índice de Serviabilidad Presente (PSI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa-Chupa, Puno-2022?, PE2: ¿Cuál es el Índice de Condición de Pavimento (PCI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa-Chupa, Puno-2022?

La justificación teórica permitirá conocer si la aplicación del tratamiento superficial Otta Seal incide considerablemente en la serviciabilidad de la vía de afirmado en la carretera nacional Arapa – Chupa, proporcionando así un manejo estable y seguro para los usuarios, además de ser una solución viable debido al bajo tránsito que circula por la carretera. La justificación social surge de la necesidad persistente de la población de un camino que brinde un servicio adecuado, uniendo a las

comunidades, mejorando las economías agrícolas y monetarias, ampliando los mercados, reduciendo el tiempo y los costos de viaje, desarrollando el turismo local y creando oportunidades de trabajo.

Se formuló el siguiente objetivo, OG: Evaluar en qué medida el tratamiento superficial aplicando Otta Seal influye en el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa-Chupa, Puno-2022; Y los siguientes objetivos específicos: OE1: Describir el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa-Chupa, Puno-2022; OE2: Describir el Índice de Condición de Pavimento (PCI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno – 2022

Por último se formuló las siguientes hipótesis, HG: La aplicación del tratamiento superficial Otta Seal mejora significativamente la serviciabilidad de la vía incrementando el confort de los usuarios para un manejo seguro y estable en la carretera nacional Arapa-Chupa, Puno-2022; Y las siguientes hipótesis específicas, HE1: El Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) aumenta significativamente luego de haber aplicado el tratamiento superficial Otta Seal en la carretera nacional Arapa-Chupa, Puno-2022; HE2: El Índice de Condición del Pavimento (PCI) aumenta significativamente luego de haber aplicado el tratamiento superficial Otta Seal en la carretera nacional Arapa-Chupa, Puno-2022.

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes a nivel internacional

Analizar en forma comparativa los tratamientos asfálticos aplicados en la ruta Porvenir – Manantiales de la Provincia de Tierra del Fuego, según menciona **Velásquez (2011)** el primer tramo de tratamiento superficial de Capa Seal se extiende desde el km 0 hasta km 13+000, mientras que el tramo inicial de Otta Seal se extiende desde el km 13+000 hasta km 31+000. La recolección de datos de las bases de licitación de ambas bases de tratamiento fue uno de los pasos de la metodología que condujo a estos descubrimientos. Cuando se compararon los dos tratamientos se encontró que el deterioro entre estas porciones fue causado por el tráfico o por factores geográficos. Esta información fue revelada como resultado de la comparación, debido a esto fue razonable mencionar que la capa Seal ofrece más beneficios que Otta Seal. Esto se debe a que la capa de sellado combina un tratamiento de superficie fundamental con lechada asfáltica para proporcionar una vida útil más prolongada. Por otro lado, este proceso requiere una gran cantidad de mano de obra que es la razón principal por la que la capa del sello tiene un precio más alto de \$625 409 307 que por el contrario el Otta Seal es más barato en menos de 13% a 15%. El análisis llegó a la siguiente conclusión: ambos tratamientos llevaron a un cambio estático y de serviciabilidad en las líneas Y 65 entregando un servicio de tránsito digno con la principal diferencia en los gastos involucrados.

Para conocer el comportamiento del tratamiento superficial Otta Seal en el tráfico y las condiciones climáticas de Lituania, según menciona **Gražulytė, et al. (2014)** se hizo necesaria de una **metodología** de diseño experimental, tipo aplicada y de nivel explicativo; tomando como población a 26 tramos de caminos de grava, que fueron pavimentados con el sello doble Otta Seal por rehabilitación.; obteniendo así los siguientes **resultados**: Con base en los resultados de la investigación, se encontró que no todos los agregados de la sección de carretera de prueba cumplían con las curvas de gradación requeridas. Sin embargo, en todas las secciones del camino de prueba (excepto el camino Nro. 1018) la cantidad de tamaño de partícula < 0,063 mm en las mezclas de agregados de la capa base satisfizo las curvas de gradación requeridas, es decir, la cantidad fue de 0–7%, además se utilizaron tres tipos de emulsiones bituminosas para el sello doble Otta. Con base en el análisis de los

resultados de la prueba de la capacidad portante de la capa base (por el módulo de deformación y el coeficiente de compactación /), se determinó que el módulo de deformación de requerido (100 MPa) de la capa base de granito descompuesto no cumple con el requisito en tres tramos de carretera de prueba: la carretera No. 1401 Pk 256+33 y Pk 258+, la carretera No. 2816 (2 ) Pk 22+ y la carretera N° 2642 Pk 6+00. Luego de esto **concluyeron** que los defectos más significativos (engrasado, sangrado y seguimiento) se encontraron en los tramos de carretera de prueba después de un año de operación. Las causas fueron un agregado inadecuado del sello doble Otta y un contenido de ligante demasiado alto y un ligante demasiado blando (baja viscosidad), así como un mantenimiento inadecuado de los tramos de carretera de prueba en verano. Las causas de la formación de costras, desgarros y grietas en las juntas longitudinales, ondulaciones y ampollas fueron procedimientos no calificados de aplicación del sello doble Otta. La causa de la formación de vetas fue la falta de aglutinante y una distribución desigual del aglutinante dentro del haz de la boquilla.

Con el fin de comprobar la capacidad de autocuración del asfalto blando y el doble Otta Seal y de acuerdo con **Vaitkus, et al.** (2018) señalan que, sobre la base de los resultados de la evaluación visual cualitativa de los defectos y deterioro del pavimento sobre caminos gravosos de bajo volumen, resultó en un bajo confort de conducción, un tiempo de viaje más largo, una amortización más rápida del vehículo y polvo. Para dar con la investigación utilizaron una **metodología** de diseño no experimental, tipo aplicada y de nivel correlacional en la cual la evaluación visual cualitativa se realizó dos veces al año tras la apertura de los tramos de carretera rehabilitados; obteniendo así los siguientes **resultados**: El efecto curativo fue superior al 13% y 19% en carreteras con asfalto blando y doble Otta Seal, respectivamente. Luego de esto **concluyeron** que el asfalto blando y el tratamiento superficial Otta Seal confirmaron la duplicidad de la capacidad de autorreparación realizada en los mantenimientos de los caminos gravosos realizados previamente.

Con el objetivo de estudiar el proyecto de sello Otta implementado y evaluado en un total de 6.4 km (3.97 millas) de carretera y teniendo en cuenta a **Gushgari** (n.d) nos menciona que el sello Otta se aplicó por primera vez en el condado de

Cherokee, IA, en colaboración con el Departamento de Transporte de Iowa. Las técnicas de evaluación de sellos Otta incluyeron inspecciones visuales, índice internacional de rugosidad, deflectómetro de peso ligero, distómetro y pruebas de agregados sueltos en diferentes períodos de construcción y servicio. Estos métodos de evaluación realizados en superficies de sellado Otta en Iowa revelaron que las superficies de sellado Otta pueden proporcionar un tratamiento de superficie bituminoso alternativo económico y duradero para carreteras de bajo volumen para garantizar carreteras seguras para uso público. Asimismo, el estudio de caso reveló que el sello de viruta es una de las herramientas de mantenimiento preventivo más comunes utilizadas por los ingenieros de carreteras para extender la vida útil del pavimento, y se puede maximizar si el sello de viruta se aplica en condiciones óptimas de pavimento y clima.

### **Antecedentes a nivel nacional**

Evaluar el estado de la solución “Otta Seal” del tramo Pucara – Calapuja utilizando métodos no destructivos según **Zapana** (2013) la naturaleza de su estudio es descriptivo y se basa en la recolección de datos visuales además de realizar pruebas utilizando la viga Benkelman y el equipo Merlín para establecer el estado actual de la vía para el PCI, donde obtuvo los resultados: En situaciones con poco tráfico la solución Otta Seal es una opción aceptable para el tratamiento sin embargo no funciona bien en situaciones de mucho tráfico y puede causar problemas a largo plazo. El pavimento tenía un índice de condición de desempeño general PCI de 73.34% en un estado regular y un 26.66% en un estado malo, lo que en promedio el PCI fue de 44.6 dando un estado regular. Adicionalmente las deflexiones aplicadas para los carriles izquierdos fueron de 603.9 y 55.5 de capacidad portante respectivamente, por ende, en pocas palabras: el pavimento tiene una subrasante pobre con un IRI normal para los dos carriles, y su serviciabilidad no causa ningún problema a la hora de evaluar numerosos kilómetros de carretera, porque el tratamiento Otta Seal no necesita una gran inversión. Finalmente, esta fue la conclusión a la que se llegó: se decidió realizar un experimento con el fin de evaluar el gran servicio y comportamiento de esta solución de Otta Seal como un remedio factible para el tráfico bajo y favorable.

Para determinar los niveles de servicio se utilizaron los índices de serviciabilidad y regularidad superficial IRI actuales según **Carhuapoma (2019)**, en su investigación titulada “Evaluación del nivel de servicio mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) utilizando el rugosímetro MERLIN en el pavimento flexible de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca–2019”, se utilizaron medidores de rugosidad MERLIN en el campo para recopilar los datos necesarios para el estudio. Posteriormente estos datos se reservaron para así luego calcular el IRI y el PSI donde se utilizaron dos variables que caracterizan la calidad del servicio de la ruta que se evalúan mediante cálculos matemáticos y estadísticos; posteriormente se obtuvo los siguientes resultados: El pavimento flexible de esta ruta recibió una calificación de rugosidad por parte del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de 3.78m/km y un Índice de Serviabilidad Presente de 2,65. Se esperaba que las empresas convencionales operaran de esta manera. Se demostró que el IRI de dicha zona estudiada pudo alcanzar un IRI máximo de 9,60 m/km y un PSI de 0,87 siendo considerados como un nivel de servicio muy malo.

Llegar a conocer el nivel de servicio de la vía pavimentada con micropavimento Otta Seal de Arcopunco – Cabana en el año 2020 según **Flores (2021)**, nos menciona que para llevar a cabo la investigación se empleó una técnica de diseño experimental, un tipo aplicado y un nivel explicativo para estudiar la población de carpetas de micropavimento Otta Seal en Arcopunco-Caba-Puno. La longitud total de esta investigación fue de 03+858,14 kilómetros; obteniendo así los siguientes **resultados**: los datos producidos mediante el uso de herramientas de medición como la rugosidad de Merlín y la rugosidad de tipo III están vinculados, aunque la rugosidad de Merlín tiene un IRI más bajo que la rugosidad de tipo III, esto se evidencia puesto que se obtuvo un valor del IRI de 2.27 como valor promedio y 7.2 m/km como valor máximo para el Rugosímetro tipo III, mientras que a través del Rugosímetro de Merlín se obtuvo un valor promedio de 2.90 y un máximo de 3.86 km/m. Finalmente, se **concluyó** que, de acuerdo con los resultados de la investigación, la carretera Arcopunco–Cabana–Puno tiene un puntaje de transitabilidad de 28% de mal servicio y 72% de buen nivel de servicio, asimismo es imposible que un conductor que está utilizando la carretera detecte cualquier aspereza en el pavimento a simple vista, ya que la carretera está en excelentes

condiciones. De esto se deduce que el camino se encuentra en perfectas condiciones. Como resultado, los resultados del medidor de rugosidad tipo III muestran un gran rendimiento en esta carretera y no difieren mucho de los del medidor de rugosidad Merlín. Además, la otra técnica de medición IRI tiene inconvenientes que ésta no tiene.

El estudio de la técnica Otta Seal como una alternativa en el mejoramiento del tratamiento superficial de la carretera que une Andahuaylas a Negromayo, del Km 70+000 al Km 75+000 según **Huamán y Oscco (2021)** la investigación se realizó con una muestra de 5 kilómetros de la carretera de Andahuaylas a Negromayo, comenzando en el kilómetro 70+000 y finalizando en el kilómetro 75+000. Utilizaron un enfoque de diseño no experimental, de tipo aplicado y un nivel de análisis descriptivo para el estudio. Finalmente, se **concluyó** que El uso del sello Otta Seal no tiene ningún efecto sobre la capacidad de la superficie de pavimentación para soportar cargas estructurales Es un tratamiento de mantenimiento alternativo que tiene un costo total menor que otras formas de tratamientos de mantenimiento porque cubre la superficie, la sella y evita la pérdida de material. También presenta costos operativos más económicos para los usuarios de la carretera mayor serviciabilidad y la capacidad de disminuir o eliminar el polvo.

En las Teorías relacionadas al tema sobre el mejoramiento de la serviciabilidad:

**Mantenimiento Rutinario de carreteras** “El perfilado, la limpieza, el frotado, el relleno de baches y la eliminación de escombros de deslizamientos de tierra son ejemplos de los tipos de procedimientos de mantenimiento continuo que se realizan en las carreteras. Estos procedimientos pueden ser realizados por humanos o por máquinas, según la situación” (MTC, 2008).

**Mantenimiento Periódico de carreteras** “Estas tareas se llevan a cabo de forma automatizada y de acuerdo con un horario predeterminado para ahorrar costos en todos los ámbitos. Algunas de las actividades asociadas a estos proyectos incluyen el reemplazo de material granular, perfilado y reparación de obras de arte como alcantarillas y puentes.” (MTC, 2008)



Según Solminihac *et al.* (2018), los diferentes tratamientos superficiales se distinguen por el número de capas y el espesor de esas capas. Estas capas pueden variar desde una aplicación fundamental y ligera de emulsión asfáltica hasta tratamientos más complicados que incorporan áridos. Según el MTC (2013), durante el proceso de tratamiento superficial, se pueden insertar y producir agregados o aditivos asfálticos en una o más capas de base imprimada o cualquier otro material. Alternativamente, el procedimiento puede comenzar con la formación de una sola capa.

**Tabla 1.** Tratamiento superficial con aplicación asfalto y agregado

Clases de tratamiento	Descripción
Tratamientos superficiales simples	En caminos y accesos una capa de agregado de asfalto y agregados pétreos sirve no solo como superficie de rodadura sino también como barrera que evita que el agua se filtre. El espesor del tratamiento está en relación a una aproximación del tamaño de partículas del agregado pétreo que se utiliza.
Tratamientos superficiales Múltiples	Esta superficie tiene una capacidad de rodadura, así como una cubierta impermeable. El asfalto y los agregados se distribuyen en dos o más capas, una encima de la otra, y el tamaño máximo de agregado de cada capa sucesiva se reduce a la mitad en comparación con el tamaño de los agregados en la primera capa. También es posible realizar varios tratamientos superficiales con una capa no superior a 25 mm siguiendo una secuencia de tratamiento simple.

Fuente: Gestión de infraestructura vial (Solminihac *et al.*; 2018)

El **Sello tipo Otta Seal** es una técnica que consiste en la aplicación de una película de Asfalto Emulsionado e, inmediatamente después, sobre esta película bituminosa, se aplica una capa de agregados pétreos seleccionados, de acuerdo a las tasas y características determinadas en el capítulo de Pavimentos, y que más adelante detallaremos. Este sello tipo Otta consiste esencialmente en un recubrimiento bituminoso blando, y una mixtura de gravas, preferentemente naturales, de acuerdo al diseño correspondiente, con la finalidad de generar un recubrimiento superficial que sea, sobre todo, flexible y de larga duración. (Guía Para el Uso del Método de Sellado Otta)

### Tipos de agregados

- Grava aglomerada

El extenso requerimiento sobre la gradación de los Sellos Otta permite una proporción generalmente mayor de los materiales agregados al ser utilizados en

comparación con los tratamientos superficiales. La aglomeración permite una mejor utilización de las fuentes de grava y en general mejora la calidad de los áridos. La mayor parte del producto de grava triturada es normalmente utilizado en los Sellos Otta, resultando escaso o nulo desperdicio. Sin embargo, los costos muy altos de almacenamiento pueden prohibir la trituración de grava en los proyectos más pequeños. (Guía Para el Uso del Método de Sellado Otta)

- **Agregado Triturado**

El agregado triturado es usualmente el tipo más utilizado para cualquier superficie de rodadura, incluyendo los Sellos Otta que se recomienda en un 30% del volumen del agregado. Una regla general es que cualquier material triturado es aceptable en la base de desempeño de la capa pudiendo ser utilizados para producir agregados para una superficie de Sello Otta. (Guía Para el Uso del Método de Sellado Otta)

### **Requerimiento del agregado**

La gradación preferida del agregado especificado, en cierta medida, dependerá del volumen de tráfico o el tiempo de la construcción, así como durante los dos meses posteriores a la operación del sellamiento, además contribuye de forma significativa a la formación del Sello Otta.

### **Contenido de fino**

La cantidad de finos (<0.075mm) preferiblemente no debe exceder en 10%. Un mayor contenido de los finos puede dar problemas en el desempeño final de la capa de recubrimiento, ya que el material bituminoso tiende a cubrir las partículas más finas antes que las gruesas, lo que puede conducir a una solución de superficie menos duradera, con características superficiales inferiores a las deseadas. (Guía Para el Uso del Método de Sellado Otta)

### **Humedad de los agregados**

Al ser material bituminoso a ser empleado, un asfalto emulsionado, el agregado podrá contener hasta un 3% de humedad natural.

### **Gradación de los agregados de la envolvente y resistencia del agregado**

La siguiente tabla ofrece una descripción general de los estándares de calidad que se aplican a los agregados pétreos utilizados en el tratamiento de superficies.

**Tabla 2.** Calidad de los agregados

Ensayo a agregados	Especificaciones	Agregado
Partículas de árido grueso que han sido desmenuzadas y verificadas en una cara (MTC E 210)	85% min.	Agregado Triturado
Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60% min.	Agregado Triturado
Partículas chatas y alargadas (ASTM D 4791-NTP 400,4)	15% máx.	Agregado Triturado
Abrasión (MTC E 207)	40% máx.	Agregado
Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.	Agregado
Adherencia (ASTM D 1664-AASHTO T 182) +95 Terrones de arcilla y partículas friables (MTC E 212)	3% máx.	Agregado
Sales solubles total (MTC E 219)	0,5% máx.	Agregado

Fuente: EG -2013 - Tratamientos Superficiales

Los husos granulométricos de los agregados para el OTTA SEAL son:

**Tabla 3.** Husos granulométricos

Tamiz Tamaño (mm)	Gradación Abierta (% pasa)	Gradación Media (% pasa)	Gradación Densa (% pasa)	AASHTO o BS Designación de la prueba
19 - 3/4"	0 - 100	0 - 100	0 - 100	T 146-49 BS 1377
16 - 5/8"	80 - 100	84 - 100	93 - 100	
13.20 - 0.53"	52 - 82	68 - 94	84 - 100	
9.50 - 3/8"	36 - 58	44 - 73	70 - 98	
6.70 - 1/4"	20 - 40	29 - 54	54 - 80	
4.75 - No.4	10 - 30	19 - 42	44 - 70	
2.00 - No.10	0 - 8	3 - 18	20 - 48	
1.18 - No.16	0 - 5	1 - 14	15 - 38	
0.425 - No.40	0 - 2	0 - 6	7 - 25	
0.075 - No.200	0 - 1	0 - 1	3 - 10	

FUENTE: A GUIDE TO THE USE OF OTTA SEALS" de la Road Technology Department (NRRL).

La gradación de los agregados del diseño de OTTA SEAL podrá ser cambiada de acuerdo a los requerimientos de campo. Por otra parte, de la revisión de la Guía de Otta Seal, se puede afirmar que el espesor del Otta Seal depende de la gradación de los agregados y del proceso constructivo, el cual deberá cumplirse de acuerdo a los husos granulométricos especificados en la Guía e indicados anteriormente. No obstante, de la verificación de dichos husos granulométricos y en función del tamaño máximo permitido para el árido, se advierte que no se va a llegar a obtener 16 mm de espesor uniforme. No obstante, la granulometría a aplicar deberá ajustarse a los husos indicados en la Guía en función del tipo de gradación indicada.

### **Tipo de aglutinante**

Según Overby (1999), las cualidades de unión de un sello deben ser lo suficientemente viscosas para proporcionar una buena estabilidad después del curado. Esto es necesario para tener en cuenta las características de los agregados, así como la capacidad de rodadura y las circunstancias del volumen de tráfico.

Los aglutinantes y poderes bituminosos que posee Otta Seal tendrán un grado de penetración como mínimo de 80/1000 y como máximo de 150/200. Para estos revestimientos se utilizarán bitúmenes con una viscosidad que oscila entre MC 3000 y MC 800. El bitumen de mayor viscosidad es el que se utiliza en la Capa de Sellado convencional sin embargo no cumple con Otta Seal. Es un desafío aplicar emulsiones bituminosas que son comunes en países ubicados en Europa, esto se debe a las grandes cantidades de bitumen que se deben usar sin drenar, así como al tipo de emulsión asfáltica que puede tolerar problemas de control de calidad por el daño que causa al medio ambiente y porque no se fomenta su uso en aceras no se utiliza alquitrán. Dado que estas y otras sustancias tienen una viscosidad que es demasiado alta para ser útiles el único propósito para el que se pueden utilizar es la prueba.

**Tabla 4.** Rango de viscosidad para el Otta Seal

<b>Rango de viscosidad</b>	<b>Estándares</b>
MC 800 reduce el bitumen	Más suave
MC 3000 reduce el bitumen	Medio
Bitumen de grados de penetración 150/200	Más difícil

Fuente: Norwegian public Roads Administration (Overby, 1999)

## Tipo de sellado

Los sellos Otta Seal tradicionales según Overby (1999), se pueden dividir en dos tipos. El Sello Otta será de capa simple o doble con o sin revestimiento de arena o grava y el costo será determinado por la relación de los dos. La cantidad de tráfico el costo de construcción y la vida útil jugarán un factor en la selección de la mejor opción.

El sello Doble Otta será más costoso que el sello Simple Otta con sello de cubierta de arena. Para obtener la mayor cantidad de retención de grava en el sello inicial, es mejor usar sellos con una cubierta de arena. Cuando se utilizan materiales de calidad inferior para construir el camino, el tiempo disponible para su uso es limitado y, como resultado, la capa en la base del camino se daña. Por ello, es fundamental mantener la capa asfáltica en su máximo espesor y generar una superficie asfáltica con una rugosidad adecuada para proteger el árido.

**Tabla 5.** Tipos de sellos

Tipo de sellos Otta	Vida útil esperados (años)	
Sello Otta Único	Sin sello de cubierta	5-6 *, pero puede variar dependiendo del tipo de superficie y calidad de hechura.
Sello Otta simple con sello de la cubierta de arena	Arena fina en la arena sello de la cubierta	9 - 11
Arena Triturada o arena de río	10 - 12	
Sello Otta Doble	12 - 15	
Sello de doble viruta Frecuencia de rejuvenecimiento (spray de niebla)	6 - 10 2 - 3	
* Experiencia en Noruega		

Fuente: Norwegian public Roads Administration (Overby, 1999)

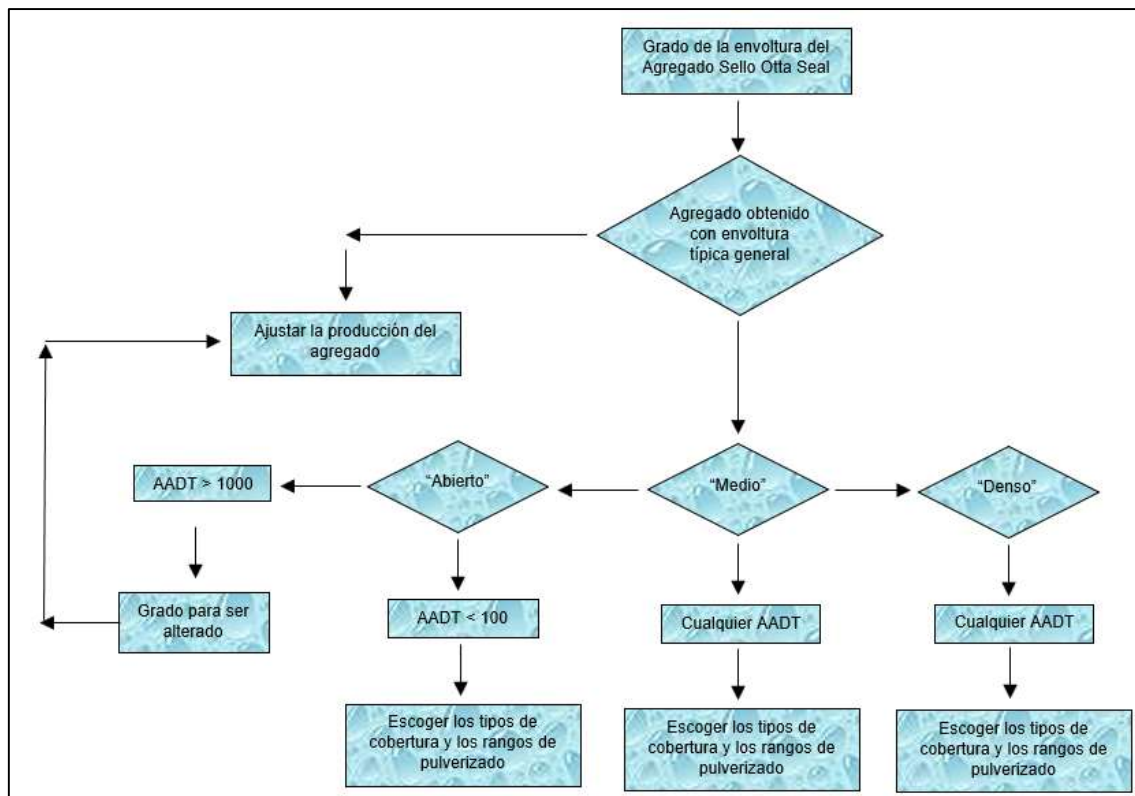


Figura 2. Diagrama de flujo para el procedimiento de diseño del sellado Otta Seal

Fuente: Guía Para el Uso del Método de Sellado Otta

Según Overby (1999), el diseño de tratamiento de superficie de Otta Seal se basa en procedimientos empíricos a diferencia de las técnicas más lógicas utilizadas en los sellos de gravilla o chip.

Debido a la interacción entre el tipo de agregado que se usa, la viscosidad del aglutinante y las tasas de rociado que se implementan, el aglutinante que se utiliza siempre será adecuado para el agregado creado por el diseño de los sellos Otta. El diseño de Otta Seal comienza especificando el aglutinante y las tasas de pulverización del aglutinante en función de los valores típicos de los criterios de diseño clave. Esto se hace para garantizar que el producto de Otta Seal cumpla con todos los principales requisitos de diseño.

### Serviciabilidad

La serviciabilidad de un pavimento debe definirse en términos de su función principal, que es ofrecer a los usuarios un andar seguro, suave y cómodo. Durante este ciclo, el pavimento se deteriorará de una condición casi perfecta a deteriorada.

El término "desempeño" se refiere a la medida en que la condición de algo, a menudo conocida como su "capacidad de servicio", se ha deteriorado con el tiempo.

La frase "evaluación funcional" probablemente se creó en algún momento durante la existencia de la carretera para caracterizar los procedimientos de búsqueda y caracterización de una amplia gama de características relacionadas con las condiciones de la carretera. Las preocupaciones sobre la comodidad y la seguridad del tráfico se encuentran entre estas razones. (AASHO, 1962).

Se consideran tres indicadores al considerar la capacidad de servicio de un pavimento.:

**a) El rango de serviciabilidad presente (PSR)**

El PSR se calcula tomando el promedio ponderado de las evaluaciones de los usuarios; por lo tanto, es inherentemente vulnerable a interpretaciones arbitrarias.

**b) El índice de serviciabilidad presente (PSI)**

Se refiere a las características de la composición física del pavimento que pueden medirse objetivamente y tienen la capacidad de vincularse a juicios subjetivos. Que valora el estado de funcionamiento actual del pavimento y si sigue siendo o no utilizable.

Los valores de PSR y PSI se consideraron insuficientes para determinar si se requería o no una intervención, por lo que se propusieron procesos de evaluación de pavimentos para construir un índice de evaluación. El grado de servicio va de 0 a 5, como se muestra en la siguiente tabla. (AASHO, 1962).

**Tabla 6.** Escala de calificación de Serviciabilidad según AASHO

<b>Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)</b>	<b>Calificación</b>
5.0 – 4.0	Muy buena
4.0 – 3.0	Buena
3.0 – 2.0	Regular
2.0 – 1.0	Mala
1.0 – 0.0	Muy mala

Fuente: AASHO, (1962)

Con los valores de IRI representativo por sección, se calcula el Índice de Serviciabilidad Presente del pavimento, que representa el grado de seguridad o confort que siente el usuario al transitar por la vía, traducándose también en un parámetro de seguridad. La ecuación que se empleo para el presente proyecto en el cálculo del PSI es:

$$PSI_{HDM-111} = 5 * e^{\left(\frac{-IRI}{5.5}\right)} \quad [2.1]$$

De igual manera, en países como Uruguay hacen una diferencia de valores del IRI para pavimentos asfálticos y de concreto hidráulico que se dilucida en la siguiente tabla, es así que la presente escala nos permite ver otra estimación del índice de Serviciabilidad Presente (PSI) directamente de los valores del IRI.

**Tabla 7.** Escala en la estimación del IRI en pavimentos asfálticos

Condición del camino	Pavimento asfáltico IRI (Km/m)
Muy bueno	<3.2
Bueno	3.2-3.9
Regular	4.0-4.6
Malo	>4.6

Fuente: Arriaga, Garnica y Rico (1998)

### c) Índice de condición del pavimento (PCI)

Más del 90% de la información sobre la capacidad de servicio del pavimento se remonta a la irregularidad del camino, y las medidas de irregularidad utilizadas por AASHO en 1962, que tenían como objetivo estimar la capacidad de servicio del pavimento. Esto se demostró a lo largo del examen. (Leguía y Pacheco, 2016)

PCI es un indicador numérico que mide el desnivel o "irregularidad" y el estado de la condición operacional

Esta metodología otorga una puntuación entre 0 y 100 al estado general del pavimento siendo el valor "0" un estado fallado y "100" un estado excelente. La siguiente tabla incluye una descripción de la condición del pavimento, así como los rangos de PCI que están disponibles (Leguía y Pacheco, 2016)



**Tabla 8.** Escala de Clasificación PCI

PCI	Clasificación
85 – 100	Excelente
70 – 85	Muy Bueno
55 – 70	Bueno
40 – 55	Regular
25 – 40	Malo
10 – 25	Muy Malo
0 – 10	Fallado

Fuente: Procedimiento estándar PCI según ASTM D 6433-03

#### **d) Índice de condición de caminos sin pavimentar (URCI)**

La condición de superficie está relacionada a muchos factores, incluyendo integridad estructural, capacidad estructural, dureza y un rango de deterioración, estos factores pueden ser calculados mediante la observación y medición de la dificultad sobre la superficie.



Figura 3. Relevamiento de defectos en vías no pavimentadas

Fuente: Consorcio Vial Pro

La condición de los tramos no pavimentados del corredor está determinada por el Índice de Condición de Carretera No Pavimentada (URCI- Unpaved Road Condition Index), el cual es un indicador numérico basado en una escala de 0 a 100. Su escala y rangos asociados son mostrados en la Tabla 9 y es similar al Índice de Condición del Pavimento (PCI) para carreteras pavimentadas.

**Tabla 9.** Escala de Clasificación PCI

<b>Rango</b>	<b>Clasificación-URCI</b>
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Buena
70 – 55	Buena
55 – 40	Justa
40 – 25	Pobre
25 – 10	Muy Pobre
10-0	Falló

Fuente: USACE TM 5-626

Existen dos métodos de inspección. El primero es un examen rápido hecho desde un vehículo en movimiento. El segundo envuelve mediciones detalladas de dificultades en unidades de muestra, siendo este el método utilizado en el presente inventario. Los siete tipos de falla para carreteras no pavimentadas son las siguientes.

- Sección transversal incorrecta
- Drenaje inadecuado en el borde de carretera
- Corrugaciones
- Polvo
- Baches
- Surcos
- Agregado suelto

Las descripciones y niveles de severidad para cada tipo de defecto son definidas por el USACE TM 5-626 - Unsurfaced Road Maintenance Management.

## **Enfoques conceptuales**

**Materiales bituminosos:** Al respecto MTC (2008) afirma que es un material cementoso que puede ser sólido semisólido o viscoso y está formado principalmente por hidrocarburos de alto peso molecular como asfaltos, breas o alquitrán, betunes y asfaltitas.

**Agregados Pétreos:** “Estos se utilizan en el proceso de desarrollo del tratamiento de la superficie para garantizar que se cumplan los requisitos de calidad.” (MTC, 2013).

**Mejoramiento de carreteras:** “Es un conjunto de operaciones que, cuando se realizan en un camino o camino pavimentado, mejoran la superficie manteniendo su excelente estado, ensanchan el camino e incluyen actividades como modificación, transformación y geometría.” (MTC, 2008)

**Tratamiento superficial simple:** “La siguiente información debe incluirse en el archivo: material de piedra, material, granulometría y tasa de aplicación. Ambos factores, así como el porcentaje de solicitudes recibidas, se evaluarán a la luz del proyecto aprobado por el gestor” (MTC, 2013).

**Tratamiento superficial múltiple:** ““Los materiales pétreos, los ligantes bituminosos, la cantidad correcta de aplicación y la ficha técnica de materiales pétreos, que debe ser aprobada por el supervisor, forman parte de este proceso.” (MTC, 2013).

**Acabado, limpieza y eliminación de sobrantes:** “Después de que se haya eliminado cualquier exceso de agregado en cada capa, la superficie debe limpiarse para garantizar que no queden materiales sueltos sobre este” (MTC, 2013).

## **III. METODOLOGÍA**

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

#### **Tipo de investigación**

Según Hernández et al. (2014), el tipo de investigación aplicada es aquella que intenta obtener nuevos conocimientos que faciliten la solución de desafíos aplicados a la realidad es el tipo de investigación aplicada que aborda problemas prácticos.

La investigación actual se clasificó como un tipo de investigación aplicada, ya que intenta encontrar una solución a un problema práctico. A esta clasificación se llegó de acuerdo con toda la teoría actualizada.

### **Nivel de investigación**

Para Hernández *et al.* (2014), el objetivo fundamental de la investigación descriptiva es recopilar datos sobre las variables que se investigan mediante la descripción de las cualidades, características y perfiles de los elementos, y eventos que se investigan.

El tema se plantea de forma compatible con lo esperado en cuanto a la cantidad de investigación, con lo que perteneció al nivel Descriptivo. La definición ofrecida aquí es consistente tal y como lo menciona Arias (2012) “implica dar una descripción detallada de una persona o grupo en particular, así como un fenómeno, para determinar la organización o el comportamiento del sujeto” (p. 24).

### **Diseño de investigación**

Para Hernández *et al.*, (2014) Un estudio se considera no experimental si no cambia una variable para ver cómo afecta a otra variable en el estudio; más bien, el investigador simplemente observa lo que sucede naturalmente y luego evalúa los resultados del estudio. (p. 152).

Esta investigación se clasificó como un estudio no experimental ya que las variables fueron observadas en su medio natural y luego evaluadas según lo previsto, como es costumbre en este campo.

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

- Variable independiente: Tratamiento superficial
  - Definición conceptual: Según Solmniac *et al.* (2018), es un término que se utiliza para describir cómo se dispone y se conforma varias capas de asfalto entre sí en la base. El Otta Seal es una superficie de carretera bituminosa que se sugiere para un uso a largo plazo de las carreteras debido a su volumen de tráfico.
  - Definición operacional: La tecnología de recubrimiento de sellado de Otta Seal es un tratamiento superficial bituminoso que aumenta la

capacidad de servicio óptima o "serviciabilidad", siendo así que el tipo de diseño se realiza mediante el apoyo de normas internacionales donde intervienen dimensiones como la vida útil, calidad de materiales y la capacidad de mantenimiento. (AASHTO, 93)

- Variable dependiente: Mejoramiento de la serviciabilidad
  - Definición conceptual: La capacidad de servicio o "serviciabilidad" se refiere a la capacidad de una superficie pavimentada para ser utilizada por los usuarios finales previstos de una manera agradable y sin riesgos. La Clasificación de Serviciabilidad Presente es el nombre del sistema de calificación utilizado por AASHTO para evaluar la capacidad de servicio. (AASHTO, 93).
  - Definición operacional: Para el PSR (Rango de Serviciabilidad Presente) Un grupo de personas pasea por el área pavimentada y la califica de 0 a 5., pero cabe mencionar que ese es un enfoque subjetivo por lo en la actualidad el PSI se obtiene de una estimación basada en una ecuación que relaciona la rugosidad y las fallas. (AASHTO, 93)

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

Como menciona Alfaro (2012), "la población" se define como "el conjunto que comprende todos aquellos componentes que corresponden al espacio en el que se realiza el estudio".

En base a lo anterior, para la presente investigación la **población** estuvo constituida por la carretera PE-34S, "Gestión, mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio de corredor vial pro región Puno – Paquete 02" Ruta No.10, T4: Km 24+280 (Chupa) – Km 51+440 (Arapa).

**Criterio de inclusión;** para Arias Gómez Jesús, Villasís Kever Miguel Ángel y Miranda Novales María Guadalupe, los criterios de inclusión las características que debe poseer un elemento para ser considerado para su inclusión en el proyecto de estudio. Ante ello el criterio de inclusión tenido en cuenta en esta investigación fue la ruta No.10, tramo 4 del corredor vial desde el Km 24+280 (Chupa) hasta el Km 51+440 (Arapa) de la carretera PE-34S.

**Criterio de exclusión**, de igual manera para Arias Gómez Jesús et al., debido a que cumplen con los criterios de exclusión, los posibles participantes en la investigación que puedan tener un impacto en los hallazgos no pueden participar en el estudio. Es así que el criterio de exclusión tenido en cuenta en esta investigación fue toda la ruta No.10, tramo 4 del corredor vial fuera del Km 24+280 (Chupa) hasta el Km 51+440 (Arapa) de la carretera PE-34S.

### **Muestra**

De acuerdo con los hallazgos de Ñaupás et al. (2018), una muestra es un subconjunto de una población que, después de ser elegido a través de una serie de técnicas diferentes, continúa reflejando con precisión la población más grande y, como resultado, tiene las mismas características que la población en su conjunto.

Es así que, para esta investigación de los 27.16 Km de longitud de la población, la **muestra** estudiada fue del Km 24+280 – Km 30+000 siendo de 5.72 km (5720 metros de longitud) de la vía de Chupa – Arapa.

### **Muestreo**

Según Tamayo y Tamayo Mario (2003), el muestreo es el acto de seleccionar muestras de las cuales se obtendrán datos con el fin de evaluar la veracidad o validez de las hipótesis que se han planteado e inferir sobre la población en su conjunto.

En esta investigación, el muestreo se realizó de forma **no probabilística**. Esto se debe a que la porción de 5,72 kilómetros que comprende desde el Km 24 + 280 hasta el Km 30 + 000 se seleccionó directamente como ubicación de la muestra. Es razonable sacar la conclusión de que los investigadores eligieron este segmento del camino con fines particulares en la investigación.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnicas de recolección de datos**

Según Arias y Odón (2012), el proceso de recolección de datos o cualquier otro tipo de información puede considerarse como el primer paso en el proceso de análisis. Todo hecho o incidente que tiene lugar en la naturaleza está abierto a la posibilidad de ser observado, lo que se define como la visualización deliberada del mismo de

acuerdo con un conjunto de objetivos predeterminados. Debido a esto, se seleccionó la técnica de **observación directa** y **guía de información** para su uso en esta investigación.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Según Ñaupas *et al.* (2018), el instrumento es aquella herramienta ya sea del tipo material o conceptual con la que se podrá registrar todos los datos obtenidos en la investigación. Dicho instrumento a utilizar dependerá de la técnica consignada en la investigación.

De acuerdo a lo expuesto, en la presente investigación se utilizó como instrumento la **ficha técnica** donde se registraron los datos obtenidos de la memoria descriptiva del proyecto, así como los dispuestos en formato Excel del informe de relevamiento de datos.

### **Validez**

Escobar y Cuervo (2008), afirman que los índices adecuados para una función de un instrumento pueden no ser aplicables a otras funciones del mismo instrumento. Esto es algo que hay que recordar. Como resultado, se debe considerar la intención de un instrumento al evaluar la legalidad del instrumento.

La validez del instrumento fue evaluada a través del esfuerzo de tres jueces profesionales experimentados con amplia experiencia en investigación y comprensión en los sectores técnico, metodológico y temático. Mencionaron que el aparato satisface todas sus necesidades y estándares. Es así que la validez del proceso en su conjunto pudo evaluarse en función de las decisiones que tomaron estas personas.

**Tabla 10.** Rango de validez

<b>No.</b>	<b>GRADO ACADEMICO</b>	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>CIP</b>	<b>VALIDEZ</b>
1	Ing.	Zapana Surco Edson	156004	1
2	Ing.	Alarcon Atahuachi Alfredo	81732	1
3	Ing.	Murillo Pezo Carlos Ronald	58031	1

**Tabla 11.** Rango de validez

<b>RANGO DE VALIDEZ</b>	<b>ALFA DE CROBACH (<math>\alpha</math>)</b>
Validez nula	0.53 a menos
Validez baja	0.54 a 0.59
Valida	0.60 a 0.65
Muy Valida	0.66 a 0.71
Excelente Validez	0.72 a 0.99
Validez Perfecta	1

El promedio de la validez es 1, que según la tabla de Rangos de Validez es considerada como una validez perfecta.

### **Confiabilidad**

Debido a la confiabilidad de los datos adquiridos, Martínez Manuel y March Trina (2015) creen que los hallazgos pueden ser relevantes, consistentes y confiables. La confiabilidad de los datos ha sido demostrada por el hecho de que, si fueran recordados, no habría diferencia entre ellos. La información presentada en la herramienta de recopilación es confiable ya que se basó en el estudio del tema en cuestión además de contar con el certificado de calibración del Roughometer III por parte de la empresa ELVEC a nombre del Consorcio Vial Pro estando respaldada por las opiniones de especialistas en la industria relevante.

### **3.5. Procedimiento**

Para iniciar con el desarrollo de la investigación, primero necesitamos comprender dónde tendrá lugar la investigación, y luego necesitamos entender el problema que estamos tratando de resolver. Para poder avanzar con el proyecto, luego de haber determinado nuestros objetivos y el análisis de los procedimientos que se detallan en las “Especificaciones técnicas generales de mantenimiento vial, el manual de mantenimiento vial para vías no pavimentadas de bajo tráfico, la legislación vigente en aspectos socioambientales, y decretos y directivas sobre aspectos técnicos”, realizaremos un análisis de diversas actividades relacionadas con el mantenimiento y mejoramiento vial, tal y como se describen de manera siguiente:



### **3.1.1. Trabajo en campo**

#### **a) Identificación de la vía y constatación de ensayos**

Se procede a realizar el reconocimiento del tramo en estudio aplicando criterios de inclusión y exclusión, para con ello realizar la toma de datos a través de la inspección visual y panel fotográfico, cuyo material obtenido serán de aporte en la siguiente secuencia del desarrollo de la investigación.

### **3.1.2. Trabajo en gabinete**

#### **a) Análisis de los datos recolectados a través del informe de relevamiento de información, especificaciones técnicas y memoria descriptiva del proyecto para la obtención del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)**

Con el objeto de que estas evaluaciones verifiquen el cumplimiento de los niveles de servicio, se realizó el análisis de los datos obtenidos a través del uso del Rugosímetro tipo III y sus datos dispuestos a través del informe IRI que es evaluado cada 200m de acuerdo con los términos de referencia, para así poder determinar el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI).

#### **b) Análisis de los datos recolectados mediante inspección visual y memoria descriptiva del proyecto para la Obtención del Índice de Condición de Pavimento (PCI/URCI)**

De igual forma se obtiene y procesa los datos del PCI/URCI producto del informe de relevamiento de datos incluidos dentro del proyecto. A partir de los datos recolectados, se halla el total por cada tipo y severidad de falla. Luego se procede a sacar la densidad de cada tipo para así poder sacar el valor deducido a partir de los gráficos correspondientes. Seguidamente se procede a hallar el máximo valor deducido, para así poder finalmente saber cuál es el valor del PCI del tramo de vía en estudio

#### **c) Análisis comparativo entre los datos dispuestos de los indicadores PSI y PCI**

Con la finalidad de verificar el cumplimiento de nuestras hipótesis se presenta nuestros datos obtenidos producto de la medición de nuestros indicadores antes y después de la aplicación del tratamiento superficial tipo Otta Seal, para de esa

forma dar a conocer el impacto de la técnica en relación al mejoramiento de la serviciabilidad sobre el tramo en estudio de la carretera nacional de manera cuantitativamente y cualitativamente.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Los intereses de un investigador, así como el nivel en el que se evalúan las variables y las hipótesis, influyen en cómo se analizan los datos, según Hernández Sampieri Roberto et al. (2014). Por ejemplo, las estadísticas descriptivas e inferenciales, el análisis multivariado y las pruebas paramétricas y no paramétricas pueden subdividirse en varias categorías.

En la presente investigación, el análisis de datos utilizado fue del tipo descriptivo cuantitativo, debido a que se analizó todos los datos obtenidos en la memoria descriptiva y diseño de pavimento del proyecto a realizarse, para luego compararlos con los resultados iniciales y observar en qué medida se cumplió nuestras hipótesis, cumpliendo todas las normativas en el diseño ejecutado.

### **3.7. Aspectos éticos**

Este estudio se realizó con la mayor transparencia y franqueza, reconociendo siempre la autoría exacta de los datos que se utilicen y, por tanto, respetando la propiedad intelectual de los investigadores que se citaron, así como de conformidad con la normativa vigente.

#### **IV. RESULTADOS**

En el presente capítulo se muestra y analiza resultados obtenidos por el desarrollo de las diferentes actividades realizadas en campo mediante el relevamiento de datos registradas en la memoria descriptiva, entonces de acuerdo a la información recolectada con el equipo de Medición de Índice de Rugosidad Internacional del Rugosímetro tipo III se tiene por resultado.

##### **O.E.1. Describir el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno – 2022**

- ✓ Ubicación y diagnóstico de la situación actual

El tramo se inicia en la progresiva Km 24+280, a una altitud aproximada de 3,829 m.s.n.m., con una longitud de 27.677 kilómetros.

El trazo tiene una trayectoria sureste, bordea la parte sur del lago Titicaca, pasando por el poblado de Iscayapi en la progresiva Km 47+500, hasta llegar al Centro Poblado de Arapa en el Km 51+957.

El trazo se desarrolla en forma sinuosa con radios de las curvas horizontales que van desde 20 a 300 metros. La topografía en el tramo es ondulada (Orografía Tipo 2). En el tramo se desarrollan curvas de vuelta cuyos radios varían de 10 a 25 m.

La superficie de rodadura es a nivel de afirmado en regular estado de conservación, con anchos que varían de 4.00 a 4.50 metros sin bermas, salvo en zonas urbanas puntuales que poseen pavimento flexible. El trazo presenta pendientes moderadas con un promedio del 6%. El bombeo en la superficie en tangente es muy irregular y los peraltes en las curvas horizontales oscilan entre 8 al 10%. El drenaje longitudinal es muy escaso, específicamente en cunetas de tierra, ubicándose algunas alcantarillas en el drenaje transversal.

Para el presente trabajo de investigación únicamente se desarrolló desde la progresiva Km 24+280 hasta Km 30+000 por propósitos anteriormente explicados, pero de igual forma se tiene en consideración las mismas características topográficas.



Figura 4. Estado situacional de la vía afirmada

Fuente: Elaboración propia



Figura 5. Ejecución de actividades de limpieza de la calzada

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Equipo de medición: Rugosímetro III ARRB
- ✓ Superficie: Afirmado

**Tabla 12.** Índice de Rugosidad Internacional @ 1000 m – Cond. Afirmado

Progresiva Inicio	Progresiva Final	Longitud (m.)	IRI Promedio (m/km)	IRI Máximo (m/km)
23 + 992	24 + 992	1000	8.54	17.79
24 + 992	25 + 993	1001	10.72	18.77
25 + 993	26 + 993	1000	9.38	17.45
26 + 993	27 + 994	1001	8.94	18.83
27 + 994	28 + 994	1000	7.36	18.41
28 + 994	29 + 995	1001	9.24	17.44

Fuente: Consorcio Pro Vial

En la Tabla Nro. 12 se puede observar cual es el valor del IRI máximo obtenido desde el km 23+992 hasta el km 29+995 por cada 1000 metros analizados de acuerdo a los términos de referencia en que se ejecutó el proyecto. Dichos valores juntos a los del promedio nos indican que en algunos casos el nivel de serviciabilidad podría variar significativamente en un mismo tramo desde un nivel muy malo a uno simplemente malo conforme a la teoría señalada anteriormente.

**Tabla 13.** Resultados del Índice de Serviabilidad Presente (PSI) a nivel de afirmado

Progresiva inicial	Progresiva final	Promedio de IRI @200 m. (m/km)	Valor PSI	Clasificación Serviabilidad - PSI
24+272	24+472	7.113	1.37	Mala
24+472	24+672	8.127	1.14	Mala
24+672	24+872	11.762	0.59	Muy Mala
24+872	25+073	7.254	1.34	Mala
25+073	25+273	12.992	0.47	Muy Mala
25+273	25+473	9.063	0.96	Muy Mala
25+473	25+673	9.435	0.90	Muy Mala
25+673	25+873	13.344	0.44	Muy Mala
25+873	26+073	9.979	0.81	Muy Mala
26+073	26+273	9.439	0.90	Muy Mala
26+273	26+473	9.157	0.95	Muy Mala
26+473	26+673	8.523	1.06	Mala
26+673	26+873	9.992	0.81	Muy Mala
26+873	27+074	8.882	0.99	Muy Mala
27+074	27+274	10.305	0.77	Muy Mala
27+274	27+474	7.984	1.17	Mala
27+474	27+674	7.986	1.17	Mala

27+674	27+874	10.292	0.77	Muy Mala
27+874	28+074	6.797	1.45	Mala
28+074	28+274	6.474	1.54	Mala
28+274	28+474	9.358	0.91	Muy Mala
28+474	28+674	5.64	1.79	Mala
28+674	28+874	6.77	1.46	Mala
28+874	29+075	9.489	0.89	Muy Mala
29+075	29+275	9.299	0.92	Muy Mala
29+275	29+475	8.913	0.99	Muy Mala
29+475	29+675	9.368	0.91	Muy Mala
29+675	29+875	8.962	0.98	Muy Mala
29+875	30+035	9.7825	0.84	Muy Mala

Fuente: Consorcio Pro Vial

De igual manera en la Tabla 13 se puede observar a detalle cómo es que varía el Índice de Serviciabilidad Presente a través de la lectura promedio del Rugosímetro Tipo III que se usó en la ejecución del proyecto cada 200m, interpretándose de esta manera que la vía se encuentra en mala y muy malas condiciones para el **confort de los usuarios** y es precisamente un indicador que sirve para saber en qué momento se debe intervenir sobre el tratamiento de esta superficie a nivel de afirmado para fines económicos y logísticos.

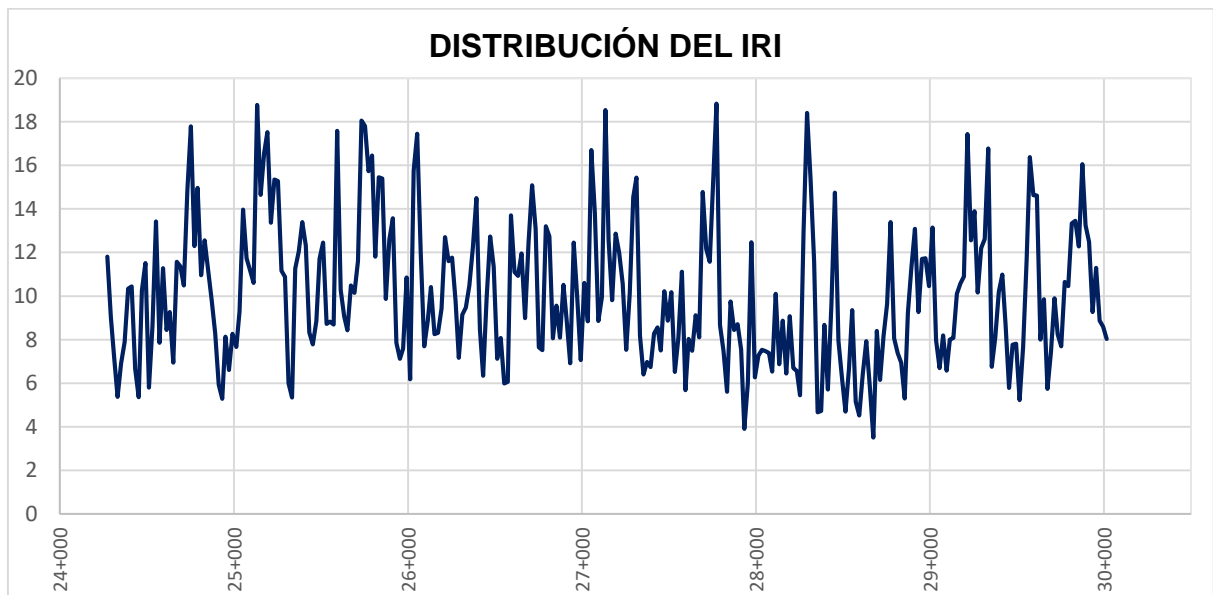


Figura 6. Distribución del IRI-Ruta 10

Fuente: Elaboración Propia



Figura 7. Diferencias acumuladas del IRI

Fuente: Consorcio Pro Vial

Se presenta en la Figura 6 los resultados de la medición del IRI con el equipo Roughometer III, a la velocidad establecida entre 40 a 60 km/h. Se realizó la evaluación desde el km 24+280 al km 030+000 donde se encuentra puntos altos superando el umbral mínimo requerido.

✓ Superficie: Otta Seal

**Tabla 14.** Índice de Rugosidad Internacional @ 1000 m – Cond. Otta Seal

Progresiva Inicio	Progresiva Final	Longitud (m.)	IRI Promedio (m/km)	IRI Característico (m/km)
24 + 000	25 + 000	1000	2.5	3.0
25 + 000	26 + 000	1000	2.9	3.5
26 + 000	27 + 000	1000	3.0	3.2
27 + 000	28 + 000	1000	2.9	2.9
28 + 000	29 + 000	1000	2.9	3.2
29 + 000	30 + 000	1000	2.9	3.1

Fuente: Consorcio Pro Vial

En la Tabla Nro. 14 se puede observar cual es el valor del IRI característico obtenido desde el km 24+000 hasta el km 30+000 por cada 1000 metros analizados de acuerdo a los términos de referencia en que se ejecutó el proyecto. Dichos valores nos indican una desviación estándar relativamente baja tal que en algunos casos el nivel de serviciabilidad podría variar en un mismo tramo desde un nivel muy bueno a uno simplemente bueno conforme a la teoría señalada anteriormente.

**Tabla 15.** Resultados del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) a nivel de sello tipo Otta Seal

Progresiva inicial	Progresiva final	Promedio de IRI @200 m. (m/km)	Valor PSI	Clasificación Serviciabilidad - PSI
24 + 280	24 + 480	2.545	3.15	Buena
24 + 480	24 + 680	1.750	3.64	Buena
24 + 680	24 + 880	1.879	3.55	Buena
24 + 880	25 + 080	2.054	3.44	Buena
25 + 080	25 + 280	1.762	3.63	Buena
25 + 280	25 + 480	1.827	3.59	Buena
25 + 480	25 + 680	3.344	2.72	Regular
25 + 680	25 + 880	4.252	2.31	Regular
25 + 880	26 + 080	4.070	2.39	Regular
26 + 080	26 + 280	3.044	2.88	Regular
26 + 280	26 + 480	3.063	2.87	Regular
26 + 480	26 + 680	3.491	2.65	Regular
26 + 680	26 + 880	2.245	3.32	Buena
26 + 880	27 + 080	2.912	2.94	Regular
27 + 080	27 + 280	3.169	2.81	Regular
27 + 280	27 + 480	2.961	2.92	Regular
27 + 480	27 + 680	2.679	3.07	Buena
27 + 680	27 + 880	2.627	3.10	Buena
27 + 880	28 + 080	2.652	3.09	Buena
28 + 080	28 + 280	2.531	3.16	Buena
28 + 280	28 + 480	3.173	2.81	Regular
28 + 480	28 + 680	3.175	2.81	Regular
28 + 680	28 + 880	2.796	3.01	Buena
28 + 880	29 + 080	3.272	2.76	Regular
29 + 080	29 + 280	3.195	2.80	Regular
29 + 280	29 + 480	2.643	3.09	Buena
29 + 480	29 + 680	2.654	3.09	Buena
29 + 680	29 + 880	3.247	2.77	Regular
29 + 880	30 + 080	2.829	2.99	Regular

Fuente: Consorcio Pro Vial

De igual manera en la Tabla 15 se puede observar a detalle cómo es que varía los valores del Índice de Serviciabilidad Presente a través de la lectura promedio del Rugosímetro Tipo III que se usó en la ejecución del proyecto cada 200m, interpretándose de esta manera que la vía se encuentra en **regular** y **buenas** condiciones para el **confort de los usuarios** y es precisamente un indicador que nos permite conocer la virtud del sello tipo Otta Seal por sobre la superficie de la vía.



Asimismo, cabe mencionar que otras fuentes teóricas internacionales citadas anteriormente nos permiten clasificar el PSI directamente a partir de los valores del IRI y no mediante una fórmula como la que se usó en el presente proyecto, en donde para valores de IRI menores a 3.2 resulta una condición del camino como “muy bueno” y para valores entre 3.2 y 3.9 resulta una condición “buena”.

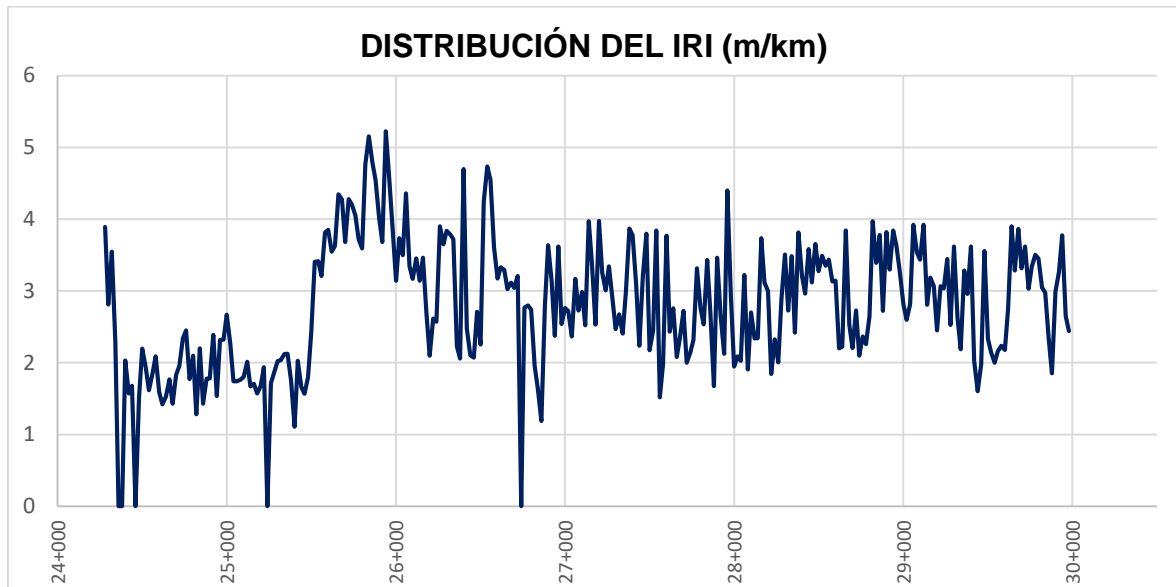


Figura 8. Distribución del IRI-Ruta 10 Cond. Otta Seal

Fuente: Elaboración Propia

**Validación de hipótesis:** De acuerdo a la interpretación de los resultados correspondientes al objetivo 1 se pudo determinar que realmente el valor promedio del PSI para el tramo de la vía en estudio sufrió una variación considerable luego de la aplicación del tratamiento superficial Otta Seal pasando de una categoría “Mala” para ciertos sectores a una del tipo “Buena”, y es de esta interpretación que se corrobora el planteamiento hipotético por sobre el cual ilustra un cambio significativo en el incremento de la serviciabilidad de la carretera nacional PE-34S, Ruta No.10, T4: Km 24+280 (Chupa) – Km 30+000.

## **O.E.2. Describir el Índice de Condición de Pavimento (PCI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno – 2022**

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

El desarrollo de la auscultación visual del tramo, fue llevado a cabo por un bachiller y un auxiliar, ambos capacitados en este tipo de levantamientos desempeñando sus respectivas funciones. El bachiller fue el encargado de identificar las unidades de muestras, los daños existentes en calzada según la metodología PCI, de acuerdo con el requerimiento en los términos de referencia para el procesamiento de los daños además de su registro en los formatos de campo, anexados en el presente informe; el auxiliar fue la persona que apoyó en las mediciones de áreas y en llevar el odómetro para así identificar las longitudes correspondientes.

La metodología de recolección de datos consistió en que el bachiller y el auxiliar patólogo recorren la vía caminando y registran todos los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registró en los formatos adecuados para cada ítem evaluado.

La condición superficial del pavimento se determinó mediante el “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos” (ASTM D6433-03) o mejor conocido como “Método PCI” (Pavement Condition Index) para carreteras pavimentadas y el Método del URCI (Unsurfaced Road Condition Index) para carreteras no pavimentadas; que por medio de inspecciones visuales determina el estado en que se encuentra una vía, dependiendo del tipo, cantidad y severidad de las fallas presentes.

**Tabla 16.** Condición de la superficie de afirmado a nivel del total del tramo en cuestión

CARRETERA	RUTA NACIONAL	LONG INICIAL. (km)	LONG FINAL. (km)	TIPO DE SUPERFICIE	VALORES URCI/PCI	CONDICIÓN
EMPALME PE-34H (DESVÍO HUANCHO) – HUANCHO – CHUPA – RUCANU – EMPALME PU-113 (ARAPA)	PE-34S	0	51.44	AFIRMADO	85	MUY BUENO

Fuente: Consorcio Pro Vial

En la Tabla 16 se puede observar la condición de la vía en estudio a nivel de afirmado para toda la población, para el caso de la muestra se hizo uso de un análisis exhaustivo para el contraste de los valores PCI a través de una inspección visual constante cada 80m.



Figura 9. Inicio y fin del tramo de la vía

Fuente: Consorcio Pro Vial

La Figura 9 marca el inicio y fin de la vía estudiada en donde se ejecutó las actividades de evaluación de daños a través de la metodología PCI/URCI con estándares entre rangos ya establecidos en el marco teórico. De igual forma en la siguiente tabla se muestra desde que punto parte la muestra ilustrada en la imagen anterior, así como su fin.

**Tabla 17.** Ubicación de la evaluación con PCI/URCI

Vía	Progresiva		Longitud	UND
	Inicio	Final		
PE-34S	24+280	30+000	5+720	km

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 10.** Localización de la Ruta PE-34S (Arapa-Chupa)

Fuente: Google Earth.

A continuación, dada la Tabla 18 se muestra los valores del PCI de la vía a nivel de afirmado con su respectiva clasificación según la teoría anteriormente mencionada; dándonos un contraste en donde la condición de la vía según la metodología URCI para el sector Km 24+280 al Km 30+000 tiene una calificación de EXCELENTE y MUY BUENO para ciertos sectores específicos lo que evidencia que el tramo está en condiciones más que aceptables.

**Tabla 18.** Recolección de datos del URCI - Cond. Afirmado

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	VRC	PCI	CLASIFICACION
24+240	24+320	2	98	Excelente
24+320	24+400	2	98	Excelente
24+400	24+480	31	69	Bueno
24+480	24+560	37	63	Bueno
24+560	24+640	2	98	Excelente
24+640	24+720	14	86	Excelente
24+720	24+800	2	98	Excelente
24+800	24+880	2	98	Excelente
24+880	24+960	21	79	Muy Bueno
24+960	25+040	2	98	Excelente
25+040	25+120	2	98	Excelente
25+120	25+200	12	88	Excelente
25+200	25+280	8	92	Excelente
25+280	25+360	13	87	Excelente
25+360	25+440	2	98	Excelente
25+440	25+520	2	98	Excelente
25+520	25+600	2	98	Excelente
25+600	25+680	9	91	Excelente
25+680	25+760	2	98	Excelente
25+760	25+840	2	98	Excelente
25+840	25+920	2	98	Excelente
25+920	26+000	10	90	Excelente
26+000	26+080	8	92	Excelente
26+080	26+160	17	83	Muy Bueno
26+160	26+240	24	76	Muy Bueno
26+240	26+320	3	97	Excelente
26+320	26+400	26	74	Muy Bueno
26+400	26+480	19	81	Muy Bueno
26+480	26+560	23	77	Muy Bueno
26+560	26+640	19	81	Muy Bueno
26+640	26+720	24	76	Muy Bueno
26+720	26+800	26	74	Muy Bueno
26+800	26+880	22	78	Muy Bueno
26+880	26+960	54	61	Bueno
26+960	27+040	55	60	Bueno
27+040	27+120	23	77	Muy Bueno
27+120	27+200	24	76	Muy Bueno
27+200	27+280	21	79	Muy Bueno
27+280	27+360	2	98	Excelente
27+360	27+440	2	98	Excelente
27+440	27+520	7	93	Excelente
27+520	27+600	2	98	Excelente
27+600	27+680	6	94	Excelente
27+680	27+760	9	91	Excelente
27+760	27+840	17	83	Muy Bueno
27+840	27+920	24	76	Muy Bueno
27+920	28+000	25	75	Muy Bueno
28+000	28+080	23	77	Muy Bueno

28+080	28+160	21	79	Muy Bueno
28+160	28+240	24	76	Muy Bueno
28+240	28+320	25	75	Muy Bueno
28+320	28+400	11	89	Excelente
28+400	28+480	35	65	Bueno
28+480	28+560	30	70	Muy Bueno
28+560	28+640	27	73	Muy Bueno
28+640	28+720	31	69	Bueno
28+720	28+800	30	70	Muy Bueno
28+800	28+880	30	70	Muy Bueno
28+880	28+960	59	57	Bueno
28+960	29+040	60	57	Bueno
29+040	29+120	30	70	Muy Bueno
29+120	29+200	2	98	Excelente
29+200	29+280	2	98	Excelente
29+280	29+360	30	70	Muy Bueno
29+360	29+440	2	98	Excelente
29+440	29+520	2	98	Excelente
29+520	29+600	22	78	Muy Bueno
29+600	29+680	29	71	Muy Bueno
29+680	29+760	35	65	Bueno
29+760	29+840	7	93	Excelente
29+840	29+920	2	98	Excelente
29+920	30+000	5	95	Excelente

Fuente: Consorcio Pro Vial

## ESTUDIOS DE DAÑO DE LA CARRETERA

A continuación, en la Figura 11 se muestra los valores asociados a el tipo de daño seleccionado que se desarrolló a lo largo de la muestra siendo los principales: Sección transversal incorrecta, drenaje inadecuado en el borde de carretera, corrugaciones, polvo, baches, surcos y agregado suelto.

UNSURFACED ROAD MAINTENANCE MANAGEMENT TM 5 - 626			
81. Inadecuada sección transversal	83. Encalaminado	85. Huecos	87. Pérdida de agregados
82. Inadecuado drenaje	84. Polvo	86. Ahuellamiento	

Figura 11. Tipo de daño y niveles de severidad

Fuente: USACE TM 5-626 - Unsurfaced Road Maintenance Management.

**Tabla 19.** Evaluación superficial del pavimento @ 80m – Cond. Afirmado

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
24+240	24+320	84	L	320	100	2
24+320	24+400	84	L	320	100	2
24+400	24+480	85	L	83	25.9	29
24+400	24+480	84	L	320	100	2
24+480	24+560	84	L	320	100	2
24+480	24+560	85	L	112	35	35
24+560	24+640	84	L	320	100	2
24+640	24+720	84	L	320	100	2
24+640	24+720	85	L	27	8.4	12
24+720	24+800	84	L	320	100	2
24+800	24+880	84	L	320	100	2
24+880	24+960	85	L	48	15	19
24+880	24+960	84	L	320	100	2
24+960	25+040	84	L	320	100	2
25+040	25+120	84	L	320	100	2
25+120	25+200	84	L	320	100	2
25+120	25+200	85	L	22	6.9	10
25+200	25+280	84	L	320	100	2
25+200	25+280	85	L	12	3.8	6
25+280	25+360	85	L	10	3.1	5
25+280	25+360	85	M	7	2.2	6
25+280	25+360	84	L	320	100	2
25+360	25+440	84	L	320	100	2
25+440	25+520	84	L	320	100	2
25+520	25+600	84	L	320	100	2
25+600	25+680	84	L	320	100	2
25+600	25+680	85	L	15	4.7	7
25+680	25+760	84	L	320	100	2
25+760	25+840	84	L	320	100	2
25+840	25+920	84	L	320	100	2
25+920	26+000	84	L	320	100	2
25+920	26+000	85	L	18	5.6	8
26+000	26+080	84	L	320	100	2
26+000	26+080	85	L	14	4.4	6
26+080	26+160	83	L	83.5	26.1	15
26+080	26+160	84	L	320	100	2
26+160	26+240	83	L	136	42.5	22
26+160	26+240	84	L	320	100	2
26+240	26+320	83	L	5.6	1.8	1
26+240	26+320	84	L	320	100	2
26+320	26+400	83	L	160	50	24
26+320	26+400	84	L	320	100	2
26+320	26+400	86	L	0	0	0
26+400	26+480	83	L	96	30	17
26+400	26+480	84	L	320	100	2
26+480	26+560	83	L	128	40	21
26+480	26+560	84	L	320	100	2
26+560	26+640	83	L	96	30	17

26+560	26+640	84	L	320	100	2
26+640	26+720	83	L	136	42.5	22
26+640	26+720	84	L	320	100	2
26+720	26+800	84	L	320	100	2
26+720	26+800	83	L	160	50	24
26+800	26+880	83	L	120	37.5	20
26+800	26+880	84	L	320	100	2
26+880	26+960	83	L	200	62.5	27
26+880	26+960	84	L	320	100	2
26+880	26+960	86	L	120	37.5	25
26+960	27+040	86	L	160	50	26
26+960	27+040	83	L	200	62.5	27
26+960	27+040	84	L	320	100	2
27+040	27+120	83	L	128	40	21
27+040	27+120	84	L	320	100	2
27+120	27+200	83	L	136	42.5	22
27+120	27+200	84	L	320	100	2
27+200	27+280	83	L	112	35	19
27+200	27+280	84	L	320	100	2
27+280	27+360	84	L	320	100	2
27+360	27+440	84	L	320	100	2
27+440	27+520	85	L	11	3.4	5
27+440	27+520	84	L	320	100	2
27+520	27+600	84	L	320	100	2
27+600	27+680	84	L	320	100	2
27+600	27+680	85	L	8	2.5	4
27+680	27+760	84	L	320	100	2
27+680	27+760	85	L	15	4.7	7
27+760	27+840	84	L	320	100	2
27+760	27+840	85	L	36	11.3	15
27+840	27+920	83	L	136	42.5	22
27+840	27+920	84	L	320	100	2
27+920	28+000	83	L	144	45	23
27+920	28+000	84	L	320	100	2
28+000	28+080	84	L	320	100	2
28+000	28+080	83	L	128	40	21
28+080	28+160	83	L	112	35	19
28+080	28+160	84	L	320	100	2
28+160	28+240	83	L	136	42.5	22
28+160	28+240	84	L	320	100	2
28+240	28+320	84	L	320	100	2
28+240	28+320	83	L	144	45	23
28+320	28+400	85	M	1	0.3	1
28+320	28+400	84	L	320	100	2
28+320	28+400	83	L	35	10.9	8
28+400	28+480	83	L	416	130	33
28+400	28+480	84	L	320	100	2
28+480	28+560	83	L	216	67.5	28
28+480	28+560	84	L	320	100	2
28+560	28+640	83	L	176	55	25
28+560	28+640	84	L	320	100	2
28+640	28+720	83	L	248	77.5	29
28+640	28+720	84	L	320	100	2



28+720	28+800	84	L	320	100	2
28+720	28+800	83	L	232	72.5	28
28+800	28+880	83	L	224	70	28
28+800	28+880	84	L	320	100	2
28+880	28+960	83	L	200	62.5	27
28+880	28+960	84	L	320	100	2
28+880	28+960	86	L	292.4	91.4	30
28+960	29+040	84	L	320	100	2
28+960	29+040	86	L	120	37.5	25
28+960	29+040	83	L	328	102.5	33
29+040	29+120	83	L	216	67.5	28
29+040	29+120	84	L	320	100	2
29+120	29+200	84	L	320	100	2
29+200	29+280	84	L	320	100	2
29+280	29+360	83	L	224	70	28
29+280	29+360	84	L	320	100	2
29+360	29+440	84	L	320	100	2
29+440	29+520	84	L	320	100	2
29+520	29+600	83	L	120	37.5	20
29+520	29+600	84	L	320	100	2
29+600	29+680	84	L	320	100	2
29+600	29+680	83	L	200	62.5	27
29+680	29+760	83	L	304	95	33
29+680	29+760	84	L	320	100	2
29+760	29+840	84	L	320	100	2
29+760	29+840	85	L	11	3.4	5
29+840	29+920	84	L	320	100	2
29+920	30+000	85	M	3	0.9	3
29+840	29+920	84	L	320	100	2
29+920	30+000	85	M	3	0.9	3

Fuente: Consorcio Pro Vial

En la Tabla 19 se puede observar la distribución del tipo de daño asociado a la condición del pavimento en el tramo en estudio y la severidad con que cuenta este, es a partir de estos resultados que se puede apreciar que el tipo de daño más recurrente a lo largo de la vía es el polvo que se encuentra asociado al número 84.

**Tabla 20. Área dañada por severidad**

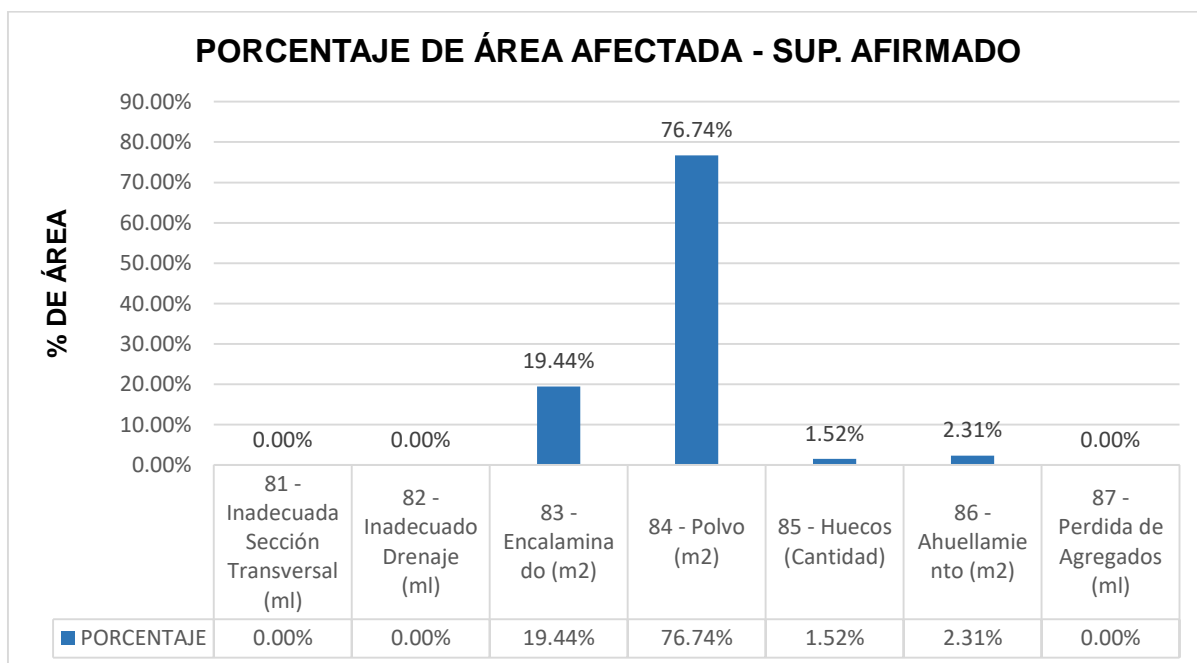
TIPO DE DAÑO	ÁREA DAÑADA POR SEVERIDAD				TOTAL (%)
	1 - BAJA	2 - MEDIA	3 - ALTA	TOTAL	
81 - Inadecuada Sección Transversal (ml)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
82 - Inadecuado Drenaje (ml)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
83 - Encalaminado (m2)	5836.10	0.00	0.00	5836.10	19.44%
84 - Polvo (m2)	23040.00	0.00	0.00	23040.00	76.74%
85 - Huecos (Cantidad)	442.00	14.00	0.00	456.00	1.52%
86 - Ahuellamiento (m2)	692.40	0.00	0.00	692.40	2.31%
87 - Perdida de Agregados (ml)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 20 se muestra el área afectada por tipo de daño y su respectivo porcentaje que representa sobre todo el área afectada de este tramo.

### PORCENTAJE DE ÁREA AFECTADA POR TIPO DE DAÑO

Los porcentajes obtenidos de Área Afectada por Tipo de Daño en la ruta PE-34S desde el Km 24+280 hasta el Km 30+000 son los siguientes:



**Figura 12. Porcentaje de área afectada por tipo de daño**

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados obtenidos en la figura anterior se evidencia que, los daños más relevantes corresponden a Polvo en un 76.74%, seguido de Encalaminado con un 19.44%, Ahuellamiento con un 2.31% y Huecos con 1.52% respectivamente.



Figura 13. Superficie a nivel de afirmado Km 25+100

Fuente: Elaboración propia



Figura 14. Superficie a nivel de afirmado Km 29+700

Fuente: Elaboración propia

A continuación, dada la Tabla 21 se muestra los valores del PCI de la vía a nivel de sello Otta Seal con su respectiva clasificación según la teoría anteriormente mencionada; dándonos un contraste que actualmente la condición de la vía para el sector Km 24+280 al Km 30+000 tiene una condición mayoritariamente con calificación EXCELENTE llegando a alcanzar mínimas muestras con calificación MUY BUENO para ciertos sectores específicos, con lo se evidencia que la aplicación del sello Otta Seal repercute en el tramo más que significativamente.

**Tabla 21.** Recolección de datos PCI - Cond. Sello Otta Seal

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	VRC	PCI	CLASIFICACIÓN
24+280	24+340	1	99	Excelente
24+340	24+400	28	72	Muy Bueno
24+400	24+460	2	98	Excelente
24+460	24+520	4	96	Excelente
24+520	24+580	6	94	Excelente
24+580	24+640	6	94	Excelente
24+640	24+700	28	72	Muy Bueno
24+700	24+760	2	98	Excelente
24+760	24+820	2	98	Excelente
24+820	24+880	2	98	Excelente
24+880	24+940	2	98	Excelente
24+940	25+000	7	93	Excelente
25+000	25+060	11	89	Excelente
25+060	25+120	10	90	Excelente
25+120	25+180	0	100	Excelente
25+180	25+240	2	98	Excelente
25+240	25+300	6	94	Excelente
25+300	25+360	6	94	Excelente
25+360	25+420	2	98	Excelente
25+420	25+480	2	98	Excelente
25+480	25+540	8	92	Excelente
25+540	25+600	0	100	Excelente
25+600	25+660	5	95	Excelente
25+660	25+720	0	100	Excelente
25+720	25+780	0	100	Excelente
25+780	25+840	2	98	Excelente
25+840	25+900	2	98	Excelente
25+900	25+960	6	94	Excelente
25+960	26+020	28	72	Muy Bueno
26+020	26+080	2	98	Excelente
26+080	26+140	3	97	Excelente
26+140	26+200	2	98	Excelente
26+200	26+260	12	88	Excelente
26+260	26+320	18	82	Muy Bueno
26+320	26+380	2	98	Excelente
26+380	26+440	20	80	Muy Bueno

26+440	26+500	2	98	Excelente
26+500	26+560	8	92	Excelente
26+560	26+620	0	100	Excelente
26+620	26+680	2	98	Excelente
26+680	26+740	0	100	Excelente
26+740	26+800	0	100	Excelente
26+800	26+860	8	92	Excelente
26+860	26+920	8	92	Excelente
26+920	26+980	3	97	Excelente
26+980	27+040	6	94	Excelente
27+040	27+100	12	88	Excelente
27+100	27+160	10	90	Excelente
27+160	27+220	3	97	Excelente
27+220	27+280	20	80	Muy Bueno
27+280	27+340	8	92	Excelente
27+340	27+400	2	98	Excelente
27+400	27+460	2	98	Excelente
27+460	27+520	2	98	Excelente
27+520	27+580	5	95	Excelente
27+580	27+640	2	98	Excelente
27+640	27+700	5	95	Excelente
27+700	27+760	6	94	Excelente
27+760	27+820	12	88	Excelente
27+820	27+880	12	88	Excelente
27+880	27+940	8	92	Excelente
27+940	28+000	8	92	Excelente
28+000	28+060	12	88	Excelente
28+060	28+120	4	96	Excelente
28+120	28+180	5	95	Excelente
28+180	28+240	2	98	Excelente
28+240	28+300	2	98	Excelente
28+300	28+360	3	97	Excelente
28+360	28+420	2	98	Excelente
28+420	28+480	6	94	Excelente
28+480	28+540	5	95	Excelente
28+540	28+600	2	98	Excelente
28+600	28+660	4	96	Excelente
28+660	28+720	5	95	Excelente
28+720	28+780	6	94	Excelente
28+780	28+840	8	92	Excelente
28+840	28+900	2	98	Excelente
28+900	28+960	2	98	Excelente
28+960	29+020	8	92	Excelente
29+020	29+080	2	98	Excelente
29+080	29+140	2	98	Excelente
29+140	29+200	4	96	Excelente
29+200	29+260	2	98	Excelente
29+260	29+320	10	90	Excelente
29+320	29+380	8	92	Excelente
29+380	29+440	6	94	Excelente
29+440	29+500	12	88	Excelente
29+500	29+560	2	98	Excelente
29+560	29+620	2	98	Excelente

29+620	29+680	4	96	Excelente
29+680	29+740	12	88	Excelente
29+740	29+800	14	86	Excelente
29+800	29+860	14	86	Excelente
29+860	29+920	20	80	Muy Bueno
29+920	29+980	8	92	Excelente
29+980	30+040	10	90	Excelente

Fuente: Consorcio Pro Vial

## ESTUDIOS DE DAÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL OTTA SEAL

A continuación, en la Figura 15 se muestra los valores asociados a el tipo de daño seleccionado que se desarrolló a lo largo de la muestra siendo los principales: Exudación, depresión, desnivel carril/berma, huecos y desprendimiento de agregados.

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO  
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA			
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m <sup>2</sup> )				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
<input type="text"/>		<input type="text"/>				
No.	Daño	No.				Daño
1	Piel de cocodrilo.	11				Parcheo.
2	Exudación.	12				Pulimento de agregados.
3	Agrietamiento en bloque.	13				Huecos.
4	Abultamientos y hundimientos.	14				Cruce de vía férrea.
5	Corrugación.	15				Ahuellamiento.
6	Depresión.	16				Desplazamiento.
7	Grieta de borde.	17				Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					

Daño	Severidad	Cantidades parciales	Total	Densidad (%)	Valor deducido

Figura 15. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002)

**Tabla 22.** Evaluación superficial del pavimento @ 60m – Cond. Sello Otta Seal

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
24+280	24+340	19	L	2	0.901	2
24+340	24+400	19	L	2.2	0.991	2
24+400	24+460	2	M	2.2	0.991	2
24+460	24+520	19	L	2.2	0.991	2
24+520	24+580	19	L	1	0.450	2
24+580	24+640	19	L	2.1	0.946	2
24+640	24+700	6	L	2	0.901	5
24+700	24+760	19	L	2.3	1.036	1
24+760	24+820	2	L	3.1	1.396	2
24+820	24+880	2	L	4.5	2.027	2
24+880	24+940	0	0	0	0.000	0
24+940	25+000	0	0	0	0.000	0
25+000	25+060	2	L	3.6	1.622	2
25+000	25+060	2	M	1.5	0.676	3
25+060	25+120	9	L	3.1	1.396	2
25+060	25+120	2	L	6.6	2.973	2
25+120	25+180	2	L	0.62	0.279	0
25+180	25+240	2	L	1.28	0.577	2
25+240	25+300	2	L	0.84	0.378	2
25+300	25+360	9	M	0.4	0.180	6
25+360	25+420	2	L	2.7	1.216	2
25+420	25+480	2	L	1.52	0.685	2
25+480	25+540	2	M	1.2	0.541	3
25+540	25+600	0	0	0	0.000	0
25+600	25+660	2	L	5.6	2.523	3
25+660	25+720	0	0	0	0.000	0
25+720	25+780	0	0	0	0.000	0
25+780	25+840	19	L	1.26	0.568	2
25+840	25+900	2	L	1.25	0.563	2
25+900	25+960	19	L	3.2	1.441	2
25+900	25+960	2	L	3.2	1.441	2
25+960	26+020	6	M	4.5	2.027	9
25+960	26+020	2	L	2.6	1.171	2
25+900	26+020	19	L	2.52	1.135	2
26+020	26+080	2	L	2.25	1.014	2
26+080	26+140	9	L	3.1	1.396	3
26+140	26+200	2	L	3.15	1.419	2
26+200	26+260	2	L	4.56	2.054	4
26+260	26+320	2	L	1.87	0.842	2
26+260	26+320	9	M	3.1	1.396	5
26+260	26+320	19	L	1.25	0.563	2
26+320	26+380	2	L	1.28	0.577	2
26+380	26+440	6	L	1.8	0.811	5
26+380	26+440	19	L	2.22	1.000	3
26+380	26+440	2	L	1.39	0.626	2
26+440	26+500	2	L	3.12	1.405	2
26+500	26+560	9	L	2.51	1.131	3
26+500	26+560	2	M	0.95	0.428	4

26+560	26+620	0	0	0	0.000	0
26+620	26+680	2	L	4.6	2.072	2
26+680	26+740	0	0	0	0.000	0
26+740	26+800	2	L	2	0.901	2
26+800	26+860	2	L	2.3	1.036	2
26+800	26+860	19	L	2.65	1.194	3
26+860	26+920	2	L	1.05	0.473	2
26+860	26+920	19	L	2.3	1.036	3
26+920	26+980	19	L	4.2	1.892	3
26+980	27+040	2	L	2.6	1.171	2
26+980	27+040	19	L	2.52	1.135	2
27+040	27+100	13	M	1.34	0.604	7
27+040	27+100	2	L	2.35	1.059	2
27+100	27+160	2	L	3.6	1.622	4
27+100	27+160	19	L	3	1.351	4
27+160	27+220	2	L	4	1.802	3
27+220	27+280	9	L	2.54	1.144	3
27+220	27+280	19	L	2.3	1.036	3
27+220	27+280	2	L	1.08	0.486	2
27+280	27+340	19	L	187	84.234	2
27+280	27+340	2	L	3.1	1.396	2
27+340	27+400	2	L	2.41	1.086	2
27+400	27+460	2	L	1.6	0.721	2
27+460	27+520	19	L	1.68	0.757	2
27+520	27+580	19	L	3	1.351	3
27+580	27+640	2	L	1.74	0.784	2
27+640	27+700	2	L	4.1	1.847	3
27+700	27+760	2	L	5.35	2.410	4
27+760	27+820	2	L	2	0.901	2
27+760	27+820	19	L	4.65	2.095	4
27+820	27+880	2	L	3.2	1.441	2
27+820	27+880	19	L	4	1.802	4
27+880	27+940	2	L	3.2	1.441	2
27+880	27+940	19	L	2.6	1.171	3
27+940	28+000	19	L	4.2	1.892	3
27+940	28+00	2	L	2.1	0.946	2
28+000	28+060	2	M	2.52	1.135	5
28+000	28+060	19	L	1.03	0.464	2
28+060	28+120	2	L	3.65	1.644	4
28+120	28+180	6	L	3.8	1.712	5
28+180	28+240	19	L	3.16	1.423	2
28+240	28+300	2	L	1.85	0.833	2
28+300	28+360	19	L	3.11	1.401	3
28+360	28+420	2	L	1.18	0.532	2
28+420	28+480	19	L	1.68	0.757	2
28+420	28+480	2	L	2.14	0.964	2
28+480	28+540	19	L	3	1.351	3
28+540	28+600	2	L	1.68	0.757	2
28+600	28+660	2	L	3.4	1.532	4
28+660	28+720	2	M	1.77	0.797	5
28+720	28+780	2	L	2	0.901	2
28+720	28+780	19	L	1.32	0.595	2
28+780	28+840	2	L	3.2	1.441	3



28+780	28+840	19	L	1.01	0.455	2
28+840	28+900	2	L	3.06	1.378	2
28+900	28+960	19	L	0.24	0.108	1
28+900	28+960	2	L	2.01	0.905	2
28+960	29+020	19	L	3.9	1.757	3
29+020	29+080	2	L	2.52	1.135	2
29+080	29+140	2	L	1.27	0.572	2
29+140	29+200	2	L	3.3	1.486	4
29+200	29+260	19	L	2.88	1.297	2
29+260	29+320	2	L	1.85	0.833	2
29+260	29+320	19	L	5.12	2.306	4
29+320	29+380	2	L	3.85	1.734	3
29+320	29+380	19	L	2.51	1.131	2
29+380	29+440	2	L	2.45	1.104	2
29+440	29+500	2	L	1.18	0.532	2
29+500	29+560	19	L	1.63	0.734	2
29+560	29+620	19	L	1.45	0.653	2
29+620	29+680	2	L	1.34	0.604	2
29+680	29+740	2	L	0.61	0.275	2
29+740	29+800	2	L	2.54	1.144	2
29+740	29+800	19	L	1.28	0.577	3
29+800	29+860	2	L	3.08	1.387	2
29+800	29+860	6	M	3.14	1.414	5
29+860	29+920	2	L	3.68	1.658	3
29+920	29+980	19	L	0.24	0.108	1
29+920	29+980	19	L	3.052	1.375	2
29+920	29+980	6	L	2.54	1.144	5
29+980	30+040	2	L	5.22	2.351	4

Fuente: Consorcio Pro Vial

En la Tabla 22 se puede observar la distribución del tipo de daño asociado a la condición del pavimento en el tramo en estudio y la severidad con que cuenta este, es a partir de estos resultados que se puede apreciar que el tipo de daño más recurrente a lo largo de la vía es el “Desprendimiento de agregados” que se encuentra asociado al número 19.

**Tabla 23.** Área dañada por severidad Cond. Sello Otta Seal

TIPO DE DAÑO	ÁREA DAÑADA POR SEVERIDAD			TOTAL	TOTAL (%)
	1 - BAJA	2 - MEDIA	3 - ALTA		
0 - No presenta daños	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
2 - Exudación	164.47	10.14	0.00	174.61	35.53%
6 - Depresión	10.14	7.64	0.00	17.78	3.62%
9 - Desnivel carril / berma	11.25	3.50	0.00	14.75	3.00%
13 - Huecos	0.00	1.34	0.00	1.34	0.27%
19 - Desprendimiento de agregados	282.96	0.00	0.00	282.96	57.58%

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 23 se muestra el área afectada por tipo de daño y su respectivo porcentaje que representa sobre todo el área afectada de este tramo.

### PORCENTAJE DE ÁREA AFECTADA POR TIPO DE DAÑO

Los porcentajes obtenidos de Área Afectada por Tipo de Daño en la ruta PE-34S desde el Km 24+280 hasta el Km 30+000 son los siguientes:

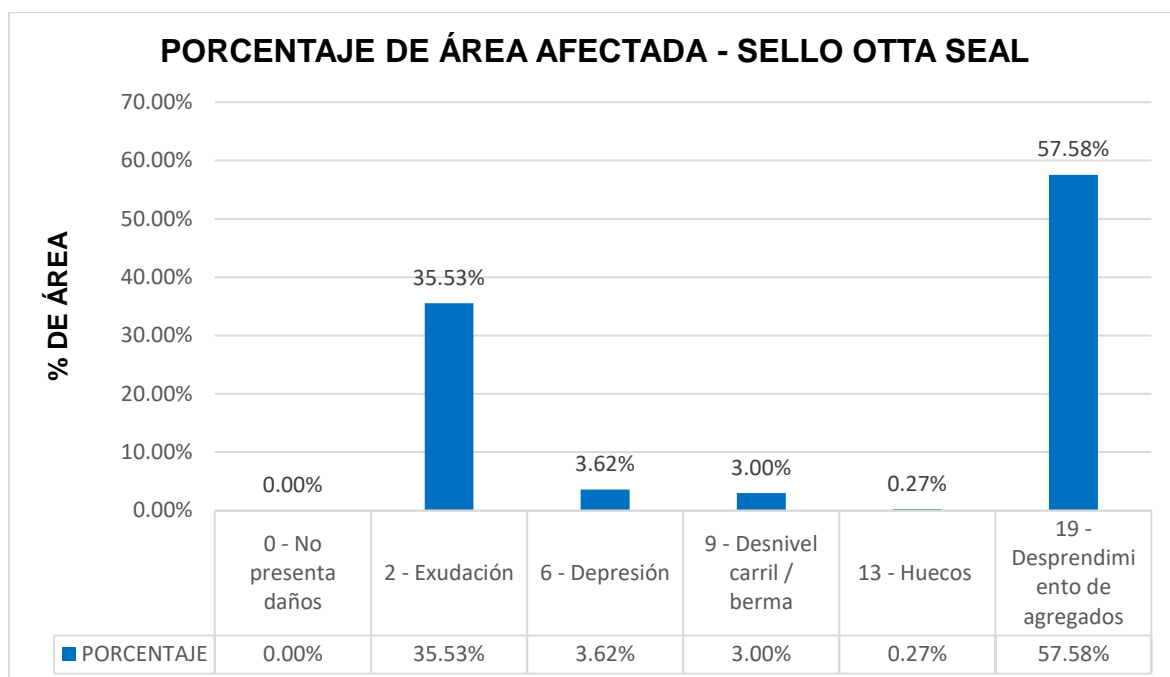


Figura 16. Porcentaje de área afectada por tipo de daño – Cond. Sello Otta Seal

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados obtenidos en la figura anterior se evidencia que, los daños más relevantes corresponden a Desprendimiento de agregados en un 57.58%, seguido de Exudación con un 35.53%, Depresión con un 3.62%, Desnivel carril/berma con un 3.00% y Huecos con 0.27% respectivamente.

**Validación de hipótesis:** De acuerdo a la interpretación de los resultados correspondientes al objetivo 2 se pudo determinar que realmente el valor promedio del PCI para el tramo de la vía en estudio sufrió una variación mínima luego de la aplicación del tratamiento superficial Otta Seal pasando de una categoría “Muy Buena” para ciertos sectores a una del tipo “Excelente”, y es de esta interpretación que se corrobora parcialmente el planteamiento hipotético por sobre el cual ilustra un cambio significativo en el incremento de la serviciabilidad de la carretera nacional PE-34S, Ruta No.10, T4: Km 24+280 (Chupa) – Km 30+000.



Figura 17. Imprimación asfáltica de la vía

Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Tratamiento superficial Otta Seal

Fuente: Elaboración propia

**O.G. Evaluar en qué medida el tratamiento superficial aplicando Otta Seal influye en el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno – 2022**

Dada la aplicación de las técnicas e instrumentos de recopilación de datos es que se pudo obtener los valores para nuestras variables subdividido en indicadores de interés, tomando en cuenta el estado límite de servicio del tratamiento superficial tipo Sello Otta Seal y que normalmente se utilizan como límites admisibles en su condición superficial, funcionalidad, estructural y de seguridad.

**Tabla 24.** Tabla comparativa entre el PCI/URCI y el PSI antes y después de haber aplicado el tratamiento superficial Otta Seal

		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)	
Tramo	Superficie	PCI Promedio	Serviciabilidad	PSI Promedio	Serviciabilidad
Carretera PE-34S, Ruta No.10, T4: Km 24+280 (Chupa) – Km 30+000	Afirmado	85	Muy Buena	1.01	Mala
	Sello Otta Seal	93.72	Excelente	3.01	Buena

Fuente: Elaboración Propia

**Validación de hipótesis:** De los resultados obtenidos de la Tabla 23 se evidencia que, el indicador correspondiente al PCI sufre una variación relativamente baja al aplicar el tratamiento superficial Otta Seal pasando de un estado de serviciabilidad de “Muy Buena” a “Excelente”, por otro lado, el que sufrió un cambio significativo fue la serviciabilidad referida a los valores del PSI al pasar de una categoría denominada “Mala” a una “Buena” como promedio de los valores del tramo de la vía en estudio para el presente proyecto de tesis, de esta manera se corrobora el planteamiento hipotético general por sobre el cual la aplicación del tratamiento superficial Otta Seal sobre la vía afirmada influye significativamente en la serviciabilidad de la vía terrestre, incrementando el confort de los usuarios para un manejo estable y seguro en la carretera nacional PE-34S, Ruta No.10, T4: Km 24+280 (Chupa) – Km 30+000.

## V. DISCUSIÓN

A continuación, se presenta las discusiones de nuestros resultados respecto a los antecedentes investigados como parte del propósito y validez de nuestro proyecto de tesis conforme a los valores de los indicadores obtenidos.

### **O.E.1. Describir el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno – 2022**

Los hallazgos que se obtuvieron del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) antes y después de haber aplicado el tratamiento superficial tipo Otta Seal como promedio para el tramo en estudio resultaron 1.01 y 3.01 respectivamente, categorizándose como una serviciabilidad “Mala” y “Buena” al aplicar la técnica ya anteriormente mencionada.

De acuerdo con estudios anteriores los valores del PSI para el tramo en estudio llegan a ser semejantes a la obtenida por **Flores** (2021), el cual en su tesis titulada “Nivel de servicio en micropavimento Otta Seal mediante métodos convencionales del km 00+000 al km 03+858.14 en la carretera Arcopunco - Cabana - Puno 2021” conoció el nivel de servicio de la vía pavimentada con micropavimento Otta Seal mediante el Rugosímetro tipo III en donde se obtuvo un valor del IRI de 2.27 que se clasificó como una serviciabilidad muy buena luego de haber aplicado el tratamiento superficial. Luego de esto para la carretera estudiada resultó un puntaje de transitabilidad de 28% de mal servicio y 72% de buen nivel de servicio con lo que se pudo deducir que es imposible que un conductor que está utilizando la carretera detecte cualquier aspereza en el pavimento a simple vista, ya que la carretera se culminó en excelentes condiciones luego de haber aplicado el tratamiento con técnica Otta Seal.

De igual forma y de acorde con los señalado por **Vaitkus, et al.** (2018) en su artículo titulado “Soft Asphalt and Double Otta Seal—Self-Healing Sustainable Techniques for Low-Volume Gravel Road Rehabilitation” refieren sobre la base de los resultados de la evaluación visual cualitativa de los defectos y deterioro del pavimento sobre caminos gravosos de bajo volumen de tránsito, en lo cual resultó en un bajo confort de conducción, un tiempo de viaje más largo, una amortización más rápida del

vehículo y polvo, todas estos problemas referidos a un bajo valor del índice de Condición de Pavimento (PCI). Para dar con la investigación utilizaron una **metodología** de diseño no experimental, tipo aplicada y de nivel correlacional teniendo como **resultados** que el efecto curativo producto de la aplicación de técnicas fue superior al 13% y 19% en carreteras con asfalto blando y doble Otta Seal, respectivamente. Luego de esto **concluyeron** que el asfalto blando y el tratamiento superficial Otta Seal confirmaron la duplicidad de la capacidad de autorreparación realizada en los mantenimientos de los caminos gravosos realizados previamente.

### **O.E.2. Describir el Índice de Condición de Pavimento (PCI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno – 2022**

Obtenido los valores del índice de condición de caminos sin pavimentar (URCI) y Índice de Condición de Pavimentos (PCI), resultó que un valor promedio para el tramo en estudio fue de 85 y 93.72, clasificándose como una carretera con una “Muy Buena” y “Buena” serviciabilidad antes y después de haber aplicado el tratamiento superficial tipo Otta Seal.

Ahora, de los resultados anteriormente mencionados cabe indicar que estos varían relativamente en cuanto a los dispuestos por **Zapana** (2013), el cual en su tesis titulada “Evaluación de la solución Otta Seal del tramo Pucara - Calapuja ruta PE - 3S” tuvo como resultados que el pavimento tenía un índice de condición de desempeño general PCI de 73.34% en un estado regular y un 26.66% en un estado malo, lo que en promedio el PCI fue de 44.6 dando un estado regular. Esta variación de resultados contiene una explicación práctica puesto que tal y como lo determino el autor el tratamiento Otta Seal es un tratamiento muy viable y económico sobre vías de bajo volumen de tránsito mas no para aquellas que contengan una alta demanda de tránsito puesto que se genera fallas en la vía y de esa forma es que se puede explicar el estado regular de la serviciabilidad luego de haber aplicado el tratamiento superficial en cuestión.

Con el objetivo de estudiar el proyecto de sello Otta implementado y evaluado en un total de 6.4 km (3.97 millas) de carretera y teniendo en cuenta lo dicho por

**Gushgari** (n.d) en su artículo “Application and analysis of preventive maintenance techniques” nos menciona que las técnicas de evaluación de sellos Otta incluyen inspecciones visuales (PCI), índice internacional de rugosidad, deflectómetro de peso ligero, distómetro y pruebas de agregados sueltos en diferentes períodos de construcción y servicio, estos parámetros además de describir el estado de una carretera nos deja en evidencia parte de la debilidad de la metodología usada en nuestro caso al únicamente considerar los dos primeros parámetros mencionados por los autores.

Estos métodos de evaluación realizados en superficies de sellado Otta Seal en Lowa revelaron que las superficies de sellado Otta pueden proporcionar un tratamiento de superficie bituminoso alternativo económico y duradero para carreteras de bajo volumen con el fin de garantizar carreteras seguras para uso público. Además, el estudio de caso demostró que el Sello Otta es una de las herramientas de mantenimiento preventivo más comunes utilizadas por los ingenieros de carreteras para prolongar la vida útil del pavimento. La eficacia del Sello Otta Seal se puede maximizar si se aplica en condiciones óptimas para el pavimento, así como la naturaleza de los materiales usados, que por lo demás, son comparables.

#### **O.G. Evaluar en qué medida el tratamiento superficial aplicando Otta Seal influye en el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno – 2022**

Finalmente, de los resultados descritos anteriormente tanto para el PSI como para el PCI se puede apreciar que esta técnica de tratamiento superficial ha tenido un impacto satisfactorio en el tramo de vía objeto de estudio, ya que se ha logrado un muy buen nivel de servicio para ambos indicadores que fueron analizados, siendo esta la conclusión que se puede extraer de la información presentada en el cuerpo de la tesis.

De igual manera, estas categorías designadas, según estudios anteriores han sido respaldadas por algunos autores tal y como lo menciona **Carhuapoma (2019)**, en su investigación titulada “Evaluación del nivel de servicio mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) utilizando el rugosímetro MERLIN en el pavimento

flexible de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca–2019”, en donde a través del uso del Rugosímetro de MERLIN se pudo calcular los valores del IRI y el PSI, dando por finiquitado que el uso de un tratamiento asfáltico para volúmenes de bajo tránsito recibió una calificación de rugosidad por parte del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de 3.78m/km y un Índice de Serviciabilidad Presente de 2,65, demostrándose que el uso del tratamiento superficial tipo Otta Seal es viable para el mejoramiento de la serviciabilidad en carreteras de dichas características.



## **VI. CONCLUSIONES**

### **O.E.1. Describir el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno – 2022**

De los resultados encontrados se pudo concluir que la aplicación de tratamiento superficial Otta Seal sobre la superficie afirmada actúa significativamente favorable en los diferentes sectores del tramo de la vía en estudio, puesto que, para valores y categorías de muy malas y malas condiciones de la serviciabilidad se pudo obtener una reclasificación de “Regular” y “Buena” condición, determinándose de esta manera que para un bajo tránsito vehicular, este tratamiento resulta eficaz en el incremento de confort por parte del usuarios, según el indicador considerado como PSI.

### **O.E.2. Describir el Índice de Condición de Pavimento (PCI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno – 2022**

Se concluye que la aplicación del tratamiento superficial tipo sello Otta Seal sobre la superficie afirmada aumenta la serviciabilidad en menor medida, puesto que del estado situacional de la vía afirmada se obtuvo un valor promedio del PCI de 85 clasificándose como una serviciabilidad “Muy buena”, y es a partir de la influencia del tratamiento superficial que se logró reclasificar la serviciabilidad a una condición de “Excelente” con un valor promedio de 93.72 para el tramo de la carretera en estudio.

### **O.G. Evaluar en qué medida el tratamiento superficial aplicando Otta Seal influye en el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno – 2022**

Se evaluó que el uso de la técnica Otta Seal como tratamiento superficial sobre la vía afirmada en estudio, influyo significativamente en el mejoramiento de la serviciabilidad por medio de los indicadores tomados en cuenta para este estudio como es el PSI y el PCI/URCI, en donde a través de sus valores y categorías señalada en el cuerpo de la presente tesis se pudo dar a conocer la excelencia de

esta técnica y como es que influye positivamente sobre carreteras de bajo tránsito vehicular en el Perú.

## **VII. RECOMENDACIONES**

De los resultados obtenidos en los objetivos se recomienda realizar una comparación de los resultados asociados al IRI entre diferentes equipos de medición como lo es el Rugosímetro III ARRB y el Rugosímetro de Merlín entre otros, para con ello observar las virtudes de cada equipo y conocer cuáles son los datos que más se ajustan a la realidad de nuestras carreteras, además de plantear para el diseño del tratamiento superficial una segunda capa y verificar las condiciones en que son expuestas los resultados del IRI.

Se recomienda que los encargados del mantenimiento de las carreteras a escala local, nacional o regional deberían, idealmente, vigilar el parámetro IRI con regularidad para poder intervenir antes de que se salga de control y cueste mucho más dinero.

Cuando no se requiera un examen detallado del ancho de vía, se recomienda el uso del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en tramos largos de vía. El motivo de esto es el período más corto de recopilación de datos del IRI en comparación con el índice de condición del pavimento (PCI).

Se recomienda utilizar el tratamiento Otta Seal con un tamaño máximo de árido de 5/8" (16mm), ya que al tener un espesor de 16mm y ser un material principalmente triturado en un 30% permite un comportamiento flexible, lo cual no presenta fisuración ante asentamientos diferenciales y una alta capacidad de moldeo. Por otro lado, el Slurry Seal, que está hecho de arena triturada y tiene un tamaño máximo de 3/8 pulgadas, forma una capa que, en caso de asentamientos diferenciales, presentará fisuras y grietas, disminuyendo significativamente la serviciabilidad de la vía para el fin para el que fue concebida originalmente en el momento de su diseño.

## REFERENCIAS

- AASHTO, ASTM D 6333-03, (2004). *Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys*. American Society for Testing and Materials. Estados Unidos
- Abdelaty, A., Jeong, H. D., Dannen, B., & Todey, F. (2016). Enhancing life cycle cost analysis with a novel cost classification framework for pavement rehabilitation projects. *Construction Management and Economics*, 34(10), 724–736. <https://doi.org/10.1080/01446193.2016.1205206>
- ALFARO Rodríguez, Carlos Humberto. Metodología de Investigación Científica aplicado a la Ingeniería. [en línea]. Enero 2012. [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes\\_Finales\\_Investigacion/IF\\_ABRIL\\_2012/IF\\_ALFARO%20RODRIGUEZ\\_FIEE.pdf](https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_ABRIL_2012/IF_ALFARO%20RODRIGUEZ_FIEE.pdf)
- ARIAS Gonzales, José Luis. Proyecto de Tesis: Guía para la elaboración [en línea]. Arequipa: Biblioteca Nacional del Perú, 2020 [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: [http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales\\_ProyectoDeTesis\\_libro.pdf](http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales_ProyectoDeTesis_libro.pdf)  
ISBN: 9786120054161
- ARIAS-Odón, Fidias G. El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica [en línea]. 6.<sup>a</sup> ed. Caracas: Episteme, C.A., 2012 [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/301894369\\_EL\\_PROYECTO\\_DE\\_INVESTIGACION\\_6a\\_EDICION](https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION)  
ISBN: 9800785299
- ARRIAGA, M. C., GARNICA, P., RICO, A. (1998). Índice internacional de rugosidad en la red carretera de México, México: sanfandila.
- Carhuapoma, J. (2019). Evaluación del nivel de servicio mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) utilizando el rugosímetro MERLIN en el pavimento flexible de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca–2019. Obtenido de: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1823>

- Ccancapa, E. (2022) Aplicación del tratamiento Otta Seal para un Mantenimiento Vial de la carpeta asfáltica, Carretera PE- 30B 66+981 - 116+716, Andahuaylas 2022. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86871>
- ESCOBAR Pérez, Jazmine y CUERVO Martínez, Ángela. Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. Avances en medición [en línea]. Enero 2008, n°6. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://www.humanas.unal.edu.co/lab\\_psicometria/application/files/9416/0463/3548/Vol\\_6.\\_Articulo3\\_Juicio\\_de\\_expertos\\_27-36.pdf](https://www.humanas.unal.edu.co/lab_psicometria/application/files/9416/0463/3548/Vol_6._Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf)
- Flores Huahualuque, L (2021). Nivel de servicio en micropavimento Otta Seal mediante métodos convencionales del km 00+000 al 03+858.14 en la carretera Arcopunco – Cabana – Puno 2021. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/62661>
- Gražulytė, J., Žilionienė, D., & Tuminienė, F. (2014). Otta Seal – the New Way to Solve Problems of Maintenance of Gravel Roads in Lithuania. The 9th International Conference “Environmental Engineering 2014.” <https://doi.org/10.3846/enviro.2014.152>
- Gushgari, S. Y. (n.d.) Application and analysis of preventive maintenance techniques: Chip seal and Otta seal. <https://doi.org/10.31274/etd-20210114-55>
- Gushgari, S. Y., Zhang, Y., Nahvi, A., Ceylan, H., & Kim, S. (2018). Otta Seal Construction for Asphalt Pavement Resurfacing. International Conference on Transportation and Development 2018. <https://doi.org/10.1061/9780784481554.018>
- Gushgari, S. Y., Zhang, Y., Nahvi, A., Ceylan, H., Kim, S., Arabzadeh, A., Jahren, C. T., & Øverby, C. (2019). Design, Construction, and Preliminary Investigations of Otta Seal in Iowa. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2673(12), 821–833. <https://doi.org/10.1177/0361198119853567>
- HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto y MENDOZA Torres, Christian Paulina. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. México: Mc Graw Hill, 2018 [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>  
ISBN: 9781456260965

- HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 6.<sup>a</sup> ed. México: Mc Graw Hill, 2014 [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf> ISBN: 9781456223960
- Huamán, H; Oocco, R. (2021) Análisis del tratamiento de la superficie asfáltica aplicando técnica: Otta Seal para mejorar la transitabilidad en carretera Andahuaylas-Negromayo, 2020. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60852>
- Huamán, H; Oocco, R (2021). Análisis del tratamiento de la superficie asfáltica aplicando técnica: Otta Seal para mejorar la transitabilidad en carretera Andahuaylas-Negromayo, 2020. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60852>
- Jiménez, J. A. (2021). Aplicación de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible del Ovalo La Marina hasta km 680 - Trujillo (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/27199>
- Leguía, P; Pacheco, H. (2016) “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)”. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/2311>
- MARTINEZ, Manuel y MARCH Trina. Caracterización de la validez y confiabilidad en el constructo metodológico de la investigación. Revista electrónica de Humanidades, Humanidades y Comunicación Social [en línea]. Octubre 2015 –marzo 2016, n.º3. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6844563> ISSN: 18569331
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras Y Mantenimiento o Conservación Vial*. LIMA: RD. N°08-2014-MTC/14
- MTC. (2008). “*Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*”. Aprobado por la Resolución Ministerial: N.º 660-2008-MTC/02
- MTC. (2013). Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. // (159).
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras Y Mantenimiento o Conservación Vial*. LIMA: RD. N°08-2014-MTC/14

- Nahvi, A., Zhang, Y., Arabzadeh, A., Ceylan, H., Kim, S., Gransberg, D. D., Jahren, C. T., & Gushgari, S. Y. (2019). Deterministic and stochastic life-cycle cost analysis for Otta seal surface treatment on low volume roads. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 12(1), 101–109. <https://doi.org/10.1007/s42947-019-0013-4>
- Nahvi, A., Zhang, Y., Arabzadeh, A., Gushgari, S. Y., Ceylan, H., Jahren, C. T., Gransberg, D. D., & Kim, S. (2019). Economics of upgrading gravel roads to Otta seal surface. *Applied Economics*, 51(44), 4820–4832. <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1602712>
- ÑAUPAS Paitán, Humberto, VALDIVIA Dueñas, Marcelino Raúl, PALACIOS Vilela, Jesús Josefa y ROMERO Delgado, Hugo Eusebio. *Metodología de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de la tesis [en línea]*. 5.a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018 [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/59660793/METODOLOG%C3%8DA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACI%C3%93N\\_5TA\\_EDICI%C3%93N](https://www.academia.edu/59660793/METODOLOG%C3%8DA_DE_LA_INVESTIGACI%C3%93N_5TA_EDICI%C3%93N)  
ISBN: 9789587628760
- Overby, C. (1999). *A Guide to the Use of Otta Seal*. I(57)
- Overby, C., & Pinard, M. I. (2013). Otta Seal Surfacing. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2349(1), 136–144. <https://doi.org/10.3141/2349-16>
- Solminihac T., H., Echavegure N., T., & Chamorro G., A. (2018). *Gestión de infraestructura vial*. Chile: Ediciones uc cl.
- TAMAYO y Tamayo Mario. *El proceso de la Investigación científica [en línea]*. México: Limusa, 2003 [fecha de consulta: 2 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El\\_proceso\\_de\\_la\\_investigaci\\_n\\_cient\\_fica\\_Mario\\_Tamayo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso_de_la_investigaci_n_cient_fica_Mario_Tamayo.pdf)  
ISBN: 9681858727
- Tuffour, Y. A. (2014). Suitability of Natural Gravels in Ghana for Otta Seal Construction. *IOSR Journal of Engineering*, 4(7), 46–53. <https://doi.org/10.9790/3021-04714653>
- Vaitkus, A., Vorobjovas, V., Tuminienė, F., & Gražulytė, J. (2016). Experience in Rehabilitation of Low-volume Roads Using Soft Asphalt and Otta Seal

- Technologies. *Transportation Research Procedia*, 14, 2441–2448. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.292>
- Vaitkus, A., Vorobjovas, V., Tuminienė, F., & Gražulytė, J. (2016). Performance of Soft Asphalt and Double Otta Seal within First Three Years. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2016, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2016/6026035>
- Vaitkus, A., Vorobjovas, V., Tuminienė, F., Gražulytė, J. y Čygas, D. (2018). Soft Asphalt and Double Otta Seal—Self-Healing Sustainable Techniques for Low-Volume Gravel Road Rehabilitation. *Sostenibilidad*, 10(1), 198. <https://doi.org/10.3390/su10010198>
- Velásquez Álvarez, S (2011). Análisis Comparativo de Tratamientos Asfálticos aplicado en la Ruta Porvenir – Manantiales de la Provincia de Tierra del Fuego. Proyecto de investigación. Universidad de Magallanes, Chile.
- Wessley, D. J. (2000). Innovative Developments for Applying Slurry Seal. *Construction Congress VI*. [https://doi.org/10.1061/40475\(278\)130](https://doi.org/10.1061/40475(278)130)
- Yang, B., Zhang, Y., Ceylan, H., & Kim, S. (2021). Field Evaluation of Using Slag as Aggregates for Otta Seal Surfacing. *Advances in Transportation Geotechnics IV*, 475–487. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-77230-7\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-030-77230-7_36)
- Zapana Surco, E. (2013). Evaluación de la solución OTTA SEAL del tramo Pucara - Calapuja Ruta PE - 3S aplicando métodos no destructivos. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Puno

## **ANEXOS**



**ANEXO 01: Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p align="center"><b>VARIABLE INDEPENDIENTE: TRATAMIENTO O SUPERFICIAL</b></p>	<p>Según Solmniac et al. (2018), es un término que se utiliza para describir cómo se dispone y se conforma varias capas de asfalto entre sí en la base. El Otta Seal es una superficie de carretera bituminosa que se sugiere para un uso a largo plazo de las carreteras debido a su volumen de tráfico.</p>	<p>La tecnología de recubrimiento de sellado de Otta Seal es un tratamiento superficial bituminoso que aumenta la capacidad de servicio óptima o "serviciabilidad", siendo así que el tipo de diseño se realiza mediante el apoyo de normas internacionales donde intervienen dimensiones como la vida útil, calidad de materiales y la capacidad de mantenimiento. (AASHTO, 93)</p>	<p align="center">Vida útil</p>	<p align="center">Periodo de diseño</p>	<p align="center">Nominal - Especificaciones Técnicas</p>
				<p align="center">Mantenimiento Periódico</p>	
				<p align="center">Mantenimiento Rutinario</p>	
			<p align="center">Calidad de los materiales</p>	<p align="center">Tipo de agregado</p>	
				<p align="center">Gradación de agregados</p>	
				<p align="center">Tipo de asfalto</p>	

<b>VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DE LA SERVICIABILIDAD</b>	<p>La capacidad de servicio o "serviciabilidad" se refiere a la capacidad de una superficie pavimentada para ser utilizada por los usuarios finales previstos de una manera agradable y sin riesgos. La Clasificación de Serviciabilidad Presente es el nombre del sistema de calificación utilizado por AASHTO para evaluar la capacidad de servicio. (AASHTO, 93).</p>	<p>Para el PSR (Rango de Serviciabilidad Presente) Un grupo de personas pasea por el área pavimentada y la califica de 0 a 5., pero cabe mencionar que ese es un enfoque subjetivo por lo en la actualidad el PSI se obtiene de una estimación basada en una ecuación que relaciona la rugosidad y las fallas. (AASHTO, 93)</p>	<p>Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)</p>	<p>IRI característico</p>	<p>Razón</p>
				<p>IRI promedio</p>	
			<p>Índice de Condición del pavimento (PCI)</p>	<p>Tipos de fallas</p>	<p>Nominal - Especificaciones Técnicas</p>
				<p>Severidad de las fallas</p>	

## Anexo 02: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>V. INDEPENDIENTE</b>	Vida útil	Periodo de diseño
¿En qué medida el tratamiento superficial aplicando Otta Seal influye en el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno - 2022?	Evaluar en qué medida el tratamiento superficial aplicando Otta Seal influye en el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno - 2022	La aplicación del tratamiento superficial Otta Seal mejorará significativamente la serviciabilidad de la vía incrementando el confort de los usuarios para un manejo seguro y estable en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno - 2022	Tratamiento superficial		Mantenimiento periódico
					Mantenimiento rutinario
					Tipo de agregado
					Gradación de los agregados
				Calidad de materiales	Tipo de asfalto
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>	<b>V. DEPENDIENTE</b>		IRI característico
¿Cuál es el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno - 2022?	Describir el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno - 2022	El índice de Serviciabilidad Presente (PSI) aumentará significativamente luego de haber aplicado el tratamiento superficial Otta Seal en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno - 2022	Mejoramiento de la serviciabilidad	Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	IRI promedio
¿Cuál es el Índice de Condición de Pavimento (PCI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial otra Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno - 2022?	Describir el Índice de Condición de Pavimento (PCI) antes y después de haber aplicado tratamiento superficial Otta Seal para el mejoramiento de la serviciabilidad en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno - 2022	El Índice de Condición del Pavimento (PCI) aumentará significativamente luego de haber aplicado el tratamiento superficial Otta Seal en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno - 2022		Índice de Condición del Pavimento (PCI)	Tipo de fallas

## Anexo 03: Certificado de calibración Roughometer III



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE FABRICA

CLIENTE:	CONSORCIO VIAL PRO
EQUIPO:	ROUGHOMETER III
LUGAR DE CALIBRACION:	AUSTRALIA
FECHA:	DICIEMBRE 2019

Por el presente documento la empresa Suplidora ELVEC en su calidad de representante técnico y comercial Exclusivo de la empresa ARRB Systems para Perú, Ecuador y Centro América, certifica que el equipo detallado líneas abajo fue pre-chequeado y calibrado en fabrica previo al su envío.

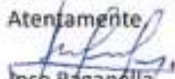
Componente	Descripción	Numero de Serie
11020.c	Roughometer Controller Assembly	522
11040.c	Roughometer Accelerometer Assembly	713
11050.c	Roughometer Interface Assembly	477
11114.c	KMI Rotational Trasducer Kit	
11204.A	GPS Add on	

El equipo, fue probado de acuerdo a lo establecido en la norma ASTM E950 y cuenta con las siguientes especificaciones:

- Precisión: +/- 0,5 m/km.
- Velocidad: 40 a 60 km/h
- Precisión de distancia: 0.1 % (Sensor de Distancia)

El presente certificado tendrá validez hasta que el equipo sea montado en el vehículo sobre el cual se realizarán las evaluaciones de rugosidad por parte del cliente/usuario. Posteriormente, se deberá seguir con los procedimientos de calibración especificados en el manual del equipo.

Se recomienda que el equipo pueda ser verificado y validado respecto a su cumplimiento con la Norma ASTM E950 con una periodicidad Anual.

Atentamente  
  
Jose Paganella

Representante Legal



**REPORTE DE CALIBRACION  
RUGOSIMETRO (CLASE 3) VS PERFILOMETRO LASER (CLASE 1)**

Reporte N° 22-CNZ-COIN-03-00  
Revisión N° 01  
Fecha: 18/06/2022

**1. DATOS GENERALES**

NOMBRE DEL CLIENTE:	CONSORCIO VIAL 67
RESPONSABLE DE LA CALIBRACION:	COINCRUZ INGENIERIA SAC. - ING. WALDO MARQUEZ
FECHA:	14/06/2022 - 18/06/2022
LUGAR:	DISTRITO DE CIENEGUILLA

**2. NORMATIVA**

WTP-46 | Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements

**3. IDENTIFICACION DE LOS EQUIPOS**

PERFILOMETRO LASER		RUGOSIMETRO ARRB - R3	
MARCA:	DYNATEST	MARCA:	ARRB
MODELO:	MARK IV	MODELO:	RUGOSIMETRO R3
Nº DE SERIE:	319	Nº DE SERIE:	522
CLASIFICACION:	CLASE 1	CLASIFICACION:	CLASE 3

**4. DATOS DE SECCIONES DE PRUEBA**

TRAMO N°	NIVEL DE IRI (m/km)	COORDENADAS INICIO		COORDENADAS FIN		LONGITUD (m)
		LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD	
1	1-3	-12.1201042	-76.8130118	-12.1227463	-76.813205	400
2	1-3	-12.1225476	-76.8130118	-12.1198621	-76.810958	400
3	3-5	-12.1125416	-76.8129089	-12.1105597	-76.8091584	400
4	3-5	-12.1110354	-76.8094578	-12.1140094	-76.8112063	400
5	7-10	-12.1025519	-76.7930814	-12.1011658	-76.7921789	400
6	7-10	-12.1019432	-76.7943445	-12.1034684	-76.797003	400
7	>10	-12.0908027	-76.7751478	-12.0941672	-76.7753752	400
8	>10	-12.1010561	-76.7888251	-12.0999835	-76.7865187	400
9	>10	-12.0875564	-76.7726043	-12.0901379	-76.7748665	400
10	>10	-12.1064598	-76.7999218	-12.1044257	-76.8019864	400

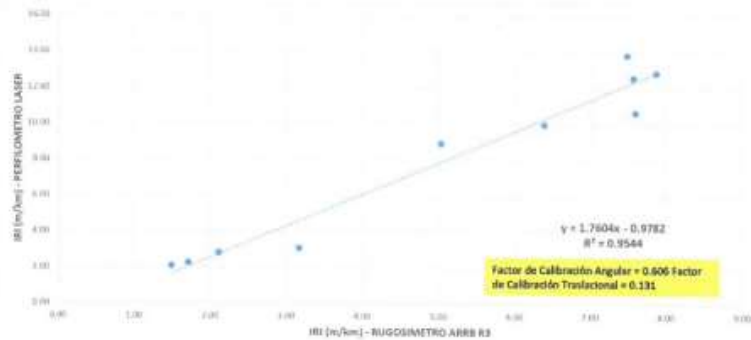
**5. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES**

TRAMO	PERFILOMETRO LASER										PROMEDIO (m/km)	DEVIACION ESTANDAR	CV (%)
	P1 (m/km)	P2 (m/km)	P3 (m/km)	P4 (m/km)	P5 (m/km)	P6 (m/km)	P7 (m/km)	P8 (m/km)	P9 (m/km)	P10 (m/km)			
T1	2.20	2.03	2.11	1.99	2.04	1.95	2.17	2.04	2.11	2.27	2.09	0.10	4.78
T2	2.43	2.21	2.06	2.11	2.68	2.18	2.12	2.15	2.33	2.35	2.26	0.19	8.35
T3	2.96	2.89	3.15	3.06	2.97	3.08	3.19	3.09	3.09	3.26	3.07	0.11	3.63
T4	2.77	2.78	2.75	2.87	2.87	2.65	2.69	2.99	2.80	2.97	2.81	0.11	3.95
T5	10.72	9.78	10.02	9.78	9.79	10.78	9.76	8.75	10.21	10.17	9.98	0.57	5.74
T6	8.02	7.74	8.02	8.07	9.95	8.31	9.35	9.11	10.11	7.59	8.90	0.92	10.39
T7	13.91	14.04	13.98	13.83	14.22	13.29	13.84	13.67	14.06	13.48	13.83	0.28	2.04
T8	13.24	10.21	10.90	10.17	9.98	10.74	9.80	9.48	10.82	10.96	10.64	1.05	9.86
T9	12.82	11.75	12.88	12.01	13.07	12.58	12.57	11.92	13.14	11.51	12.57	0.59	4.69
T10	12.64	12.73	12.18	13.56	12.76	13.53	12.68	12.33	12.72	13.92	12.85	0.61	4.75

Nota: el valor de IRI corresponde a la misma huella en la que se instaló el sensor del rugosímetro

TRAMO	RUGOSIMETRO ARRB - R3										PROMEDIO (m/km)	DEVIACION ESTANDAR	CV (%)
	F1 (m/km)	F2 (m/km)	F3 (m/km)	F4 (m/km)	F5 (m/km)	F6 (m/km)	F7 (m/km)	F8 (m/km)	F9 (m/km)	F10 (m/km)			
T1	1.40	1.54	1.35	1.55	1.55	1.55	1.48	1.53	1.45	1.57	1.56	0.07	4.99
T2	1.64	1.76	1.83	1.76	1.71	1.62	1.61	1.74	1.70	1.76	1.71	0.07	4.16
T3	3.21	3.35	3.03	3.13	3.14	3.15	3.22	3.18	3.06	3.07	3.17	0.11	8.53
T4	2.03	2.04	2.14	2.05	2.04	2.16	2.10	2.08	2.11	2.42	2.12	0.12	5.45
T5	6.71	5.15	6.17	5.94	5.71	6.11	6.82	6.29	7.50	7.13	6.39	0.69	10.88
T6	5.17	4.98	5.35	4.87	5.04	5.45	5.12	4.35	5.38	4.28	5.03	0.42	8.31
T7	6.86	7.41	9.26	8.43	7.80	7.19	9.17	7.40	5.66	7.47	7.49	1.10	14.73
T8	7.71	7.83	7.56	8.04	8.11	7.03	7.63	7.44	8.21	7.48	7.59	0.41	6.38
T9	4.27	5.92	7.13	10.09	7.15	9.98	6.47	7.92	8.54	9.11	7.57	1.74	23.00
T10	3.26	7.78	7.50	7.84	7.99	8.84	7.16	8.26	8.24	7.72	7.87	0.64	8.17

**6. ANALISIS DE REGRESION Y ECUACION DE CALIBRACION**



**La ecuación de Calibración Final será: PL= 1.067 x R3 - 0.04618**



REPORTE DE CALIBRACION  
RUGOSIMETRO (CLASE 3) VS PERFILOMETRO LASER (CLASE 1)

Reporte N° 22-CM2-COIN-01-00  
Revisión N° 01  
Fecha: 18/06/2022

F. CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN

De la comparación entre el Perfilómetro láser (Clase 1) respecto a los datos obtenidos con el Rugosímetro, se concluye que la correlación es alta dado que se tiene un  $R^2 = 0.954$ . Los factores de calibración tanto angular como traslacional serían los siguientes: 0.606 y 0.131 respectivamente.  
Se recomienda realizar la Recalibración del Rugosímetro cada 3000 km según el Manual de ensayos de materiales.

G. PANEL FOTOGRÁFICO



H. ANEXOS

- CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE LOS EQUIPOS
- DATA DE LAS MEDICIONES

ELABORADO POR:

EDWIN ZAMBRANO CABELLO  
INGENIERO CIVIL  
COINCRUZ INGENIERIA SAC


REVISADO POR:

WALDO MARTÍNEZ SIBRIETA  
INGENIERO CIVIL  
COINCRUZ INGENIERIA SAC


APROBADO POR:



ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
CONSORCIO VIAL 67



## Anexo 04: Validez y confiabilidad de expertos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ÍNDICE DE SERVICIALIDAD PRESENTE (PSI) A NIVEL DE AFIRMADO				
Progresiv a inicial	Progresiv a final	Promedio de IRI @200 m. (m/km)	Valor PSI	Clasificación Serviciabilidad - PSI
24+272	24+472	7.113	1.37	Mala
24+472	24+672	8.127	1.14	Mala
24+672	24+872	11.762	0.59	Muy Mala
24+872	25+073	7.254	1.34	Mala
25+073	25+273	12.992	0.47	Muy Mala
25+273	25+473	9.063	0.96	Muy Mala
25+473	25+673	9.435	0.90	Muy Mala
25+673	25+873	13.344	0.44	Muy Mala
25+873	26+073	9.979	0.81	Muy Mala
26+073	26+273	9.439	0.90	Muy Mala
26+273	26+473	9.157	0.95	Muy Mala
26+473	26+673	8.523	1.06	Mala
26+673	26+873	9.992	0.81	Muy Mala
26+873	27+074	8.882	0.99	Muy Mala
27+074	27+274	10.305	0.77	Muy Mala
27+274	27+474	7.984	1.17	Mala
27+474	27+674	7.986	1.17	Mala
27+674	27+874	10.292	0.77	Muy Mala
27+874	28+074	6.797	1.45	Mala
28+074	28+274	6.474	1.54	Mala
28+274	28+474	9.358	0.91	Muy Mala
28+474	28+674	5.64	1.79	Mala
28+674	28+874	6.77	1.46	Mala
28+874	29+075	9.489	0.89	Muy Mala
29+075	29+275	9.299	0.92	Muy Mala
29+275	29+475	8.913	0.99	Muy Mala
29+475	29+675	9.368	0.91	Muy Mala
29+675	29+875	8.962	0.98	Muy Mala
29+875	30+035	9.7825	0.84	Muy Mala

  
  
**Carlos Rivas**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 58031

  
  
**Nelson Zapana Surco**  
 ING. CIVIL  
 CIP. 19004

  
  
**[Signature]**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 1110

### ÍNDICE DE SERVICIALIDAD PRESENTE (PSI) A NIVEL DE SELLO TIPO OTTA SEAL

Progresiva inicial	Progresiva final	Promedio de IRI @200 m. (m/km)	Valor PSI	Clasificación Serviciabilidad - PSI
24 + 280	24 + 480	2.545	3.15	Buena
24 + 480	24 + 680	1.750	3.64	Buena
24 + 680	24 + 880	1.879	3.55	Buena
24 + 880	25 + 080	2.054	3.44	Buena
25 + 080	25 + 280	1.762	3.63	Buena
25 + 280	25 + 480	1.827	3.59	Buena
25 + 480	25 + 680	3.344	2.72	Regular
25 + 680	25 + 880	4.252	2.31	Regular
25 + 880	26 + 080	4.070	2.39	Regular
26 + 080	26 + 280	3.044	2.88	Regular
26 + 280	26 + 480	3.063	2.87	Regular
26 + 480	26 + 680	3.491	2.65	Regular
26 + 680	26 + 880	2.245	3.32	Buena
26 + 880	27 + 080	2.912	2.94	Regular
27 + 080	27 + 280	3.169	2.81	Regular
27 + 280	27 + 480	2.961	2.92	Regular
27 + 480	27 + 680	2.679	3.07	Buena
27 + 680	27 + 880	2.627	3.10	Buena
27 + 880	28 + 080	2.652	3.09	Buena
28 + 080	28 + 280	2.531	3.16	Buena
28 + 280	28 + 480	3.173	2.81	Regular
28 + 480	28 + 680	3.175	2.81	Regular
28 + 680	28 + 880	2.796	3.01	Buena
28 + 880	29 + 080	3.272	2.76	Regular
29 + 080	29 + 280	3.195	2.80	Regular
29 + 280	29 + 480	2.643	3.09	Buena
29 + 480	29 + 680	2.654	3.09	Buena
29 + 680	29 + 880	3.247	2.77	Regular
29 + 880	30 + 080	2.829	2.99	Regular



Carlos Rosati Barba Pizarro  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 20001



Harold Alvarado  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 1773



Zayma Saiz  
ING. CIVIL  
CIP: 16004





## DATOS DEL URCI - COND. AFIRMADO

PROGRESIV A INICIAL	PROGRESIV A FINAL	VRC	PCI	CLASIFICACION
24+240	24+320	2	98	Excelente
24+320	24+400	2	98	Excelente
24+400	24+480	31	69	Bueno
24+480	24+560	37	63	Bueno
24+560	24+640	2	98	Excelente
24+640	24+720	14	85	Excelente
24+720	24+800	2	98	Excelente
24+800	24+880	2	98	Excelente
24+880	24+960	21	79	Muy Bueno
24+960	25+040	2	98	Excelente
25+040	25+120	2	98	Excelente
25+120	25+200	12	88	Excelente
25+200	25+280	8	92	Excelente
25+280	25+360	13	87	Excelente
25+360	25+440	2	98	Excelente
25+440	25+520	2	98	Excelente
25+520	25+600	2	98	Excelente
25+600	25+680	9	91	Excelente
25+680	25+760	2	98	Excelente
25+760	25+840	2	98	Excelente
25+840	25+920	2	98	Excelente
25+920	26+000	10	90	Excelente
26+000	26+080	8	92	Excelente
26+080	26+160	17	83	Muy Bueno
26+160	26+240	24	76	Muy Bueno
26+240	26+320	3	97	Excelente
26+320	26+400	26	74	Muy Bueno
26+400	26+480	19	81	Muy Bueno
26+480	26+560	23	77	Muy Bueno
26+560	26+640	19	81	Muy Bueno
26+640	26+720	24	76	Muy Bueno
26+720	26+800	26	74	Muy Bueno
26+800	26+880	22	78	Muy Bueno
26+880	26+960	54	61	Bueno
26+960	27+040	55	60	Bueno
27+040	27+120	23	77	Muy Bueno
27+120	27+200	24	76	Muy Bueno
27+200	27+280	21	79	Muy Bueno
27+280	27+360	2	98	Excelente
27+360	27+440	2	98	Excelente
27+440	27+520	7	93	Excelente
27+520	27+600	2	98	Excelente
27+600	27+680	6	94	Excelente
27+680	27+760	9	91	Excelente
27+760	27+840	17	83	Muy Bueno
27+840	27+920	24	76	Muy Bueno
27+920	28+000	25	75	Muy Bueno
28+000	28+080	23	77	Muy Bueno
28+080	28+160	21	79	Muy Bueno
28+160	28+240	24	76	Muy Bueno
28+240	28+320	25	75	Muy Bueno

28+400	28+480	35	65	Bueno
28+480	28+560	30	70	Muy Bueno
28+560	28+640	27	73	Muy Bueno
28+640	28+720	31	69	Bueno
28+720	28+800	30	70	Muy Bueno
28+800	28+880	30	70	Muy Bueno
28+880	28+960	59	57	Bueno
28+960	29+040	60	57	Bueno
29+040	29+120	30	70	Muy Bueno
29+120	29+200	2	98	Excelente
29+200	29+280	2	98	Excelente
29+280	29+360	30	70	Muy Bueno
29+360	29+440	2	98	Excelente
29+440	29+520	2	98	Excelente
29+520	29+600	22	78	Muy Bueno
29+600	29+680	29	71	Muy Bueno
29+680	29+760	35	65	Bueno
29+760	29+840	7	93	Excelente
29+840	29+920	2	98	Excelente
29+920	30+000	5	95	Excelente

  
  
**Carlos Acosta Buitrago**  
 INGE. CIVIL  
 CIP: 39921

  
  
**Juan Carlos**  
 INGE. CIVIL  
 CIP: 1172

  
  
**Juan Carlos**  
 INGE. CIVIL  
 CIP: 13400



**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO @ 80M – COND.  
AFIRMADO**

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIV A FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSID AD	VALOR DEDUCID O
24+240	24+320	84	L	320	100	2
24+320	24+400	84	L	320	100	2
24+400	24+480	85	L	83	25.9	29
24+400	24+480	84	L	320	100	2
24+480	24+560	84	L	320	100	2
24+480	24+560	85	L	112	35	35
24+560	24+640	84	L	320	100	2
24+640	24+720	84	L	320	100	2
24+640	24+720	85	L	27	8.4	12
24+720	24+800	84	L	320	100	2
24+800	24+880	84	L	320	100	2
24+880	24+960	85	L	48	15	19
24+880	24+960	84	L	320	100	2
24+960	25+040	84	L	320	100	2
25+040	25+120	84	L	320	100	2
25+120	25+200	84	L	320	100	2
25+120	25+200	85	L	22	6.9	10
25+200	25+280	84	L	320	100	2
25+200	25+280	85	L	12	3.8	6
25+280	25+360	85	L	10	3.1	5
25+280	25+360	85	M	7	2.2	6
25+280	25+360	84	L	320	100	2
25+360	25+440	84	L	320	100	2
25+440	25+520	84	L	320	100	2
25+520	25+600	84	L	320	100	2
25+600	25+680	84	L	320	100	2
25+600	25+680	85	L	15	4.7	7
25+680	25+760	84	L	320	100	2
25+760	25+840	84	L	320	100	2
25+840	25+920	84	L	320	100	2
25+920	26+000	84	L	320	100	2
25+920	26+000	85	L	18	5.6	8
26+000	26+080	84	L	320	100	2
26+000	26+080	85	L	14	4.4	6
26+080	26+160	83	L	83.5	26.1	15
26+080	26+160	84	L	320	100	2
26+160	26+240	83	L	136	42.5	22
26+160	26+240	84	L	320	100	2
26+240	26+320	83	L	5.6	1.8	1
26+240	26+320	84	L	320	100	2
26+320	26+400	83	L	160	50	24
26+320	26+400	84	L	320	100	2
26+320	26+400	86	L	0	0	0
26+400	26+480	83	L	96	30	17
26+400	26+480	84	L	320	100	2
26+480	26+560	83	L	128	40	21
26+480	26+560	84	L	320	100	2
26+560	26+640	83	L	96	30	17
26+560	26+640	84	L	320	100	2
26+640	26+720	83	L	136	42.5	22
26+640	26+720	84	L	320	100	2

26+720	26+800	84	L	320	100	2
26+720	26+800	83	L	160	50	24
26+800	26+880	83	L	120	37.5	20
26+800	26+880	84	L	320	100	2
26+880	26+960	83	L	200	62.5	27
26+880	26+960	84	L	320	100	2
26+880	26+960	86	L	120	37.5	25
26+960	27+040	86	L	160	50	26
26+960	27+040	83	L	200	62.5	27
26+960	27+040	84	L	320	100	2
27+040	27+120	83	L	128	40	21
27+040	27+120	84	L	320	100	2
27+120	27+200	83	L	136	42.5	22
27+120	27+200	84	L	320	100	2
27+200	27+280	83	L	112	35	19
27+200	27+280	84	L	320	100	2
27+280	27+360	84	L	320	100	2
27+360	27+440	84	L	320	100	2
27+440	27+520	85	L	11	3.4	5
27+440	27+520	84	L	320	100	2
27+520	27+600	84	L	320	100	2
27+600	27+680	84	L	320	100	2
27+600	27+680	85	L	8	2.5	4
27+680	27+760	84	L	320	100	2
27+680	27+760	85	L	15	4.7	7
27+760	27+840	84	L	320	100	2
27+760	27+840	85	L	36	11.3	15
27+840	27+920	83	L	136	42.5	22
27+840	27+920	84	L	320	100	2
27+920	28+000	83	L	144	45	23
27+920	28+000	84	L	320	100	2
28+000	28+080	84	L	320	100	2
28+000	28+080	83	L	128	40	21
28+080	28+160	83	L	112	35	19
28+080	28+160	84	L	320	100	2
28+160	28+240	83	L	136	42.5	22
28+160	28+240	84	L	320	100	2
28+240	28+320	84	L	320	100	2
28+240	28+320	83	L	144	45	23
28+320	28+400	85	M	1	0.3	1
28+320	28+400	84	L	320	100	2
28+320	28+400	83	L	35	10.9	8
28+400	28+480	83	L	416	130	33
28+400	28+480	84	L	320	100	2
28+480	28+560	83	L	216	67.5	28
28+480	28+560	84	L	320	100	2
28+560	28+640	83	L	176	55	25
28+560	28+640	84	L	320	100	2
28+640	28+720	83	L	248	77.5	29
28+640	28+720	84	L	320	100	2
28+720	28+800	84	L	320	100	2
28+720	28+800	83	L	232	72.5	28
28+800	28+880	83	L	224	70	28
28+800	28+880	84	L	320	100	2
28+880	28+960	83	L	200	62.5	27
28+880	28+960	84	L	320	100	2
28+880	28+960	86	L	292.4	91.4	30
28+960	29+040	84	L	320	100	2
28+960	29+040	86	L	120	37.5	25
28+960	29+040	83	L	328	102.5	33
29+040	29+120	83	L	216	67.5	28

29+040	29+120	84	L	320	100	2
29+120	29+200	84	L	320	100	2
29+200	29+280	84	L	320	100	2
29+280	29+360	83	L	224	70	28
29+280	29+360	84	L	320	100	2
29+360	29+440	84	L	320	100	2
29+440	29+520	84	L	320	100	2
29+520	29+600	83	L	120	37.5	20
29+520	29+600	84	L	320	100	2
29+600	29+680	84	L	320	100	2
29+600	29+680	83	L	200	62.5	27
29+680	29+760	83	L	304	95	33
29+680	29+760	84	L	320	100	2
29+760	29+840	84	L	320	100	2
29+760	29+840	85	L	11	3.4	5
29+840	29+920	84	L	320	100	2
29+920	30+000	85	M	3	0.9	3
29+840	29+920	84	L	320	100	2
29+920	30+000	85	M	3	0.9	3


  
 Carlos Rosales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 58891


  
 Carlos Zapata  
 ING. CIVIL  
 CIP. 180004


  
 ALFONSO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 1712

**DATOS PCI - COND. SELLO OTTA SEAL**

PROGRESIV A INICIAL	PROGRESIV A FINAL	VRC	PCI	CLASIFICACION
24+280	24+340	1	99	Excelente
24+340	24+400	28	72	Muy Bueno
24+400	24+460	2	98	Excelente
24+460	24+520	4	96	Excelente
24+520	24+580	6	94	Excelente
24+580	24+640	6	94	Excelente
24+640	24+700	28	72	Muy Bueno
24+700	24+760	2	98	Excelente
24+760	24+820	2	98	Excelente
24+820	24+880	2	98	Excelente
24+880	24+940	2	98	Excelente
24+940	25+000	7	93	Excelente
25+000	25+060	11	89	Excelente
25+060	25+120	10	90	Excelente
25+120	25+180	0	100	Excelente
25+180	25+240	2	98	Excelente
25+240	25+300	6	94	Excelente
25+300	25+360	6	94	Excelente
25+360	25+420	2	98	Excelente
25+420	25+480	2	98	Excelente
25+480	25+540	8	92	Excelente
25+540	25+600	0	100	Excelente
25+600	25+660	5	95	Excelente
25+660	25+720	0	100	Excelente
25+720	25+780	0	100	Excelente
25+780	25+840	2	98	Excelente
25+840	25+900	2	98	Excelente
25+900	25+960	6	94	Excelente
25+960	26+020	28	72	Muy Bueno
26+020	26+080	2	98	Excelente
26+080	26+140	3	97	Excelente
26+140	26+200	2	98	Excelente
26+200	26+260	12	88	Excelente
26+260	26+320	18	82	Muy Bueno
26+320	26+380	2	98	Excelente
26+380	26+440	20	80	Muy Bueno
26+440	26+500	2	98	Excelente
26+500	26+560	8	92	Excelente
26+560	26+620	0	100	Excelente
26+620	26+680	2	98	Excelente
26+680	26+740	0	100	Excelente
26+740	26+800	0	100	Excelente
26+800	26+860	8	92	Excelente
26+860	26+920	8	92	Excelente
26+920	26+980	3	97	Excelente
26+980	27+040	6	94	Excelente
27+040	27+100	12	88	Excelente
27+100	27+160	10	90	Excelente
27+160	27+220	3	97	Excelente
27+220	27+280	20	80	Muy Bueno
27+280	27+340	8	92	Excelente
27+340	27+400	2	98	Excelente

27+400	27+460	2	98	Excelente
27+460	27+520	2	98	Excelente
27+520	27+580	5	95	Excelente
27+580	27+640	2	98	Excelente
27+640	27+700	5	95	Excelente
27+700	27+760	6	94	Excelente
27+760	27+820	12	88	Excelente
27+820	27+880	12	88	Excelente
27+880	27+940	8	92	Excelente
27+940	28+000	8	92	Excelente
28+000	28+060	12	88	Excelente
28+060	28+120	4	96	Excelente
28+120	28+180	5	95	Excelente
28+180	28+240	2	98	Excelente
28+240	28+300	2	98	Excelente
28+300	28+360	3	97	Excelente
28+360	28+420	2	98	Excelente
28+420	28+480	6	94	Excelente
28+480	28+540	5	95	Excelente
28+540	28+600	2	98	Excelente
28+600	28+660	4	96	Excelente
28+660	28+720	5	95	Excelente
28+720	28+780	6	94	Excelente
28+780	28+840	8	92	Excelente
28+840	28+900	2	98	Excelente
28+900	28+960	2	98	Excelente
28+960	29+020	8	92	Excelente
29+020	29+080	2	98	Excelente
29+080	29+140	2	98	Excelente
29+140	29+200	4	96	Excelente
29+200	29+260	2	98	Excelente
29+260	29+320	10	90	Excelente
29+320	29+380	8	92	Excelente
29+380	29+440	6	94	Excelente
29+440	29+500	12	88	Excelente
29+500	29+560	2	98	Excelente
29+560	29+620	2	98	Excelente
29+620	29+680	4	96	Excelente
29+680	29+740	12	88	Excelente
29+740	29+800	14	86	Excelente
29+800	29+860	14	86	Excelente
29+860	29+920	20	80	Muy Bueno
29+920	29+980	8	92	Excelente
29+980	30+040	10	90	Excelente


  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 47732


  
 Carlos Rosal Murillo Pizarro  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 58031


  
 ING. CIVIL  
 CIP: 160004



**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO @ 80M – COND.  
SELLO OTTA SEAL**

PROGRESIV A INICIAL	PROGRESIV A FINAL	DAÑO	SEVERID AD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCI DO
24+280	24+340	19	L	2	0.901	2
24+340	24+400	19	L	2.2	0.991	2
24+400	24+460	2	M	2.2	0.991	2
24+460	24+520	19	L	2.2	0.991	2
24+520	24+580	19	L	1	0.450	2
24+580	24+640	19	L	2.1	0.946	2
24+640	24+700	6	L	2	0.901	5
24+700	24+760	19	L	2.3	1.036	1
24+760	24+820	2	L	3.1	1.396	2
24+820	24+880	2	L	4.5	2.027	2
24+880	24+940	0	0	0	0.000	0
24+940	25+000	0	0	0	0.000	0
25+000	25+060	2	L	3.6	1.622	2
25+000	25+060	2	M	1.5	0.676	3
25+060	25+120	9	L	3.1	1.396	2
25+060	25+120	2	L	6.6	2.973	2
25+120	25+180	2	L	0.62	0.279	0
25+180	25+240	2	L	1.28	0.577	2
25+240	25+300	2	L	0.84	0.378	2
25+300	25+360	9	M	0.4	0.180	6
25+360	25+420	2	L	2.7	1.216	2
25+420	25+480	2	L	1.52	0.685	2
25+480	25+540	2	M	1.2	0.541	3
25+540	25+600	0	0	0	0.000	0
25+600	25+660	2	L	5.6	2.523	3
25+660	25+720	0	0	0	0.000	0
25+720	25+780	0	0	0	0.000	0
25+780	25+840	19	L	1.26	0.568	2
25+840	25+900	2	L	1.25	0.563	2
25+900	25+960	19	L	3.2	1.441	2
25+900	25+960	2	L	3.2	1.441	2
25+960	26+020	6	M	4.5	2.027	9
25+960	26+020	2	L	2.6	1.171	2
25+900	26+020	19	L	2.52	1.135	2
26+020	26+080	2	L	2.25	1.014	2
26+080	26+140	9	L	3.1	1.396	3
26+140	26+200	2	L	3.15	1.419	2
26+200	26+260	2	L	4.56	2.054	4
26+260	26+320	2	L	1.87	0.842	2
26+260	26+320	9	M	3.1	1.396	5
26+260	26+320	19	L	1.25	0.563	2
26+320	26+380	2	L	1.28	0.577	2
26+380	26+440	6	L	1.8	0.811	5
26+380	26+440	19	L	2.22	1.000	3
26+380	26+440	2	L	1.39	0.626	2
26+440	26+500	2	L	3.12	1.405	2
26+500	26+560	9	L	2.51	1.131	3
26+500	26+560	2	M	0.95	0.428	4
26+560	26+620	0	0	0	0.000	0
26+620	26+680	2	L	4.6	2.072	2
26+680	26+740	0	0	0	0.000	0
26+740	26+800	2	L	2	0.901	2



26+800	26+860	2	L	2.3	1.036	2
26+800	26+860	19	L	2.65	1.194	3
26+860	26+920	2	L	1.05	0.473	2
26+860	26+920	19	L	2.3	1.036	3
26+920	26+980	19	L	4.2	1.892	3
26+980	27+040	2	L	2.6	1.171	2
26+980	27+040	19	L	2.52	1.135	2
27+040	27+100	13	M	1.34	0.604	7
27+040	27+100	2	L	2.35	1.059	2
27+100	27+160	2	L	3.6	1.622	4
27+100	27+160	19	L	3	1.351	4
27+160	27+220	2	L	4	1.802	3
27+220	27+280	9	L	2.54	1.144	3
27+220	27+280	19	L	2.3	1.036	3
27+220	27+280	2	L	1.08	0.486	2
27+280	27+340	19	L	187	84.234	2
27+280	27+340	2	L	3.1	1.396	2
27+340	27+400	2	L	2.41	1.086	2
27+400	27+460	2	L	1.6	0.721	2
27+460	27+520	19	L	1.68	0.757	2
27+520	27+580	19	L	3	1.351	3
27+580	27+640	2	L	1.74	0.784	2
27+640	27+700	2	L	4.1	1.847	3
27+700	27+760	2	L	5.35	2.410	4
27+760	27+820	2	L	2	0.901	2
27+760	27+820	19	L	4.65	2.095	4
27+820	27+880	2	L	3.2	1.441	2
27+820	27+880	19	L	4	1.802	4
27+880	27+940	2	L	3.2	1.441	2
27+880	27+940	19	L	2.6	1.171	3
27+940	28+000	19	L	4.2	1.892	3
27+940	28+00	2	L	2.1	0.946	2
28+000	28+060	2	M	2.52	1.135	5
28+000	28+060	19	L	1.03	0.464	2
28+060	28+120	2	L	3.65	1.644	4
28+120	28+180	6	L	3.8	1.712	5
28+180	28+240	19	L	3.16	1.423	2
28+240	28+300	2	L	1.85	0.833	2
28+300	28+360	19	L	3.11	1.401	3
28+360	28+420	2	L	1.18	0.532	2
28+420	28+480	19	L	1.68	0.757	2
28+420	28+480	2	L	2.14	0.964	2
28+480	28+540	19	L	3	1.351	3
28+540	28+600	2	L	1.68	0.757	2
28+600	28+660	2	L	3.4	1.532	4
28+660	28+720	2	M	1.77	0.797	5
28+720	28+780	2	L	2	0.901	2
28+720	28+780	19	L	1.32	0.595	2
28+780	28+840	2	L	3.2	1.441	3
28+780	28+840	19	L	1.01	0.455	2
28+840	28+900	2	L	3.06	1.378	2
28+900	28+960	19	L	0.24	0.108	1
28+900	28+960	2	L	2.01	0.905	2
28+960	29+020	19	L	3.9	1.757	3
29+020	29+080	2	L	2.52	1.135	2
29+080	29+140	2	L	1.27	0.572	2
29+140	29+200	2	L	3.3	1.486	4
29+200	29+260	19	L	2.88	1.297	2
29+260	29+320	2	L	1.85	0.833	2
29+260	29+320	19	L	5.12	2.306	4
29+320	29+380	2	L	3.85	1.734	3

29+320	29+380	19	L	2.51	1.131	2
29+380	29+440	2	L	2.45	1.104	2
29+440	29+500	2	L	1.18	0.532	2
29+500	29+560	19	L	1.63	0.734	2
29+560	29+620	19	L	1.45	0.653	2
29+620	29+680	2	L	1.34	0.604	2
29+680	29+740	2	L	0.61	0.275	2
29+740	29+800	2	L	2.54	1.144	2
29+740	29+800	19	L	1.28	0.577	3
29+800	29+860	2	L	3.08	1.387	2
29+800	29+860	6	M	3.14	1.414	5
29+860	29+920	2	L	3.68	1.658	3
29+920	29+980	19	L	0.24	0.108	1
29+920	29+980	19	L	3.052	1.375	2
29+920	29+980	6	L	2.54	1.144	5
29+980	30+040	2	L	5.22	2.351	4



Carlos Rosal Murillo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 58031



Adolfo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 1173

Ing. Civil  
ING. CIVIL  
CIP: 100004

ANEXO : Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: EDSON ZAPANA SURCO

Institución donde labora: CONSORCIO VIAL PRO

Especialidad: RESIDENTE DE CONSERVACION Y MEJORAMIENTO VIAL

Instrumento de evaluación: Periodo de diseño, mantenimiento periódico, mantenimiento rutinario, tipo de agregado, gradación de los agregados, tipo de asfalto, IRI característico, IRI promedio, tipo de fallas y severidad de fallas.

Proyecto: "Tratamiento superficial para el mejoramiento de la serviciabilidad aplicando Otta Seal en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno - 2022"

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable Tratamiento superficial y mejoramiento de la serviciabilidad					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legalidad inherente a la variable Tratamiento superficial para el mejoramiento de la serviciabilidad aplicando otta seal.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables, de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permite analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

La Serviciabilidad al usuario en vías de poco tráfico, es muy buena con el tratamiento superficial con el otta seal.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:  
EDSON ZAPANA SURCO  
INGENIERO CIVIL CIP 156004

50

JULIACA 30 de SETIEMBRE de 2022

  
Edson Zapana Surco  
ING. CIVIL  
CIP. 156004



ANEXO : Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: ALARCON ATAHUACHI ALFREDO

Institución donde labora: CONSORCIO VIAL PRO

Especialidad: ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

Instrumento de evaluación: Período de diseño, mantenimiento periódico, mantenimiento rutinario, tipo de agregado, gradación de los agregados, tipo de asfalto, IRI características, IRI promedio, tipo de fallas y severidad de fallas

Proyecto: "Tratamiento superficial para el mejoramiento de la serviciabilidad aplicando Otta Seal en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno - 2022"

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los items están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los items del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Tratamiento superficial y mejoramiento de la serviciabilidad.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legalidad inherente a la variable Tratamiento superficial para el mejoramiento de la serviciabilidad aplicando otta seal.					X
ORGANIZACIÓN	Los items del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables, de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los items del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los items del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoge a través de los items del instrumento, permite analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los items del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los items concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El tratamiento Otta Seal se viene empleando en los pavimentos de Soluciones Básicas de bajo Volumen de tráfico.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50

JULIACA 30 de SETIEMBRE de 2022

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

INGENIERO CIVIL CIP 81732



ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
CIP 81732

ANEXO : Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: CARLOS RONALD MURILLO PEZO

Institución donde labora: CONSORCIO VIAL PRO

Especialidad: GERENTE VIAL

Instrumento de evaluación: Período de diseño, mantenimientos periódicos, mantenimiento rutinario, tipo de agregado, gradación de los agregados, tipo de asfalto, IRI característicos, IRI promedio, tipo de fallas y severidad de fallas.

Proyecto: "Tratamiento superficial para el mejoramiento de la serviciabilidad aplicando Otta Seal en la carretera nacional Arapa - Chupa, Puno - 2022"

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Tratamiento superficial y mejoramiento de la serviciabilidad.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legalidad inherente a la variable Tratamiento superficial para el mejoramiento de la serviciabilidad aplicando otta seal.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables, de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permite analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL					50	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El tratamiento superficial con otta seal mejora el nivel de servicio al usuario.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

JULIACA 30 de SETIEMBRE de 2022

CARLOS RONALD MURILLO PEZO


INGENIERO CIVIL CIP 58031



*Carlos Ronald Murillo Pezo*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 58031

**Detalle de los Datos del Colegiado** ✕

Numero CIP : 50031  
 Primer Apellido : MURILLO  
 Segundo Apellido : PEZO  
 Nombres : CARLOS RONALD  
 Sede : PUNO  
 Condición : HABILITADO  
 Fecha Incorporación : 23/11/1998



**Formación Académica**


**PRIMERA ESPECIALIDAD**

Capitulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
CIVIL	CIVIL	23/11/1998

**Cerrar**

**Detalle de los Datos del Colegiado** ✕

Numero CIP : 156004  
 Primer Apellido : ZAPANA  
 Segundo Apellido : SURCO  
 Nombres : EDSON  
 Sede : PUNO  
 Condición : HABILITADO  
 Fecha Incorporación : 11/02/2014



**Formación Académica**

**PRIMERA ESPECIALIDAD**

Capitulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
CIVIL	CIVIL	11/02/2014

**Cerrar**

Detalle de los Datos del Colegiado



Numero CIP : 81732  
Primer Apellido : ALARCON  
Segundo Apellido : ATAHUACHI  
Nombres : ALFREDO  
Sede : PUNO  
Condición : HABILITADO  
Fecha Incorporación : 19/04/2005



Formación Académica

PRIMERA ESPECIALIDAD

Capítulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
GEOLOGICA	GEOLOGO	19/04/2005

SEGUNDA ESPECIALIDAD

Capítulo	Especialidad	Fecha Reconocimiento CIP
CIVIL	CIVIL	10/09/2010

Cerrar

## Anexo 05: Permiso de uso de información - Consorcio Por Vial



### CARTA DE AUTORIZACION DE USO DE INFORMACIÓN PARA OBTENCIÓN DE GRADO TÍTULO PROFESIONAL

Por presente documento Yo, **CARLOS RONALD MURILLO PEZO**, identificado con DNI N° **01288594**, en mi calidad de GERENTE VIAL de la empresa **CONSORCIO VIAL PRO** con RUC: 206035200051, **AUTORIZO** a los bachilleres en Ingeniería Civil, **CHIPANA TURPO MARIBEL** con DNI N° 70418268 y **SANCA HALLASI RICHARD ELVIS** con DNI N° 70101120, de la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**, a utilizar el nombre e información confidencial de la empresa/ entidad, con la finalidad de que pueda desarrollar su trabajo de investigación para optar el título profesional denominado: **"Tratamiento superficial para el mejoramiento de la serviciabilidad aplicando Otta Seal en la carretera nacional Arapa – Chupa, Puno - 2022"**.

\*En la empresa / entidad, precisa que toda la información proporcionada será para uso exclusivamente académica; caso contrario, los bachilleres quedaran sujetos a la responsabilidad civil por daños y perjuicios que cause; así como, a las sanciones de carácter penal o legal a que hubiere.

Juliaca, 09 de Setiembre del 2022

**CONCORCIO VIAL PRO**  
  
**Ing. Carlos Ronald Murillo Pezo**  
**GERENTE VIAL**  
**CARLOS RONALD MURILLO PEZO**  
**D.N.I N° 01288594**  
**C.I.P.N° 58031**



## Anexo 06: Panel fotográfico

1. Superficie a nivel afirmado antes de la aplicación del tratamiento Otta Seal



2. Presencia de polvo sobre la superficie afirmada



3. Identificación del tramo en estudio Km 25+000 – Superficie afirmado



4. Identificación del tramo en estudio Km 25+100 – Superficie afirmado



5. Imprimación asfáltica Km 27+200



6. Imprimación asfáltica Km 28+170



7. Inicio del tramo Chupa Km 24+280 – Superficie Otta Seal



8. Inicio del tramo Chupa Km 24+280 – Superficie Otta Seal



9. Fin del tramo Km 51+440 (Arapa) de la carretera PE-34S.



10. Ruta 10, T4: Km 51+440 (Arapa) de la carretera PE-34S.



## 11. Medición del Índice de Condición de Pavimento (PCI) - Km 25+520



## 12. Medición del Índice de Condición de Pavimento (PCI) - Km 26+000



### 13. Identificación de la vía y constatación de ensayos



### 14. Aplicación de Otta Seal – Km 26+250





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "TRATAMIENTO SUPERFICIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SERVICIABILIDAD APLICANDO OTTA SEAL EN LA CARRETERA NACIONAL ARAPA - CHUPA, PUNO - 2022", cuyos autores son CHIPANA TURPO MARIBEL, SANCA HALLASI RICHARD ELVIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

TRUJILLO, 03 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO <b>DNI:</b> 08185308 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8625-3989	Firmado electrónicamente por: GAYBARA el 03-12- 2022 15:47:34

Código documento Trilce: TRI - 0470199