Universidad Nacional Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN JIRÓN ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025

Línea de investigación:
Seguridad vial e infraestructura de transporte

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Tumay Cabrejos, Giorge Orlando

Asesor

Benites Zuñiga, Jose Luis

ORCID: 0000-0003-4459-494X

Jurado

Romero Rios, David

Tabory Malpartida, Gustavo Augusto

Arevalo Vidal, Samir Augusto

Lima - Perú

2026

RECONOCIMIENTO - NO COMERCIAL - SIN OBRA DERIVADA
(CC BY-NC-ND)

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN JIRÓN ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025

Línea de Investigación:

Seguridad vial e infraestructura de transporte

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Tumay Cabrejos, Giorge Orlando

Asesor

Benites Zuñiga, Jose Luis

ORCID: 0000-0003-4459-494X

Jurado

Romero Rios, David

Tabory Malpartida, Gustavo Augusto

Arevalo Vidal, Samir Augusto

Lima – Perú

2026

Dedicatoria

“En primer lugar, le dedico esto a Dios, ya que, sin Él nada hubiera sido posible; su amor, protección y guía lo permiten. Me bendice a través de las personas que pone en mi vida, y me ayuda a ser mejor que antes. A mi madre, por su amor, entrega y fortaleza; este logro lleva tu esfuerzo continuo y tu amor infinito. A mi padre, quien sembró en mí la fe, los valores y persistencia que hoy me sostienen; tu recuerdo está presente en cada decisión que tomo; jamás fue un adiós, solo es un hasta luego. A mi hermano mayor, quien es para mí un refugio en el miedo y se ha vuelto la persona en quien más confío. A mi hermano menor, porque nos une algo más que un lazo familiar: un amor que siempre estará presente. Esta obra es de ustedes.”

Agradecimiento

“Principalmente agradecer a Dios, por cuanto y con quienes me bendijo y me bendice. Deseo que su guía y amor me iluminen, para honrarlo y seguirle agradeciendo con mis acciones y mi vida. Agradecer a mi madre, ya que, a lo largo de los años, a pesar de las situaciones difíciles, solo ha sabido apoyarme y creer en mí, mucho más de lo que a veces yo lo hacía. Tu fuiste y eres el motor que me impulsa: el verte feliz solo alegra mi corazón. Eres la herramienta más preciosa con la que el Señor me brinda su amor. Agradecer a mi padre, quien físicamente no puede estar presente, pero parte de ti quedó en los muchos que te amamos, tu ejemplo nos fortalece; no hay distancia que me haga olvidarte, ni día en que no quiera abrazarte. Agradecer a mi hermano, con quien compartí los golpes de la vida, y ahora se ha vuelto parte necesaria de la mía. El camino nos permitió madurar juntos y entendernos mejor. Eres un milagro al que deseo apoyar durante toda mi vida. Agradecer a mi hermano menor, aunque la distancia nos separa físicamente, el amor seguirá presente. Y a mi familia entera: quiero que al leer estas líneas sientan un inmenso orgullo, no por esta meta que cumplo, sino por ustedes mismos. Este logro es el resultado directo de lo que construyeron en mí”

ÍNDICE

RESUMEN viii

ABSTRACT ix

I. INTRODUCCIÓN 1

1.1 Descripción y formulación del problema 1

1.2 Antecedentes 4

1.2.1 Internacional 4

1.2.2 Nacionales 7

1.3 Objetivos 11

1.3.1 Objetivo general 11

1.3.2 Objetivos específicos 11

1.4 Justificación 11

1.5 Hipótesis 13

1.5.1 Hipótesis general 13

1.5.2 Hipótesis específicas 13

II. MARCO TEÓRICO 14

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación 14

2.1.1 Pavimento rígido 14

2.1.2 Método AASHTO 93 16

2.1.3 Método TCP de geometría optimizada 18

2.1.4 Análisis estructural por elementos finitos 22

2.1.5 Marco normativo 24

III. MÉTODO 25

3.1 Tipo de investigación 25

3.2 Ámbito temporal y espacial 26

3.3 Variables 26

3.4 Población y muestra 29

3.5 Instrumentos 29
3.6 Procedimientos 30
3.7 Análisis de datos 33
3.8 Consideraciones éticas 34
IV. RESULTADOS 36
4.1 Comparación de esfuerzos a tensión del pavimento según método de diseño 36
4.2 Comparación de espesores de losa según método de diseño 40
4.3 Comparación del tiempo de construcción según método de diseño 41
4.4 Comparación del costo de construcción según método de diseño 46
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 50
VI. CONCLUSIONES 57
VII. RECOMENDACIONES 59
VIII. REFERENCIAS 61
IX. ANEXOS 67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables 27

Tabla 2. Comparación de esfuerzos a tensión del pavimento según método de diseño 38

Tabla 3. Comparación de tiempo de construcción de losa de pavimento rígido 44

Tabla 4. Comparación de costos de construcción de losa de pavimento rígido 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección típica de pavimento rígido y pavimento flexible 14

Figura 2. Barras de transferencia en losas de pavimento rígido 15

Figura 3. Ecuación para cálculo de espesor de losa en pavimento rígido por el método AASHTO 93 17

Figura 4. Disminución de esfuerzos con losas de tamaño optimizado 20

Figura 5. Diagrama del proceso de investigación.....32

Figura 6. Distribución de esfuerzos a tensión en las losas según método de diseño 37

Figura 7. Igualación de esfuerzos a tensión en la losa bajo distintos espesores 40

Figura 8. Cronograma de construcción de losa tipo AASHTO 93 (3.00 x 2.70 m) de 19.50 cm 42

Figura 9. Cronograma de construcción de losa tipo TCP (1.80 x 1.35 m) de 16.50 cm.....43

RESUMEN

El objetivo fue analizar el resultado de comparar el diseño de un pavimento rígido por el método AASHTO 93 y el método de losas cortas (TCP) en el Jr. Alfonso Ugarte, Villa María del Triunfo, Lima 2025. La metodología tuvo un enfoque cuantitativo y nivel descriptivo comparativo, empleando modelación por elementos finitos con EverFe, programación de obra con Microsoft Project y análisis de costos unitarios mediante S10. El estudio de tránsito evidenció bajo volumen de vehículos pesados, eximiendo al diseño AASHTO 93 del uso de barras de transferencia de carga. El método AASHTO 93 produjo losas de 3.00 x 2.70 m con 19.50 cm de espesor. Para igual espesor, EverFe arrojó tensiones de 1.52 MPa para AASHTO 93 y 1.07 MPa para TCP en la posición crítica borde/esquina, representando una reducción del 29.61%. Mediante análisis iterativo, se determinó que una losa TCP de 1.80 x 1.35 m requiere 16.50 cm de espesor para alcanzar tensiones equivalentes (1.51 MPa frente a 1.52 MPa), una reducción del 15.38%. El tiempo de construcción con TCP fue de 53 días frente a 55 días del AASHTO 93 (3.64% de reducción), y el costo del método TCP menor frente al del AASHTO 93, con un ahorro de S/ 41,922.68 (2.94%). Se concluyó que el método TCP destaca en desempeño estructural, mientras que los beneficios en costo y tiempo resultaron moderados, dado que el bajo tránsito pesado eximió al método AASHTO 93 del uso de acero, reduciendo la brecha económica habitual entre ambos métodos.

Palabras clave: pavimento rígido, método TCP, método AASHTO 93, esfuerzos a tensión, espesor de losa.

ABSTRACT

The objective was to analyze the comparison of a rigid pavement designed using the AASHTO 93 method and the short slab (TCP) method on Jr. Alfonso Ugarte, Villa María del Triunfo, Lima, 2025. The methodology followed a quantitative, descriptive-comparative approach, employing finite element modeling with EverFe, construction scheduling with Microsoft Project, and unit cost analysis using S10. The traffic study showed a low volume of heavy vehicles, exempting the AASHTO 93 design from load transfer bars. The AASHTO 93 method produced slabs measuring 3.00 × 2.70 m with a thickness of 19.50 cm. For the same thickness, EverFe yielded stresses of 1.52 MPa for AASHTO 93 and 1.07 MPa for TCP at the critical edge/corner position, representing a 29.61% reduction. Through iterative analysis, it was determined that a TCP slab measuring 1.80 × 1.35 m requires a thickness of 16.50 cm to achieve equivalent stresses (1.51 MPa versus 1.52 MPa), representing a 15.38% reduction. The construction time using TCP was 53 days compared to 55 days for AASHTO 93 (a 3.64% reduction), and the TCP method cost was lower than AASHTO 93, with savings of S/ 41,922.68 (2.94%). It was concluded that the TCP method stands out in structural performance, while the benefits in cost and time were moderate, given that low heavy-vehicle traffic exempted the AASHTO 93 method from steel use, thereby reducing the usual economic gap between both methods.

Keywords: rigid pavement, TCP method, AASHTO 93 method, tensile stresses, slab thickness.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción y formulación del problema

La infraestructura de transporte, que abarca carreteras, puentes, ferrocarriles y sistemas hidráulicos, es vital para garantizar un transporte eficiente, seguro y confiable de personas y mercancías. En Estados Unidos, existen más de 2.7 millones de millas de carreteras (Baque-Solis, 2020), no obstante, estas vías son vulnerables a los elementos naturales como a temperaturas extremadamente altas, lo que puede acelerar su deterioro mediante la formación de surcos o causar rugosidad y grietas. Por lo tanto, uno de los desafíos en el diseño de pavimentos es compensar la resistencia y durabilidad con los costos asociados a su construcción (Guerra-Rojas, 2020).

A nivel nacional, García Depestre et al. (2021) destacan la importancia de identificar los factores ambientales y humanos, así como los vehículos que transitarán por la zona, ya que el tráfico pesado es un factor clave en el deterioro del pavimento, ya que la falta de control de calidad durante la construcción, uso inapropiado de maquinaria y materiales incorrectos fomenta el deterioro del pavimento. Además, condiciones climáticas adversas durante el proceso constructivo y un diseño estructural deficiente también son aspectos importantes a considerar antes y durante las obras.

Actualmente, en el país para el año 2025 se ha anunciado que se priorizará nueve proyectos viales, entre los proyectos destacados se encuentra la Longitudinal de la Sierra Tramo 4, que beneficiará a, aproximadamente, 1.6 millones de habitantes en regiones como Junín, Huancavelica, Ica, Ayacucho y Apurímac, por su parte, en la zona metropolitana, se tiene el proyecto para la Nueva Carretera Central que última conectará Lima y Junín en un tiempo récord de menos de tres horas (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2025).

En este contexto, estos proyectos buscan agilizar el transporte e impulsar el desarrollo turístico al facilitar la movilidad entre estas regiones clave del país, por lo cual, se perfila como una gran obra de ingeniería, con un gran impacto económico y social significativo al mejorar las conexiones entre la costa y el centro del país (MTC, 2025). De allí que la realización de una evaluación técnica y económica de las opciones de diseño sea un componente fundamental de este estudio, ya que permite analizar aspectos críticos del diseño de pavimentos rígidos, siendo que, en primer lugar, se examinan las características físicas y mecánicas del pavimento para garantizar su durabilidad y resistencia a las cargas vehiculares, a fin de que pueda soportar el tráfico constante sin deteriorarse rápidamente (García Depestre et al., 2021).

La planificación previa del proceso constructivo constituye un aspecto fundamental para lograr una adecuada ejecución de las obras civiles, especialmente cuando se requiere evaluar el comportamiento estructural durante sus distintas etapas (Guerrero Cuasapaz et al., 2024). En este marco, la comparación entre alternativas de diseño permite valorar las diferencias técnicas y constructivas que pueden presentarse entre ellas. En cuanto a las aplicaciones de diseño, el método AASHTO 93 y el de Pavimento Rígido de Losas Cortas, ambos métodos han sido ampliamente utilizados con resultados positivos. El método AASHTO 93 ha sido preferido en muchas ocasiones debido a su capacidad para soportar altas cargas vehiculares, lo que lo hace ideal para zonas con un tráfico intenso, sin embargo, este método requiere mayores espesores y costos asociados, lo que puede representar un desafío significativo en proyectos con presupuestos limitados (Castro-Vásquez et al., 2020).

Por otro lado, el método de Pavimento Rígido de Losas Cortas, también llamado pavimento de geometría optimizada o pavimento diseñado por el método TCP, del inglés *Thin Concrete Pavement*, ha demostrado ser más eficiente económicamente al reducir significativamente el espesor necesario del pavimento y disminuir los costos totales del proyecto. Esto se logra mediante la utilización de losas de geometría más pequeñas que las

tradicionales, lo que minimiza las tensiones causadas por las cargas vehiculares sobre el pavimento (Condori Rivera, 2020). Asimismo, Anaya Palacio (2020) evaluó, mediante un ejercicio académico aplicado a una vía del barrio La Bolivariana, en Santa Marta, el comportamiento de una alternativa de losas cortas TCP frente a un pavimento rígido convencional diseñado mediante PCA 84. En el caso analizado, el espesor de la losa se redujo de 17 cm a 14 cm, mientras que el costo estimado disminuyó aproximadamente en 11 %. A partir de los resultados obtenidos, el autor consideró que la metodología TCP representa una alternativa viable para vías de bajo tránsito.

Sin embargo, la aplicación y contraste de AASHTO 93 y TCP en contextos urbanos de bajo nivel de tránsito, como es el caso de vías locales en Lima Metropolitana, ha sido poco abordada en la literatura nacional, por lo que resulta relevante analizar su desempeño estructural y económico en dichas condiciones particulares. En este contexto, el espesor de la losa de concreto suele ser el factor de mayor incidencia en el costo, dado que determina directamente el volumen de concreto requerido, no obstante, también debe considerarse los requerimientos exigidos en los criterios de diseño, como la cantidad y tipo de material empleado en la sub base (Chamaidán, 2022). Asimismo, es importante señalar que las variaciones numéricas en el diseño del espesor de la losa de concreto pueden no ser significativas cuando se redondean a múltiplos estándar utilizados en obra, ni pueden ser inferiores a los valores mínimos establecidos por prácticas constructivas (Bautista e Izquierdo, 2023).

Considerando lo anteriormente expuesto, la presente investigación analizará los resultados obtenidos por ambas metodologías en el contexto de una vía urbana local de bajo nivel de tránsito, evaluando su influencia en las tensiones máximas en la fibra superior de la losa, el espesor de la losa de concreto, y los costos y tiempos estimados de construcción, con el fin de determinar qué método ofrece un mejor desempeño en dicho contexto particular.

Basado en lo anterior, surge como problema general ¿Cuál es el resultado de comparar un pavimento rígido diseñado por el método AASHTO 93 y el método de losas cortas (TCP) en el Jr. Alfonso Ugarte, Villa María del Triunfo, Lima 2025?

Y en específico:

- ¿Cómo son los esfuerzos a tensión en el pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP?
- ¿Cómo son los espesores de losas obtenidos de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método de TCP?
- ¿Cómo son los tiempos de la construcción de un pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP?
- ¿Cómo son los costos de la construcción de un pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP?

1.2 Antecedentes

1.2.1 Internacional

Gupta (2022), desarrolló un estudio con el objetivo de evaluar numéricamente cómo diferentes parámetros afectan el diseño de pavimentos de concreto compuestos por paneles cortos. Se analizó específicamente el impacto del tamaño del panel y del espesor en la respuesta estructural, bajo cargas tanto de tráfico como térmicas, e incluyó el análisis por métodos de elementos finitos (FEM) tanto en 2D como en 3D. Se evaluaron diferentes tamaños de paneles cuadrados, con tamaño de 0.50 m a 2.0 m de lado, así como también, espesores de entre 50 mm a 200 mm. Se aplicó una carga de 50 kN sobre un conjunto de doble rueda, con una separación de 310 mm de centro a centro. La carga se aplicó como una presión uniforme, obtenida al dividir la carga de la rueda entre el área de contacto, y se colocaron de modo que la rueda exterior quedara tangente al borde longitudinal de la losa. Por un lado, los resultados evidenciaron diferencias entre los modelos en 2D y 3D para casos con espesores de 50 mm,

donde el análisis en dos dimensiones arroja valores más altos de tensiones y deflexiones en comparación con el modelo tridimensional. Sin embargo, para espesores superiores, las diferencias entre ambos modelos fueron mínimas. Por otro lado, al aumentar el espesor de la losa desde 50 mm hasta 200 mm se redujeron significativamente los esfuerzos de tensión, aunque la disminución en la deflexión fue menos pronunciada, mientras que, a medida que se aumentó el tamaño del panel sin variar el espesor, las tensiones aumentaron notablemente mientras que la deflexión disminuyó. Aunado a lo anterior, la variación del módulo de reacción del suelo no tuvo un impacto significativo sobre las tensiones, pero sí afectó considerablemente a la deflexión. Finalmente, con los modelos tridimensionales también se determinó que la variación de temperatura entre la superficie y la cara inferior de la losa tiene en todos los casos un efecto significativo en las tensiones, siendo mayores que cuando solo se consideran las cargas estáticas. Se concluyó que para un módulo de reacción de la sub rasante de 0.15 MPa, las tensiones disminuyen un 175% al pasar de un tamaño cuadrado de 2.0 m a 0.50 m, así mismo, al aumentar la altura de 50 mm 200 mm, la tensión disminuyó a razón de 8 veces, encontrándose un tamaño óptimo de entre 1.0 m a 1.5 m de lado y de 130 mm a 170 mm para la combinación de carga empleada, con lo cual, el pavimento diseñado por medio de losas cortas es estructuralmente eficiente al disminuir las tensiones máximas en el pavimento.

Pozo Olvera (2022) llevó a cabo una investigación con el objetivo de diseñar un pavimento rígido por el método de losa optimizada TCP. Metodológicamente, correspondió a un estudio de caso, en el que el pavimento a diseñar tenía pensado ser utilizado en la vía de acceso a un área de bodegas, realizando posteriormente una comparación económica respecto a un pavimento rígido convencional diseñado por el método AASHTO 93. La configuración del caso consistió de un concreto de resistencia 210 kg/cm^2, CBR de 10.20%, losas con 1.86 m de largo, un índice de rugosidad máxima al final de la vida útil de 3.5 m/km y escalonamiento de 5 mm, realizando el diseño estructural haciendo uso del programa Optipave 2. Los

resultados mostraron que, para igualdad de tamaño de losa y la misma condición de carga, el método tradicional requiere de un mayor espesor de concreto, en el caso estudiado, de 18 cm, mientras que con el método TCP resultó de ser 16 cm. Respecto al costo, esta disminución del espesor generó un ahorro del 9.17% respecto al pavimento rígido diseñado por el método tradicional. Se concluyó que, para las condiciones analizadas, la ventaja del pavimento diseñado por el método TCP tiende a reducir el espesor de la losa, lo que genera un ahorro ligado al consumo de materiales requerido para su construcción, específicamente al volumen de concreto para la losa.

Chamaidán (2022) presentó una investigación con el objetivo de comparar la eficiencia de un pavimento diseñado haciendo uso del método TCP en comparación al diseño resultante por medio del método AASHTO 93. Fue un estudio de metodología aplicada, descriptivo y cuantitativo, recopilando datos de tránsito en una avenida mediante un conteo vehicular durante una semana que dio como resultado un número de repeticiones de ejes equivalentes de 32 542.375, y la toma de muestras de suelo que revelaron un CBR de 3.80%, considerando además un concreto con resistencia f’c de 320 kg/cm2. En el método AASHTO se consideraron losas de 4.50 m por 3.50 m y un periodo de diseño de 40 años, mientras que para el método TCP losas de 1.75 m por 1.50 m, 8% de losas agrietadas y un índice de regularidad internacional (IRI) de 2.5 al final de la vida útil, empleando el programa OptiPave2. Los resultados indicaron que para el método AASHTO era necesario un espesor de losa de 25 cm, 30 cm de sub base, 30 cm de material de mejoramiento y 30 cm de material granular grueso, mientras que para el pavimento TCP solo 16 cm de losa, 20 cm de base tratada con cemento y 49 cm de material de mejoramiento. En base a ello, se determinó un costo directo de $ 51.43 por metro cuadrado en el pavimento tradicional, y de $ 35.96 en el pavimento TCP, ahorrándose hasta un 29.31%. Se concluyó que el pavimento diseñado por el método TCP representa una opción innovadora y más económica en la construcción gracias a la disminución de los esfuerzos a tensión en la

superficie de la losa, y siendo un pavimento rígido, requiere menos mantenimiento que uno de tipo flexible, no obstante, cabe señalar que estos resultados reflejan que el análisis económico no debe valerse únicamente del espesor de losa de concreto, sino también en el tratamiento a aplicar a la sub base.

1.2.2 Nacionales

De la Cruz (2022) publicó una investigación con el objetivo de analizar la influencia en el costo de un proyecto de vialidad al diseñar el pavimento con el método TCP en comparación a un diseño tradicional por el método AASHTO. La investigación empleó un modelo de estudio de caso, descriptivo y de enfoque cuantitativo, considerando datos de tránsito en la avenida Augusto B. Leguía, en la ciudad de Huancavelica. Los cálculos fueron realizados utilizando el programa OptiPave2, considerando un concreto sin fibra de resistencia f'c de 210 kg/cm^2, un índice medio diario anual de 3736 vehículos, según conteo vehicular realizado por siete días, dando como resultado un numero de repeticiones de eje equivalente (ESAL) de 6.27E+5, además, un módulo de reacción de la subrasante de 66.38 MPa/m, un periodo de diseño de 20 años, un IRI inicial de 2.0 y final de 3.5. Para el método TCP se consideró una losa de 1.80 m de lado. Como resultado, el método TCP señaló necesario un espesor de losa de 12 cm, mientras que para el diseño por el método AASHTO fue de 20 cm. El análisis de costos reveló un ahorro del 31.66% con el pavimento de este método, debido a los 8 cm de diferencia en el espesor de concreto y su efecto en el volumen necesario para pavimentar 1.60 km de vía. Se concluyó que, debido al menor espesor, el diseño mediante el método TCP resulta económicamente favorable para proyectos de vialidad, teniendo además como ventaja una disminución de los esfuerzos en el pavimento, minorando la aparición de grietas a flexión, lo que contribuye a una mayor durabilidad y vida útil.

Bautista e Izquierdo (2023) presentaron un estudio con el propósito de realizar una comparación técnica-económica respecto a un proyecto de pavimentación en el distrito de

Bagua, Amazonas, empleando un pavimento rígido diseñado con el método TCP y el método AASHTO 93. Los datos para el diseño fueron recopilados en campo, con lo cual, se determinó que la zona poseía un CBR > 6% y un IMDA de 56 vehículos/día, que proyectado a 20 dio como resultado 86 713 repeticiones de eje equivalente. En cuando a los parámetros de diseño, se consideró un largo de losa de entre 1.60 m, 1.80 m y 2.00 m, 30% de máximo admisible de losas agrietadas al final del periodo de diseño por ser una vía local, IRI final de 3.5, IRI final de 2.5 mm, resistencia del concreto de 280 kg/cm^2, una sub base de 20 cm y, además, un espesor de losa mínimo de 10 cm. A partir de ello, los resultados del diseño del pavimento obtenidos con el programa OptiPave2 señalaron que, colocando una sub base de 20 cm, el pavimento se podía edificar con un espesor de losa de 12 cm, largo de 1.80 m y ancho variable entre 1.80 m y 2.00 m según secciones particulares de la vialidad. Por otro lado, al realizar el diseño por el método AASHTO, el espesor de losa obtenido fue de 13.26 cm, que por motivos constructivos se redondeó a 15 cm, con 4.50 m de largo y 3.60 m de ancho. Igualmente, se determinó que la tensión máxima en la losa se obtenía a aplicar la carga en el borde de la losa, que en el pavimento TCP fue de 2.99 MPa y en la losa tradicional fue de 3.21 MPa. El análisis de costos señaló que con el pavimento TCP se obtenía un ahorro de 9.95% respecto al diseño AASHTO. Se concluyó que el pavimento diseñado por el método TCP mostraba ventajas desde el punto de vista estructural y económico, lo cual es adecuado para ser empleado en un proyecto de caso real, no obstante, se reconoció que su aplicación puede tener un mayor impacto en vías con alto tránsito.

Hospinal Santillan (2023) elaboró un estudio en el que comparó el diseño de un pavimento rígido por el método AASHTO 93 y uno diseñado por el método de losas cortas empleando un concreto reforzado por fibras. Fue un estudio aplicado, de enfoque cuantitativo y diseño experimental, tomando como caso de estudio Jr. Tomas Gutarra Solís del Distrito de Sicaya, Provincia de Huancayo. Se realizaron pruebas de laboratorio para determinar el

aumento de resistencia producido por la incorporación de un 6% de fibra en la mezcla de concreto con f'c de diseño de 280 kg/cm^2, y posteriormente, diseñar la sección de pavimento. Los datos de suelo y de tránsito fueron determinados por un conteo vehicular y la toma de muestras para la determinación de la capacidad de soporte, obteniendo un IMDA de 295 vehículos/día (ESAL = 1 015 302 ejes equivalentes) y CBR de 18.50%. En relación al concreto, se determinó que al agregar 6% de fibra se obtiene una resistencia a la compresión de 320 kg/cm^2. Así, el diseño por el método AASHTO 93 y concreto sin fibra se obtuvo un espesor de losa de 20 cm, con 20 cm de sub base, con losas de 2.40 m por 3.00 m. En cuanto al diseño por el método TCP, se consideraron losas cuadradas de 1.20 m de lado. Adicionalmente, se determinó que el tiempo de ejecución de la obra con el pavimento diseñado por el método AASHTO 93 sería de 55 días, mientras que para el pavimento de geometría optimizada sería de 33 días. Así mismo, con el pavimento TCP se obtendría un ahorro en costos de 8%. Se concluyó que, a pesar del incremento en costos por el uso de fibra en el concreto, el costo final de la obra de vialidad empleando el pavimento TCP sería más eficiente tanto en costo como en tiempo de ejecución debido al menor volumen de concreto total, por lo cual resulta más eficiente que lo obtenido por el método tradicional.

Cortez y Rojas (2022) propusieron diseñar un pavimento rígido aplicando el método TCP y compararlo con los resultados del método AASHTO, tomando como caso de estudio una avenida en el distrito El Porvenir, Trujillo. La investigación fue desarrollada con un enfoque cuantitativo y no experimental, donde se llevó a cabo el estudio de tráfico para determinar las condiciones actuales del tránsito vehicular, levantamiento topográfico y análisis de mecánica de suelos. Los resultados obtenidos fueron la contabilización de 718 vehículos por día, lo que implicó ser una carretera de segunda clase, con ESAL igual a 9 114 563, CBR de 24% y empleando un espesor de base de 15 cm. Considerando en ambos casos un concreto de f'c 300 kg/cm^2, el pavimento diseñado por el método TCP fue de 15 cm de espesor, mientras

que el obtenido por el método AASHTO fue de 20 cm. Se concluyó que el estudio proporciona una base sólida que exhibe que es posible lograr una reducción significativa en costos de construcción por concepto de materiales al emplear un menor espesor de losa y por consiguiente menor cantidad de concreto, manteniendo su durabilidad frente al desgaste por el tránsito pesado, con lo cual, el método TCP resulta una opción que contribuye a la economía en el desarrollo de proyectos de infraestructura vial empleando pavimentos rígidos.

Mendoza y Quispe (2021) llevaron a cabo un análisis comparativo entre los diseños del método AASHTO 93 y el método TCP para pavimentos rígidos, empleado un estudio de caso en el distrito de Curicaca-Jauja-Junín. Para ello, se realizó una investigación descriptiva que incluyó estudios de tráfico y mecánica de suelos para determinar las características técnicas necesarias para cada diseño. Se determinó un IMDA de 71 vehículos por día, lo cual fue proyectado a 20 años, obteniendo un valor de repeticiones ESAL de 4.85E+06. Empleando en ambos casos un concreto de resistencia f'c 210 kg/cm^2 y un CBR de 28.48%, obtuvieron por el método de diseño AASHTO un pavimento de 20 cm de espesor, mientras que, al diseñar el pavimento por el método TCP haciendo uso de la herramienta Optipave 2, obtuvieron un espesor de 15 cm. Aunado a ello, realizaron un análisis económico que evidenció que con este último pavimento se obtendría un ahorro del 28.26% debido al menor espesor de losa de concreto, específicamente, un costo de S/105.16 por metro cuadrado para el pavimento TCP y de S/146.58 por metro cuadrado en el pavimento tradicional, y, así mismo, una diferencia de 18 días calendarios en el tiempo estimado de construcción, lo que representaba una ventaja del 24%. Se concluyó que, el método TCP resulta factible técnica y económicamente para el diseño de pavimentos rígidos en el país debido a su capacidad para reducir costos, tiempos de construcción y mejorar el desempeño estructural en comparación con los resultados obtenidos por el método AASHTO 93.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar el resultado de comparar el diseño de un pavimento rígido por el método AASHTO 93 y el método de losas cortas (TCP) en el Jr. Alfonso Ugarte, Villa María del Triunfo, Lima 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

- Comparar los esfuerzos a tensión en el pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP.
- Comparar los espesores de losas obtenidos de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP.
- Comparar el tiempo de la construcción de un pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP.
- Comparar el costo de la construcción de un pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP.

1.4 Justificación

La justificación práctica de la presente investigación radica en comparar los pavimentos rígidos mediante el método AASHTO 93 y el método de losas cortas TCP, con el fin de determinar cuál es más factible en términos de desempeño estructural, costos y rapidez de construcción, considerando el volumen de tránsito, para obtener evidencia empírica sobre la aplicación de cada uno de ellos en una vía urbana local de bajo nivel de tránsito, contexto frecuente en Lima Metropolitana.

Desde el ámbito social, los resultados proporcionarán criterios técnicos para priorizar métodos optimizados de diseño en proyectos de inversión pública o privada en zonas vulnerables de Lima como Villa María del Triunfo, donde pavimentos mal diseñados agravan problemas como el transporte público deficiente, además que la infraestructura vial suele

presentar deterioro prematuro o sobrecostos por diseños inadecuados. En este sentido, la selección óptima de métodos de diseño de pavimentos rígidos contribuye a prevenir sobrecostos en los presupuestos de obras, liberando recursos para otros servicios esenciales que requiere la comunidad.

Desde la perspectiva teórica, el análisis comparativo entre los métodos de diseño mostrará como resultado la eficiencia económica y práctica de cada método. Sumado a ello, la investigación adquiere relevancia al evaluar ambas metodologías bajo parámetros específicos asociados al tránsito terrestre y condiciones de campo observables en la ciudad de Lima, considerando entre las variables datos particulares como las propiedades del suelo y las condiciones de tráfico, de manera que los resultados obtenidos permitirán identificar cuál método de diseño de pavimento ofrece una mayor utilidad en su implementación, con menores costos en la construcción y mejor adaptación a las exigencias del entorno analizado. En este sentido, los hallazgos de la investigación proporcionarán datos empíricos aplicables a proyectos similares en la región y que también podrán ser empleados como referencia en futuras investigaciones.

Por otra parte, la metodología utilizada servirá para evaluar y analizar los diseños obtenidos mediante ambos métodos, ya que el método de losas cortas presenta evidencias de ser un sistema con geometría optimizada que distribuye eficientemente las cargas sobre la superficie del pavimento, lo que ayuda a evitar problemas como agrietamientos y aumenta la durabilidad estructural del pavimento, no obstante, el método AASHTO 93 se continúa empleando por su amplia difusión. De allí que el análisis en el presente estudio ayudará a dilucidar en cuáles casos cada metodología resulta más adecuada, tanto desde el punto de vista estructural como económico, al considerar entre los resultados la comparación de costos y tiempos de construcción.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

El pavimento rígido diseñado por el método de losas cortas (TCP) obtiene resultados más eficientes que el diseñado con el método AASHTO 93 en el Jr. Alfonso Ugarte, Villa María del Triunfo, Lima 2025.

1.5.2 Hipótesis específicas

- El diseño de un pavimento rígido mediante el método TCP permite obtener losas con menores esfuerzos a tensión comparado con el método AASHTO 93.
- El diseño de un pavimento rígido mediante el método TCP permite obtener espesores de losas menores en comparación con el método AASHTO 93.
- El diseño de un pavimento rígido mediante el método TCP permite reducir los tiempos de construcción en comparación con el método AASHTO 93.
- El diseño de un pavimento rígido mediante el método TCP permite reducir los costos de construcción en comparación con el método AASHTO 93.

II. MARCO TEÓRICO

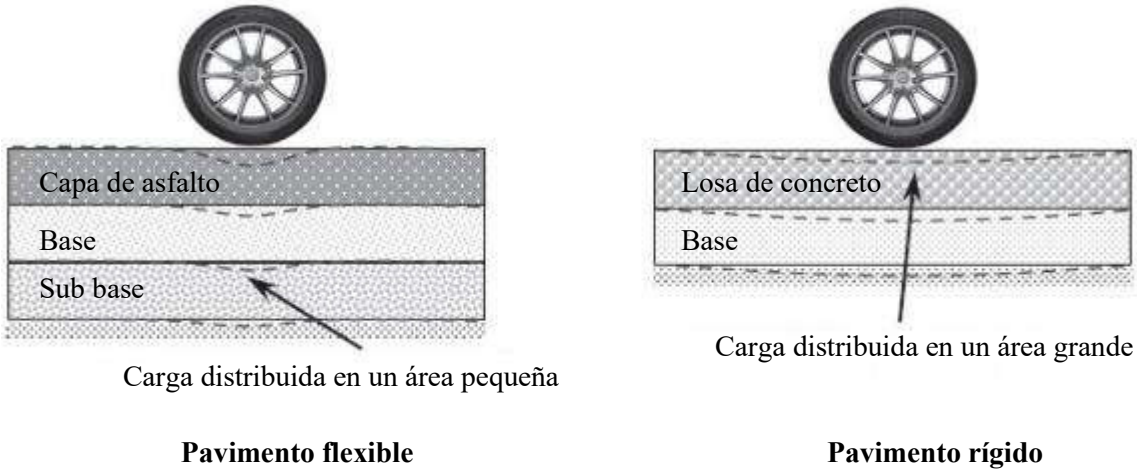
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1 Pavimento rígido

Un pavimento rígido se caracteriza principalmente por el uso de losas de concreto en su estructura, a diferencia de los pavimentos flexibles que emplean una capa de mezcla asfáltica. En ello, la rigidez aportada por el concreto les permite distribuir las cargas verticales de manera eficiente sobre una amplia zona, reduciendo significativamente las presiones transmitidas al suelo de soporte, presentando deformaciones elásticas prácticamente imperceptibles, excepto en zonas críticas como bordes de losas o juntas sin elementos de transferencia de carga (Castro-Vásquez et al., 2020). En relación a ello, la figura 1 muestra la estructura típica de un pavimento rígido y una comparación con un pavimento flexible en cuanto a la distribución de presiones sobre el terreno.

Figura 1

Sección típica de pavimento rígido y pavimento flexible



Nota. Adaptado de *Pavement design. Materials, analysis, and highways* (p. 23), por Islam y Tarefder, 2020.

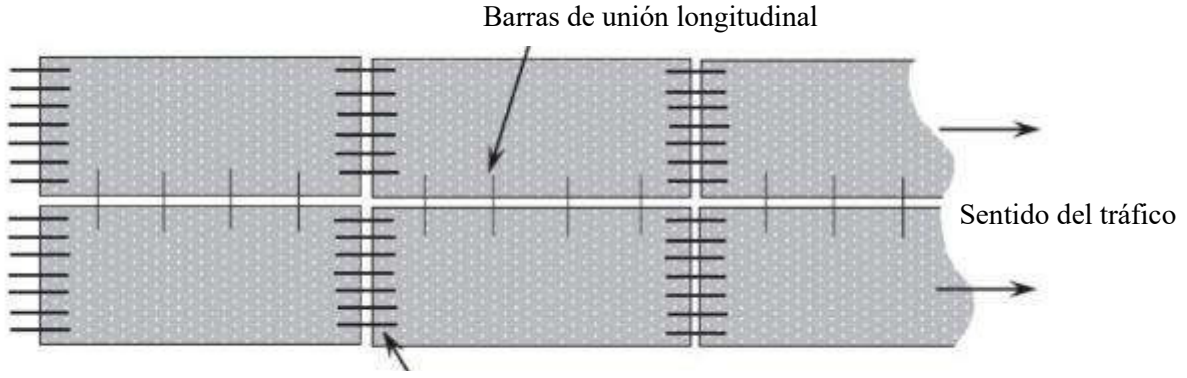
Los pavimentos rígidos son preferidos sobre los flexibles en casos de una sub rasante con baja capacidad de soporte y cargas pesadas, así mismo, han sido reconocidos como un

sistema clave dentro de las infraestructuras viales debido a sus numerosas ventajas sobre los pavimentos flexibles, al punto de que actualmente son preferidos por ser más económicos, amigables con el medio ambiente y por tener un ciclo de vida más prolongado (Aboelhassan et al., 2026).

En este tipo de pavimentos, la losa puede apoyarse directamente sobre la sub rasante cuando esta posee adecuada capacidad de soporte o cuando el tránsito es de baja intensidad, mientras que en aquellos casos donde se requiera mayor estabilidad, se suele incorporar una capa de sub base conformada por materiales granulares, concreto pobre o mezclas estabilizadas con cemento Portland, que además, facilitan el drenaje y sirven como base de nivelación durante la construcción (Castro-Vásquez et al., 2020). Asi mismo, otra particularidad del pavimento rígido es la división de losas a través de juntas, por lo cual, una práctica común contemplada en distintos métodos de diseño es la de incluir pasadores para transferir parte de la carga aplicada hacia la losa adyacente, lo cual reduce significativamente las tensiones y deflexiones, minimizando a su vez el escalonamiento (diferencia de elevación entre las losas) y la expulsión de material de la sub rasante o sub base a través de las juntas y a lo largo de los bordes del pavimento (Islam y Tarefder, 2020), como se muestra en la figura 2.

Figura 2

Barras de transferencia en losas de pavimento rígido



Nota. Adaptado de *Pavement design. Materials, analysis, and highways* (p. 24), por Islam y Tarefder, 2020.

En contraste con los pavimentos flexibles, estudios comparativos que analizan las diferencias en cuanto a costos y vida útil revelan que los pavimentos flexibles suelen implicar mayores costos a largo plazo dado que suelen requerir intervenciones estructurales cada 5 años en promedio, mientras que los rígidos poseen una vida útil extendida, requiriendo una menor frecuencia de mantenimientos, incluso con intervalos de una década, optimizando así la inversión inicial (Murga Tirado et al., 2023). Cabe destacar que, aunque el costo de construcción de un pavimento flexible puede resultar en un ahorro de hasta un 35% en comparación a uno de tipo rígido, el pavimento flexible implica un mayor costo operacional debido a las rutinas de mantenimiento necesarias para garantizar la calidad del servicio, por lo cual, el pavimento rígido ofrece potencialmente mayores ventajas a largo plazo (Chamaidán, 2022).

Para el diseño de pavimentos rígidos se han desarrollado diversos métodos, entre los que destacan enfoques predominantemente teóricos basados en esquemas de cálculo por elementos finitos, como el método de diagramas Westergaard/Ioannides, y métodos semiempíricos que integran relaciones teóricas con resultados experimentales, como el método AASHTO, entre otros, sin embargo, debido a las particularidades de cada zona, como las condiciones ambientales, el tipo de tránsito o las características de la capa base, el diseño de la estructura vial es variable (Murga Tirado et al., 2023).

2.1.2 Método AASHTO 93

La Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras y Transportes Estatales (AASHTO, s.f.) es una asociación de los Estados Unidos dedicada a la asistencia técnica y a la elaboración de normas relacionadas al transporte. Por su parte, la Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos, también conocida como guía del método AASHTO, se desarrolló a partir de datos de desempeño de campo recopilados durante el proyecto de pruebas viales realizadas entre 1956 y 1960 en Illinois, Estados Unidos, donde dicho proyecto se centró

en el desempeño de estructuras de pavimentos de espesor conocido sometidas a cargas móviles de magnitud y frecuencia determinadas.

Los resultados de las pruebas se utilizaron para desarrollar ecuaciones de regresión destinadas a una guía de diseño de pavimentos, publicadas por primera vez en 1961, con actualizaciones en 1972, 1986 y 1993. De este modo, la versión de 1993 ha estado en uso generalizado en todo el mundo, incluso cuando se cuenta con versiones actualizadas, como la aparición del diseño de pavimentos AASHTOWare en 2008. Entre tanto, la filosofía de diseño del método AASHTO 93 es la de limitar el esfuerzo vertical en la sub rasante dentro de un límite tolerable (Islam y Tarefder, 2020). Bajo este enfoque, el espesor de la losa de concreto se determina con la expresión que se muestra en la figura 3.

Figura 3

Ecuación para cálculo de espesor de losa en pavimento rígido por el método AASHTO 93

$$logW_{18} = Z_R S_0 + 7.35\log(D+1) - 0.06 + \frac{\log\left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right]}{1+\frac{1.624x10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22-0.32p_t)log\left[\frac{S_c C_d[D^{0.75}-1.132]}{215.63J\left[D^{0.75}-\frac{18.42}{\left(\frac{Ec}{k}\right)^{0.25}}\right]}\right]$$

Nota. Adaptado de *Pavement Design Materials, Analysis, and Highways*, por Islam y Tarefder, 2020.

Donde (Islam y Tarefder, 2020):

- Espesor de la losa (D): variable principal de diseño, que equilibra las condiciones de tráfico, materiales de construcción y la subrasante.
- Número de Ejes Equivalentes (W18): representa el número acumulado de ejes equivalentes de 18 kips (8.16 toneladas) que se prevé actuarán sobre el pavimento durante su vida útil.
- Desviación estándar normal (ZR): corresponde al valor estadístico asociado al nivel de confiabilidad deseado en el diseño, donde un ZR más negativo implica mayor confiabilidad.

- Desviación estándar de las variables (S_0): refleja la variabilidad combinada en las predicciones de tráfico, materiales y comportamiento estructural. Un coeficiente alto aumenta la incertidumbre, requiriendo diseños más conservadores.
- Pérdida de serviciabilidad (ΔPSI): indica la diferencia entre la serviciabilidad inicial y la final (Pt). Cuantifica la degradación aceptable del pavimento antes de necesitar rehabilitación.
- Serviciabilidad final (Pt): valor mínimo de serviciabilidad que se tolera antes de proceder a una intervención de rehabilitación.
- Módulo de rotura del concreto (MR): señala la resistencia a la flexión del concreto.
- Coeficiente de transferencia de carga (J): evalúa la eficiencia en la transferencia de carga entre losas.
- Coeficiente de drenaje (Cd): factor que ajusta el diseño según la calidad del drenaje y el tiempo de evacuación de agua.
- Módulo de elasticidad del concreto (Ec): indicador de la rigidez del concreto que relaciona el esfuerzo y la deformación del material, y como tal, incide en la distribución de tensiones y la deformación del elemento de concreto.
- Módulo de reacción del suelo (K): señala la capacidad para soportar cargas

Por otro lado, de acuerdo al Manual de Carreteras, en la sección de pavimentos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014), el pavimento rígido diseñado por el método AASHTO debe tener como mínimo un espesor de 150 mm, y así mismo, una sub base granular mínima de 150 mm.

2.1.3 Método TCP de geometría optimizada

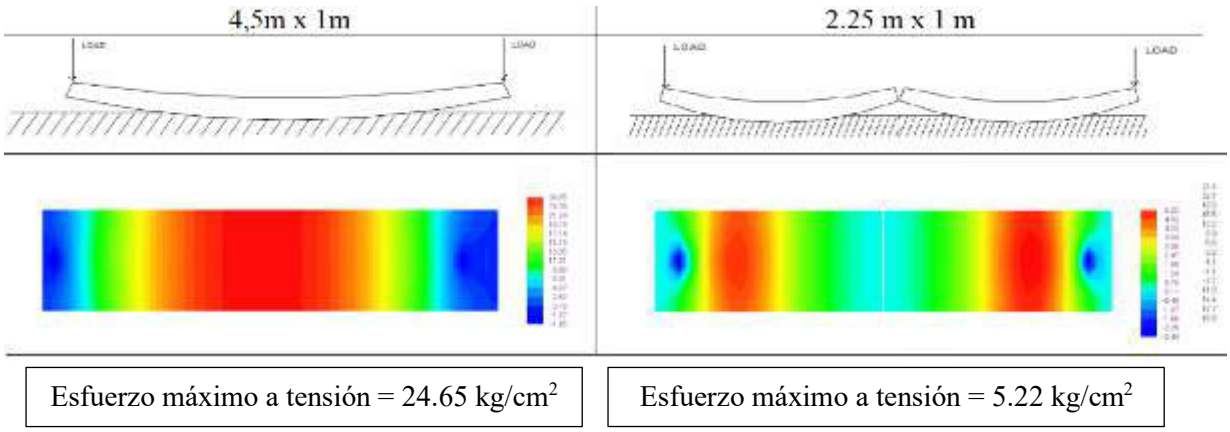
Este método fue desarrollado por la empresa TCPavements, en Chile, como resultado de años de investigación y ensayos en los que integraron principios de mecánica y análisis estructural junto con validaciones empíricas, presentado además como parte de las

investigaciones publicadas por el ingeniero Juan Pablo Covarrubias (TCPavements, s.f.). En este sentido, dicho método de diseño fue descrito como innovador al optimizar el espaciado de las juntas en función de la geometría de los camiones, analizando cómo los vehículos cargan las losas, y entonces, dimensionando su tamaño para que solo un juego de ruedas interactúe con cada losa en un instante determinado, con lo cual, se reducen las tensiones generadas por las cargas y minimiza el alabeo, factores que permiten diseñar losas más delgadas sin comprometer su desempeño estructural y con hasta 10 cm de espesor menos que con los enfoques tradicionales (Covarrubias Torres y Covarrubias Vidal, 2008).

Estructuralmente, se basa en el hecho de que cuando un camión aplica carga simultánea con sus cuatro conjuntos de ruedas, se inducen esfuerzos de tracción en la superficie, además, considera que la curvatura cóncava generada por gradientes térmicos durante la construcción provoca el levantamiento de las esquinas de las losas, acelerando el deterioro y reduciendo la vida útil del pavimento. En este sentido, la innovación de este método radica en dimensionar las losas de modo que solo un conjunto de ruedas interactúe con cada losa en un momento dado, minimizando así la magnitud de las tensiones internas (TCPavements, s.f.). Esto se muestra conceptualmente en la figura 4, donde, al aplicar la misma carga, se obtienen distintas tensiones máximas al variar únicamente la geometría.

Figura 4

Disminución de esfuerzos con losas de tamaño optimizado



Nota. La figura muestra los esfuerzos desarrollados en dos secciones de pavimento rígido con 20 cm de espesor y diferente geometría en planta. Adaptado de *"TCP Design" for Thin Concrete Pavement* (p. 909), por Covarrubias Torres y Covarrubias Vidal, 2008.

Al evitar la carga múltiple en la misma losa, se reduce significativamente las tensiones y el agrietamiento, incrementándose la capacidad de soporte por eje. El método combinó el análisis por ecuaciones de agotamiento con simulaciones numéricas mediante elementos finitos en el software ISLAB2000, lo que permitió modelar las respuestas estructurales bajo cargas reales y efectos ambientales. Como enfoque mecanicista-empírico, el procedimiento ha sido ajustado mediante tramos experimentales instrumentados, estableciendo constantes de calibración precisas, todo lo cual interviene en el procedimiento de diseño (TCPavements, s.f.).

De esta manera, dicho método evalúa el daño por fatiga en puntos críticos de la losa, considerando factores como propiedades del suelo, deformaciones térmicas, tráfico proyectado y condiciones de drenaje, para definir un espesor óptimo. Adicionalmente, el modelo analiza tensiones, verifica el comportamiento en juntas transversales sin barras de transferencia y el agrietamiento en esquinas, garantizando un equilibrio entre durabilidad y eficiencia constructiva (TCPavements, s.f.).

Los factores que intervienen en el diseño del pavimento por este método son:

- Número de Ejes Equivalentes (W18): representa el número acumulado de ejes equivalentes que se prevé durante la vida útil del pavimento (Hospinal Santillan, 2023).

- Periodo de diseño: Es el intervalo de tiempo medido en años para el cual el pavimento debe mantener su funcionalidad sin rehabilitación mayor (Hospinal Santillan, 2023).
- Largo de la losa: se refiere a la dimensión de las losas de concreto, lo cual afecta las tensiones, el alabeo y frecuencia de las juntas (De la Cruz, 2022)
- Tipo de borde: condición de apoyo lateral de la losa, pudiendo ser de tipo libre, con berma, adyacente a otra losa (TCPavements, s.f.).
- Barras de transferencia de cargas: elementos metálicos en juntas para transmitir cargas entre losas adyacentes, reduciendo deflexiones y escalonamiento (Islam y Tarefder, 2020).
- Índice de Regularidad Internacional (IRI): parámetro estandarizado que cuantifica la rugosidad superficial de un pavimento, calculado como la suma acumulada de los desplazamientos verticales que experimenta la suspensión de un vehículo al recorrer una distancia específica; valores altos de este indicador, expresados en m/km, indican superficies irregulares, asociadas a mayor incomodidad para los usuarios y deterioro prematuro de la estructura (Oblitas Gastelo et al., 2021).
- Porcentaje de losas agrietadas: parámetro que refleja la aparición de fallas por fatiga del concreto en la superficie, sobrecargas o deficiencias en materiales o construcción (TCPavements, s.f.).
- Módulo de reacción del suelo (K): señala la capacidad para soportar cargas (TCPavements, s.f.).
- Escalonamiento promedio: este parámetro cuantifica la diferencia vertical promedio en juntas transversales, causada por erosión de la sub base o falta de transferencia de carga adecuada entre las losas; el escalonamiento incide directamente en el IRI y el confort del conductor (Hospinal Santillan, 2023).

Cabe señalar que no todos los parámetros listados fueron aplicados en la presente investigación, dado que el análisis de tensiones se realizó mediante el software EverFe, cuyo modelo de elementos finitos requiere únicamente los parámetros geométricos, mecánicos y de carga, como se describe en la sección de metodología.

2.1.4 Análisis estructural por elementos finitos

El método de elementos finitos (FEM, por sus siglas en inglés) constituye la herramienta numérica predominante para el análisis estructural moderno. Según Oditallah et al. (2025), el FEM permite resolver ecuaciones diferenciales parciales a través de dimensiones espaciales con alta precisión, superando las limitaciones de los métodos analíticos tradicionales que no pueden representar realísticamente condiciones de carga complejas, condiciones de contorno mixtas y geometrías arbitrarias.

El FEM se basa en una discretización numérica que permite resolver ecuaciones diferenciales parciales gobernantes del comportamiento mecánico de sólidos deformables mediante su transformación en sistemas de ecuaciones algebraicas lineales o no lineales. Se fundamenta en la subdivisión del dominio continuo en un número finito de subdominios o elementos interconectados en nodos, donde las funciones de forma interpolan el campo de desplazamientos desconocidos hasta hallar una respuesta que satisface las condiones de equilibro (Duan et al., 2025).

En el contexto de los pavimentos, la versatilidad del método permite implementar modelos constitutivos que van desde el comportamiento elástico lineal hasta modelos no lineales que consideran la plasticidad, daño y dependencia de la carga del historial de deformaciones (Kashif et al., 2024). El FEM se ha constituido como una herramienta fundamental en la evaluación mecanicista del comportamiento de pavimentos rígidos, permitiendo superar las limitaciones de los métodos empíricos tradicionales como AASHTO 93, dado que permite analizar de manera comprehensiva las distribuciones de esfuerzos y

deformaciones tanto en la carpeta de concreto como en las capas subyacentes, considerando la interacción compleja entre carga vehicular, efectos térmicos y condiciones de borde (Serin et al., 2021).

La aplicación del MEF en pavimentos rígidos se fundamenta en la teoría de sistemas multicapa, extendida mediante la capacidad de modelar comportamientos lineales y no lineales en dos y tres dimensiones, así como análisis dinámicos y estáticos que consideran la no linealidad de materiales y la interacción suelo-estructura (Serin et al., 2021).

El análisis de pavimentos rígidos por elementos finitos puede realizarse mediante diversos programas especializados, que se clasifican generalmente en plataformas de propósito general y software específico para pavimentos. Entre los programas de uso general, ANSYS, ABAQUS y ADINA han sido ampliamente empleados en investigaciones por su capacidad para modelar no linealidades geométricas y materiales, acoplamiento termo-mecánico, y análisis tridimensionales detallados de juntas y refuerzo (Kashif et al., 2024). Por su parte, el programa EverFE desarrollado por la Universidad de Washington ha emergido como la herramienta especializada de referencia. EverFE2.26 constituye una herramienta basada en el método de elementos finitos utilizada para modelar pavimentos rígidos y analizar los esfuerzos desarrollados en las losas bajo diferentes condiciones de carga, espesor, soporte y temperatura (Das y Pal, 2025).

La capacidad de analisis por el método de elementos finitos, junto con las capacidades de software como EverFe se hacen relevantes en la investigación para poder comparar metodologías de diseño como AASHTO 93 contra enfoques mecanicistas que emplean losas cortas, donde la geometría optimizada requiere análisis estructurales más refinados.

2.1.5 Marco normativo

- Manual de carreteras - Suelos, geología, geotecnia y pavimentos: establece los lineamientos a considerar en el diseño de un pavimento rígido por el método AASHTO en el Perú (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)
- Manual de Carreteras—Diseño Geométrico DG 2018: guía que establece consideraciones que deben cumplirse en el Perú sobre la geometría de la vialidad en función del tránsito proyectado durante la vida útil del pavimento (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).
- Manual de Carreteras de la Dirección de Vialidad de Chile: documento técnico del cual se adoptaron los criterios establecidos en el diseño y construcción de pavimentos TCP en dicho país, donde el método fue desarrollado y normalizado (Ministerio de Obras Públicas, 2020).

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

En función de su propósito, la investigación es de tipo aplicada, ya que emplea métodos de diseño de pavimentos rígidos existentes para evaluar técnica y económicamente una vía urbana real, con el fin de orientar la toma de decisiones en proyectos de infraestructura vial en contextos similares (Arias et al., 2022). En este caso, el presente trabajo proporciona un análisis de la eficiencia del diseño de pavimentos rígidos mediante el método de losas cortas TCP en comparación al método AASHTO 93, el cual actualmente se considera como el método tradicional más utilizado a nivel mundial en proyectos de ingeniería vial.

En relación a su alcance, fue de tipo descriptivo y comparativo, ya que procedió mediante la medición de indicadores obtenidos por dos métodos distintos, es decir, con el propósito de medir un mismo parámetro para luego contrastarlos entre ellos (Hadi et al., 2023). De esta manera, se procedió a diseñar un pavimento rígido por los métodos señalados anteriormente, TCP y AASHTO 93, a fin de comparar los resultados obtenidos y emitir un juicio de valor sobre la su idoneidad y ventajas de uno sobre otro.

En cuanto al diseño de la investigación, fue no experimental, ya que no se intervino ni alteró el entorno real de la vía estudiada, observando el comportamiento de los fenómenos en su estado natural bajo condiciones normativas estandarizadas (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023). En el presente caso, si bien el proceso de diseño implicó la iteración de parámetros como las dimensiones de la losa para alcanzar una solución óptima, esto corresponde al procedimiento propio de cada método y no a una manipulación del entorno de comparación. Ambos métodos fueron evaluados bajo los mismos valores de entrada e igualdad de condiciones, en un entorno analítico teórico basado en parámetros predefinidos.

Respecto al enfoque asumido, este fue cuantitativo, lo cual implicó la recolección y análisis sistemático de datos numéricos (Ruiz Huaraz y Valenzuela Ramos, 2022). En el presente caso, el enfoque cuantitativo permitió cuantificar y comparar de manera objetiva los indicadores obtenidos por cada método, tales como espesores, tensiones, costos y tiempos, para dar respuesta a los objetivos de la investigación y contrastar las hipótesis planteadas.

3.2 Ámbito temporal y espacial

Temporalmente, la investigación fue realizada durante el año 2025. En cuanto a la ubicación espacial, fue realizada en la ciudad de Lima, Perú, en el Jr. Alfonso Ugarte, Villa María del Triunfo.

3.3 Variables

- Variable independiente: método de diseño. Se refiere a los enfoques teóricos utilizados para realizar el cálculo estructural del pavimento aplicando criterios de ingeniería (Murga Tirado et al., 2023). En este caso, se tendrá como dimensiones a los métodos a comparar, el método de losas cortas TCP y el método AASHTO 93.
- Variable dependiente: desempeño técnico-económico del pavimento rígido. Se refiere a los resultados obtenidos del diseño estructural del pavimento en función del método aplicado, evaluados en términos geométricos, estructurales y económicos (Castro-Vásquez et al., 2020). Como dimensiones de la variable se analizarán los parámetros geométricos (dimensiones de la losa de concreto), estructurales (tensiones máximas desarrolladas en la losa de concreto) y económicos (costo y tiempo estimado de construcción) del pavimento diseñado.

  La operacionalización de variables se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Método de diseño	Enfoques teóricos utilizados para realizar el cálculo estructural aplicando criterios de ingeniería (Murga Tirado et al., 2023).	Se emplearán dos métodos distintos de diseño, el método de losas cortas TCP en comparación al método AASHTO 93, para luego comparar los resultados obtenidos	Método de losas cortas TCP	Número de Ejes Equivalentes (W18)	N°
				Periodo de diseño	Años
				Largo de la losa	M
				Tipo de borde	Libre/No libre
				Barras de transferencia de cargas	Si/No
				Índice de Regularidad Internacional (IRI)	m/Km
				Porcentaje de losas agrietadas	%
				Módulo de reacción de la subrasante (K)	$lb/pulg^2$
				Escalonamiento promedio	mm
			Método AASHTO 93	Número de Ejes Equivalentes (W18)	N°
				Desviación estándar normal (ZR)	Adimensional
				Desviación estándar de las variables (S_0)	Adimensional
				Pérdida de servicialidad (ΔPSI)	Adimensional
				Servicialidad final (Pt)	Adimensional
				Módulo de rotura del concreto (MR)	$lb/pulg^2$
				Coeficiente de transferencia de carga (J)	Adimensional
				Coeficiente de drenaje (Cd)	Adimensional
				Módulo de elasticidad del concreto (Ec)	$lb/pulg^2$
				Módulo de reacción de la subrasante (K)	$lb/pulg^2$

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable dependiente: desempeño técnico-económico del pavimento rígido	Elemento estructural constituido por una losa de concreto con rigidez suficiente para distribuir las cargas verticales de manera eficiente sobre el suelo de soporte (Castro-Vásquez et al., 2020)	Se operacionaliza en función de la geometría obtenida en el diseño del pavimento, los esfuerzos resultantes y el costo estimado para la construcción	Parámetros geométricos del pavimento	Dimensiones en planta de la losa	m
				Espesor de la losa	cm
			Parámetros estructurales del pavimento	Esfuerzos de tensión en la superficie de la losa	Kg/cm^2
			Parámetros económicos del pavimento	Costo de construcción del pavimento	Sol/m^2
				Tiempo requerido para la construcción del pavimento	Días

3.4 Población y muestra

La población de una investigación hace mención a los elementos o personas que son objeto de estudio, y por lo tanto, comparten características en común que son de interés para el investigador (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023). En el presente caso, la población fue el Jr. Alfonso Ugarte, Villa María del Triunfo, ubicada en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima, con una longitud de 1130 metros.

En relación a la muestra, esta representa una porción de la población de la que se toman los datos a emplear en un estudio (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023). Partiendo de esta definición, y considerando los fines de la investigación, la muestra consistió en la totalidad de la población, es decir, los 1130 metros del Jr. Alfonso Ugarte. Dado a que la muestra coincide con la totalidad de la población, corresponde con un muestreo de tipo censal. Este escenario operó como unidad de análisis comparativo, manteniéndose constantes las condiciones de terreno y características de los materiales, lo que permitió evaluar cómo responden ambos métodos de diseño (AASHTO 93 y TCP) en cuanto a espesores, esfuerzos, costos y tiempos constructivos.

3.5 Instrumentos

Los instrumentos de investigación son herramientas que permiten recolectar información de interés de forma sistemática y estructurada para que posteriormente son analizadas, y que se confeccionan de acuerdo a las técnicas de investigación a emplear (Arias et al., 2022). En el presente caso, se empleó como técnica la observación indirecta o documental, la cual permite obtener información de interés a partir de reportes, guías y otros registros preexistentes, que permitió el uso de coeficientes y valores técnicos asociados a los métodos de diseño. Así mismo, se empleó la observación directa, con ella obtener valores de tránsito en la vialidad de estudio.

De esta manera, se utilizó una ficha de registro documental (Anexo B.1), el cual es un instrumento que permite recolectar la información por medio de fichas diseñadas para los fines expresos de la investigación (Medina et al., 2023). De esta manera, la ficha de registro permitió asentar de manera estructurada la información utilizada para el diseño del pavimento, y así mismo, sobre los resultados obtenidos. Por su parte, en el anexo B.2 se muestra la ficha a emplear para la recolección de información relativa al conteo de tránsito vehicular.

La validez de los instrumentos fue contrastada por el juicio de expertos, quienes juzgan la idoneidad de los instrumentos para medir lo que se pretende medir, así mismo, sobre la claridad y consistencia de su estructura de acuerdo a los fines de la investigación, mientras que la confiabilidad estuvo en función de los procedimientos empleados en el diseño de los pavimentos, de acuerdo a las directrices de cada método, AASHTO 93 y TCP, además de ser mediada por el uso de las herramientas digitales como software de modelación empleadas para la realización de los cálculos (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023).

3.6 Procedimientos

El procedimiento de la investigación se desarrolló en etapas secuenciales y lógicas para dar cumplimiento a los objetivos planteados, tal como se detalla a continuación.

Etapa 1: Recolección de datos y parámetros de diseño. Se inició con el trabajo de campo mediante observación directa, realizando el conteo vehicular clasificado durante 7 días continuos en la vía de estudio para determinar el Número de Ejes Equivalentes (ESAL), proyectando el pavimento para un horizonte de diseño de 30 años. Paralelamente, mediante revisión documental, se establecieron los parámetros geotécnicos (CBR) y normativos necesarios para definir los coeficientes de entrada requeridos por el método AASHTO 93, tales como confiabilidad, desviación estándar y serviciabilidad, así como los criterios geométricos del método TCP. Los parámetros y procedimientos de diseño del pavimento TCP se determinaron siguiendo los lineamientos del Manual de Carreteras de la Dirección de Vialidad

de Chile (Ministerio de Obras Públicas, 2020), dado que constituye el marco normativo vigente del método en su país de origen.

Etapa 2: Diseño estructural del pavimento. Con los datos procesados, se procedió al dimensionamiento del espesor de la losa. Para el método AASHTO 93, se aplicó la ecuación empírica de diseño conforme al Manual de Carreteras, obteniendo el espesor y dimensiones de losa convencional. Para el método TCP, se aplicaron los principios de geometría optimizada, es decir, losas de dimensiones reducidas, según la normativa de referencia, proponiendo un espesor optimizado.

Etapa 3: Modelación y verificación estructural mediante EverFe. Se crearon modelos tridimensionales de ambos diseños en el software de elementos finitos EverFe. La simulación se enfocó en el comportamiento mecanicista de las losas, evaluando los esfuerzos de tensión en la fibra superior de la losa bajo condiciones críticas de carga en posición de borde y esquina. Los esfuerzos evaluados corresponden a los esfuerzos de tracción por flexión generados en la fibra superior de la losa, es decir, en su cara superficial, como resultado del efecto de planchado bajo carga vehicular.

Para ello, se emplearon exclusivamente los parámetros físicos fundamentales requeridos por el modelo: geometría de losa, módulo de elasticidad del concreto, coeficiente de Poisson, módulo de reacción del suelo y condiciones de carga. Parámetros como el IRI, el porcentaje de losas agrietadas o el escalonamiento promedio no fueron variables de entrada en este análisis, dado que corresponden a criterios de desempeño funcional y no a parámetros del modelo mecanicista de elementos finitos. Este enfoque es consistente con la filosofía del método TCP, cuya premisa es de naturaleza física, según el cual, al reducir las dimensiones de la losa, se reduce el brazo de palanca y el alabeo, disminuyendo así las tensiones.

Etapa 4: Análisis económico y temporal. Se elaboraron los análisis de costos unitarios y presupuestos utilizando el software S10, considerando las partidas incidentes como concreto,

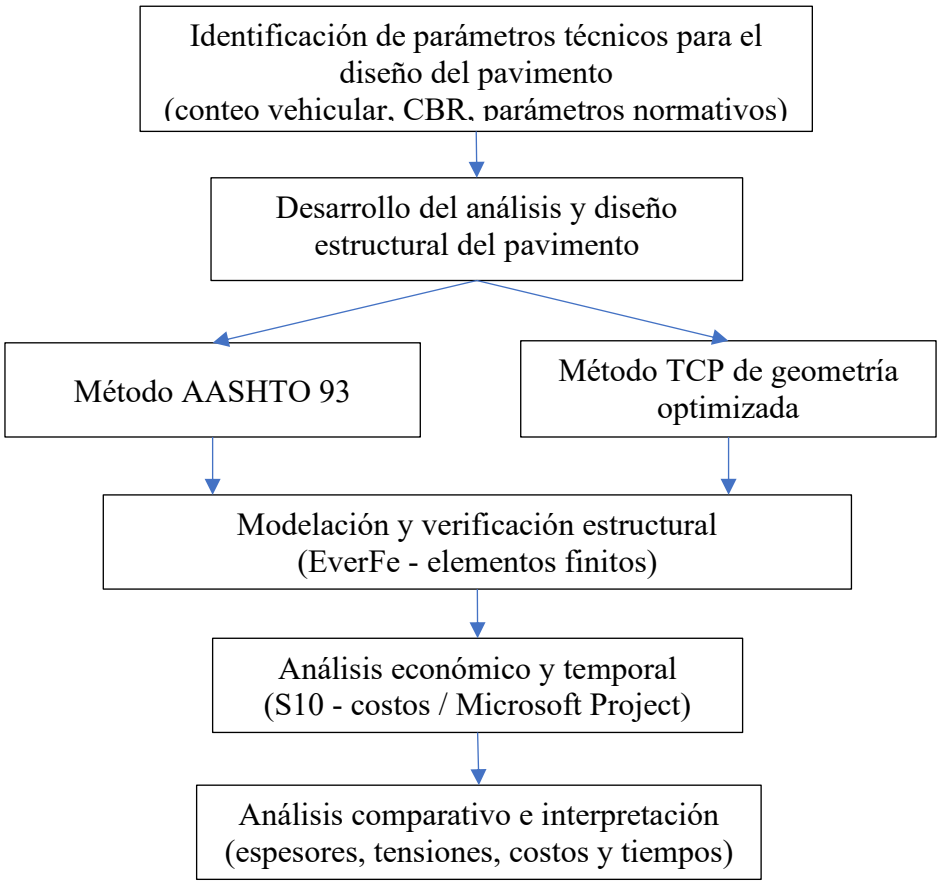
juntas y subbase. Asimismo, se realizó la programación de obra mediante Microsoft Project para determinar los tiempos de ejecución, considerando los rendimientos de cuadrilla para las actividades de encofrado, vaciado, corte y sellado de juntas.

Etapa 5: Análisis comparativo e interpretación. Finalmente, se contrastaron los indicadores obtenidos entre ambos métodos: espesores, tensiones, costo directo y tiempo de ejecución. Los hallazgos se discutieron frente a los antecedentes y el marco teórico, permitiendo identificar la eficiencia de cada metodología en el contexto urbano de bajo nivel de tránsito analizado.

En base a lo anterior, la investigación se llevó a cabo siguiendo los pasos mostrados en el diagrama de la figura 5.

Figura 5

Diagrama del proceso de investigación



3.7 Análisis de datos

En función de la información a emplear en la investigación, se utilizó la estadística descriptiva para procesar los resultados obtenidos por ambos métodos de diseño. Los datos fueron organizados en una base de datos en el programa Excel, donde se codificaron los valores de las variables e indicadores empleados, entre ellas, el espesor de la losa de concreto, las dimensiones de la losa y la separación de juntas, el espesor de la base, los esfuerzos máximos de tensión en la superficie de la losa, costos y tiempo estimado de construcción de una vialidad con cada tipo de pavimento diseñado, todo lo cual permitió elaborar tablas de resumen que contrastaran los valores obtenidos mediante el método AASHTO 93 y el de losas cortas TCP.

Adicionalmente, se generaron gráficos comparativos para visualizar las diferencias en los esfuerzos máximos obtenidos en cada sección de pavimento diseñado, lo cual facilitará la identificación de tendencias similares y discrepancias entre los resultados, tras lo cual se elaboraron las conclusiones de la investigación.

Cabe precisar que la presente investigación estudia el método de losas cortas (TCP) como solución estructural basada en principios mecánicos, no como una evaluación del software Optipave2 ni de todos los parámetros que su guía de diseño establece. La premisa fundamental del TCP es de naturaleza física, es decir, que al reducir las dimensiones de la losa, se reduce el brazo de palanca y el efecto de alabeo, lo que se traduce en menores tensiones. Para verificar esta premisa, no se requiere obligatoriamente un software comercial especifico ni seguir la metodología de manera completa, sino un software de elementos finitos validado académicamente. En ello, EverFe es el estándar en investigación académica para pavimentos rígidos y permite modelar con precisión la respuesta estructural de la losa a partir de sus parámetros esenciales, la geometría, la carga, módulo de elasticidad del concreto, coeficiente de Poisson y reacción del suelo. Adicionalmente, dado que el método TCP fue desarrollado y normalizado en Chile, se adoptaron los criterios de diseño y recomendaciones constructivas de

la Dirección de Vialidad de Chile, los cuales fueron verificados mecánicamente mediante EverFe en el presente estudio.

3.8 Consideraciones éticas

La presente investigación fue desarrollada bajo un estricto compromiso con los principios éticos que rigen la producción del conocimiento científico en ingeniería civil. Los resultados obtenidos mediante el software EverFe, el programa S10 y Microsoft Project fueron consignados de manera fiel, sin alteraciones ni omisiones que pudieran distorsionar la comparación entre los métodos evaluados, garantizando que las conclusiones respondan efectivamente a los datos obtenidos y no a interpretaciones sesgadas. Del mismo modo, todos los antecedentes, marcos normativos y fundamentos teóricos incorporados en el estudio fueron debidamente citados y referenciados conforme a las normas APA vigentes, reconociendo el aporte de los autores consultados y el origen de los instrumentos y software especializados empleados.

En cuanto a la recolección de datos en campo, el conteo vehicular clasificado realizado durante siete días continuos en el Jr. Alfonso Ugarte se efectuó mediante observación directa en el espacio público, sin intervenir ni afectar a las personas que transitaban por la vía. Al no involucrar la participación directa de seres humanos como sujetos de estudio, no se requirió la aplicación de protocolos de consentimiento informado; sin embargo, la información recopilada fue utilizada exclusivamente con fines técnicos propios de la investigación, descartando cualquier uso que pudiera comprometer la privacidad de los ciudadanos o vulnerar sus derechos.

Finalmente, la investigación no presenta conflictos de interés de ninguna naturaleza, dado que el análisis comparativo entre el método AASHTO 93 y el método TCP fue conducido bajo condiciones de igualdad técnica, evaluando ambas metodologías a partir de los mismos parámetros de entrada, sin favorecer a priori ninguno de los dos enfoques ni a entidad alguna.

En coherencia con el principio de responsabilidad social de la ingeniería, los hallazgos del estudio contribuyen a identificar alternativas de diseño que optimicen el uso de recursos y ofrezcan un mejor desempeño estructural en beneficio de las comunidades urbanas del país.

IV. RESULTADOS

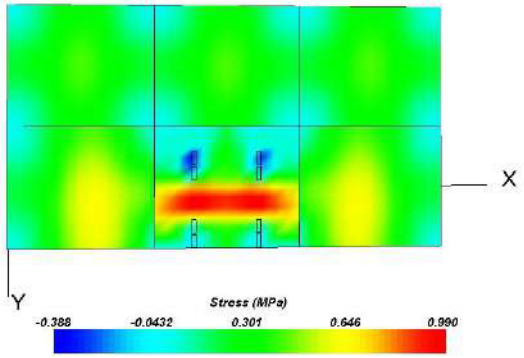
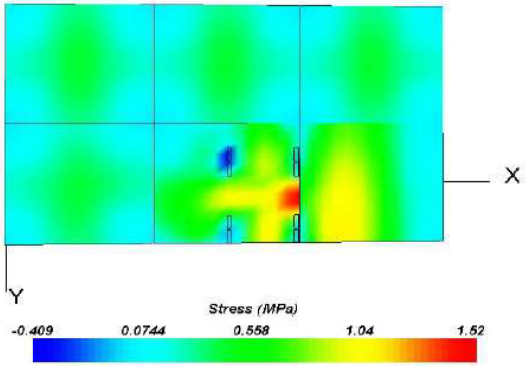
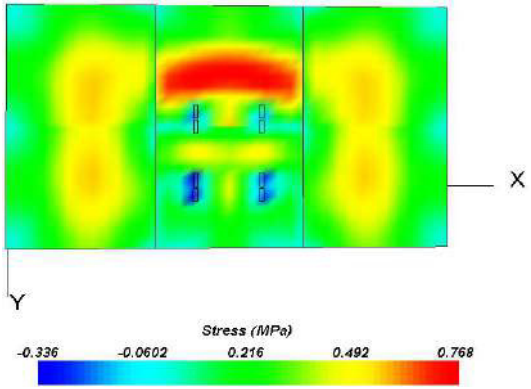
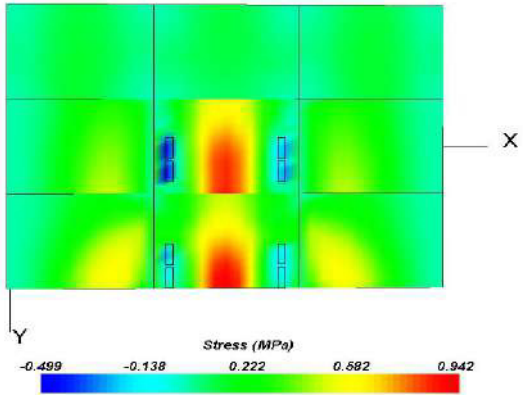
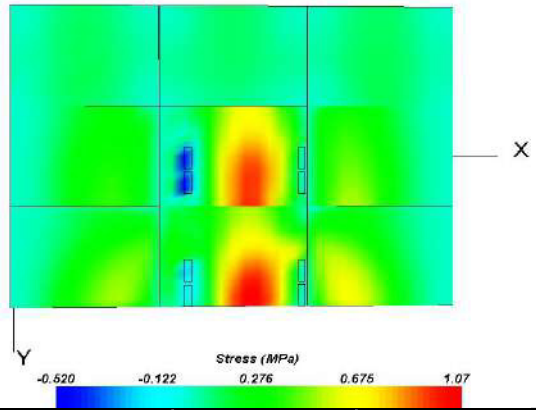
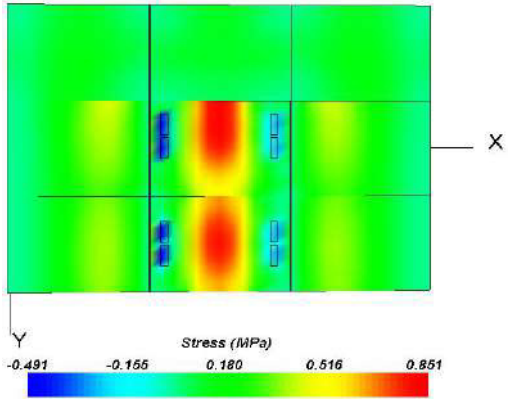
En este capítulo se presentan los resultados de la evaluación realizada sobre una losa de pavimento rígido diseñada según las condiciones de suelo y tráfico de la zona de estudio (ver anexo D.1), presentando resultados de aplicar el método de diseño AASHTO 93 y el de losas cortas TCP. Considerando las mismas condiciones de tránsito, subrasante, materiales y cargas de diseño, se procuró que las diferencias observadas respondan exclusivamente al enfoque propio de cada método de diseño.

4.1 Comparación de esfuerzos a tensión del pavimento según método de diseño

Los esfuerzos a tensión obtenidos mediante el método AASHTO 93 difieren de aquellos obtenidos por el método TCP, como muestra la figura 6. Estos resultados en el programa EverFe, evidencian variaciones en la magnitud de las tensiones desarrolladas en la losa de concreto según la posición del eje de carga. Las dimensiones de las losas fueron establecidas conforme a criterios técnicos específicos de cada metodología: para el método AASHTO 93, se adoptó una losa de 3.00 x 2.70 metros en función del ancho de calzada disponible en el Jr. Alfonso Ugarte y las recomendaciones de la guía de diseño para vías urbanas de bajo volumen de tránsito; para el método TCP, se configuró una losa de 1.80 x 1.35 metros, dimensionada según la filosofía de losas cortas que busca no cargar la losa con más de un set de ruedas, logrando evitar el efecto planchado y reducir los esfuerzos por alabeo. Ambas losas se modelaron con 19.50 cm de espesor para establecer una condición inicial comparable de igualdad de propiedades estructurales, previo al análisis iterativo de espesores óptimos.

Figura 6

Distribución de esfuerzos a tensión en las losas según método de diseño

MÉTODO	POSICIÓN DE EJE TANDEM: BORDE CENTRADO	POSICIÓN DE EJE TANDEM: BORDE/ESQUINA	POSICIÓN DE EJE TANDEM: EN CENTRO DE LOSA
AASHTO			
TCP			

Nota. Resultados obtenidos en el programa EverFe

La configuración de carga seleccionada corresponde a un eje tándem de ruedas dobles representativo del vehículo de mayor peso registrado en el estudio de tránsito realizado durante 7 días en la vía (ver Anexo D.1). Esta selección obedece al principio de diseño de pavimentos rígidos, que exige considerar la carga más desfavorable que circulará de manera recurrente durante el período de diseño, dado que los esfuerzos máximos y la fatiga del concreto están directamente relacionados con la magnitud y la posición de las cargas vehiculares.

Se evaluaron tres posiciones críticas del eje tándem: borde centrado, borde/esquina y centro de losa, seleccionadas porque representan las condiciones de borde libre y condición interior que generan los esfuerzos más desfavorables en pavimentos rígidos, según la teoría de placas sobre fundación elástica. La posición borde/esquina resulta particularmente crítica en losas de mayor tamaño (AASHTO 93) debido a la reducida transferencia de cargas en los bordes libres dado el mayor levantamiento de las esquinas/bordes producto de los alabeos cóncavos, mientras que en losas TCP la geometría optimizada reduce este efecto al acortar la dimensión de la losa, lo que reduce la posibilidad de levantamiento de esquinas/bordes, menorando los esfuerzos en la losa.

En base a estos resultados, la Tabla 2 muestra la comparativa de los resultados de tensión obtenidos.

Tabla 2

Comparación de esfuerzos a tensión del pavimento según método de diseño

Posición de eje tándem	Método AASHTO	Método TCP	Variación
Borde centrado	0.99 MPa	0.942 MPa	-4.85%
Borde/esquina	1.52 MPa	1.07 MPa	-29.61%
En centro de losa	0.768 MPa	0.851 MPa	10.81%

Nota. Resultados obtenidos en EverFe para una losa de 19.5 cm de espesor.

En base a estos resultados, la Tabla 2 muestra que los esfuerzos varían dependiendo de la ubicación crítica evaluada. Cuando el eje tándem se posiciona en el borde centrado de la

losa, el método AASHTO 93 genera un esfuerzo de 0.99 MPa, mientras que el método TCP produce 0.942 MPa, representando una variación de -4.85% a favor del método TCP. Sin embargo, la diferencia más notable se presenta en la posición borde/esquina, donde el método AASHTO 93 arroja un esfuerzo máximo de 1.52 MPa frente a 1.07 MPa del método TCP, evidenciando un esfuerzo a tensión menor del 29.61% si la losa se diseña bajo este método. Por el contrario, cuando la carga se ubica en el centro de la losa, el método TCP genera mayores esfuerzos (0.851 MPa) comparado con AASHTO 93 (0.768 MPa), con un incremento del 10.81%. Esto es a causa de la geometría en la separación de ruedas del eje tándem seleccionado (1.40 m) y la medida longitudinal de la losa TCP proyectada (1.80 m), en la que, para la posición de carga de centro de losa, las ruedas se ubican cerca de los bordes libres transversales de la losa TCP, generando mayores esfuerzos en el centro geométrico de la misma (efecto palanca). Si bien se generaron mayores esfuerzos en esta posición, el dimensionamiento de la losa TCP se justifica plenamente al evaluar el estado más crítico del pavimento: la posición de borde/esquina, que es el escenario determinante para el agrietamiento por fatiga, logrando la reducción de tensiones del 29.61%.

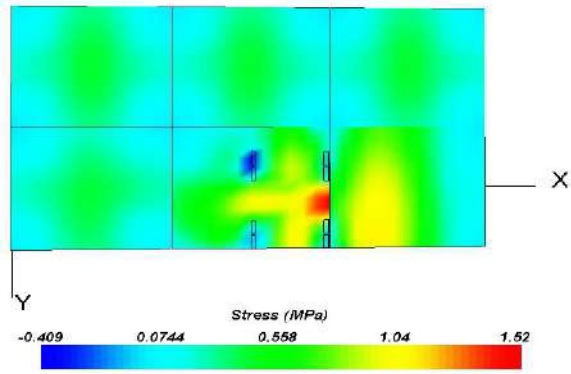
Considerando los valores absolutos encontrados, el caso de carga critico que resulta en el mayor valor de esfuerzo a tensión es cuando el eje se ubica en la posición borde/esquina, produciendo un esfuerzo máximo de 1.52 MPa en la losa de 3.00 x 2.70 metros según el método AASHTO 93, a diferencia de la losa diseñada por el método TCP de 1.80 x 1.35 metros en donde se obtuvo esfuerzos del orden de 1.07 MPa. Esto señala que las losas de geometría optimizada conllevan a menores esfuerzos a tensión. Se cumple la hipótesis especifica, el diseño de un pavimento rígido mediante el método TCP permite obtener losas con menores esfuerzos a tensión comparado con el método AASHTO 93.

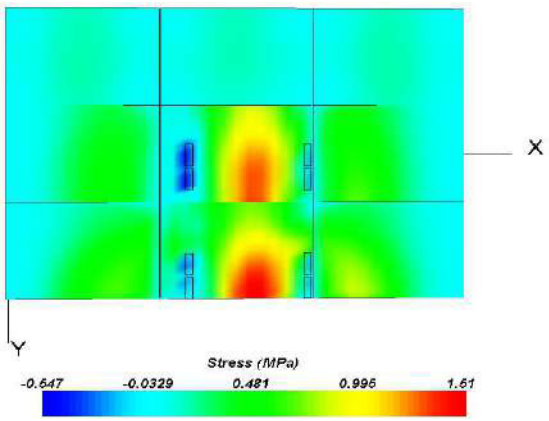
4.2 Comparación de espesores de losa según método de diseño

Para esta comparación se realizó un análisis iterativo considerando el esfuerzo máximo obtenido en la posición crítica borde/esquina del diseño AASHTO 93, el cual alcanzó 1.52 MPa para una losa de 19.5 cm de espesor. Mediante sucesivas simulaciones en EverFe, se determinó el espesor de losa con geometría TCP que produciría un esfuerzo equivalente bajo condiciones de carga idénticas. El resultado se muestra en la figura 7.

Figura 7

Igualación de esfuerzos a tensión en la losa bajo distintos espesores





AASHTO 93	TCP
Losas de 3.00 x 2.70 m Espesor = 19.5 cm Tensión fibras sup. (máx) = **1.52 Mpa**	Losas de 1.80 x 1.35 m Espesor = 16.5 cm Tensión fibras sup. (máx) = **1.51 Mpa**

Nota. Resultados obtenidos en el programa EverFe.

Los resultados del análisis iterativo revelaron que una losa diseñada bajo la filosofía TCP, con dimensiones 1.80 x 1.35 m, requiere únicamente 16.5 cm de espesor para alcanzar un esfuerzo máximo de 1.51 MPa en la posición borde/esquina. Esta diferencia de 3 cm respecto al espesor de 19.5 cm determinado por el método AASHTO 93 representa una reducción del 15.38% en el espesor del pavimento.

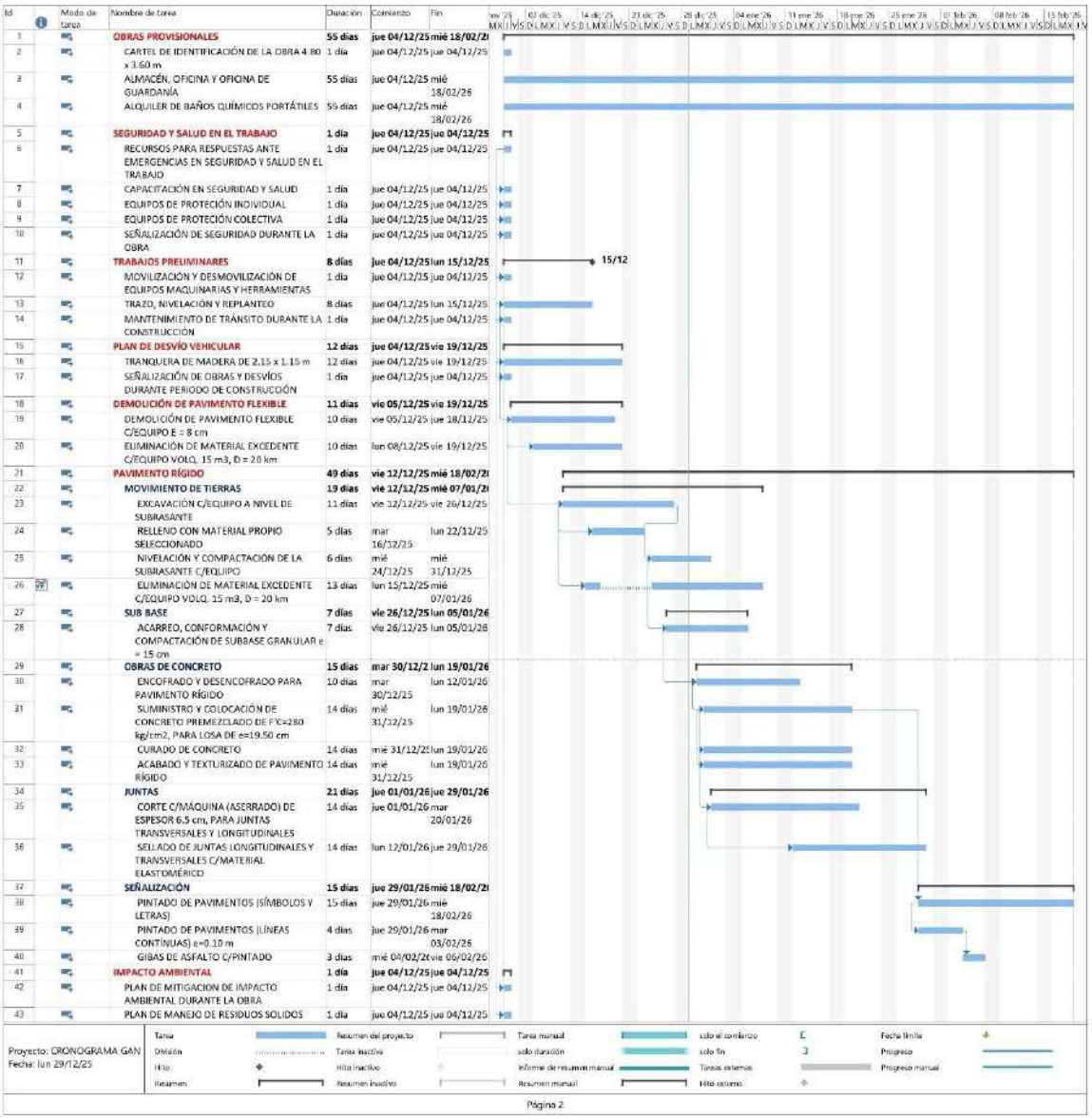
Este hallazgo sugiere que, para condiciones de tránsito equivalentes, la configuración geométrica optimizada del método TCP permite cumplir con los criterios de resistencia estructural utilizando menor cantidad de material. La reducción en el espesor de la losa implica un ahorro potencial en el volumen de concreto requerido, lo cual podría traducirse en beneficios económicos durante la construcción del pavimento. Se cumple la hipótesis especifica, el diseño de un pavimento rígido mediante el método TCP permite obtener losas con menores esfuerzos a tensión comparado con el método AASHTO 93. Se cumple lo estipulado en esta hipótesis especifica, el diseño de un pavimento rígido mediante el método TCP permite obtener espesores de losas menores en comparación con el método AASHTO 93.

4.3 Comparación del tiempo de construcción según método de diseño

Para analizar este objetivo de comparación, se elaboraron dos cronogramas de ejecución mediante Microsoft Project, considerando las partidas principales involucradas en la construcción del pavimento: obras provisionales, seguridad y salud en el trabajo, trabajos preliminares, plan de desvío vehicular, demolición del pavimento flexible existente, construcción del pavimento rígido, y medidas de mitigación de impacto ambiental (figuras 8 y 9). Ambos cronogramas contemplan las mismas actividades generales, siendo que la diferencia en los tiempos de ejecución radica en las actividades específicas de conformación de la losa, dado que estas variaciones responden a las características geométricas de diseño para cada método. Los cálculos se realizaron considerando los 1130 metros del Jr. Alfonso Ugarte.

Figura 8

Cronograma de construcción de losa tipo AASHTO 93 (3.00 x 2.70 m) de 19.50 cm

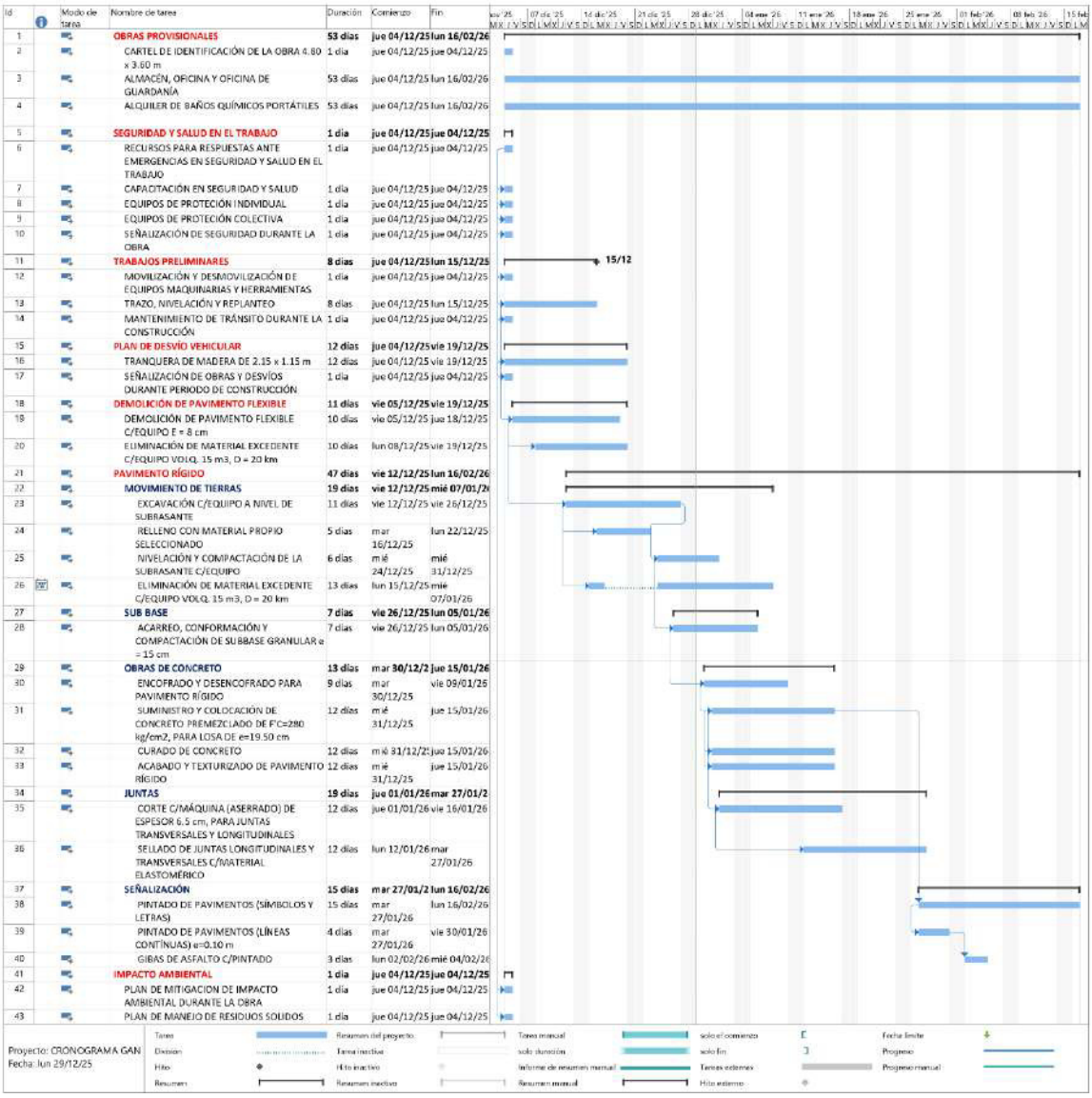


Nota. Cronograma elaborado en Microsoft Project

La figura 8 muestra el cronograma considerando la construcción de la losa AASHTO de 19.50 centímetros de espesor. A continuación, la figura 9 muestra el cronograma para la construcción de la losa TCP de 16.50 centímetros.

Figura 9

Cronograma de construcción de losa tipo TCP (1.80 x 1.35 m) de 16.50 cm



Nota. Cronograma elaborado en Microsoft Project

La comparación de tiempos entre ambos métodos no responde a una ventaja generalizada del método TCP sobre el AASHTO 93, sino a un balance entre partidas donde cada diseño se ve condicionado por las particularidades de cada método. En actividades incidentes como el vaciado de concreto, al tener menor volumen requerido dado el menor espesor de losa, aunado a que no se utilizan dowels y acero transversal, la aplicación del método TCP reduce el tiempo de obra. Si bien esto es una ventaja competitiva para este método, en una visión más amplia del proyecto para el presente caso de estudio de contexto vial urbano,

caracterizado por un bajo tránsito pesado, introduce simplificaciones estructurales de diseño para el método AASHTO 93 que también agilizan su ejecución.

Por otro lado, la geometría de losas más pequeñas característica del TCP genera cantidad de juntas longitudinales y transversales significativamente mayor (3155.00 m para método AASHTO 93, frente a 6770.40 m para el método TCP), lo que incrementa la magnitud del trabajo demandado para el aserrado y sellado del pavimento respecto al método tradicional. Estos aspectos responden a las características del tránsito de la vía estudiada y a la geometría de diseño de los métodos comparados, los cuales merman en cierta medida el beneficio obtenido por el método TCP frente al método tradicional; una ventaja que teóricamente sería mucho más holgada en vías de mayor tránsito pesado. El resultado neto de este balance, para las condiciones específicas de la vía estudiada, se presenta en la tabla 3.

Tabla 3

Comparación de tiempo de construcción de losa de pavimento rígido

Partidas / Actividades	Tiempo requerido (días)		
	Losa AASHTO	Losa TCP	Variación
Obras provisionales	**55**	**53**	**2**
Cartel de identificación de la obra 4.80 x 3.60 m	1	1	0
Almacén, oficina y oficina de guardianía	55	53	2
Alquiler de baños químicos portátiles	55	53	2
Seguridad y salud en el trabajo	**1**	**1**	**0**
Respuestas ante emergencias en seguridad y salud en el trabajo	1	1	0
Capacitación en seguridad y salud	1	1	0
Equipos de protección individual	1	1	0
Equipos de protección colectiva	1	1	0
Señalización de seguridad durante la obra	1	1	0
Trabajos preliminares	**8**	**8**	**0**
Movilización y desmovilización de equipos maquinarias	1	1	0
Trazo, nivelación y replanteo	8	8	0
Mantenimiento de tránsito durante la construcción	1	1	0
Plan de desvío vehicular	**12**	**12**	**0**
Tranquera de madera de 2.15 x 1.15 m	12	12	0
Señalización de obras y desvíos durante periodo de construcción	1	1	0
Demolición de pavimento flexible	**11**	**11**	**0**

Demolición de pavimento flexible c/equipo e = 8 cm	10	10	0
Eliminación de material excedente c/equipo volq.	10	10	0
Pavimento rígido	**49**	**47**	**2**
Movimiento de tierras	19	19	0
Sub base	7	7	0
Obras de concreto	15	13	2
Juntas	21	19	2
Señalización	15	15	0
Impacto ambiental	**1**	**1**	**0**
Plan de mitigación de impacto ambiental durante la obra	1	1	0
Plan de manejo de residuos solidos	1	1	0
Total	**55**	**53**	**2**

En cuanto a la actividad que comprende las juntas del pavimento para el método TCP, es necesario precisar que, si bien el metrado obtenido superó en más del doble a los metros lineales de juntas requeridos para el método AASHTO 93, se observa en la Tabla 3 que la duración para TCP de esta actividad es de 19 días, mientras que para en el método tradicional es de 21 días. Esta aparente discrepancia temporal obedece a una consideración técnica aplicada en los recursos de las partidas que intervienen en la actividad de las juntas, reconfigurando en Análisis de Costos Unitarios de manera necesaria para salvaguardar la integridad de la estructura. Al encontrarnos en el método TCP ante una significativa cantidad de metros lineales de juntas, se requirió incrementar los recursos operativos en sus partidas para la actividad se ejecute dentro de la ‘ventana de corte’ del concreto, y alivie los esfuerzos de retracción antes de que se induzcan fisuras aleatorias. Esta optimización, en estricto cumplimiento de las buenas prácticas constructivas, garantiza que el pavimento no sufra un deterioro prematuro por los esfuerzos producidos por el fraguado y los gradientes de temperatura en las edades tempranas del concreto.

El análisis comparativo de los tiempos de construcción revela que el proyecto diseñado mediante el método AASHTO 93 requiere un plazo total de 55 días, mientras que el diseño

bajo el método TCP demanda 53 días, resultando en una reducción de 2 días calendario en el tiempo total de ejecución para los 1130 metros del Jr. Alfonso Ugarte.

Si bien esta reducción confirma que el método TCP permite acortar el plazo de construcción respecto al AASHTO 93, los 2 días de diferencia representan un margen modesto que, en la práctica de obra, puede verse fácilmente absorbido por contratiempos habituales como condiciones climáticas adversas, feriados o imprevistos logísticos. Este resultado está influenciado por las condiciones específicas de la vía estudiada: al tratarse de una vía urbana de bajo volumen de tránsito y con escasa presencia de vehículos pesados, el diseño AASHTO 93 no requirió la colocación de acero de transferencia de carga ni acero transversal, lo que redujo su tiempo de ejecución respecto a escenarios de mayor demanda vehicular. Esto no resta viabilidad al método TCP, pero sí introduce matices importantes sobre los contextos en que sus ventajas se expresan con mayor intensidad.

El resultado confirma la hipótesis específica planteada, el diseño de pavimento rígido mediante el método TCP permite reducir los tiempos de construcción en comparación con el método AASHTO 93. No obstante, la magnitud de esta reducción resultó modesta para las condiciones de la vía estudiada, lo cual se explica por factores contextuales que se desarrollan en la discusión de resultados.

4.4 Comparación del costo de construcción según método de diseño

Para la comparación de costos, se realizó el presupuesto de obra considerando los materiales y mano de obra para el proyecto, determinándose el presupuesto completo (anexo D.5), y los precios unitarios de las partidas requeridas (ver anexo D.6). La tabla 4 no representa la totalidad del presupuesto, sino que resume únicamente las partidas cuyos montos se ven directamente afectadas por las diferencias geométricas y estructurales de cada tipo de losa según cada método de diseño, siendo estas las que permiten establecer una comparación significativa entre ambas metodologías.

Tabla 4

Comparación de costos de construcción de losa de pavimento rígido

Partidas	AAHSTO 93	TCP	Diferencia	Motivo
Excavación c/equipo a nivel de subrasante	31,434.63	30,786.24	-648.39	Mayor espesor de losa AASHTO que ocasiona más excavación para llegar a la subrasante.
Relleno con material propio seleccionado	12,075.78	12,456.50	380.72	Al tener espesores de losa distintos pero queriendo llegar a la misma cota de rasante final, las subrasantes quedan a diferentes niveles.
Nivelación y compactación de la subrasante c/equipo	35,635.68	35,635.68	0.00	Partida por área, que es la misma en ambos métodos
Eliminación de material excedente c/equipo volq. 15 m3, d = 15 km	104,136.83	98,454.02	-5,682.81	Mayor excavación y menor uso de material de relleno, genera mayor cantidad de material para eliminar.
Acarreo, conformación y compactación de subbase granular e = 15 cm	89,455.32	119,965.32	30,510.00	TCP requiere un material granular de mayor calidad y CBR, y por ello es más costoso que el material granular usando con AASHTO 93.
Encofrado y desencofrado para pavimento rígido	19,935.31	16,868.09	-3,067.22	Mayor espesor de losa de AASHTO93 genera más gasto.
Suministro de concreto premezclado de f'c=280 kg/cm2, para losa	502,194.60	425,004.30	-77,190.30	Mayor espesor de losa de AASHTO93 genera más gasto, y TCP es más rápido.
Curado de concreto	20,685.78	19,648.44	-1,037.34	Se usó menos maquinaria para TCP, al requerir menos tiempo que vaya a la par del suministro de concreto, a diferencia de AASHTO93
Acabado y texturizado de pavimento rígido	17,512.74	14,888.88	-2,623.86	TCP requirió menos tiempo de uso de mano de obra
Corte c/máquina (aserrado) para juntas transversales y longitudinales	12,967.05	18,889.42	5,922.37	Al tener losas más pequeñas, TCP requiere más juntas.
Sellado de juntas longitudinales y transversales c/material elastomérico	29,940.95	53,012.23	23,071.28	Al tener losas más pequeñas, TCP requiere más juntas.
Costo directo	1,031,963.26	1,001,597.71	-30,365.55	El método TCP genera un menor costo directo total respecto al método AASHTO 93
Total del presupuesto (utilidades + IGV)	1,424,728.48	1,382,805.80	-41,922.68	El método TCP genera un menor presupuesto total, incluyendo utilidades e IGV

Nota. Los valores en color rojo en la columna "Diferencia" indican un menor costo para el método TCP respecto al AASHTO 93. La fila "Costo directo" corresponde a la sumatoria de todas las partidas del presupuesto, incluyendo aquellas no mostradas en esta tabla por no presentar variación entre métodos. La fila "Total del presupuesto" incluye utilidades e IGV aplicados sobre el costo directo. Valores expresados en soles (S/).

El análisis detallado por partidas revela que la mayor diferencia de costo se concentra en el suministro de concreto premezclado, con un ahorro de S/ 77,190.30 a favor del método TCP, siendo esta la principal fuente de reducción de costos dado el menor espesor de losa. La eliminación de material excedente genera un ahorro adicional de S/ 5,682.81, resultado de la menor excavación requerida, mientras que las partidas de encofrado y acabado de pavimento presentan reducciones de S/ 3,067.22 y S/ 2,623.86 respectivamente, asociadas igualmente al menor volumen de concreto.

No obstante, el método TCP incrementa los costos en otras partidas. El corte y sellado de juntas resultan más costosos en S/ 5,922.37 y S/ 23,071.28 respectivamente, consecuencia directa de que las losas de menor dimensión generan una mayor cantidad de juntas longitudinales y transversales. De igual manera, la subbase granular presenta un incremento de S/ 30,510.00, dado que el método TCP exige un material de mayor calidad y CBR en comparación con el especificado por el método AASHTO 93, propio de la disminución del área de transferencia de carga a las capas inferiores.

El balance de estos ahorros e incrementos arroja un costo total de S/ 1,382,805.80 para el método TCP frente a S/ 1,424,728.48 del método AASHTO 93, con un ahorro de S/ 41,922.68 equivalente al 2.94% del presupuesto total. Si bien este resultado confirma la hipótesis planteada respecto a la reducción de costos con el método TCP, el margen obtenido es modesto, y refleja las condiciones particulares de la vía estudiada: al tratarse de una vía urbana de bajo volumen de tránsito y escasa presencia de vehículos pesados, el diseño AASHTO 93 no requirió acero de transferencia de carga ni acero transversal, lo que redujo su costo respecto a contextos de mayor demanda vehicular. Esto no invalida al método TCP como alternativa viable, pero introduce matices importantes sobre los escenarios en que sus beneficios económicos se expresan con mayor intensidad.

Se confirma entonces la hipótesis específica planteada, el diseño de pavimento rígido mediante el método TCP permite reducir los costos de construcción en comparación con el método AASHTO 93, con la salvedad de que la magnitud de esta reducción está condicionada por el contexto específico del proyecto.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación comparó el diseño de pavimento rígido mediante los métodos AASHTO 93 y TCP en el Jr. Alfonso Ugarte, Villa María del Triunfo, analizando esfuerzos a tensión, espesores de losa, tiempos de construcción y costos. El estudio empleó modelación por elementos finitos con EverFe, análisis iterativo de espesores, programación de obra con Microsoft Project y análisis de costos unitarios.

En relación al objetivo específico de comparar los esfuerzos a tensión en el pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP, el análisis mediante el programa EverFe reveló diferencias en la distribución de tensiones según la posición de la carga. Cuando el eje tándem se ubicó en la posición borde/esquina, el método AASHTO 93 generó esfuerzos de 1.52 MPa frente a 1.07 MPa del método TCP, representando una reducción del 29.61%. En contraste, cuando la carga se posicionó en el centro de la losa, el método TCP produjo esfuerzos superiores (0.851 MPa) comparados con AASHTO 93 (0.768 MPa), evidenciando un incremento del 10.81%.

Estos hallazgos coinciden parcialmente con lo reportado por Gupta (2022), quien encontró que al reducir el tamaño de paneles desde 2.0 m hasta 0.50 m, las tensiones disminuían un 175%, sin embargo, también identificó que las losas de menor tamaño presentan mayores tensiones cuando las cargas se aplican en posiciones centrales, lo cual es consistente con los resultados obtenidos en la presente investigación. Asimismo, Bautista e Izquierdo (2023) reportaron tensiones máximas de 2.99 MPa para pavimentos TCP y 3.21 MPa para AASHTO 93.

La explicación mecánica de este comportamiento radica en la interacción geométrica entre las cargas y las dimensiones de la losa. No obstante, se confirma empíricamente que la

losa diseñada por el método TCP se ve sometida a menores tensiones en la posición crítica borde/esquina, lo cual favorece una vida útil más larga y menores reparaciones a largo plazo.

En relación al objetivo específico de comparar el espesor de losa según método de diseño, el análisis realizado determinó que la losa diseñada con geometría TCP requiere únicamente 16.5 cm de espesor para alcanzar un esfuerzo equivalente al máximo esfuerzo encontrado de 1.52 MPa en la losa AASHTO 93 de 19.5 cm en la posición crítica borde/esquina. Esta diferencia de 3 cm representa una reducción del 15.38% en el espesor del pavimento, lo cual sugiere que la configuración geométrica optimizada del método TCP permite cumplir con los criterios de resistencia estructural utilizando menor cantidad de material.

Estos resultados son consistentes con los antecedentes reportados por Pozo Olvera (2022), quien encontró que, para igualdad de tamaño de losa y condición de carga, el método tradicional requería 18 cm mientras que el TCP necesitaba solo 16 cm de espesor. De manera similar, Chamaidán (2022) reportó espesores de 25 cm para AASHTO 93 frente a 16 cm para TCP, mientras que De la Cruz (2022) obtuvo 20 cm para el método convencional y 12 cm para TCP. Aunque las magnitudes absolutas varían entre estudios debido a las diferentes condiciones de tránsito, el CBR del terreno y la resistencia del concreto consideradas, la tendencia general de reducción del espesor al emplear el método TCP se mantiene consistente.

No obstante, la diferencia porcentual encontrada en el presente estudio (15.38%) es más conservadora que la reportada por De la Cruz (40%), Chamaidán (36%), y más similar a lo reportado por Pozo Olvera (11.11%), lo cual puede explicarse por las condiciones particulares del Jr. Alfonso Ugarte, específicamente un ESAL relativamente bajo, con un volumen de tránsito de vehículos pesados menor al 25%, y un CBR que no demanda espesores excesivamente elevados en el diseño AASHTO 93. Esto señala que la ventaja no es automática

ni meramente por la repartición de carga, sino que es considerativa a los factores del sitio donde se pretende ubicar la losa de pavimento.

En relación al objetivo específico de comparar el tiempo de construcción según método de diseño, los cronogramas elaborados en Microsoft Project revelaron que el proyecto diseñado mediante el método AASHTO 93 requiere 55 días calendario, mientras que el diseño TCP demanda 53 días, evidenciando una reducción de 2 días en el plazo total de ejecución. Esta diferencia temporal se concentra principalmente en la partida de pavimento rígido, específicamente en las obras de concreto con 15 días y 13 días respectivamente, obteniendo también variación en la ejecución de juntas con 21 días y 19 días respectivamente. Cabe precisar que, dado el volumen significativamente mayor de metros de juntas requeridos por el método TCP, el análisis de costos unitarios consideró la incorporación de maquinaria adicional y mayor personal para las partidas de corte y sellado, ya que mantener los mismos recursos empleados en el AASHTO 93 hubiera resultado en tiempos de ejecución fuera de lo razonable. Con esta decisión de criterio técnico, se redujo el tiempo en esas partidas relacionadas a las juntas en el pavimento TCP, aunque con una repercusión en su costo; existe entonces un trade-off entre tiempo y costo que es importante reconocer.

Estos hallazgos contrastan con lo reportado por Hospinal Santillan (2023), quien determinó tiempos de 55 días para AASHTO 93 y 33 días para TCP, representando una diferencia de 22 días equivalente al 40% de reducción. Asimismo, Mendoza y Quispe (2021) encontraron una diferencia de 18 días calendarios, equivalente al 24% del tiempo total. La diferencia más modesta encontrada en la presente investigación (3.64%) no responde únicamente a las dimensiones del tramo estudiado, sino fundamentalmente al contexto de la vía: el Jr. Alfonso Ugarte es una vía urbana local de bajo volumen de tránsito y escasa presencia de vehículos pesados, condiciones bajo las cuales el método AASHTO 93 no requirió acero de transferencia de carga ni acero transversal. En investigaciones previas como las de Hospinal

Santillan y Mendoza, realizadas en vías de mayor demanda vehicular, el AASHTO 93 sí incorporó estos elementos, lo que incrementa considerablemente su tiempo de ejecución y hace que la ventaja del TCP sea más pronunciada. En la vía estudiada, al no requerirse acero en el método tradicional, esa ventaja comparativa del TCP se ve naturalmente reducida, sin que ello implique que el método sea menos eficiente en términos absolutos.

En relación al objetivo específico de comparar el costo de construcción según método de diseño, el análisis determinó que el diseño mediante el método TCP genera un costo total de S/ 1,382,805.80 frente a S/ 1,424,728.48 del método AASHTO 93, evidenciando un ahorro de S/ 41,922.68 equivalente al 2.94% del presupuesto total. Esta reducción se origina principalmente por el menor volumen de concreto, de S/ 77,190.30, menor excavación y eliminación de material excedente (S/ 5,682.81), y menores costos en encofrado (S/ 3,067.22) y acabado (S/ 2,623.86). Sin embargo, el método TCP incrementa los costos en el corte de juntas, sellado de juntas y subbase granular, debido al mayor número de juntas requeridas, a la especificación de un material de base de mayor calidad, y al uso de mayores recursos en el ACU de juntas tal como se explicó en el análisis de tiempos.

El ahorro del 2.94% contrasta con lo reportado en antecedentes como Chamaidán (2022) con 29.31%, De la Cruz (2022) con 31.66%, Bautista e Izquierdo (2023) con 9.95%, Hospinal Santillan (2023) con 8%, o Mendoza y Quispe (2021) con 28.26%. Esta diferencia se explica, en gran medida, por el mismo factor contextual señalado en el análisis de tiempos: al tratarse de una vía urbana de bajo tránsito y poco pesado, el diseño AASHTO 93 no incorporó acero, lo que reduce su costo respecto a escenarios de mayor demanda vehicular donde ese material representa una partida significativa. En esos contextos, la eliminación del acero en el método TCP se traduce en un ahorro más notorio frente al AASHTO 93. En la vía estudiada, ese diferencial desaparece porque ninguno de los dos métodos requirió acero, haciendo que la competencia entre ambos se juegue principalmente en el volumen de concreto versus el costo

de juntas y subbase, con un resultado ajustado a favor del TCP. Este hallazgo es relevante porque evidencia que los beneficios económicos del método TCP no son uniformes ni automáticos, sino que dependen del contexto específico del proyecto, y que en vías urbanas de bajo tránsito sus ventajas se expresan de manera más moderada que en vías de mayor demanda.

Con base a lo anterior, en relación al objetivo general, los hallazgos de la presente investigación permiten establecer que ambas metodologías conducen a soluciones técnicamente viables, pero con características estructurales, económicas y temporales diferenciadas. Estos resultados son consistentes con lo reportado por múltiples investigadores que han identificado al método TCP como una alternativa que optimiza el uso de materiales y el tiempo de los proyectos sin comprometer el desempeño estructural del pavimento.

Como hallazgo relevante de esta investigación, se identificó que, en vías urbanas de bajo volumen de tránsito y escasa presencia de vehículos pesados, el método TCP no logra explotar plenamente sus beneficios económicos y temporales frente al método AASHTO 93. Esto contrasta con el contexto en que la mayoría de investigaciones sobre el método TCP han sido desarrolladas, correspondiente a vías de alto tránsito y mayor presencia de vehículos pesados, donde las ventajas del TCP se expresan con mayor intensidad. Este hallazgo aporta un punto importante de destacar, y sugiere que la aplicación del método TCP debe evaluarse en función del contexto vial específico.

Las implicaciones prácticas de estos hallazgos demuestran que el método TCP constituye una alternativa técnicamente viable que puede generar ahorros económicos y reducción en tiempos. No obstante, su implementación debe considerar factores adicionales como el incremento en la cantidad de juntas, la experiencia de los obreros en su ejecución, la disponibilidad de equipos para el corte de un mayor número de paños, y el contexto vial específico del proyecto, dado que en vías urbanas de bajo volumen de tránsito los beneficios comparativos se expresan con menor intensidad que en vías de mayor demanda vehicular.

Desde el punto de vista teórico, la presente investigación contribuye a la comprensión del comportamiento mecánico evidenciando que la distribución de esfuerzos varía significativamente según la posición de la carga y las dimensiones de la losa. El hallazgo de que las losas TCP generan menores tensiones en posiciones de borde/esquina, pero mayores tensiones bajo cargas centradas, lo que confirma los postulados de la teoría de placas sobre fundación elástica y refuerza la importancia del análisis de elementos finitos para capturar estos comportamientos complejos que no son completamente evidentes en metodologías de diseño simplificadas. Además, los resultados cuestionan la noción generalizada de que el método TCP, invariablemente, produce ahorros económicos y de tiempo sustanciales, demostrando que las condiciones específicas del proyecto, particularmente el nivel de tránsito, el tipo de vehículos predominantes y los requerimientos de acero del método AASHTO 93, pueden moderar significativamente estos beneficios. Esto sugiere la necesidad de desarrollar análisis costo-beneficio más detallados que consideren el ciclo de vida completo del pavimento, incluyendo los costos de mantenimiento asociados a la mayor cantidad de juntas en losas pequeñas.

Metodológicamente, la investigación demuestra la utilidad de combinar modelación por elementos finitos (EverFe), programación de obra (Microsoft Project) y análisis de costos, no obstante, la metodología empleada podría fortalecerse incorporando análisis de sensibilidad que evalúen cómo variaciones en parámetros clave como el CBR afectan las conclusiones, aspectos que no fueron abordados en la presente investigación.

La presente investigación reconoce dentro de sus limitaciones, en primer lugar, que el estudio se circunscribe a un caso específico en el Jr. Alfonso Ugarte, lo cual limita la generalización de los resultados a otros contextos urbanos con características diferentes del suelo y el tráfico vehicular. En segundo lugar, el análisis de costos se limitó a los costos directos e indirectos de construcción sin incorporar una evaluación del ciclo de vida completo que considere los costos de mantenimiento asociados a la mayor cantidad de juntas en losas

pequeñas, un aspecto crítico que podría modificar las conclusiones sobre la viabilidad económica a largo plazo.

Por esto, es de considerar que investigaciones futuras deberían incluir análisis de costo-beneficio con el valor presente neto de ambas alternativas a lo largo de todo el período de diseño. En tercer lugar, el análisis de tiempos de construcción se basó en rendimientos estimados de cuadrillas, estudios posteriores podrían beneficiarse de monitorear proyectos reales en ejecución para validar los tiempos teóricos calculados y ajustar los modelos de programación. Finalmente, el estudio no evaluó el comportamiento a largo plazo de ambos tipos de pavimento bajo condiciones de servicio, particularmente aspectos como la evolución del IRI o la aparición de fallas.

VI. CONCLUSIONES

- La comparación entre el diseño de pavimento rígido por el método AASHTO 93 y el método TCP en el Jr. Alfonso Ugarte, Villa María del Triunfo, mostró que ambas metodologías constituyen soluciones técnicamente viables, con diferencias estructurales favorables al método TCP en términos de esfuerzos a tensión y espesor de losa, y con ventajas económicas y de tiempo que, si bien se obtuvieron, resultaron moderadas para las condiciones específicas de la vía estudiada.
- Se determinó que los esfuerzos a tensión en el pavimento rígido varían significativamente según la posición de la carga y la geometría de la losa, siendo que en la posición borde/esquina, la losa bajo el método AASHTO 93 recibió esfuerzos a tensión de 1.52 MPa mientras que la losa del método TCP 1.07 MPa, representando una reducción del 29.61%, comprobándose que el valor máximo de esfuerzo es menor en la losa TCP dada su geometría optimizada.
- Se determinó que una losa diseñada con geometría TCP de 1.80 x 1.35 m requiere 16.50 cm de espesor para alcanzar un esfuerzo máximo equivalente al registrado en la losa AASHTO 93 de 3.00 x 2.70 m y 19.50 cm de espesor en la posición crítica borde/esquina (1.51 MPa frente a 1.52 MPa respectivamente). Esta reducción de 3 cm representa una disminución del 15.38% en el espesor del pavimento, evidenciando que la configuración geométrica optimizada del método TCP permite diseñar losas de pavimento rígido de menor espesor con un desempeño estructural equivalente.
- Se determinó que el tiempo total de ejecución del pavimento diseñado por el método AASHTO 93 es de 55 días calendario, mientras que el método TCP requiere 53 días, resultando en una reducción de 2 días equivalente al 3.64%. Esta diferencia es marginal en la gestión real de una obra, y se explica en parte por las condiciones de la vía

estudiada que, al tratarse de una vía urbana de bajo volumen de tránsito y escasa presencia de vehículos pesados, el método AASHTO 93 no requirió la instalación de acero de transferencia de carga ni acero transversal, lo que redujo su tiempo de ejecución respecto a contextos de mayor demanda vehicular.

- Se determinó que el costo total del proyecto con losas según el método TCP asciende a S/ 1,382,805.80, mientras que bajo el método AASHTO 93 es de S/ 1,424,728.48, generando un ahorro de S/ 41,922.68 equivalente al 2.94% del presupuesto total. Este margen es modesto respecto a lo reportado en investigaciones previas, lo cual se explica por las condiciones particulares de ser una vía urbana de bajo volumen de tránsito y escasa presencia de vehículos pesados, el método AASHTO 93 no requirió acero de transferencia de carga ni acero transversal, reduciendo su costo respecto a escenarios de mayor demanda vehicular y acotando así la diferencia económica entre ambos métodos.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los proyectos de pavimentación rígida en vías urbanas de Lima Metropolitana incluyan una evaluación comparativa entre el método AASHTO 93 y el método TCP mediante análisis técnico-económicos que consideren las condiciones específicas de cada proyecto, particularmente el volumen de tránsito, la presencia de vehículos pesados y las características geotécnicas de la subrasante, dado que los beneficios de cada método varían según el contexto vial y no pueden asumirse como constantes entre proyectos. Esta evaluación debería incorporar modelación por elementos finitos, análisis de costos desagregados por partidas y programación detallada de obra. De manera particular, se recomienda priorizar la aplicación del método TCP en corredores viales de alto tránsito pesado, donde el método AASHTO 93 exige la instalación de acero de transferencia de carga y acero transversal, de manera que se vea potenciado el ahorro económico y temporal que el método TCP puede ofrecer frente a diseños convencionales que requieren mayor refuerzo estructural.
- Se recomienda profundizar en la investigación de losas de geometría optimizada por el método TCP mediante elementos finitos que evalúen la distribución de esfuerzos en múltiples posiciones críticas de carga, no limitándose únicamente a la posición borde/esquina sino incluyendo también cargas centradas, dado que se observó que las losas de menor tamaño pueden experimentar esfuerzos superiores bajo configuraciones de carga específicas.
- Se recomienda que entidades públicas y privadas que implementen pavimentos rígidos mediante el método TCP establezcan protocolos de control de calidad rigurosos durante la construcción, particularmente en la verificación del espesor real de las losas ejecutadas, dado que la reducción del 15.38% en el espesor de 19.50 cm a 16.50 cm

implica menores márgenes de tolerancia ante variaciones constructivas que podrían comprometer el desempeño estructural.

- Se recomienda realizar estudios experimentales en los que se realicen mediciones detalladas del rendimiento en la construcción de losas de pavimentos por ambos métodos, visto que el mayor número de juntas en losas de geometría optimizada TCP podría presentar desafíos logísticos en la coordinación del trabajo que no necesariamente se reflejan en los rendimientos teóricos.
- Se recomienda desarrollar estudios con enfoque en el análisis de costo-beneficio que incorporen los mantenimientos a largo plazo asociados a la mayor cantidad de juntas que posee el pavimento con losas optimizadas TCP, evaluando todo el período de diseño para fundamentar adecuadamente la selección del método más conveniente desde una perspectiva económica integral a largo plazo.

VIII. REFERENCIAS

Aboelhassan, H. G., Othman, A. M., y Ahmed, H. Y. (2026). A comprehensive review of rigid pavement design methods. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology, 56*(2), 219–228. https://doi.org/10.37934/araset.56.2.219228

American Association of State Highway and Transportation Officials. (s.f.). About AASHTO. https://transportation.org/about/

Anaya Palacio, J. C. (2020). *Evaluación de la carpeta de rodadura en pavimentos hidráulicos, por medio del cambio de geometría convencional a losas cortas, aplicadas en las vías del área metropolitana de la ciudad de Santa Marta D.T.C.H. con base en los diseños empleados en los países de Chile, Colombia y Perú entre los años 2015-2020* [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Cooperativa de Colombia. https://hdl.handle.net/20.500.12494/28524

Arias, J., Holgado, J., Tafur, T., y Vasquez, M. (2022). *Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. https://doi.org/10.35622/inudi.b.016

Baque-Solis, B. S. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. *Dominio de las Ciencias*, *6*(2), 203-228. https://doi.org/10.23857/dc.v6i2.1163

Bautista, K., e Izquierdo, H. (2023). *Diseño de pavimentación con losas de dimensiones optimizadas, diseño veredas y drenaje pluvial del sector La Primavera, distrito de Bagua, provincia de Bagua, región Amazonas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG. http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11390

Castro-Vásquez, M. G., Castro-Vásquez, L. A., y Castro-Vásquez, P. G. (2020). Aplicación práctica del método AASHTO-93 para el diseño de pavimento rígido. *Polo del Conocimiento, 5*(9), 640–663. https://doi.org/10.23857/pc.v5i9.1717

Chamaidán, A. (2022). *Análisis comparativo de las metodologías para el diseño de pavimentos rígidos que optimicen el desempeño de vías urbanas* [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital UTMACHALA. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/20664

Condori Rivera, K. (2020). Development of concrete pavements of short slabs with fiber incorporated = Desarrollo de pavimentos de hormigón de losas cortas con fibra incorporada. *Building & Management, 4*(1), 21–29. https://doi.org/10.20868/bma.2020.1.4663

Cortez, M., y Rojas, A. (2022). *Diseño de pavimento rígido aplicando el método de losas con geometría optimizada en la avenida Pumacahua en el Porvenir- Trujillo* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93330

Covarrubias Torres, J. P., y Covarrubias Vidal, J. P. (2008). "TCP design" for thin concrete pavement. En *Proceedings of the 9th International Conference on Concrete Pavements* (pp. 905–917). International Society for Concrete Pavements. https://doi.org/10.33593/iccp.v9i1.520

Das, D., y Pal, D. (2025). Estimation of maximum tensile stress on rigid pavement for varying surface temperature. *Journal of Engineering and Sustainable Development*, *29*(2), 260-269. https://doi.org/10.31272/jeasd.2796

De la Cruz, H. (2022). *Análisis de la influencia en el costo de ejecución entre el pavimento diseñado con losas cortas TCP respecto al metodo tradicional AASHTO 93 en el tramo final de la avenida Augusto B. Leguía en la ciudad de Huancavelica* [Tesis de pregrado,

Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11461

Duan, J., Yan, H., Tao, C., Wang, X., Guan, S., y Zhang, Y. (2025). Integration of finite element analysis and machine learning for assessing the spatial-temporal conditions of reinforced concrete. *Buildings*, *15*(3), 435. https://doi.org/10.3390/buildings15030435

García Depestre, R. A., Dávila Medina, L., y Alba Moya, J. E. (2021). Indicaciones sobre la evaluación de la infraestructura de carreteras para Cuba. *Revista de Arquitectura e Ingeniería, 15*(3), 1–11.

Guerra-Rojas, R. A. (2020). Análisis del comportamiento de tensiones máximas inducidas en pavimentos rígidos debido al reemplazo parcial de losas. *ITECKNE, 17*(2), 98–109. https://doi.org/10.15332/iteckne.v17i2.2470

Guerrero Cuasapaz, D. P., Vizuete Matute, M. F., y De La Torre Oleas, N. M. (2024). Influencia estructural por proceso constructivo en edificaciones esenciales de concreto armado. *Gaceta Técnica, 25*(2), 1–22. https://doi.org/10.51372/gacetatecnica252.1

Gupta, A. (2022). Analytical investigations on short-paneled concrete pavements using finite element analysis. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering, 46*(2), 1755–1770. https://doi.org/10.1007/s40996-021-00595-x

Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, R., y Arias, J. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. https://doi.org/10.35622/inudi.b.073

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. P. (2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (2.ª ed.). McGraw Hill.

Hospinal Santillan, L. E. (2023). *Análisis comparativo entre el diseño pavimento rígido AASHTO 93, losa corta, Jirón Tomás Gutarra Solís, Sicaya, 2023* [Tesis de pregrado,

Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio Institucional UPLA. https://hdl.handle.net/20.500.12848/6720

Islam, M. R., y Tarefder, R. A. (2020). *Pavement design: Materials, analysis, and highways*. McGraw Hill.

Kashif, M., Naseem, A., Onyelowe, K. C., Riaz, M. R., Mehboob, S. S., De Winne, P., y De Backer, H. (2024). Finite element modeling of active cracking in actively reinforced concrete pavement slab exposed to fluctuating temperature. *Scientific Reports, 14*, 17337. https://doi.org/10.1038/s41598-024-68414-7

Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., y Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. https://doi.org/10.35622/inudi.b.080

Mendoza, P., y Quispe, E. G. (2021). *Análisis comparativo entre los diseños del método AASHTO 93 vs. el metodo TCP para pavimentos rígidos en el distrito de Curicaca-Jauja-Junín* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio Institucional UPLA. http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2947

Ministerio de Obras Públicas. (2020). *Manual de carreteras*. https://www.mop.gob.cl/serviciosmop/manual-de-carreteras/

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos (R.D. N.° 10-2014-MTC/14)*. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018*.

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2 de enero de 2025). *MTC: Construcción de la nueva Carretera Central generará 112 000 puestos de trabajo*. https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/1084925-mtc-construccion-de-la-nueva-carretera-central-generara-112-000-puestos-de-trabajo

Murga Tirado, C. E., Flores Benites, A., Vasquez Salazar, A. G., y Vilcahuaman Tadeo, R. (2023). Mejora del rendimiento de pavimentos rígidos mediante el uso de métodos modernos en la optimización de capas. *GnosisWisdom, 3*(3), 25–34. https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v3i3.65

Oblitas Gastelo, B. E., Medina Cardozo, I. I., y Paredes Asalde, C. R. (2021). Índice de regularidad internacional e índice de condición de pavimento para definir niveles de serviciabilidad de pavimentos. *ITECKNE, 18*(2), 170–175. https://doi.org/10.15332/iteckne.v18i2.2616

Oditallah, M., Alam, M., Ekambaram, P., y Ranjha, S. (2025). Integration of pavement finite element simulation with digital twin: Current practices, emerging trends, and future enablers. *Journal of Information Technology in Construction, 30*, 544–569. https://doi.org/10.36680/j.itcon.2025.023

Pozo Olvera, C. M. (2022). *Pavimento rígido optimizado TCP aplicado en las vías* [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Repositorio Digital ULVR. http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5404

Ruiz Huaraz, C. B., y Valenzuela Ramos, M. R. (2022). *Metodología de la investigación*. Fondo Editorial UNAT. https://doi.org/10.56224/EdiUnat.4

Serin, S., Oğuzhanoğlu, M. A., y Kayadelen, C. (2021). Comparative analysis of stress distributions and displacements in rigid and flexible pavements via finite element

method. *Revista de la Construcción, 20*(2), 321–331. https://doi.org/10.7764/RDLC.20.2.321

TCPavements. (s.f.). *Documentación y guía de diseño Optipave 2.5*. https://tcpavements.cl/docs/descargas/2203040119_Documentacion_Optipave_25.pdf

IX. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
Problema general:	**Objetivo general:**	**Hipótesis general**			**Tipo de investigación**: Aplicada
¿Cuál es el resultado de comparar un pavimento rígido diseñado por el método AASHTO 93 y el método de losas cortas (TCP) en el Jr. Alfonso Ugarte, Villa María del Triunfo, Lima 2025?	Analizar el resultado de comparar el diseño de un pavimento rígido por el método AASHTO 93 y el método de losas cortas (TCP) en el Jr. Alfonso Ugarte, Villa María del Triunfo, Lima 2025.	El pavimento rígido diseñado por el método de losas cortas (TCP) obtiene resultados más eficientes que el diseñado con el método AASHTO 93 en el Jr. Alfonso Ugarte, Villa María del Triunfo, Lima 2025.	Variable independiente: Método de diseño	Método de losas cortas TCP Método AASHTO 93	**Enfoque de investigación**: Cuantitativo **Alcance de la investigación:** Descriptivo – comparativo
Problemas específicos:	**Objetivos específicos:**	**Hipótesis específicas**			**Diseño de investigación**: No experimental
¿Cómo son los esfuerzos a tensión en el pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP?	Comparar los esfuerzos a tensión en el pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP.	El diseño de un pavimento rígido mediante el método TCP permite obtener losas con menores esfuerzos a tensión comparado con el método AASHTO 93.			**Población y muestra:** Jr. Alfonso Ugarte, Villa Maria del Triunfo.
¿Cómo son los espesores de losas obtenidos de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método de TCP?	Comparar los espesores de losas obtenidos de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP.	El diseño de un pavimento rígido mediante el método TCP permite obtener espesores de losas menores en comparación con el método AASHTO 93.	Variable dependiente: desempeño técnico-económico del pavimento rígido	Parámetros geométricos del pavimento Parámetros estructurales del pavimento Parámetros económicos del pavimento	**Procesamiento de datos**: Estadística descriptiva
¿Cómo son los tiempos de la construcción de un pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP?	Comparar el tiempo de la construcción de un pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP.	El diseño de un pavimento rígido mediante el método TCP permite reducir los tiempos de construcción en comparación con el método AASHTO 93.			
¿Cómo son los costos de la construcción de un pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP?	Comparar el costo de la construcción de un pavimento rígido de acuerdo al diseño por el método AASHTO 93 y el método TCP.	El diseño de un pavimento rígido mediante el método TCP permite reducir los costos de construcción en comparación con el método AASHTO 93.			

Anexo B. Fichas de recolección de datos

B.1. Parámetros técnicos empleados para cada método.

Universidad Nacional Federico Villarreal	**ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS, LIMA 2025**

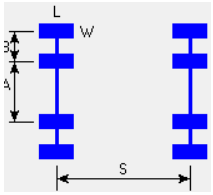
Diseño de pavimentos rígidos

Caso de análisis: Vía urbana denominada Jr. Alfonso Ugarte, en el distrito de Villa María del Triunfo.

Parámetros técnicos empleados

AASHTO 93	
Desviación estándar normal (ZR)	-0.674
Desviación estándar de las variables (So)	0.35
Pérdida de servicialidad (ΔPSI)	2.50
Servicialidad final (Pt)	2.00
Módulo de rotura del concreto (MR)	568.93
Coeficiente de transferencia de carga (J)	4.00
Coeficiente de drenaje (Cd)	1
Módulo de elasticidad del concreto (Ec)	3597112.80
Módulo de reacción de la subrasante (Kc)	212.66
Número de Ejes Equivalentes (W18)	1223724.46
Periodo de diseño	30
Largo de losa	3.00
Ancho de losa	2.70
Tipo de borde	Sin berma de concreto
Barras de transferencia de cargas	No usado

TCP	
Material	
Slab:	
Módulo de rotura del concreto (E ó MR)	24801.23
nu (Coef. Poisson)	0.15
Alpha (per deg C)	0.00001
Density (kg/m3)	2400.00
Dowels and Ties:	
E (MPa)	-
nu (Coef. Poisson)	-
Subbase:	
E (MPa)	155.34
nu (Coef. Poisson)	0.35
density (kg/m3)	2255.00

TCP	
Slab/Base interface:	
Initial Stiffness	0.022
Slip Displacement	0.76
Dense Liquid Subgrade:	
Coef. Balasto (K)	0.0577267
Loading	
	
L	89
W	295
A	1185
B	335
S	1400
Geometría y otros	
Largo de losa	1.80
Ancho de losa	1.35
Tipo de borde	Sin berma de concreto
Barras de transferencia de cargas	No usado

B.2. Ficha de registro para conteo vehicular semanal empleada

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	4 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
																							
00-01																							
01-02																							
02-03																							
03-04																							
04-05																							
05-06																							
06-07																							
07-08																							
08-09																							
09-10																							
10-11																							
11-12																							
12-13																							
13-14																							
14-15																							
15-16																							
16-17																							
17-18																							
18-19																							
19-20																							
20-21																							
21-22																							
22-23																							
23-24																							
TOTAL																							

Anexo C. Validación de instrumentos

SECCIÓN 1: CARTA DE PRESENTACIÓN

Lima, abril del 2026

Señor Magister:
ING. HUARCAYA RAMOS LUIS FERNANDO
Presente

Asunto: Validación de instrumentos de investigación mediante juicio de expertos

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y, al mismo tiempo, hacer de su conocimiento que soy bachiller de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV).

En ese sentido, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, soy autor de la investigación titulada:

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"

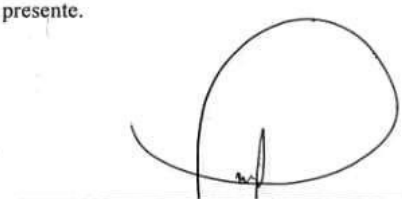
Siendo imprescindible contar con la evaluación de expertos especializados en el campo de la ingeniería civil, he considerado conveniente recurrir a usted, dada su reconocida experiencia y trayectoria académico-profesional.

El expediente de validación que le hago llegar contiene los siguientes documentos:

- Carta de presentación
- Matriz de consistencia
- Fichas de recolección de datos (instrumentos de investigación)
- Ficha o certificado de validación del instrumento

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



TUMAY CABREJOS, GIORGE ORLANDO
DNI : 73827919
Correo : 2018020321@unfv.edu.pe
Celular : 945349796

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Tesis: ANALISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RIGIDO DISEÑADO POR EL METODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025

INFORME SOBRE JUICIO DE EXPERTO DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

I. DATOS GENERALES:

1.1. APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO : HUARCAYA RAMOS LUIS FERNANDO
1.2. INSTITUCIÓN DONDE LABORA : IMARPE
1.3. GRADO ACADÉMICO DEL EXPERTO : MAGISTER
1.4. CORREO ELECTRÓNICO : huarcayaluis23@gmai.com

II. INSTRUMENTO MOTIVO DE EVALUACIÓN : Fichas de recolección de datos técnicos y registro vehicular.

III. NOMBRE DEL INSTRUMENTO VALIDADO : Ficha B.1 (Parámetros técnicos empleados para cada método) y Ficha B.2 (Ficha de registro para conteo vehicular semanal).

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE				BAJA				REGULAR				BUENA				MUY BUENA			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Utiliza lenguaje técnico y normativo adecuado para la ingeniería civil.																X				
2. OBJETIVIDAD	Se basa en parámetros físicos, mecánicos y variables estrictamente cuantificables.																	X			
3. ACTUALIZACIÓN	Está acorde con las normativas, manuales y herramientas técnicas vigentes.																	X			
4. ORGANIZACIÓN	Presenta una secuencia lógica para la recolección, registro y procedimiento de datos.																		X		
5. SUFICIENCIA	Comprende todos los parámetros e insumos necesarios para realizar el análisis técnico.																	X			
6. INTENCIONALIDAD	Es el adecuado para evaluar y medir los indicadores técnicos de la investigación.																X				
7. CONSISTENCIA	Se sustenta en principios físicos, matemáticos y/o mecánicos comprobables.																		X		
8. COHERENCIA	Existe una relación lógica y directa entre las variables, las dimensiones y los datos requeridos.																	X			
9. METODOLOGÍA	La estructura del instrumento responde al diseño y a los objetivos de la investigación.																	X			
10. PERTINENCIA	El instrumento es aplicable y replicable para las condiciones reales del proyecto evaluado.																		X		

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD (marcar con un aspa):

(x) **Aplicable:** El instrumento es válido y puede ser aplicado tal como está elaborado.
( ) **Aplicable, con observaciones:** El instrumento es válido en su estructura y contenido, requiriendo únicamente ajustes menores de forma.
( ) **No aplicable:** El instrumento presenta deficiencias conceptuales o metodológicas y requiere ser reestructurado.

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85.5 %

FECHA: Lima, abril del 2026

FIRMA DE EXPERTO VALIDADOR LUIS FERNANDO HUARCAYA RAMOS
CIP N° 224197

SECCIÓN 1: CARTA DE PRESENTACIÓN

Lima, abril del 2026

Señor Magister:
ING. DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO
Presente

Asunto: Validación de instrumentos de investigación mediante juicio de expertos

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y, al mismo tiempo, hacer de su conocimiento que soy bachiller de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV).

En ese sentido, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, soy autor de la investigación titulada:

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"

Siendo imprescindible contar con la evaluación de expertos especializados en el campo de la ingeniería civil, he considerado conveniente recurrir a usted, dada su reconocida experiencia y trayectoria académico-profesional.

El expediente de validación que le hago llegar contiene los siguientes documentos:

- Carta de presentación
- Matriz de consistencia
- Fichas de recolección de datos (instrumentos de investigación)
- Ficha o certificado de validación del instrumento

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle la atención que dispense a la presente.

Atentamente,

TUMAY CABREJOS, GIORGE ORLANDO
DNI : 73827919
Correo : 2018020321@unfv.edu.pe
Celular : 945349796

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Tesis ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO, LIMA 2025

INFORME SOBRE JUICIO DE EXPERTO DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

I. DATOS GENERALES:

1.1. APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO : DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO
1.2. INSTITUCIÓN DONDE LABORA : IPAE PERU
1.3. GRADO ACADÉMICO DEL EXPERTO : MAGISTER
1.4. CORREO ELECTRÓNICO : luisdizahuiza@yahoo.es

II. INSTRUMENTO MOTIVO DE EVALUACIÓN : Fichas de recolección de datos técnicos y registro vehicular.

III. NOMBRE DEL INSTRUMENTO VALIDADO : Ficha B.1 (Parámetros técnicos empleados para cada método) y Ficha B.2 (Ficha de registro para conteo vehicular semanal).

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE				BAJA				REGULAR				BUENA				MUY BUENA			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Utiliza lenguaje técnico y normativo adecuado para la ingeniería civil.																	X			
2. OBJETIVIDAD	Se basa en parámetros físicos, mecánicos y variables estrictamente cuantificables.																		X		
3. ACTUALIZACIÓN	Está acorde con las normativas, manuales y herramientas técnicas vigentes.																X				
4. ORGANIZACIÓN	Presenta una secuencia lógica para la recolección, registro y procedimiento de datos.																	X			
5. SUFICIENCIA	Comprende todos los parámetros e insumos necesarios para realizar el análisis técnico.																	X			
6. INTENCIONALIDAD	Es el adecuado para evaluar y medir los indicadores técnicos de la investigación.																X				
7. CONSISTENCIA	Se sustenta en principios físicos, matemáticos y/o mecánicos comprobables.																		X		
8. COHERENCIA	Existe una relación lógica y directa entre las variables, las dimensiones y los datos requeridos.																	X			
9. METODOLOGÍA	La estructura del instrumento responde al diseño y a los objetivos de la investigación.																	X			
10. PERTINENCIA	El instrumento es aplicable y replicable para las condiciones reales del proyecto evaluado.																	X			

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD (marcar con un aspa):

(X) **Aplicable:** El instrumento es válido y puede ser aplicado tal como está elaborado.
( ) **Aplicable, con observaciones:** El instrumento es válido en su estructura y contenido, requiriendo únicamente ajustes menores de forma.
( ) **No aplicable:** El instrumento presenta deficiencias conceptuales o metodológicas y requiere ser reestructurado.

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85 %

FECHA: Lima, abril del 2026

FIRMA DE EXPERTO VALIDADOR .....

DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO
CIP Nº 86994

SECCIÓN 1: CARTA DE PRESENTACIÓN

Lima, abril del 2026

Señor:

ING. MENDOZA VELASQUEZ FRANK DENIS

Presente

Asunto: Validación de instrumentos de investigación mediante juicio de expertos

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y, al mismo tiempo, hacer de su conocimiento que soy bachiller de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV).

En ese sentido, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, soy autor de la investigación titulada:

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"

Siendo imprescindible contar con la evaluación de expertos especializados en el campo de la ingeniería civil, he considerado conveniente recurrir a usted, dada su reconocida experiencia y trayectoria académico-profesional.

El expediente de validación que le hago llegar contiene los siguientes documentos:

- Carta de presentación
- Matriz de consistencia
- Fichas de recolección de datos (instrumentos de investigación)
- Ficha o certificado de validación del instrumento

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle la atención que dispense a la presente.

Atentamente,

TUMAY CABREJOS, GIORGE ORLANDO
DNI : 73827919
Correo : 2018020321@unfv.edu.pe
Celular : 945349796

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO, LIMA 2025

INFORME SOBRE JUICIO DE EXPERTO DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

I. **DATOS GENERALES:**
- **1.1. APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO :** MENDOZA VELASQUEZ FRANK DENIS
- **1.2. INSTITUCIÓN DONDE LABORA :** MDVMT
- **1.3. GRADO ACADÉMICO DEL EXPERTO :** INGENIERO CIVIL
- **1.4. CORREO ELECTRÓNICO :** frankmendozave@gmail.com

II. **INSTRUMENTO MOTIVO DE EVALUACIÓN :** Fichas de recolección de datos técnicos y registro vehicular.

III. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO VALIDADO :** Ficha B.1 (Parámetros técnicos empleados para cada método) y Ficha B.2 (Ficha de registro para conteo vehicular semanal).

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE				BAJA				REGULAR				BUENA				MUY BUENA			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Utiliza lenguaje técnico y normativo adecuado para la ingeniería civil.																		X		
2. OBJETIVIDAD	Se basa en parámetros físicos, mecánicos y variables estrictamente cuantificables.																	X			
3. ACTUALIZACIÓN	Está acorde con las normativas, manuales y herramientas técnicas vigentes.																		X		
4. ORGANIZACIÓN	Presenta una secuencia lógica para la recolección, registro y procedimiento de datos.																	X			
5. SUFICIENCIA	Comprende todos los parámetros e insumos necesarios para realizar el análisis técnico.																	X			
6. INTENCIONALIDAD	Es el adecuado para evaluar y medir los indicadores técnicos de la investigación.																	X			
7. CONSISTENCIA	Se sustenta en principios físicos, matemáticos y/o mecánicos comprobables.																X				
8. COHERENCIA	Existe una relación lógica y directa entre las variables, las dimensiones y los datos requeridos.																	X			
9. METODOLOGÍA	La estructura del instrumento responde al diseño y a los objetivos de la investigación.																X				
10.PERTINENCIA	El instrumento es aplicable y replicable para las condiciones reales del proyecto evaluado.																	X			

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD (marcar con un aspa):

(x) **Aplicable:** El instrumento es válido y puede ser aplicado tal como está elaborado.

( ) **Aplicable, con observaciones:** El instrumento es válido en su estructura y contenido, requiriendo únicamente ajustes menores de forma.

( ) **No aplicable:** El instrumento presenta deficiencias conceptuales o metodológicas y requiere ser reestructurado.

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85 %

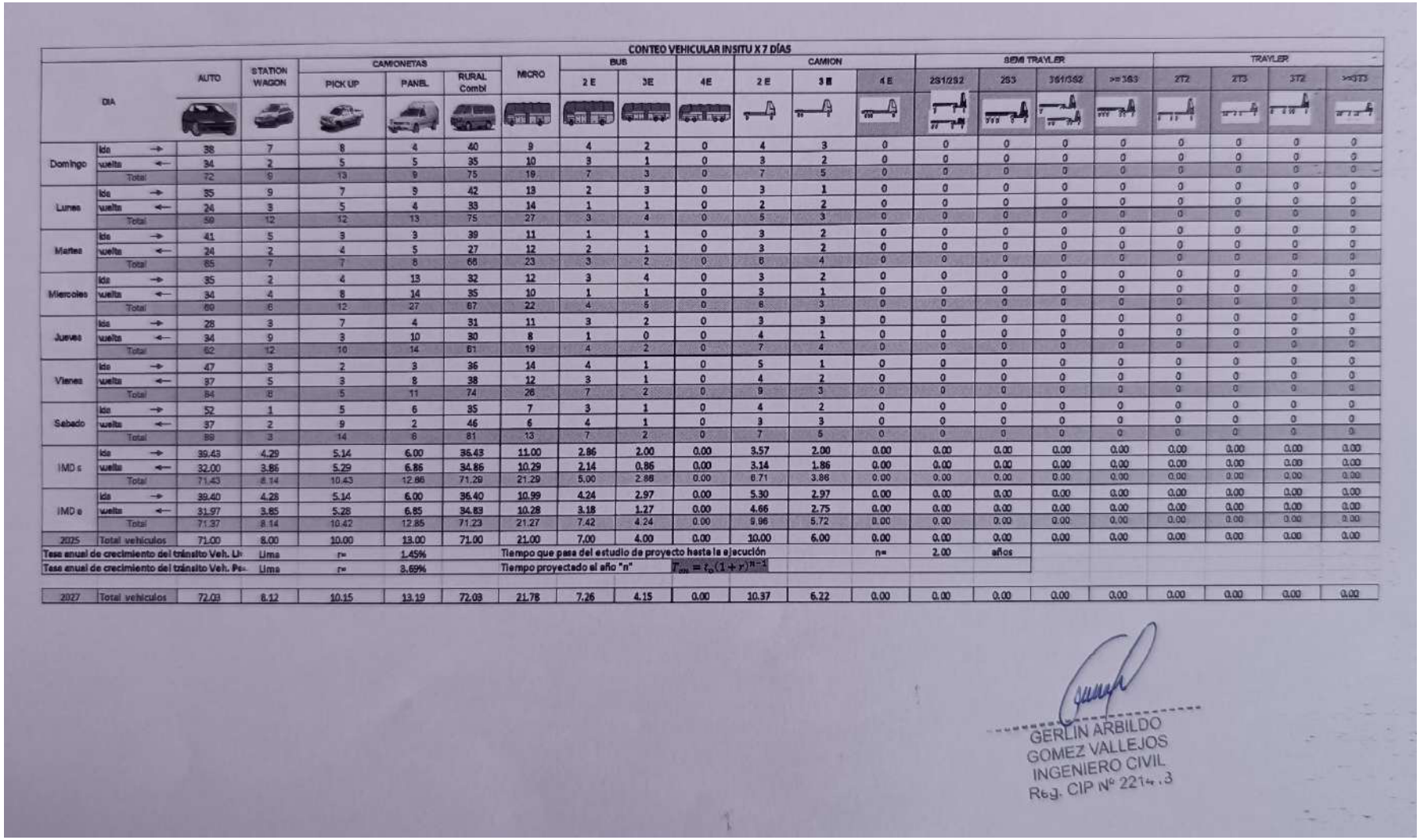
FECHA: Lima, abril del 2026

FIRMA DE EXPERTO VALIDADOR

MUNICIPALIDAD DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO
Ing. Frank D. Mendoza Velasquez
GERENTE

Anexo D. Cálculos realizados para diseño de pavimento AASHTO 93

D.1. Conteo vehicular

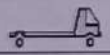
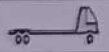


CONTEO VEHICULAR INSITU X 7 DÍAS

DIA		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3E	4E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
Domingo	Ida →	38	7	8	4	40	9	4	2	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vuelta ←	34	2	5	5	35	10	3	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	72	9	13	9	75	19	7	3	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lunes	Ida →	35	9	7	9	42	13	2	3	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vuelta ←	24	3	5	4	33	14	1	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	59	12	12	13	75	27	3	4	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Martes	Ida →	41	5	3	3	39	11	1	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vuelta ←	24	2	4	5	27	12	2	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	65	7	7	8	66	23	3	2	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Miercoles	Ida →	35	2	4	13	32	12	3	4	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vuelta ←	34	4	8	14	35	10	1	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	69	6	12	27	67	22	4	5	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jueves	Ida →	28	3	7	4	31	11	3	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vuelta ←	34	9	3	10	30	8	1	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	62	12	10	14	61	19	4	2	0	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viernes	Ida →	47	3	2	3	36	14	4	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vuelta ←	37	5	3	8	38	12	3	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	84	8	5	11	74	26	7	2	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabado	Ida →	52	1	5	6	35	7	3	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vuelta ←	37	2	9	2	46	6	4	1	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	89	3	14	8	81	13	7	2	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMD s	Ida →	39.43	4.29	5.14	6.00	36.43	11.00	2.86	2.00	0.00	3.57	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vuelta ←	32.00	3.86	5.29	6.86	34.86	10.29	2.14	0.86	0.00	3.14	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Total	71.43	8.14	10.43	12.86	71.29	21.29	5.00	2.86	0.00	6.71	3.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMD e	Ida →	39.40	4.28	5.14	6.00	36.40	10.99	4.24	2.97	0.00	5.30	2.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vuelta ←	31.97	3.85	5.28	6.85	34.83	10.28	3.18	1.27	0.00	4.66	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Total	71.37	8.14	10.42	12.85	71.23	21.27	7.42	4.24	0.00	9.96	5.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2025	Total vehiculos	71.00	8.00	10.00	13.00	71.00	21.00	7.00	4.00	0.00	10.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tasa anual de crecimiento del tránsito Veh. Li		Lima	r=	1.45%			Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución						n=	2.00	años						
Tasa anual de crecimiento del tránsito Veh. Pe		Lima	r=	3.69%			Tiempo proyectado al año "n"				$T_{2n} = t_0(1+r)^{n-1}$										
2027	Total vehiculos	72.03	8.12	10.15	13.19	72.03	21.78	7.26	4.15	0.00	10.37	6.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 221 .3

D.2. Determinación de número de ejes equivalentes (ESAL)

TIPOS DE VEHÍCULOS			IMDa	EJE	TIPO DE EJE	NOMENCLATURA	NÚMERO DE NEUMÁTICOS	CARGA EJE (Tn)	TIPO EE8.2Tn	EE (8.2 Tn)	EE*IMDa
	AUTOS		72.03	DELANTERO	SIMPLE	1RS	2	1	EES1	0.00043639	0.03143312
			72.03	POSTERIOR	SIMPLE	1RS	2	1	EES1	0.00043639	0.03143312
	STATION WAGON		8.12	DELANTERO	SIMPLE	1RS	2	1	EES1	0.00043639	0.00354176
			8.12	POSTERIOR	SIMPLE	1RS	2	1	EES1	0.00043639	0.00354176
	PICK UP		10.15	DELANTERO	SIMPLE	1RS	2	1	EES1	0.00043639	0.0044272
			10.15	POSTERIOR	SIMPLE	1RS	2	1	EES1	0.00043639	0.0044272
	PANEL		13.19	DELANTERO	SIMPLE	1RS	2	1	EES1	0.00043639	0.00575536
			13.19	POSTERIOR	SIMPLE	1RS	2	1	EES1	0.00043639	0.00575536
	RURAL COMBI		72.03	DELANTERO	SIMPLE	1RS	2	1	EES1	0.00043639	0.03143312
			72.03	POSTERIOR	SIMPLE	1RS	2	1	EES1	0.00043639	0.03143312
	MICRO		21.78	DELANTERO	SIMPLE	1RS	2	1	EES1	0.00043639	0.00950249
			21.78	POSTERIOR	SIMPLE	1RS	2	1	EES1	0.00043639	0.00950249
BUS	2E		7.26	DELANTERO	SIMPLE	1RS	2	7	EES1	1.27283418	9.23885564
			7.26	POSTERIOR	SIMPLE	1RD	4	11	EES2	3.33482627	24.2058071
	3E		4.15	DELANTERO	SIMPLE	1RS	2	7	EES1	1.27283418	5.27934608
			4.15	POSTERIOR	TANDEM	1RS+1RD	6	16	EETA1	2.34274049	9.7170064
CAMIÓN	2E		10.37	DELANTERO	SIMPLE	1RS	2	7	EES1	1.27283418	13.1983652
			10.37	POSTERIOR	SIMPLE	1RD	4	11	EES2	3.33482627	34.5797244
	3E		6.22	DELANTERO	SIMPLE	1RS	2	7	EES1	1.27283418	7.91901912
			6.22	POSTERIOR	TANDEM	2RD	8	18	EETA2	3.45800441	21.5141953

Numero de EE(ejes equivalentes) (ESALs)

$$\#EE(8.2tn) = \sum(EE * Fca * 365) \text{ ó}$$

$$\#EE(8.2tn) = 365\sum(EE * IMDa) * Fca * Fd * Fc$$

EE (8.2 tn) = 1 223 724.46

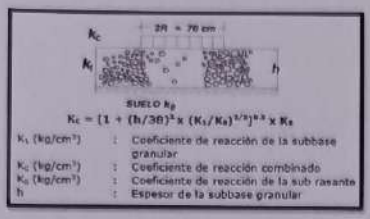
GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 227[illegible]

D.3. Diseño de losa de pavimento rígido por el método AASHTO 93

I. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA ECUCACIÓN AASHTO 93

I.1. Módulo de reacción (Kc)

Aplicando correlaciones propuestas por AASHTO 93



$$K_c = [1 + (h/30)^2 \times (K_1/K_s)^{1/3}]^{3.3} \times K_s$$

K_1 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la subbase granular
K_c (kg/cm³) : Coeficiente de reacción combinado
K_s (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la sub rasante
h : Espesor de la subbase granular

Proviene de los estudios de suelos

KI = 2.55 + 52.5 * log (CBR) Mpa/m ; CBR =< 10
46 + 9.08 * log (CBR) ^4.34 Mpa/m ; CBR > 10

K0 CBR subrasante= 11.50 %
K1 CBR subbase= 30 %

No requiere estabilización de suelos; CBR>=6%

K0 =	57.726	Mpa/m	<
	5.886	kg/cm3	
	210.702	PCI (lb/pulg3)	

K1 =	95.357	Mpa/m
	9.724	kg/cm3
	348.058	PCI (lb/pulg3)

CAPA DE RODADURA
SUB BASE
SUB RASANTE

Kc =	57.726	Mpa/m
	5.886	kg/cm3
	212.657196	PCI (lb/pulg3)

e_{ab} 15 cm

I.2. Módulo elástico del concreto (Ec)

$$E = 57{,}000 \times (f'c)^{0.5};\ (f'c \text{ en PSI})$$

Nota: El ensayo ASTM C – 469 calcula el módulo de elasticidad del concreto

f'c =	280	kg/cm2
	3982.52	lb/pulg2 (PSI)

Ec = 3597112.797 PSI

I.3. Módulo de rotura del concreto (Sc o Mr)

Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE	a	Resistencia Mínima a la Flexotracción del Concreto (Mr)	Resistencia Mínima equivalente a la Compresión
≤5'000,000 EE	2.40	40	280
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	2.42	42	300
> 15'000,000 EE	2.41	45	350

**Selecciona el f'c del cuadro y usa el coef. de correlación (a) indicado para hallar Mr.*

El módulo de rotura (Mr) del concreto se correlaciona con el módulo de compresión (f'c) del concreto mediante la siguiente regresión:

$$Mr = a\sqrt{f'c} \quad \text{(Valores en kg/cm}^2\text{), según el ACI 363}$$

a = 2.39

Donde los valores "a" varian entre 1.99 y 3.18 de acuerdo a las recomendaciones de AASHTO.

Mr=S'c =	40.00	kg/cm2
	568.93	lb/pulg2 (PSI)

I.4. Coeficiente de transferencia de carga (J)

Tipo de Berma	J			
	Granular o Asfáltica		Concreto Hidráulico	
Valores J	Si (con pasadores)	NO (sin pasadores)	Si (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

**Selecciona el valor de J según la existencia o no y el tipo de conexión entre losas.*

J = 4

Considerando:

ESAL (traf. Pes.)	12.43% < 25%
ESAL (traf. Liv.)	87.57%

Se considera no utilizar pasadores, conforme a recomendación de investigaciones, por bajo tránsito pesado

GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 22[illegible]

I.5. Coeficiente de drenaje (Cd)

1ero: Se determina la calidad del material como drenaje en función de susdimensiones, granulometria, y caracteristicas de permeabilidad.

Calidad de Drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Insuficiente	1 mes	mas de 10 horas
Muy Insuficiente	El agua no drena	mucho mas de 10 horas

** Tiempos de drenaje recomendados por AASHTO*

2do: Una vez caracterizado el material y su calidad de drenaje, se calcula el Cd correlacionándolo con el grado de exposición de la estructura a niveles de humedad próximos a la saturación, utilizando para ello el siguiente cuadro.

TABLA A1

Valores de C_d recomendados por la AASHTO para pavimentos rígidos.

C_d	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación			
Calificación del drenaje		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1,25 - 1,20	1,0 - 1,15	1,15 -1,10	1,10
Bueno	1 día	1,20 -1,15	1,15 -1,10	1,10 -1,00	1,00
Regular	1 semana	1,15 -1,10	1,10 -1,00	1,00 - 0,90	0,90
Pobre	1 mes	1,10 -1,00	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80
Muy pobre	Nunca	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80 - 0,70	0,70

Cd =	1

I.6. Número acumulado de ejes equivalentes (W18)

W18 =	1 223 724.46

**Proveniente del estúdio de tránsito y proyección durante el periodo de vida del pavimento*

I.7. Pérdida de Serviciabilidad (ΔPSI)

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (p_t)

Se establece como la condición de la superficie del pavimento que no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario y corresponde al valor más bajo antes de que sea necesario rehabilitar o reconstruir un pavimento. En la Tabla A3 se proponen algunos valores para el índice de serviciabilidad final de pavimentos urbanos.

TABLA A3

Índice de Serviciabilidad Final (p_t)

p_t	Tipo de Vía
3,00	Expresas
2,50	Arteriales
2,25	Colectoras
2,00	Locales y estacionamientos

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (p_o)

Se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO'93 estableció (si no se tiene información disponible para diseño) los siguientes valores:

a) Para pavimentos rígidos, un valor inicial deseable p_o de 4,5; y
b) Para pavimentos flexibles un valor inicial deseable p_o de 4,2.

TABLA A4

Valores de PSI y calificación de la serviciabilidad

PSI	Calificación
0,0	Intransitable
0,1 - 1,0	Muy malo
1,1 - 2,0	Malo
2,1 - 3,0	Regular
3,1 - 4,0	Bueno
4,1 - 4,9	Muy bueno
5,0	Excelente

**Conforme a Norma CE010 - Pavimentos Urbanos*

P0 =	4.50
Pt =	2.00

ΔPSI	2.50

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221413

I.8. Confiabilidad (R) y Desviación Estandar Normal (Zr)

En la tabla 6.4 se dan niveles de confiabilidad aconsejados por AASHTO.

Tabla 6.4

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona urbana	Zona Rural
Rutas interestatales y autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-99
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

**Conforme a la Guia de diseño AASHTO 93*

R =	75	%

En la siguiente tabla se muestra un resumen de valores de Z_R en función al valor de confiabilidad:

Tabla 9.1. Relación de confiabilidad y el valor de Z_R

Confiabilidad R, %	Desviación normal estándar Z_R
50	0.000
60	0.253
70	0.524
75	0.674
80	0.841
85	1.037
90	1.282
91	1.340
92	1.405
93	1.476
94	1.555
95	1.645
96	1.751
97	1.881
98	2.054
99	2.327
99.9	3.090
99.99	3.750

Zr =	-0.674

I.9. Desviación estándar de las variables (So)

De acuerdo a la Guia de diseño de pavimentos AASTHO 93, en cuanto al desvio estandar de las variables, So, se recomienda para pavimentos rigidos un valor de 0.34 para el caso en que se considere la varianza del transito futuro.

0.3	< So <	0.4

So =	0.35

I.10. Valores finales

Kc =	212.66	PCI (lb/pulg3)
Ec =	3 597 112.80	PSI
S'c =	568.93	lb/pulg2 (PSI)
J =	4	
Cd =	1	
W18 (20kN)=	1 223 724.46	
ΔPSI =	2.5	
Po=	4.50	
Pt =	2	
R =	75	%
Zr =	-0.674	
So =	0.35	

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221418

II. OBTENCIÓN DEL ESPESOR DE PAVIMENTO (D)

$$log W_{18} = Z_R S_o + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log\left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right]}{1+\frac{1.624x10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32p_t) log \left[\frac{S_c C_d [D^{0.75} - 1.132]}{215.63 J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{Ec}{k}\right)^{0.25}}\right]}\right]$$

Ecuación AASHTO 93

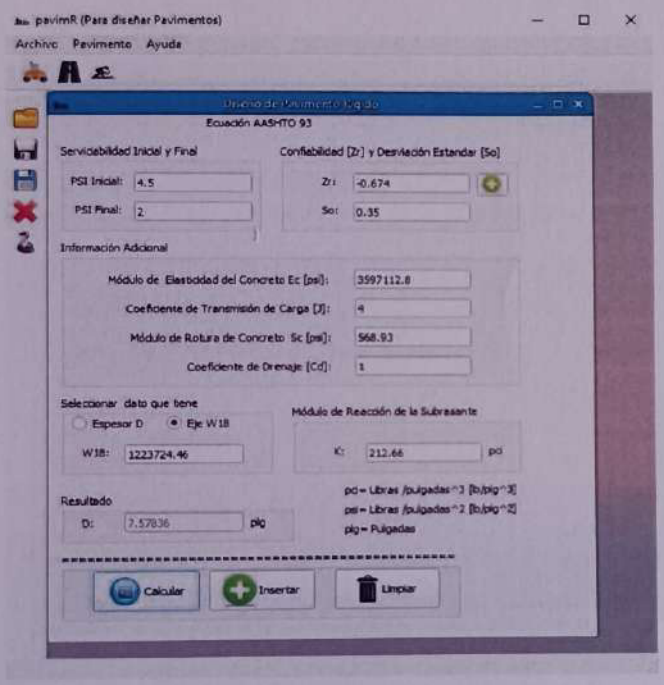
Se realiza el procedimiento partiendo de la suposición de un espesor inicial, para luego iniciar los tanteos aplicando los valores obtenidos en la ecuación AASHTO 93, hasta llegar a una igualdad.

Al llegar al equilibrio, se obtiene:

a. Cálculo a través de Excel:

D (comercial)=	19.50	cm	*"Cálculo en excel"*
D=	19.3548	cm	
	7.6200	in	

b. Cálculo a través del Software PavimR:



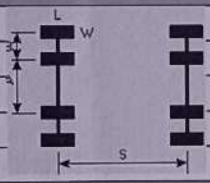
ESPESOR FINAL (D) =	**19.50**	**cm**

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221[illegible]3

D.4. Parámetros de diseño por el método TCP

PÁRAMETROS DE DISEÑO TCP PARA SOFTWARE EVERFE

Material		
Slab:		
Módulo de rotura del concreto (E ó MR)	24801.23	MPa
nu (Coef. Poisson)	0.15	
Alpha (per deg C)	0.00001	(1/°C)
Density (kg/m3)	2400.00	kg/m3
Dowels and Ties:		
E (MPa)	-	
nu (Coef. Poisson)	-	
Subbase:		
E (MPa)	155.34	MPa
nu (Coef. Poisson)	0.35	
density (kg/m3)	2255.00	kg/m3
Slab/Base interface:		
Initial Stiffness	0.022	Mpa/mm
Slip Displacement	0.76	mm
Dense Liquid Subgrade:		
Coef. Balasto (K)	0.0577267	Mpa/mm
Loading		
L	89	mm
W	295	mm
A	1185	mm
B	335	mm
S	1400	mm
Geometría y otros		
Largo de losa	1.80	m
Ancho de losa	1.35	m
Tipo de borde	Sin berma de concreto	
Barras de transferencia de cargas	No usado	



GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 221418

D.5. Presupuestos

D.5.1.- AASHTO 93

S10 Página 1

Presupuesto

Presupuesto	0301096	ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025
Método	001	AASHTO 93
Tesista	GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	Costo al 15/11/2025
Lugar	LIMA - LIMA - VILLA MARIA DEL TRIUNFO	

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	**OBRAS PROVISIONALES**				**7,226.27**
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 4.80 x 3.60 m	Und.	1.00	1,826.27	1,826.27
01.02	ALMACÉN, OFICINA Y OFICINA DE GUARDANÍA	Mes	3.00	900.00	2,700.00
01.03	ALQUILER DE BAÑOS QUÍMICOS PORTÁTILES	Mes	3.00	900.00	2,700.00
02	**SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**				**17,082.30**
02.01	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	Glb.	1.00	2,915.00	2,915.00
02.02	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	Glb.	1.00	2,500.00	2,500.00
02.03	EQUIPOS DE PROTECIÓN INDIVIDUAL	Glb.	1.00	7,013.00	7,013.00
02.04	EQUIPOS DE PROTECIÓN COLECTIVA	Glb.	1.00	2,834.30	2,834.30
02.05	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD DURANTE LA OBRA	Glb.	1.00	1,820.00	1,820.00
03	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**19,875.56**
03.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS	Glb.	1.00	3,950.00	3,950.00
03.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	6,102.00	1.35	8,237.70
03.03	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	Glb.	1.00	7,687.86	7,687.86
04	**PLAN DE DESVÍO VEHICULAR**				**6,317.37**
04.01	TRANQUERA DE MADERA DE 2.15 x 1.15 m	Und.	23.00	239.19	5,501.37
04.02	SEÑALIZACIÓN DE OBRAS Y DESVÍOS DURANTE PERIODO DE CONSTRUCCIÓN	Glb.	1.00	816.00	816.00
05	**DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE**				**65,461.63**
05.01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE C/EQUIPO E = 8 cm	m2	6,102.00	4.27	26,055.54
05.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ. 15 m3, D =15 km	m3	585.79	67.27	39,406.09
06	**PAVIMENTO RÍGIDO**				**902,904.13**
06.01	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**183,282.92**
06.01.01	EXCAVACIÓN C/EQUIPO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	4,024.92	7.81	31,434.63
06.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	1,586.83	7.61	12,075.78
06.01.03	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE C/EQUIPO	m2	6,102.00	5.84	35,635.68
06.01.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ. 15 m3, D = 15 km	m3	3,047.61	34.17	104,136.83
06.02	**SUB BASE**				**89,455.32**
06.02.01	ACARREO, CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBBASE GRANULAR e = 15 cm	m2	6,102.00	14.66	89,455.32
06.03	**OBRAS DE CONCRETO**				**560,328.43**
06.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PAVIMENTO RÍGIDO	m2	442.81	45.02	19,935.31
06.03.02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO DE F'C=280 kg/cm2, PARA LOSA DE e=19.50 cm	m2	6,102.00	82.30	502,194.60
06.03.03	CURADO DE CONCRETO	m2	6,102.00	3.39	20,685.78
06.03.04	ACABADO Y TEXTURIZADO DE PAVIMENTO RÍGIDO	m2	6,102.00	2.87	17,512.74
06.04	**JUNTAS**				**42,908.00**
06.04.01	CORTE C/MÁQUINA (ASERRADO) DE ESPESOR 6.5 cm, PARA JUNTAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES	ml.	3,155.00	4.11	12,967.05
06.04.02	SELLADO DE JUNTAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES C/MATERIAL ELASTOMÉRICO	ml.	3,155.00	9.49	29,940.95
06.05	**SEÑALIZACIÓN**				**26,929.46**
06.05.01	PINTADO DE PAVIMENTOS (SIMBOLOS Y LETRAS)	m2	373.00	36.47	13,603.31
06.05.02	PINTADO DE PAVIMENTOS (LÍNEAS CONTÍNUAS) e=0.10 m	ml.	3,390.00	2.71	9,186.90
06.05.03	GIBAS DE ASFALTO C/PINTADO	Und.	15.00	275.95	4,139.25
07	**IMPACTO AMBIENTAL**				**13,096.00**
07.01	PLAN DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL DURANTE LA OBRA	Glb.	1.00	5,096.00	5,096.00
07.02	PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	Glb.	1.00	8,000.00	8,000.00
	Costo Directo				**1,031,963.26**
	Gastos generales 7%				**72,237.43**
	Utilidades 10%				**103,196.33**
	Subtotal				**1,207,397.02**

GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221413

Impuestos (IGV 18%)	217,331.46
Total del presupuesto	1,424,728.48

SON : UN MILLON CUATROCIENTOS VEINTICUATRO MIL SETECIENTOS VEINTIOCHO Y 48/100 NUEVOS SOLES

Fecha :

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 2

D.5.2.- TCP

S10 Página 1

Presupuesto

Presupuesto 0301096 ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025

Método 001 TCP

Tesista GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS Costo al 15/11/2025

Lugar LIMA - LIMA - VILLA MARIA DEL TRIUNFO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				7,226.27
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 4.80 x 3.60 m	Und.	1.00	1,826.27	1,826.27
01.02	ALMACÉN, OFICINA Y OFICINA DE GUARDANÍA	Mes	3.00	900.00	2,700.00
01.03	ALQUILER DE BAÑOS QUÍMICOS PORTÁTILES	Mes	3.00	900.00	2,700.00
02	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO				17,082.30
02.01	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	Glb.	1.00	2,915.00	2,915.00
02.02	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	Glb.	1.00	2,500.00	2,500.00
02.03	EQUIPOS DE PROTECIÓN INDIVIDUAL	Glb.	1.00	7,013.00	7,013.00
02.04	EQUIPOS DE PROTECIÓN COLECTIVA	Glb.	1.00	2,834.30	2,834.30
02.05	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD DURANTE LA OBRA	Glb.	1.00	1,820.00	1,820.00
03	TRABAJOS PRELIMINARES				19,875.56
03.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS	Glb.	1.00	3,950.00	3,950.00
03.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	6,102.00	1.35	8,237.70
03.03	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	Glb.	1.00	7,687.86	7,687.86
04	PLAN DE DESVÍO VEHICULAR				6,317.37
04.01	TRANQUERA DE MADERA DE 2.15 x 1.15 m	Und.	23.00	239.19	5,501.37
04.02	SEÑALIZACIÓN DE OBRAS Y DESVÍOS DURANTE PERIODO DE CONSTRUCCIÓN	Glb.	1.00	816.00	816.00
05	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE				65,461.63
05.01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE C/EQUIPO E = 8 cm	m2	6,102.00	4.27	26,055.54
05.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ. 15 m3, D = 15 km	m3	585.79	67.27	39,406.09
06	PAVIMENTO RÍGIDO				872,538.58
06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				177,332.44
06.01.01	EXCAVACIÓN C/EQUIPO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	3,941.90	7.81	30,786.24
06.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	1,636.86	7.61	12,456.50
06.01.03	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE C/EQUIPO	m2	6,102.00	5.84	35,635.68
06.01.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ. 15 m3, D = 15 km	m3	2,881.30	34.17	98,454.02
06.02	SUB BASE				119,965.32
06.02.01	ACARREO, CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBBASE GRANULAR e = 15 cm	m2	6,102.00	19.66	119,965.32
06.03	OBRAS DE CONCRETO				476,409.71
06.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PAVIMENTO RÍGIDO	m2	374.68	45.02	16,868.09
06.03.02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO DE F'C=280 kg/cm2, PARA LOSA DE e=16.50 cm	m2	6,102.00	69.65	425,004.30
06.03.03	CURADO DE CONCRETO	m2	6,102.00	3.22	19,648.44
06.03.04	ACABADO Y TEXTURIZADO DE PAVIMENTO RÍGIDO	m2	6,102.00	2.44	14,888.88
06.04	JUNTAS				71,901.65
06.04.01	CORTE C/MÁQUINA (ASERRADO) DE ESPESOR 5.5 cm, PARA JUNTAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES	ml.	6,770.40	2.79	18,889.42
06.04.02	SELLADO DE JUNTAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES C/MATERIAL ELASTOMÉRICO	ml.	6,770.40	7.83	53,012.23
06.05	SEÑALIZACIÓN				26,929.46
06.05.01	PINTADO DE PAVIMENTOS (SÍMBOLOS Y LETRAS)	m2	373.00	36.47	13,603.31
06.05.02	PINTADO DE PAVIMENTOS (LÍNEAS CONTINUAS) e=0.10 m	ml.	3,390.00	2.71	9,186.90
06.05.03	GIBAS DE ASFALTO C/PINTADO	Und.	15.00	275.95	4,139.25
07	IMPACTO AMBIENTAL				13,096.00
07.01	PLAN DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL DURANTE LA OBRA	Glb.	1.00	5,096.00	5,096.00
07.02	PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	Glb.	1.00	8,000.00	8,000.00
	Costo Directo				1,001,597.71
	Gastos generales 7%				70,111.84
	Utilidades 10%				100,159.77
	Subtotal				1,171,869.32

GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221413

Impuestos (IGV 18%)	210,936.48
Total del presupuesto	1,382,805.86

SON : UN MILLON TRESCIENTOS OCHENTIDOS MIL OCHOCIENTOS CINCO Y 80/100 NUEVOS SOLES

Fecha :

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 221418

D.6. Análisis de precios unitarios

D.6.1.- AASHTO 93

S10 Página 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301096 ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO, LIMA 2025

Metodo AASHTO 93 Fecha presupuesto 15/11/2025

Partida 01.01 CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 4.80 x 3.60 m

(001)01.01

Costo unitario directo por : Und. 1,826.27

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.00	16.0000	26.19		419.04
0147010004	PEON	hh	2.00	16.0000	18.63		298.08
					717.12		
	Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		1.6000	4.23		6.77
0202510066	PERNOS 3/4" X 6 1/2"	und		8.0000	2.40		19.20
0202520005	ARANDELA DE 3/4"	und		8.0000	0.60		4.80
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	50.85		43.22
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.6077	50.85		30.90
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		2.5000	18.24		45.10
0239130063	GIGANTOGRAFIA MATERIAL BANNER	und		1.0000	154.65		154.65
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		120.0000	6.50		780.00
					1,087.64		
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	717.12		21.51
					21.51		

Partida 01.02 ALMACÉN, OFICINA Y OFICINA DE GUARDANÍA

(001)01.02

Costo unitario directo por : Mes 900.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subcontratos						
0401080016	ALMACEN OFICINA Y CASETA DE GUARDANÍA	glb		1.0000	900.00		900.00
					900.00		

Partida 01.03 ALQUILER DE BAÑOS QUÍMICOS PORTÁTILES

(001)01.03

Costo unitario directo por : Mes 900.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subcontratos						
0401080005	ALQUILER DE BAÑO QUIMICO	mes		2.0000	450.00		900.00
					900.00		

Partida 02.01 RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

(001)02.01

Costo unitario directo por : Glb 2,915.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0230700087	EXTINTOR DE POLVO SECO	und		2.0000	90.00		180.00
0239120070	FRAZADAS DE 1 1/2 Y 2 PLAZAS	pza		3.0000	40.00		120.00
0239160034	BOTIQUIN EQUIPADO SEGUN LO INDICADO POR LA ENTID	und		2.0000	240.00		480.00
0239160015	CAMILLA DE PRIMEROS AUXILIOS	und		3.0000	45.00		135.00
					915.00		
	Subcontratos						
0401080003	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE	glb		1.0000	2,000.00		2,000.00
					2,000.00		

Partida 02.02 CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

(001)02.02

Costo unitario directo por : Glb 2,500.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subcontratos						
0401010007	CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb		1.0000	2,500.00		2,500.00
					2,500.00		

GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 221413

Partida 02.03 EQUIPOS DE PROTECIÓN INDIVIDUAL
(001)02.03

Costo unitario directo por : Glb. 7,013.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0202000826	MASCARILLA CONTRA POLVO (DESECHABLE)	und		50.0000	6.00	300.00
0202000827	CALZADO DE SEGURIDAD	par		35.0000	60.00	2,100.00
0202000828	GUANTES DE CUERO	par		35.0000	10.00	350.00
0202000829	PROTECTOR DE OIDOS	par		35.0000	8.00	280.00
0202000830	CASCO DE SEGURIDAD DE COLORES	und		45.0000	15.00	675.00
0202000831	CHALECO REFLECTIVO	und		35.0000	35.00	1,225.00
0202000833	PANTALON NARANJA DRILL	und		35.0000	33.00	1,155.00
0202000834	POLO DE ALGODON MANGA LARGA	und		35.0000	15.00	525.00
0205010836	BARBIQUEJO	und		20.0000	1.90	38.00
0239980012	LENTES DE PROTECCION	und		40.0000	10.00	400.00
					7,013.00	

Partida 02.04 EQUIPOS DE PROTECIÓN COLECTIVA
(001)02.04

Costo unitario directo por : Glb. 2,834.30

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0238480038	CINTA DE PELIGRO/SEÑALIZACIÓN (AMARILLA)	rll		15.0000	55.90	838.50
0239130080	MALLA NARANJA DE SEGURIDAD	m		20.0000	99.90	1,998.00
0239130081	BARANDILLA TUBULAR RÍGIDA (AMARILLA)	und		10.0000	28.70	287.00
0256990036	PARANTE/CACHACO DE 1.20 m.	und		12.0000	25.90	310.80
					2,834.30	

Partida 02.05 SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD DURANTE LA OBRA
(001)02.05

Costo unitario directo por : Glb 1,820.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0239990115	SEÑALES DE ADVERTENCIA	und		10.0000	35.00	350.00
0239990120	SEÑALES DE PROHIBICION	und		7.0000	35.00	245.00
0239990121	SEÑALES DE OBLIGACION	und		8.0000	35.00	280.00
0239990122	SEÑALES EN LAS INSTALACIONES DE OBRA	und		12.0000	35.00	420.00
0239990123	SEÑALES DE CONSERVACION DEL AMBIENTE	und		7.0000	35.00	245.00
0239990124	SEÑALES DE INFORMACION	und		8.0000	35.00	280.00
					1,820.00	

Partida 03.01 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS
(001)03.01

Costo unitario directo por : Glb. 3,950.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0232970004	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EC	glb		1.0000	3,950.00	3,950.00
					3,950.00	

Partida 03.02 TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO
(001)03.02

Costo unitario directo por : m2 1.35

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0100	26.19	0.26
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0200	18.63	0.37
					0.63	
	Materiales					
0229980003	YESO BOLSAS 18 kg	bls		0.0050	17.90	0.09
0243040009	MADERA TORNILLO	p2		0.0200	6.50	0.13
0254010015	PINTURA ESMALTE	gal		0.0020	30.00	0.06
					0.28	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.63	0.02
0337030005	CORDEL PARA ALBAÑIL # 24 EN OVILLO	ovl		0.0010	17.90	0.02
0349190007	NIVEL DE INGENIERO	hm	1.00	0.0100	10.00	0.10
0349980020	ESTACION TOTAL INC. PRISMAS Y JALONES	hm	1.00	0.0100	30.00	0.30
					0.44	

GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 221413

Partida 03.01 MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
(001)03.01

Costo unitario directo por : Glb 7,687.86

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	4.00	72.0000	18.63	598.16
					598.16	
	Materiales					
0229040095	MALLA DE SEGURIDAD (COLOR NARANJA)	dl		6.0000	55.00	330.00
0239040035	CINTA DE PELIGRO/SEÑALIZACIÓN (AMARILLA)	dl		5.0000	55.00	275.00
0239130065	CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA/CP	und		5.0000	25.00	215.20
0239130071	TRANQUERA DE MADERA	und		20.0000	220.00	4,400.00
0239130072	SEÑALES DE DESVIO Y CONTROL DE TRANSITO	und		30.0000	40.00	1,200.00
0258980036	PARANTE/CACHACO DE 1.20 m	und		25.0000	35.00	997.50
					7,091.70	

Partida 04.01 TRANQUERA DE MADERA DE 2.15 x 1.15 m
(001)04.01

Costo unitario directo por : Und 239.19

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	0.25	1.0000	18.63	18.63
					18.63	
	Materiales					
0239130071	TRANQUERA DE MADERA	und		1.0000	220.00	220.00
					220.00	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.63	0.56
					0.56	

Partida 04.02 SEÑALIZACIÓN DE OBRAS Y DESVIOS DURANTE PERIODO DE CONSTRUCCIÓN
(001)04.02

Costo unitario directo por : Glb 816.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0239130062	BANDERINES	und		10.0000	8.00	80.00
0239130063	CONO REFLECTANTE	und		10.0000	12.00	120.00
0239800007	SEÑAL VERTICAL INFORMATIVA	und		7.0000	25.00	175.00
0239800008	SEÑAL VERTICAL RESTRICTIVA	und		7.0000	28.00	196.00
0239800009	SEÑAL VERTICAL PREVENTINA	und		7.0000	35.00	245.00
					816.00	

Partida 05.01 DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE C/EQUIPO E = 8 cm
(001)05.01

Costo unitario directo por : m2 4.27

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0130	26.19	0.34
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0260	18.63	0.48
					0.82	
	Materiales					
0234000004	DIESEL	gal		0.0480	14.85	0.71
					0.71	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.82	0.02
0349040022	RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 80-110HP 0.5-1.3 Y	hm	1.00	0.0130	209.21	2.72
					2.74	

Partida 05.02 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ. 15 m3, D = 15 km
(001)05.02

Costo unitario directo por : m3 67.27

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	2.00	0.2667	26.19	6.98
0147010004	PEON	hh	2.00	0.2667	18.63	4.97
					11.95	
	Materiales					
0234000004	DIESEL	gal		0.2000	14.85	2.97
					2.97	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	11.95	0.36
0349040037	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.00	0.1333	200.00	26.66
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.00	0.1333	180.00	24.00
					52.35	

Partida 06.01.01 EXCAVACIÓN C/EQUIPO A NIVEL DE SUBRASANTE
(001)06.01.01

Costo unitario directo por : m3 7.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0211	26.19	0.55
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0211	21.50	0.45
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0421	18.63	0.78
					1.78	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.78	0.05
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.00	0.0211	283.52	5.98
					6.03	

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° [illegible]

Partida: (001)06.01.02 — 06.01.02 — RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO

Costo unitario directo por : m3 — 7.61

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.10	0.0023	28.00	0.06
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0229	26.19	0.60
0147010004	PEON	hh	1.00	0.0229	18.63	0.43
					1.09	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.09	0.03
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.00	0.0229	283.52	6.49
					6.52	

Partida: (001)06.01.03 — 06.01.03 — NIVELACIÓN Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE C/EQUIPO

Costo unitario directo por : m2 — 5.84

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	1.00	0.0067	28.00	0.19
0147010002	OPERARIO	hh	3.00	0.0200	26.19	0.52
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0067	21.50	0.14
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0133	18.63	0.25
					1.10	
	Materiales					
0229890048	AGUA	m3		0.0400	10.00	0.40
					0.40	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.10	0.03
0349040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.00	0.0067	135.00	0.90
0349030074	RODILLO VIBRATORIO LISO AUTOPROPULSADO 101 - 135 I	hm	1.00	0.0067	260.00	1.74
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.00	0.0067	235.00	1.57
0349880023	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.00	0.0067	15.00	0.10
					4.34	

Partida: (001)06.01.04 — 06.01.04 — ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ. 15 m3, D = 15 km

Costo unitario directo por : m3 — 34.17

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	4.00	0.1143	26.19	2.99
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0571	18.63	1.06
					4.05	
	Materiales					
0234000004	DIESEL	gal		0.5000	14.85	7.43
					7.43	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.05	0.12
0349040037	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	3.00	0.0857	200.00	17.14
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.00	0.0286	190.00	5.43
					22.69	

GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 221413

Partida	06.02.01	ACARREO, CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBBASE GRANULAR e = 15 cm				
(001)06.02.01			Costo unitario directo por : m2		14.66	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	3.00	0.0253	26.19	0.66
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0084	21.50	0.18
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0168	18.63	0.31
					1.15	
	Materiales					
0205300072	MATERIAL GRANULAR	m3		0.2000	40.00	8.00
0229990048	AGUA	m3		0.0200	10.00	0.20
					8.20	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.15	0.03
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.00	0.0084	135.00	1.13
0349030074	RODILLO VIBRATORIO LISO AUTOPROPULSADO 101 - 135 I hm		1.00	0.0084	260.00	2.18
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.00	0.0084	235.00	1.97
					5.31	

Partida	06.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PAVIMENTO RÍGIDO				
(001)06.03.01			Costo unitario directo por : m2		45.02	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.1778	26.19	4.66
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.1778	21.50	3.82
0147010004	PEON	hh	1.00	0.1778	18.63	3.31
					11.79	
	Materiales					
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.1000	6.90	0.69
0202010022	CLAVO PROMEDIO CONSTRUCCION	kg		0.2500	12.90	3.23
0230110008	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0400	40.00	1.60
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.8000	5.70	27.36
					32.88	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	11.79	0.35
					0.35	

Partida	06.03.02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO DE FC=280 kg/cm2, PARA LOSA DE e=19.50 cm				
(001)06.03.02			Costo unitario directo por : m2		82.30	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	2.00	0.0356	26.19	0.93
0147010003	OFICIAL	hh	3.00	0.0533	21.50	1.15
0147010004	PEON	hh	5.00	0.0889	18.63	1.66
					3.74	
	Materiales					
0221010037	CONCRETO PREMEZCLADO FC=280 KG/CM2	m3		0.2048	380.00	77.82
					77.82	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.74	0.11
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	2.00	0.0356	9.90	0.35
0349070053	REGLA VIBRATORIA	hm	1.00	0.0178	15.50	0.28
					0.74	

Partida	06.03.03	CURADO DE CONCRETO				
(001)06.03.03			Costo unitario directo por : m2		3.39	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0178	21.50	0.38
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0356	18.63	0.66
					1.04	
	Materiales					
0230190000	ADITIVO CURADOR	gal		0.0530	42.50	2.25
					2.25	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		10.0000	1.04	0.10
					0.10	

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221413

Partida (001)06.03.04 — 06.03.04 — ACABADO Y TEXTURIZADO DE PAVIMENTO RIGIDO

Costo unitario directo por : m2 — 2.87

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0178	26.19		0.47
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0178	21.50		0.38
0147010004	PEON	hh	3.00	0.0533	18.63		0.99
					1.84		
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.84		0.09
0349070052	ALISADORA DE CONCRETO	hm	2.00	0.0356	28.40		0.94
					1.03		

Partida (001)06.04.01 — 06.04.01 — CORTE C/MÁQUINA (ASERRADO) DE ESPESOR 5.5 cm. PARA JUNTAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES

Costo unitario directo por : ml. — 4.11

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0348	26.19		0.91
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0348	21.50		0.75
0147010004	PEON	hh	0.50	0.0174	18.63		0.32
					1.98		
	Materiales						
0234000004	DIESEL	gal		0.0670	14.85		0.99
0236020014	DISCO DE CORTE	pza		0.0013	235.00		0.31
					1.30		
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.98		0.06
0337030023	CORTADORA DE CONCRETO INC. DISCO DE CORTE	hm	1.00	0.0348	22.14		0.77
					0.83		

Partida (001)06.04.02 — 06.04.02 — SELLADO DE JUNTAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES C/MATERIAL ELASTOMÉRICO

Costo unitario directo por : ml. — 9.49

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0348	21.50		0.75
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0696	18.63		1.30
					2.05		
	Materiales						
0227010014	CORDON DE RESPALDO	m		1.0500	1.00		1.05
0230150043	SELLADOR DE POLIURETANO	und		0.0600	45.00		2.70
0230750007	CINTA MASKINTAPE DE 2"	rll		0.0500	8.50		0.43
0253050014	DISOLVENTE	gal		0.0500	46.50		2.33
					6.51		
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.05		0.06
0349700051	COMPRESORA DE AIRE ELÉCTRICA VORTEX 5 CV 140 PSI	hm	1.00	0.0348	25.00		0.87
					0.93		

Partida (001)06.05.01 — 06.05.01 — PINTADO DE PAVIMENTOS (SÍMBOLOS Y LETRAS)

Costo unitario directo por : m2 — 36.47

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.3200	26.19		8.38
0147010004	PEON	hh	0.50	0.1600	18.63		2.98
					11.36		
	Materiales						
0202010025	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.3600	4.50		1.62
0253050007	DISOLVENTE THINER	gal		0.0200	30.50		0.61
0254450076	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0590	72.90		4.30
					6.53		
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	11.36		0.34
0349900063	MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN EL PAVIMENTO	hm	1.00	0.3200	57.00		18.24
					18.58		

GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL

Partida	06.05.02	PINTADO DE PAVIMENTOS (LÍNEA BLANCA LATERAL CONTINUA) e=0.10 m				
(001)06.05.02						
			Costo unitario directo por : ml.		2.71	
(001)06.05.02	PINTADO DE PAVIMENTOS (LINEAS CONTINUAS) e=0.10 m					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0089	26.19	0.23
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0178	18.63	0.33
					0.56	
	Materiales					
0202010025	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.0200	4.50	0.09
0239030000	TIZA	kg		0.0020	3.90	0.01
0253050007	DISOLVENTE THINER	gal		0.0020	30.50	0.06
0254450076	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0200	72.90	1.46
					1.62	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.56	0.02
0349900063	MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN EL PAVIMENTO	hm	1.00	0.0089	57.00	0.51
					0.53	

Partida	06.05.03	GIBAS DE ASFALTO C/PINTADO				
(001)06.05.03						
			Costo unitario directo por : Und.		275.95	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	1.6000	26.19	41.90
0147010004	PEON	hh	2.00	3.2000	18.63	59.62
					101.52	
	Materiales					
0202010025	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.1500	4.50	0.68
0213000025	EMULSION ASFALTICA	gal		1.0000	14.00	14.00
0213000027	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (PUESTA EN OBRA)	m3		0.2500	400.00	100.00
0253050014	DISOLVENTE	gal		0.0500	46.50	2.33
0254450076	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.2000	72.90	14.58
					131.59	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	101.52	5.08
0349100021	PLANCHA COMPACTADORA	hm	1.00	1.6000	23.60	37.76
					42.84	

Partida	07.01	PLAN DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL DURANTE LA OBRA				
(001)07.01						
			Costo unitario directo por : Glb.		5,096.00	
Codigo	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0239010117	DEPOSITOS PARA RESIDUOS SOLIDOS DOMESTICOS	und		2.0000	53.00	106.00
0256050013	TANQUES PLASTICOS P/RESIDUOS DE ELEMENTOS QUIM	und		2.0000	95.00	190.00
					296.00	
	Equipos					
0348120095	RIEGO DE CAMINOS	glb		1.0000	200.00	200.00
					200.00	
	Subcontratos					
0401010038	REHABILITACION Y RENIVELACION DE SUELO POR OBRA	glb		1.0000	1,500.00	1,500.00
0401010039	CHARLAS DE CAPACITACION Y PROTECCION AMBIENTAL	glb		1.0000	1,500.00	1,500.00
0401060017	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD PERSONAS	glb		1.0000	1,600.00	1,600.00
					4,600.00	

Partida	07.02	PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS				
(001)07.02						
			Costo unitario directo por : Glb.		8,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subcontratos					
0401060018	SC ACOMODO DE MATERIAL EXCEDENTE	glb		1.0000	8,000.00	8,000.00
					8,000.00	

Fecha

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 221413

D.6.2.- TCP

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0301096 ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025

Método TCP Fecha presupuesto 15/11/2025

Partida 01.01 CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 4.80 x 3.60 m

(001)01.01 Costo unitario directo por : Und. 1,826.27

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.00	16.0000	26.19		419.04
0147010004	PEON	hh	2.00	16.0000	18.63		298.08
					717.12		
	Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		1.6000	4.23		6.77
0202510066	PERNOS 3/4" X 6 1/2"	und		8.0000	2.40		19.20
0202520005	ARANDELA DE 3/4"	und		8.0000	0.60		4.80
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	50.85		43.22
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.6077	50.85		30.90
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		2.5000	19.24		48.10
0239130063	GIGANTOGRAFIA MATERIAL BANNER	und		1.0000	154.65		154.65
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		120.0000	6.50		780.00
					1,087.54		
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	717.12		21.51
					21.51		

Partida 01.02 ALMACÉN, OFICINA Y OFICINA DE GUARDANÍA

(001)01.02 Costo unitario directo por : Mes 900.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subcontratos						
0401080016	ALMACEN OFICINA Y CASETA DE GUARDANÍA	glb		1.0000	900.00		900.00
					900.00		

Partida 01.03 ALQUILER DE BAÑOS QUÍMICOS PORTÁTILES

(001)01.03 Costo unitario directo por : Mes 900.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subcontratos						
0401080005	ALQUILER DE BAÑO QUIMICO	mes		2.0000	450.00		900.00
					900.00		

Partida 02.01 RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

(001)02.01 Costo unitario directo por : Glb. 2,915.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0230700087	EXTINTOR DE POLVO SECO	und		2.0000	90.00		180.00
0239120070	FRAZADAS DE 1 1/2 Y 2 PLAZAS	pza		3.0000	40.00		120.00
0239160014	BOTIQUIN EQUIPADO SEGUN LO INDICADO POR LA ENTIDA	und		2.0000	240.00		480.00
0239160015	CAMILLA DE PRIMEROS AUXILIOS	und		3.0000	45.00		135.00
					915.00		
	Subcontratos						
0401060003	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE	glb		1.0000	2,000.00		2,000.00
					2,000.00		

Partida 02.02 CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

(001)02.02 Costo unitario directo por : Glb. 2,500.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subcontratos						
0401010037	CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb		1.0000	2,500.00		2,500.00
					2,500.00		

GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 221414

Partida: (001)02.03 — 02.03 EQUIPOS DE PROTECIÓN INDIVIDUAL

Costo unitario directo por : Glb. 7,013.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0202000026	MASCARILLA CONTRA POLVO (DESECHABLE)	und		50.0000	6.00	300.00
0202000027	CALZADO DE SEGURIDAD	par		35.0000	60.00	2,100.00
0202000028	GUANTES DE CUERO	par		35.0000	10.00	350.00
0202000029	PROTECTOR DE OIDOS	par		35.0000	8.00	280.00
0202000030	CASCO DE SEGURIDAD DE COLORES	und		45.0000	15.00	675.00
0202000031	CHALECO REFLECTIVO	und		35.0000	35.00	1,225.00
0202000033	PANTALON NARANJA DRILL	und		35.0000	32.00	1,120.00
0202000034	POLO DE ALGODON MANGA LARGA	und		35.0000	15.00	525.00
0205010036	BARBIQUEJO	und		20.0000	1.90	38.00
0230980012	LENTES DE PROTECCION	und		40.0000	10.00	400.00
					7,013.00	

Partida: (001)02.04 — 02.04 EQUIPOS DE PROTECIÓN COLECTIVA

Costo unitario directo por : Glb. 2,834.30

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0230480038	CINTA DE PELIGRO/SEÑALIZACIÓN (AMARILLA)	rll		15.0000	55.90	838.50
0239130080	MALLA NARANJA DE SEGURIDAD	m		20.0000	69.90	1,398.00
0239130081	BARANDILLA TUBULAR RÍGIDA (AMARILLA)	und		10.0000	28.70	287.00
0256990036	PARANTE/CACHACO DE 1.20 m	und		12.0000	25.90	310.80
					2,834.30	

Partida: (001)02.05 — 02.05 SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD DURANTE LA OBRA

Costo unitario directo por : Glb. 1,820.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0239900119	SEÑALES DE ADVERTENCIA	und		10.0000	35.00	350.00
0239900120	SEÑALES DE PROHIBICION	und		7.0000	35.00	245.00
0239900121	SEÑALES DE OBLIGACION	und		8.0000	35.00	280.00
0239900122	SEÑALES EN LAS INSTALACIONES DE OBRA	und		12.0000	35.00	420.00
0239900123	SEÑALES DE CONSERVACION DEL AMBIENTE	und		7.0000	35.00	245.00
0239900124	SEÑALES DE INFORMACION	und		8.0000	35.00	280.00
					1,820.00	

Partida: (001)03.01 — 03.01 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS

Costo unitario directo por : Glb. 3,950.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0232970004	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y EQ	glb		1.0000	3,950.00	3,950.00
					3,950.00	

Partida: (001)03.02 — 03.02 TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO

Costo unitario directo por : m2 1.35

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0100	26.19	0.26
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0200	18.63	0.37
					0.63	
	Materiales					
0229060003	YESO BOLSAS 18 kg	bls		0.0050	17.90	0.08
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		0.0200	6.50	0.13
0254010015	PINTURA ESMALTE	gal		0.0020	30.00	0.06
					0.28	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.63	0.02
0337530065	CORDEL PARA ALBAÑIL # 24 EN OVILLO	ovl		0.0010	17.90	0.02
0349190007	NIVEL DE INGENIERO	hm	1.00	0.0100	10.00	0.10
0349860026	ESTACION TOTAL INC. PRISMAS Y JALONES	hm	1.00	0.0100	30.00	0.30
					0.44	

GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221410

Partida	03.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN				
(001)03.03			Costo unitario directo por : Glb.		7,687.86	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	4.00	32.0000	18.63	596.16
					596.16	
	Materiales					
0229040096	MALLA DE SEGURIDAD (COLOR NARANJA)	rll		6.0000	55.90	349.50
0230480038	CINTA DE PELIGRO/SEÑALIZACIÓN (AMARILLA)	rll		5.0000	55.90	279.50
0239130068	CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA(CA	und		8.0000	26.90	215.20
0239130071	TRANQUERA DE MADERA	und		20.0000	220.00	4,400.00
0239130072	SEÑALES DE DESVIO Y CONTROL DE TRANSITO	und		30.0000	40.00	1,200.00
0256990036	PARANTE/CACHACO DE 1.20 m	und		25.0000	25.90	647.50
					7,091.70	

Partida	04.01	TRANQUERA DE MADERA DE 2.15 x 1.15 m				
(001)04.01			Costo unitario directo por : Und.		239.19	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	0.25	1.0000	18.63	18.63
					18.63	
	Materiales					
0239130071	TRANQUERA DE MADERA	und		1.0000	220.00	220.00
					220.00	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.63	0.56
					0.56	

Partida	04.02	SEÑALIZACIÓN DE OBRAS Y DESVÍOS DURANTE PERIODO DE CONSTRUCCIÓN				
(001)04.02			Costo unitario directo por : Glb.		816.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0239130082	BANDERINES	und		10.0000	8.00	80.00
0239130083	CONO REFLECTANTE	und		10.0000	12.00	120.00
0239800097	SEÑAL VERTICAL INFORMATIVA	und		7.0000	25.00	175.00
0239800098	SEÑAL VERTICAL RESTRICTIVA	und		7.0000	28.00	196.00
0239800099	SEÑAL VERTICAL PREVENTIVA	und		7.0000	35.00	245.00
					816.00	

Partida	05.01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE C/EQUIPO E = 8 cm				
(001)05.01			Costo unitario directo por : m2		4.27	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0130	26.19	0.34
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0260	18.63	0.48
					0.82	
	Materiales					
0234000004	DIESEL	gal		0.0480	14.85	0.71
					0.71	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.82	0.02
0349040022	RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 80-110HP 0.5-1.3 Y	hm	1.00	0.0130	209.21	2.72
					2.74	

Partida	05.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ. 15 m3, D = 15 km				
(001)05.02			Costo unitario directo por : m3		67.27	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	2.00	0.2667	26.19	6.98
0147010004	PEON	hh	2.00	0.2667	18.63	4.97
					11.95	
	Materiales					
0234000004	DIESEL	gal		0.2000	14.85	2.97
					2.97	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	11.95	0.36
0348040037	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.00	0.1333	200.00	26.66
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.00	0.1333	190.00	25.33
					52.35	

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N°

Partida	06.01.01	EXCAVACIÓN C/EQUIPO A NIVEL DE SUBRASANTE					
(001)06.01.01				Costo unitario directo por : m3		7.81	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0211	26.19		0.55
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0211	21.50		0.45
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0421	18.83		0.78
					1.78		
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.78		0.05
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.00	0.0211	283.52		5.98
					6.03		

Partida	06.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO					
(001)06.01.02				Costo unitario directo por : m3		7.61	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.10	0.0023	28.00		0.06
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0229	26.19		0.60
0147010004	PEON	hh	1.00	0.0229	18.83		0.43
					1.09		
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.09		0.03
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.00	0.0229	283.52		6.49
					6.52		

Partida	06.01.03	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE C/EQUIPO					
(001)06.01.03				Costo unitario directo por : m2		5.84	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.00	0.0067	28.00		0.19
0147010002	OPERARIO	hh	3.00	0.0200	26.19		0.52
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0067	21.50		0.14
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0133	18.83		0.25
					1.10		
	Materiales						
0229990048	AGUA	m3		0.0400	10.00		0.40
					0.40		
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.10		0.03
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.00	0.0067	135.00		0.90
0349030074	RODILLO VIBRATORIO LISO AUTOPROPULSADO 101 - 135 H	hm	1.00	0.0067	260.00		1.74
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.00	0.0067	235.00		1.57
0349980023	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.00	0.0067	15.00		0.10
					4.34		

Partida	06.01.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ. 15 m3, D = 15 km					
(001)06.01.04				Costo unitario directo por : m3		34.17	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	4.00	0.1143	26.19		2.99
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0571	18.83		1.08
					4.05		
	Materiales						
0234000004	DIESEL	gal		0.5000	14.85		7.43
					7.43		
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.05		0.12
0348040037	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	3.00	0.0857	200.00		17.14
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.00	0.0286	190.00		5.43
					22.69		

Partida	06.02.01	ACARREO, CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBBASE GRANULAR e = 15 cm					
(001)06.02.01				Costo unitario directo por : m2		19.86	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	3.00	0.0253	26.19		0.66
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0084	21.50		0.18
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0168	18.83		0.31
					1.15		
	Materiales						
0295300072	MATERIAL GRANULAR	m3		0.2000	65.00		13.00
0229990048	AGUA	m3		0.0200	10.00		0.20
					13.20		
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.15		0.03
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.00	0.0084	135.00		1.13
0349030074	RODILLO VIBRATORIO LISO AUTOPROPULSADO 101 - 135 H	hm	1.00	0.0084	260.00		2.18
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.00	0.0084	235.00		1.97
					5.31		

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO

Partida	06.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PAVIMENTO RÍGIDO				
(001)06.03.01			Costo unitario directo por : m2		45.02	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.1778	26.19	4.66
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.1778	21.50	3.82
0147010004	PEON	hh	1.00	0.1778	18.63	3.31
					11.79	
	Materiales					
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.1000	6.90	0.69
0202010022	CLAVO PROMEDIO CONSTRUCCION	kg		0.2500	12.96	3.23
0230110008	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0400	40.00	1.60
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.8000	5.70	27.36
					32.88	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	11.79	0.35
					0.35	

Partida	06.03.02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO DE F'C=280 kg/cm2, PARA LOSA DE e=16.50 cm				
(001)06.03.02			Costo unitario directo por : m2		69.65	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	2.00	0.0302	26.19	0.79
0147010003	OFICIAL	hh	3.00	0.0453	21.50	0.97
0147010004	PEON	hh	5.00	0.0755	18.63	1.41
					3.17	
	Materiales					
0221010037	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2	m3		0.1733	380.00	65.85
					65.85	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.17	0.10
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	2.00	0.0302	9.90	0.30
0349070053	REGLA VIBRATORIA	hm	1.00	0.0151	15.50	0.23
					0.63	

Partida	06.03.03	CURADO DE CONCRETO				
(001)06.03.03			Costo unitario directo por : m2		3.22	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0151	21.50	0.32
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0302	18.63	0.56
					0.88	
	Materiales					
0230190000	ADITIVO CURADOR	gal		0.0530	42.50	2.25
					2.25	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		10.0000	0.88	0.09
					0.09	

Partida	06.03.04	ACABADO Y TEXTURIZADO DE PAVIMENTO RÍGIDO				
(001)06.03.04			Costo unitario directo por : m2		2.44	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0151	26.19	0.40
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0151	21.50	0.32
0147010004	PEON	hh	3.00	0.0453	18.63	0.84
					1.56	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.56	0.08
0349070052	ALISADORA DE CONCRETO	hm	2.00	0.0302	26.40	0.80
					0.88	

Partida	06.04.01	CORTE CM/MÁQUINA (ASERRADO) DE ESPESOR 5.5 cm. PARA JUNTAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES				
(001)06.04.01			Costo unitario directo por : ml		2.79	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0138	26.19	0.36
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0138	21.50	0.30
0147010004	PEON	hh	1.00	0.0138	18.63	0.26
					0.92	
	Materiales					
0234000004	DIESEL	gal		0.0670	14.85	0.99
0239020014	DISCO DE CORTE	pza		0.0010	235.00	0.24
					1.23	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.92	0.03
0337030023	CORTADORA DE CONCRETO INC. DISCO DE CORTE	hm	2.00	0.0276	32.14	0.81
					0.84	

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 221413

Partida: (001)06.04.02 — 06.04.02 — SELLADO DE JUNTAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES C/MATERIAL ELASTOMÉRICO

Costo unitario directo por : ml. 7.83

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.00	0.0138	21.50	0.30
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0345	18.53	0.64
					0.94	
	Materiales					
0227010014	CORDON DE RESPALDO	m		1.0500	1.00	1.05
0230150043	SELLADOR DE POLIURETANO	und		0.0600	45.00	2.70
0230750007	CINTA MASKINTAPE DE 2"	rll		0.0500	8.50	0.43
0253050014	DISOLVENTE	gal		0.0500	46.50	2.33
					6.51	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.94	0.03
0349700051	COMPRESORA DE AIRE ELECTRICA VORTEX 5 CV 140 PSI	hm	1.00	0.0138	25.00	0.35
					0.38	

Partida: (001)06.05.01 — 06.05.01 — PINTADO DE PAVIMENTOS (SIMBOLOS Y LETRAS)

Costo unitario directo por : m2 36.47

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.3200	26.19	8.38
0147010004	PEON	hh	0.50	0.1600	18.53	2.96
					11.34	
	Materiales					
0202010025	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.3600	4.50	1.62
0253050007	DISOLVENTE THINER	gal		0.0200	30.50	0.61
0254450078	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0590	72.90	4.30
					6.53	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	11.34	0.34
0349900063	MÁQUINA PARA PINTAR MARCAS EN EL PAVIMENTO	hm	1.00	0.3200	57.00	18.24
					18.58	

Partida: (001)06.05.02 — 06.05.02 — PINTADO DE PAVIMENTOS (LÍNEA BLANCA LATERAL CONTINUA) e=0.10 m

Costo unitario directo por : ml. 2.71

(001)06.05.02 — PINTADO DE PAVIMENTOS (LÍNEAS CONTÍNUAS) e=0.10 m

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	0.0089	26.19	0.23
0147010004	PEON	hh	2.00	0.0178	18.53	0.33
					0.56	
	Materiales					
0202010025	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.0200	4.50	0.09
0239030000	TIZA	kg		0.0020	3.90	0.01
0253050007	DISOLVENTE THINER	gal		0.0020	30.50	0.06
0254450078	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0200	72.90	1.46
					1.62	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.56	0.02
0349900063	MÁQUINA PARA PINTAR MARCAS EN EL PAVIMENTO	hm	1.00	0.0089	57.00	0.51
					0.53	

Partida: (001)06.05.03 — 06.05.03 — GIBAS DE ASFALTO C/PINTADO

Costo unitario directo por : Und. 275.95

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.00	1.6000	26.19	41.90
0147010004	PEON	hh	2.00	3.2000	18.53	59.62
					101.52	
	Materiales					
0202010025	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.1500	4.50	0.68
0213000025	EMULSION ASFALTICA	gal		1.0000	14.00	14.00
0213000027	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (PUESTA EN OBRA)	m3		0.2500	400.00	100.00
0253050014	DISOLVENTE	gal		0.0500	46.50	2.33
0254450078	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.2000	72.90	14.58
					131.59	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	101.52	5.08
0349100021	PLANCHA COMPACTADORA	hm	1.00	1.0000	23.00	37.76
					42.84	

GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 22[illegible]

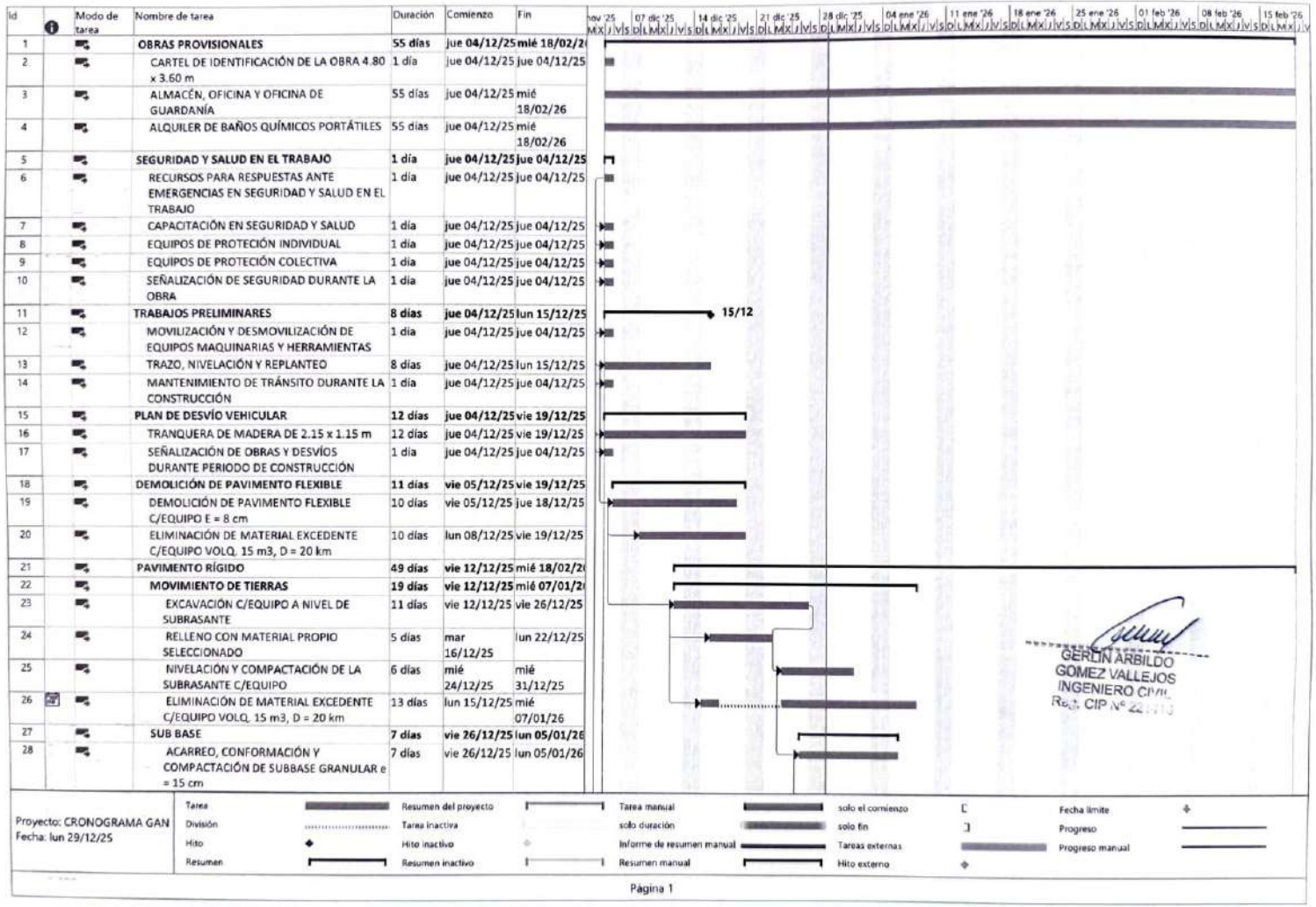
Partida							
(001)07.01	07.01	PLAN DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL DURANTE LA OBRA					
				Costo unitario directo por : Glb.		5,096.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0239010117	DEPOSITOS PARA RESIDUOS SOLIDOS DOMESTICOS	und		2.0000	53.00		106.00
0256050013	TANQUES PLASTICOS PRESIDUOS DE ELEMENTOS QUIMI	und		2.0000	95.00		190.00
					296.00		
	Equipos						
0348120005	RIEGO DE CAMINOS	glb		1.0000	200.00		200.00
					200.00		
	Subcontratos						
0401010038	REHABILITACION Y REINVELACION DE SUELO POR OBRA	glb		1.0000	1,500.00		1,500.00
0401010039	CHARLAS DE CAPACITACION Y PROTECCION AMBIENTAL	glb		1.0000	1,500.00		1,500.00
0401080017	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD PERSONAS	glb		1.0000	1,800.00		1,800.00
					4,800.00		
Partida							
(001)07.02	07.02	PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS					
				Costo unitario directo por : Glb.		8,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subcontratos						
0401080018	SC ACOMODO DE MATERIAL EXCEDENTE	glb		1.0000	8,000.00		8,000.00
					8,000.00		

Fecha :

GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 221[illegible]

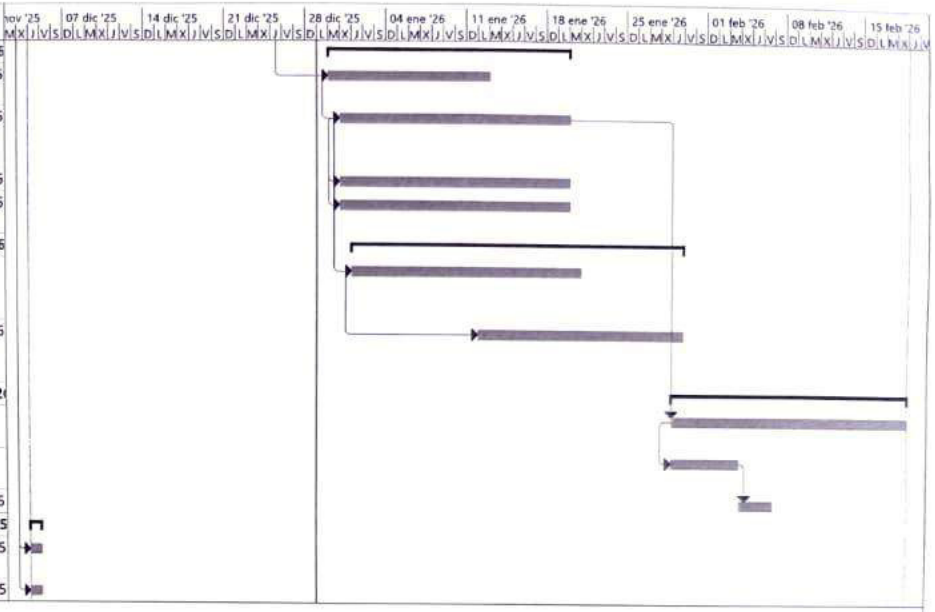
D.7. Cronogramas de actividades por diagrama Gantt

D.7.1. AASHTO 93



Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1		**OBRAS PROVISIONALES**	**55 días**	**jue 04/12/25**	**mié 18/02/2**
2		CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 4.80 x 3.60 m	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
3		ALMACÉN, OFICINA Y OFICINA DE GUARDANÍA	55 días	jue 04/12/25	mié 18/02/26
4		ALQUILER DE BAÑOS QUÍMICOS PORTÁTILES	55 días	jue 04/12/25	mié 18/02/26
5		**SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**	**1 día**	**jue 04/12/25**	**jue 04/12/25**
6		RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
7		CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
8		EQUIPOS DE PROTECIÓN INDIVIDUAL	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
9		EQUIPOS DE PROTECIÓN COLECTIVA	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
10		SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD DURANTE LA OBRA	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
11		**TRABAJOS PRELIMINARES**	**8 días**	**jue 04/12/25**	**lun 15/12/25**
12		MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
13		TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	8 días	jue 04/12/25	lun 15/12/25
14		MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
15		**PLAN DE DESVÍO VEHICULAR**	**12 días**	**jue 04/12/25**	**vie 19/12/25**
16		TRANQUERA DE MADERA DE 2.15 x 1.15 m	12 días	jue 04/12/25	vie 19/12/25
17		SEÑALIZACIÓN DE OBRAS Y DESVÍOS DURANTE PERIODO DE CONSTRUCCIÓN	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
18		**DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE**	**11 días**	**vie 05/12/25**	**vie 19/12/25**
19		DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE C/EQUIPO E = 8 cm	10 días	vie 05/12/25	jue 18/12/25
20		ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ. 15 m3, D = 20 km	10 días	lun 08/12/25	vie 19/12/25
21		**PAVIMENTO RÍGIDO**	**49 días**	**vie 12/12/25**	**mié 18/02/2**
22		**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**19 días**	**vie 12/12/25**	**mié 07/01/2**
23		EXCAVACIÓN C/EQUIPO A NIVEL DE SUBRASANTE	11 días	vie 12/12/25	vie 26/12/25
24		RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	5 días	mar 16/12/25	lun 22/12/25
25		NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE C/EQUIPO	6 días	mié 24/12/25	mié 31/12/25
26		ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ. 15 m3, D = 20 km	13 días	lun 15/12/25	mié 07/01/26
27		**SUB BASE**	**7 días**	**vie 26/12/25**	**lun 05/01/26**
28		ACARREO, CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBBASE GRANULAR e = 15 cm	7 días	vie 26/12/25	lun 05/01/26

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
29		**OBRAS DE CONCRETO**	**15 días**	**mar 30/12/2**	**lun 19/01/26**
30		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PAVIMENTO RÍGIDO	10 días	mar 30/12/25	lun 12/01/26
31		SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO DE F'C=280 kg/cm2, PARA LOSA DE e=19.50 cm	14 días	mié 31/12/25	lun 19/01/26
32		CURADO DE CONCRETO	14 días	mié 31/12/25	lun 19/01/26
33		ACABADO Y TEXTURIZADO DE PAVIMENTO RÍGIDO	14 días	mié 31/12/25	lun 19/01/26
34		**JUNTAS**	**21 días**	**jue 01/01/26**	**jue 29/01/26**
35		CORTE C/MÁQUINA (ASERRADO) DE ESPESOR 6.5 cm, PARA JUNTAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES	14 días	jue 01/01/26	mar 20/01/26
36		SELLADO DE JUNTAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES C/MATERIAL ELASTOMÉRICO	14 días	lun 12/01/26	jue 29/01/26
37		**SEÑALIZACIÓN**	**15 días**	**jue 29/01/26**	**mié 18/02/2**
38		PINTADO DE PAVIMENTOS (SÍMBOLOS Y LETRAS)	15 días	jue 29/01/26	mié 18/02/26
39		PINTADO DE PAVIMENTOS (LÍNEAS CONTÍNUAS) e=0.10 m	4 días	jue 29/01/26	mar 03/02/26
40		GIBAS DE ASFALTO C/PINTADO	3 días	mié 04/02/2	vie 06/02/26
41		**IMPACTO AMBIENTAL**	**1 día**	**jue 04/12/25**	**jue 04/12/25**
42		PLAN DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL DURANTE LA OBRA	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
43		PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25

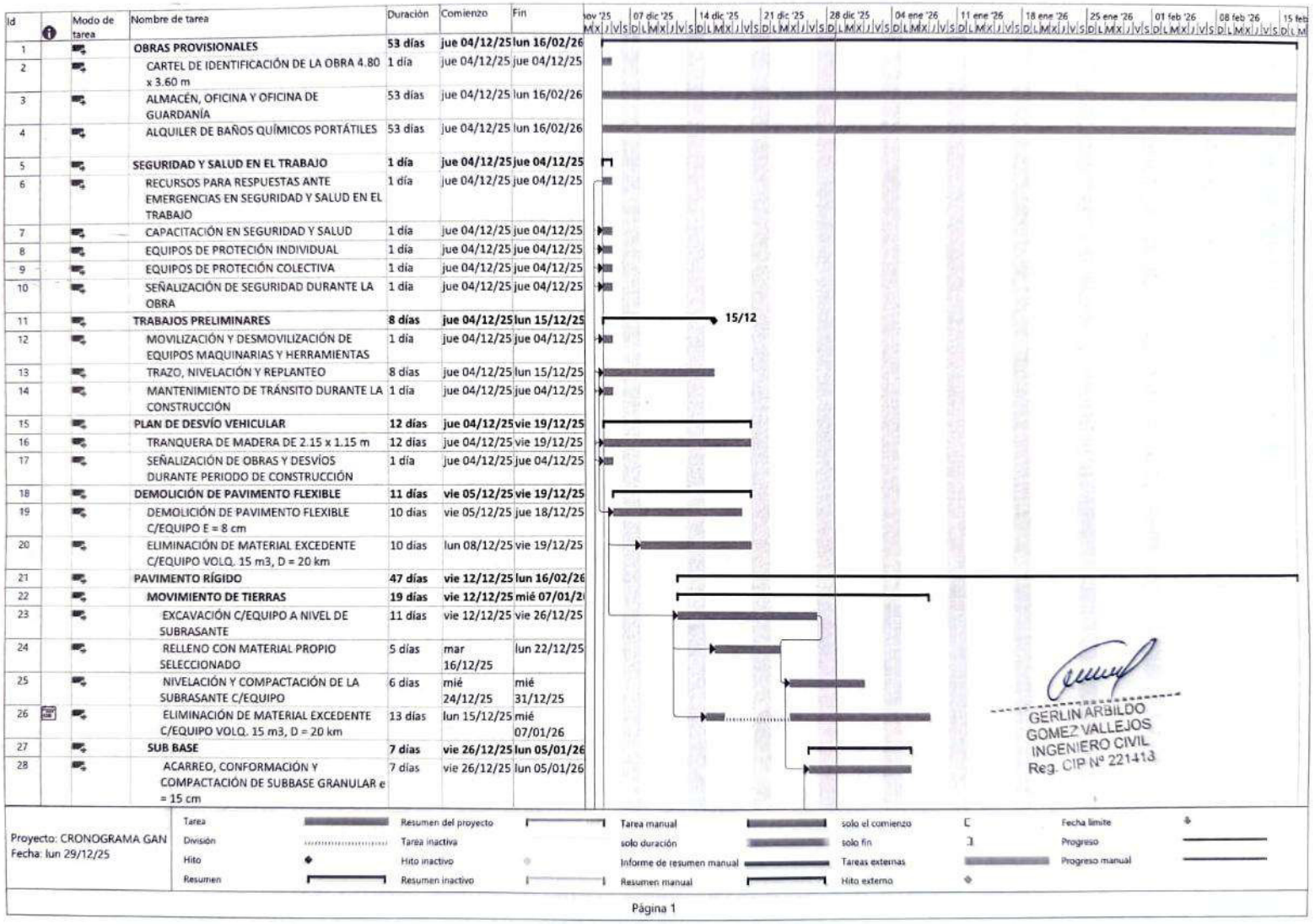


GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO

Proyecto: CRONOGRAMA GAN
Fecha: lun 29/12/25

Tarea — Resumen del proyecto — Tarea manual — solo el comienzo — Fecha límite
División — Tarea inactiva — solo duración — solo fin — Progreso
Hito — Hito inactivo — Informe de resumen manual — Tareas externas — Progreso manual
Resumen — Resumen inactivo — Resumen manual — Hito externo

D.7.2. TCP



Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1		**OBRAS PROVISIONALES**	**53 días**	**jue 04/12/25**	**lun 16/02/26**
2		CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 4.80 x 3.60 m	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
3		ALMACÉN, OFICINA Y OFICINA DE GUARDANÍA	53 días	jue 04/12/25	lun 16/02/26
4		ALQUILER DE BAÑOS QUÍMICOS PORTÁTILES	53 días	jue 04/12/25	lun 16/02/26
5		**SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**	**1 día**	**jue 04/12/25**	**jue 04/12/25**
6		RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
7		CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
8		EQUIPOS DE PROTECIÓN INDIVIDUAL	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
9		EQUIPOS DE PROTECIÓN COLECTIVA	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
10		SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD DURANTE LA OBRA	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
11		**TRABAJOS PRELIMINARES**	**8 días**	**jue 04/12/25**	**lun 15/12/25**
12		MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
13		TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	8 días	jue 04/12/25	lun 15/12/25
14		MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
15		**PLAN DE DESVÍO VEHICULAR**	**12 días**	**jue 04/12/25**	**vie 19/12/25**
16		TRANQUERA DE MADERA DE 2.15 x 1.15 m	12 días	jue 04/12/25	vie 19/12/25
17		SEÑALIZACIÓN DE OBRAS Y DESVÍOS DURANTE PERIODO DE CONSTRUCCIÓN	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
18		**DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE**	**11 días**	**vie 05/12/25**	**vie 19/12/25**
19		DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE C/EQUIPO E = 8 cm	10 días	vie 05/12/25	jue 18/12/25
20		ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ. 15 m3, D = 20 km	10 días	lun 08/12/25	vie 19/12/25
21		**PAVIMENTO RÍGIDO**	**47 días**	**vie 12/12/25**	**lun 16/02/26**
22		**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**19 días**	**vie 12/12/25**	**mié 07/01/2**
23		EXCAVACIÓN C/EQUIPO A NIVEL DE SUBRASANTE	11 días	vie 12/12/25	vie 26/12/25
24		RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	5 días	mar 16/12/25	lun 22/12/25
25		NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE C/EQUIPO	6 días	mié 24/12/25	mié 31/12/25
26		ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO VOLQ. 15 m3, D = 20 km	13 días	lun 15/12/25	mié 07/01/26
27		**SUB BASE**	**7 días**	**vie 26/12/25**	**lun 05/01/26**
28		ACARREO, CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBBASE GRANULAR e = 15 cm	7 días	vie 26/12/25	lun 05/01/26

15/12

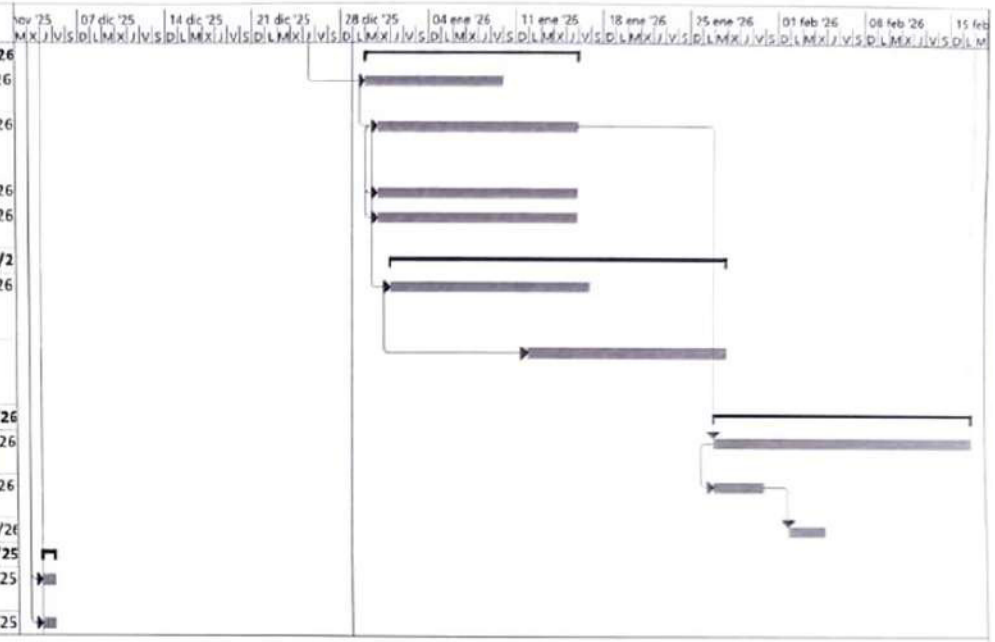
GERLIN ARBILDO GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 221413

Proyecto: CRONOGRAMA GAN
Fecha: lun 29/12/25

Tarea · División · Hito · Resumen · Resumen del proyecto · Tarea inactiva · Hito inactivo · Resumen inactivo · Tarea manual · solo duración · Informe de resumen manual · Resumen manual · solo el comienzo · solo fin · Tareas externas · Hito externo · Fecha límite · Progreso · Progreso manual

Página 1

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
29		**OBRAS DE CONCRETO**	**13 días**	**mar 30/12/2**	**jue 15/01/26**
30		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PAVIMENTO RÍGIDO	9 días	mar 30/12/25	vie 09/01/26
31		SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO DE F'C=280 kg/cm2, PARA LOSA DE e=16.50 cm	12 días	mié 31/12/25	jue 15/01/26
32		CURADO DE CONCRETO	12 días	mié 31/12/2	jue 15/01/26
33		ACABADO Y TEXTURIZADO DE PAVIMENTO RÍGIDO	12 días	mié 31/12/25	jue 15/01/26
34		**JUNTAS**	**19 días**	**jue 01/01/26**	**mar 27/01/2**
35		CORTE C/MÁQUINA (ASERRADO) DE ESPESOR 5.5 cm, PARA JUNTAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES	12 días	jue 01/01/26	vie 16/01/26
36		SELLADO DE JUNTAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES C/MATERIAL ELASTOMÉRICO	12 días	lun 12/01/26	mar 27/01/26
37		**SEÑALIZACIÓN**	**15 días**	**mar 27/01/2**	**lun 16/02/26**
38		PINTADO DE PAVIMENTOS (SÍMBOLOS Y LETRAS)	15 días	mar 27/01/26	lun 16/02/26
39		PINTADO DE PAVIMENTOS (LÍNEAS CONTÍNUAS) e=0.10 m	4 días	mar 27/01/26	vie 30/01/26
40		GIBAS DE ASFALTO C/PINTADO	3 días	lun 02/02/26	mié 04/02/26
41		**IMPACTO AMBIENTAL**	**1 día**	**jue 04/12/25**	**jue 04/12/25**
42		PLAN DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL DURANTE LA OBRA	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25
43		PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	1 día	jue 04/12/25	jue 04/12/25



GERLIN ARBILDO
GOMEZ VALLEJOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221413

Proyecto: CRONOGRAMA GAN
Fecha: lun 29/12/25

Tarea · División · Hito · Resumen · Resumen del proyecto · Tarea inactiva · Hito inactivo · Resumen inactivo · Tarea manual · solo duración · Informe de resumen manual · Resumen manual · solo el comienzo · solo fin · Tareas externas · Hito externo · Fecha límite · Progreso · Progreso manual

Anexo E. Panel fotográfico

Registro de paso de vehículos para estudio de tránsito

Foto 1



Foto 2



Foto 3



Nota. Fotografías de toma de datos de tipo de vehículos en el Jr. Alfonso Ugarte.

Toma de muestras en campo

Foto 4



Nota. Trabajos de excavación de calicata C-01 para la toma de muestras.

Foto 5



Nota. Fotografía de la calicata C-01.

Foto 6



Nota. Trabajos de excavación de calicata C-02 para la toma de muestras.

Foto 7



Nota. Fotografía de la calicata C-02.

Foto 8



Nota. Trabajos de excavación de calicata C-03 para la toma de muestras.

Foto 9



Nota. Fotografía de la calicata C-03.

Foto 10



Nota. Trabajos de excavación de calicata C-04 para la toma de muestras.

Foto 11



Nota. Fotografía de la calicata C-04.

Realización de ensayos de laboratorio para caracterización de propiedades de la subrasante

Foto 12



Nota. Ejecución del ensayo granulométrico por tamizado.

Foto 13



Nota. Ensayo de peso específico del suelo utilizando una piseta para el vertido de agua y una bomba de vacío.

Foto 14



Nota. Preparación de la muestra de suelo para el ensayo Proctor Modificado.

Foto 15



Nota. Preparación de la muestra compactada de suelo en el molde de CBR antes de iniciar el ensayo de penetración controlada.

Anexo F. Ensayos de laboratorios

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE Nº 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio Nº 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-01 / M-01 Prof : 0.60 - 0.90 m.	PRESENTACIÓN	: 01 Bolsa de polietileno.
		CANTIDAD	: 05 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

MALLAS SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				100.0
1 1/2"	37.500	676.0	16.7	16.7	83.3
1"	25.000	129.5	3.2	19.9	80.1
3/4"	19.000	404.8	10.0	29.9	70.1
1/2"	12.500	174.1	4.3	34.2	65.8
3/8"	9.500	157.9	3.9	38.1	61.9
1/4"	6.250	194.3	4.8	42.9	57.1
N° 4	4.750	93.1	2.3	45.2	54.8
N° 6	3.350	105.2	2.6	47.8	52.2
N° 8	2.360	89.1	2.2	50.0	50.0
N° 10	2.000	40.5	1.0	51.0	49.0
N°16	1.180	109.3	2.7	53.7	46.3
N° 20	0.850	60.7	1.5	55.2	44.8
N° 30	0.600	60.7	1.5	56.7	43.3
N° 40	0.425	48.6	1.2	57.9	42.1
N° 50	0.300	76.9	1.9	59.8	40.2
N° 60	0.250	64.8	1.6	61.4	38.6
N° 80	0.177	238.8	5.9	67.3	32.7
N° 100	0.150	117.4	2.9	70.2	29.8
N° 140	0.105	178.1	4.4	74.6	25.4
N° 200	0.075	72.9	1.8	76.4	23.6
-200	MTC E 137	955.3	23.6	100.0	-

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

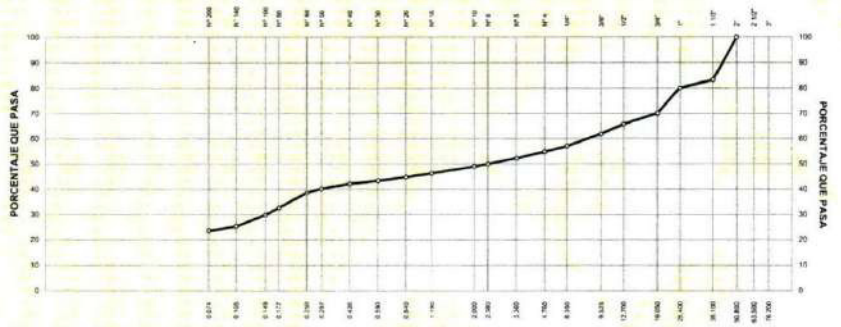
Límite líquido	(%)	(MTC E 110 - 2016)	:	NP
Límite plástico	(%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Índice plástico	(%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Clasificación SUCS		(ASTM D 2487-11)	:	GM
Clasif. para el uso en vías transporte		(ASTM D 3282-09)	:	A-1-b (0)

Descripción de la muestra : Grava limosa con arena

Cont. de humedad	(%)	(MTC E 108 - 2016)	:	2.8

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 50 mm.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia:
- NTP 339.128 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 339.132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material quepasa el tamiz No 200 (75 µm)

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

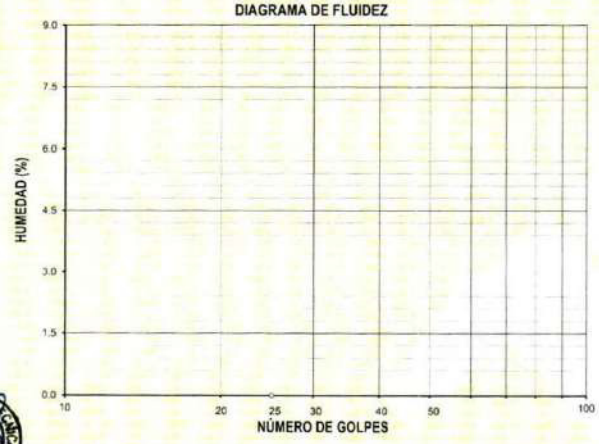
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS
MTC E 110 - 2016
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 111 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-01 / M-01 Prof : 0.60 - 0.90 m.	PRESENTACIÓN	: 01 Bolsa de polietileno.
DESCRIPCIÓN	: Grava limosa con arena	CANTIDAD	: 05 kg aprox.

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Ensayo N°		1	2	3	4	1	2
Cápsula N°		-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso cápsula + suelo seco	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso del Agua	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso de la cápsula	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso del suelo seco	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Contenido de humedad	(%)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Número de golpes		-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍND. PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES:
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
- La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
- El Límite Líquido no se puede determinar.
- No se pudo formar los rollitos de 1/8" de diámetro, se desmorona.
- El límite plástico no se puede determinar.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:
- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°597?1

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión: Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE Nº 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio Nº 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-01 / M-01 Prof : 0.60 - 0.90 m.	PRESENTACIÓN	: 01 Bolsa de polietileno.
DESCRIPCIÓN	: Grava limosa con arena	CANTIDAD	: 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	C-01 / M-01 Prof : 0.60 - 0.90 m.
Peso del suelo húmedo (g)	4152.0
Peso del suelo seco (g)	4047.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.6

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 50 mm.

REFERENCIA:

- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Personal:
Téc.: E.E.A.
Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

GERENCIA TÉCNICA

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE Nº 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RIGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio Nº 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-01 / M-02
Prof : 0.90 - 1.60 m.

PRESENTACIÓN : 02 Sacos de polipropileno.
CANTIDAD : 50 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

MALLAS SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				100.0
1/2"	12.500	43.6	4.1	4.1	95.9
3/8"	9.500	10.6	1.0	5.1	94.9
1/4"	6.250	22.3	2.1	7.2	92.8
N° 4	4.750	3.2	0.3	7.5	92.5
N° 6	3.350	6.4	0.6	8.1	91.9
N° 8	2.360	8.5	0.8	8.9	91.1
N° 10	2.000	3.2	0.3	9.2	90.8
N°16	1.180	10.6	1.0	10.2	89.8
N° 20	0.850	6.4	0.6	10.8	89.2
N° 30	0.600	12.8	1.2	12.0	88.0
N° 40	0.425	5.3	0.5	12.5	87.5
N° 50	0.300	53.2	5.0	17.5	82.5
N° 60	0.250	87.2	8.2	25.7	74.3
N° 80	0.177	342.4	32.2	57.9	42.1
N° 100	0.150	119.1	11.2	69.1	30.9
N° 140	0.105	157.4	14.8	83.9	16.1
N° 200	0.075	45.7	4.3	88.2	11.8
-200	MTC E 137	125.5	11.8	100.0	-

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

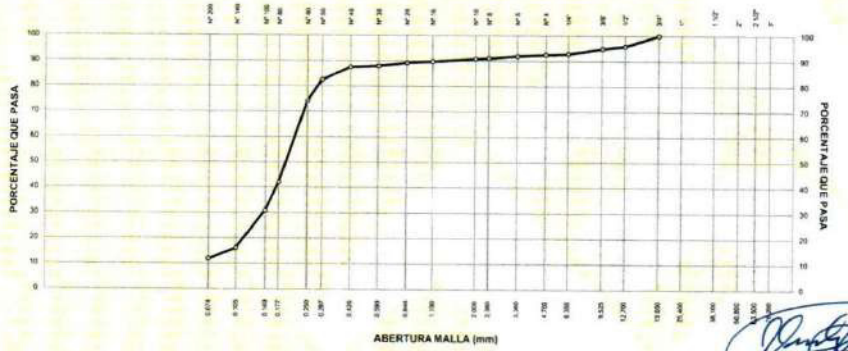
Límite líquido	(%)	(MTC E 110 - 2016)	:	NP
Límite plástico	(%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Índice plástico	(%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Clasificación SUCS		(ASTM D 2487-11)	:	SP-SM
Clasif. para el uso en vías transporte		(ASTM D 3282-09)	:	A-2-4 (0)

Descripción de la muestra : Arena pobremente gradada con limo

Cont. de humedad	(%)	(MTC E 108 - 2016)	:	4.2

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 19 mm.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia:
- NTP 339.128 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 339.132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material quepasa el tamiz No 200 (75 um)

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

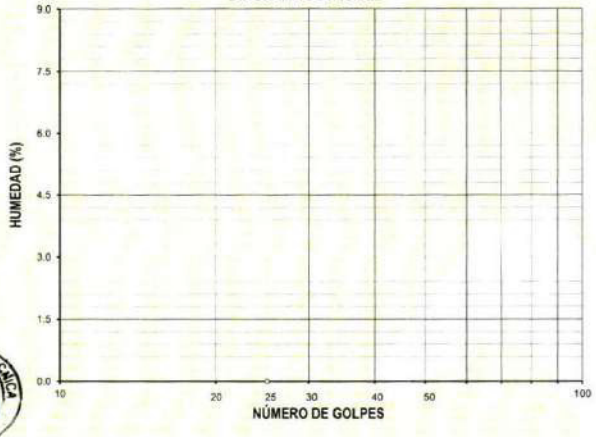
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS
MTC E 110 - 2016
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 111 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-01 / M-02 Prof : 0.90 - 1.60 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena pobremente gradada con limo	CANTIDAD	: 50 kg aprox.

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Ensayo N°		1	2	3	4	1	2
Cápsula N°		-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso cápsula + suelo seco	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso del Agua	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso de la cápsula	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso del suelo seco	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Contenido de humedad	(%)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Número de golpes		-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍND. PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES:
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
- La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
- El Límite Líquido no se puede determinar.
- No se pudo formar los rollitos de 1/8" de diámetro, se desmorona.
- El límite plástico no se puede determinar.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

GERENCIA TÉCNICA V°B°

Referencia:

- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión: Lima, 16 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-01 / M-02 Prof : 0.90 - 1.60 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena pobremente gradada con limo	CANTIDAD	: 50 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	C-01 / M-02 Prof : 0.90 - 1.60 m.
Peso del suelo húmedo (g)	1108.2
Peso del suelo seco (g)	1063.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.2

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 19 mm.

REFERENCIA:

- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Personal:
Téc.: E.E.A.
Rev.: A.M.A.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Fecha de emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

GERENCIA TÉCNICA V°B°

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

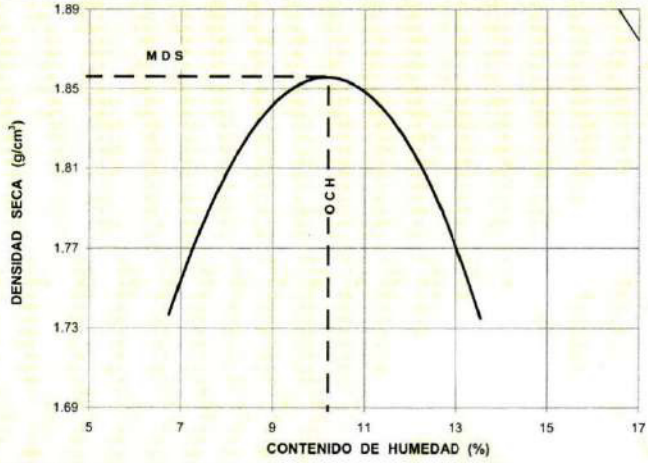
SOLICITANTE : GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS
PROYECTO : TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN : JR. LAS LAUSONIAS, SJL
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO
UBICACIÓN : JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2025
FECHA INICIO : Lima, 01 de setiembre del 2025

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-01 / M-02
Prof : 0.90 - 1.60 m.
PRESENTACIÓN : 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Arena pobremente gradada con limo
CANTIDAD : 50 kg. aprox.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - 2016)

Nº de Capas : 5	Altura de caida del pisón : 45.72 cm		Peso del pisón : 4.54 Kg		Volumen del Molde : 939 g/cm³			
Energia de Compactación Modificada :	27.4 kg-cm/cm³				Número de Golpes / capa 25 Golpes			
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3524		3641		3676		3614	
Peso del Molde (g)	1750		1750		1750		1750	
Peso Suelo Humedo (g)	1774		1891		1926		1864	
Volumen del Molde (cm³)	939		939		939		939	
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.889		2.014		2.051		1.985	
Tarro N°	37	222	2	208	469	302	203	255
Peso suelo humedo + tarro (g)	430.7	411.8	475.0	324.6	435.5	423.1	365.6	446.1
Peso suelo seco + tarro (g)	406.0	389.7	441.7	303.1	397.8	389.0	330.2	404.0
Peso del agua (g)	24.7	22.1	33.3	21.5	37.7	34.1	35.4	42.1
Peso del tarro (g)	63.1	78.1	79.3	66.7	61.5	87.6	64.3	87.8
Peso suelo seco (g)	342.9	311.6	362.4	236.4	336.3	301.4	265.9	316.2
Contenido de Humedad (%)	7.2	7.1	9.2	9.1	11.2	11.3	13.3	13.3
Promedio de Humedad (%)	7.2		9.2		11.3		13.3	
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.762		1.844		1.843		1.752	



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		100
3/8"	5	95
N°4	2	93
<N°4	93	
MÉTODO		"A"

MDS	1.856 g/cm³
OCH	10.2%

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:
ASTM D 1557-02: Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft3 (2700 kN-m/m3)

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Téc.: E.E.A.
Rev.: A.M.A.

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de esclusiva responsabilidad del solicitante

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-01 / M-02 Prof : 0.90 - 1.60 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena pobremente gradada con limo	CANTIDAD	: 50 kg aprox.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADO FINOS
MTC E 205 - 2016

DESCRIPCIÓN		MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4
Temperatura a la que se realizó el ensayo		20.7
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	300.0
Peso fiola + H_2O + material saturado y superficie seca	(g)	855.0
Peso material seco a 105 °C	(g)	296.3
Peso aparente base seca	(g/cm^3)	2.754

METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA
MTC E 113

Porcentaje de material pasante en la malla N° 4	(%)	93
Temperatura a la que se realizó el ensayo ASTM C 128-04a	(°C)	20.7
Corrección de temperatura para la fracción fina (K)	-.-	0.99985
Gravedad especifica de solidos del suelo	(g/cm3)	2.753
Gravedad especifica de solidos del suelo	(g/cm3)	2.751

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

ASTM C 127	Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of coarse aggregate
ASTM C 128-04a	Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absortion of fine aggregate
ASTM D 854	Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer

Téc.: E.E.A.
Rev.: A.M.A.

GERENCIA TÉCNICA V°B° JBO INGENIEROS S.A.C.

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (MTC E 132 - 2016)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-01 / M-02 Prof : 0.90 - 1.60 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena pobremente gradada con limo	CANTIDAD	: 50 Kg aprox.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MUESTRA DE ENSAYO

Granulometría de la Muestra (MTC E 107 - MTC E 202)

Serie Americana	Ret. Parcial (%)	Pasa (%)
2"	-.-	100
3/4"	-.-	100
3/8"	5	95
N°4	2	93
N°200	81	12
< N°200	12	

Límites de Atterberg (MTC E 110 - MTC E 111)

Límite Líquido	: NP
Índice Plástico	: NP

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D-2487)	: SP-SM
Vías Transporte (ASTM D-3282)	: A-2-4 (0)

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO

Descripción		Especimen N° 1	Especimen N° 2	Especimen N° 3
Energía de Compactación	(kg-cm/cm^3)	27.4	12.2	6.1
Densidad Seca Antes del Remojo	(g/cm^3)	1.856	1.788	1.764
Humedad de Compactación	(%)	10.2	10.3	10.0
Humedad de Penetración	(%)	12.4	14.9	16.9
Absorción	(%)	2.2	4.6	6.9
Expansión	(%)	S/E	S/E	S/E
Tiempo de Embebido	(días)	4	4	4
Sobrecarga	(kg)	4.5	4.5	4.5

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (MTC E 115 - 2016)

Método de Compactación		: A
Máxima Densidad Seca	(g/cm^3)	: 1.856
Óptimo Contenido de Humedad	(%)	: 10.2

CBR (MTC E 132 - 2016)

Método de Compactación	: C

C.B.R. a 2,5 mm de Penetración (MTC E 132 - 2016)

C.B.R. al 100 % de la M.D.S.	: 41.0 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.	: 20.2 %

C.B.R. a 5,0 mm de Penetración (MTC E 132 - 2016)

C.B.R. al 100 % de la M.D.S.	: 48.6 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.	: 24.0 %
Condiciones del Ensayo	: Embebido

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La muestra fue compactada, luego se saturó por 4 días y posteriormente se realizó el ensayo de penetración.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

REFERENCIA :
ASTM D 1883: Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557: Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft3 (2700 kN-m/m3)

Personal
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

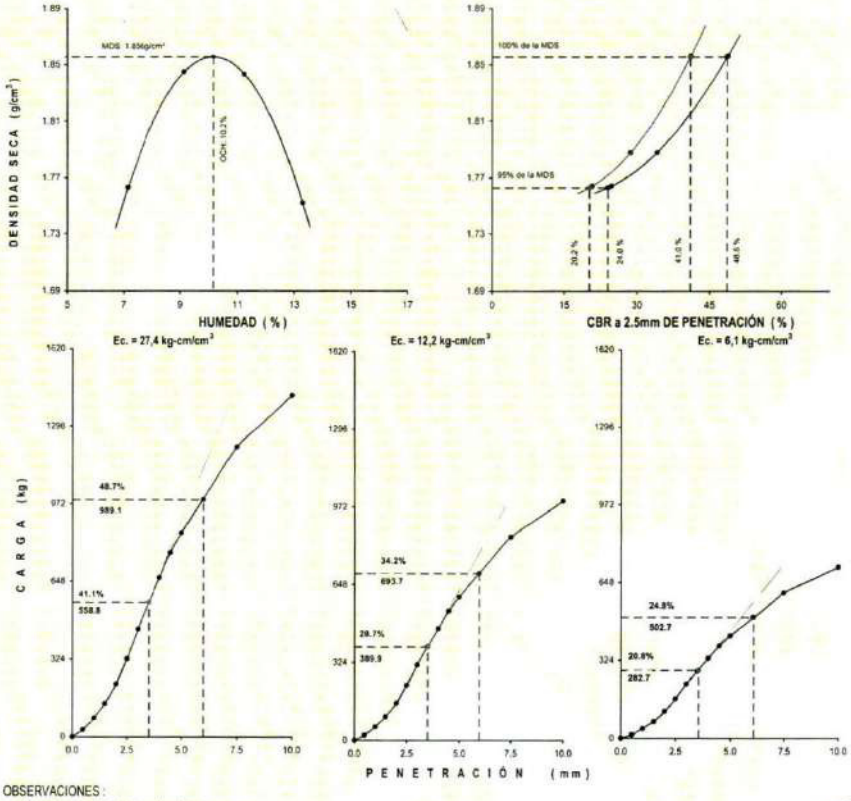
INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (MTC E 132 - 2016)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-01 / M-02 Prof : 0.90 - 1.60 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena pobremente gradada con limo	CANTIDAD	: 50 kg aprox.



OBSERVACIONES :
- Muestra llomada e identificada por el solicitante.
- La muestra fue compactada, luego se saturó por 4 días y posteriormente se realizó el ensayo de penetración.

Referencia
ASTM D 1883: Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557: Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft3 (2700 kN-m/m3)

Personal
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail:informes@jboingenieros.com

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS

DIRECCIÓN : JR. LAS LAUSONIAS, SJL

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2025

PROYECTO : TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"

UBICACIÓN : JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA

FECHA DE INICIO : Lima, 01 de setiembre del 2025

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-01 / M-02
Prof : 0.90 - 1.60 m.

PRESENTACIÓN : 02 Sacos de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Arena pobremente gradada con limo

CANTIDAD : 50 kg aprox.

PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - 2016)

VOLUMEN DEL MOLDE :	939cm3		MÉTODO DE COMPACTACIÓN :		A	
N° DE MOLDE	S/N		S/N		S/N	
N° GOLPES	25		25		25	
P. MOLDE + S. HUMEDO (g)	3524		3641		3676	
PESO MOLDE (g)	1750		1750		1750	
PESO SUELO HUMEDO (g)	1774		1891		1926	
N° TARRO	37	222	2	268	468	302
P. TARRO + S. HUMEDO (g)	430.7	411.8	475.0	324.6	435.5	423.1
P. TARRO + S. SECO (g)	406.0	389.7	441.7	303.1	397.8	389.0
PESO DE AGUA (g)	24.7	22.1	33.3	21.5	37.7	34.1
PESO DE TARRO (g)	63.1	78.1	79.3	66.7	61.5	67.6
PESO SUELO SECO (g)	342.9	311.6	362.4	236.4	336.3	301.4
HUMEDAD (%)	7.2	7.1	9.2	9.1	11.2	11.2
HUMEDAD PROMEDIO (%)	7.2		9.2		11.2	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1.889		2.014		2.051	
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.763		1.845		1.843	

	203	255
	365.6	446.1
	330.2	404.0
	35.4	42.1
	64.3	87.8
	265.9	316.2
	13.3	13.3
	13.3	
	1.846	
	1.752	

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (MTC E 132 - 2016)

VOL. MOLDE INDICADO | N° DE CAPAS : 5

N° DE MOLDE / CODIGO DE MOLDE	15 / MCB-13	18 / MPG-16	23 / MPG-19
N° DE GOLPES	55	26	12
VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2157.0	2186.3	2163.0
P. MOLDE + S. HUMEDO (g)	8671.4	8926.9	8491.8
PESO MOLDE (g)	4260.6	4616.3	4296.0
PESO SUELO HUMEDO (g)	4410.8	4310.9	4195.2
N° TARRO	252	100	171
P. TARRO + S. HUMEDO (g)	387.0	430.3	347.3
P. TARRO + S. SECO (g)	358.8	396.5	321.6
PESO DE AGUA (g)	28.2	33.8	25.4
PESO DE TARRO (g)	81.2	64.0	71.7
PESO SUELO SECO (g)	277.6	332.5	249.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (g)	10.20	10.30	10.00
DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)	2.045	1.972	1.940
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.856	1.788	1.764

CAP. DE CELDA 5 : 5.0 Ton

N° MOLDE	(55 Golpes)		(26 Golpes)		(12 Golpes)	
PEN. (mm)	CARGA(N)	CARGA(kg)	CARGA(N)	CARGA(kg)	CARGA(N)	CARGA(kg)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	281.9	29	197.3	20	140.9	14
1.0	772.6	79	540.8	55	386.3	39
1.5	1352.1	138	946.4	97	676.0	69
2.0	2150.8	219	1505.5	154	1075.4	110
2.5	3192.5	326	2234.8	228	1596.3	163
3.0	4395.5	448	3076.8	314	2197.7	224
3.5	5476.1	558	3833.3	391	2738.1	279
4.0	6499.3	663	4549.5	464	3249.6	331
4.5	7521.9	767	5265.3	537	3760.9	384
5.0	8333.9	850	5833.7	595	4167.0	425
7.5	11832.7	1207	8282.9	845	5916.3	603
10.0	13956.8	1423	9769.8	996	6978.4	712

ABSORCIÓN

N° MOLDE	15 / MCB-13	18 / MPG-16	23 / MPG-19
PESO SUELO HUM + PLATO + MOLDE	10357	12114	12073
PESO DEL PLATO + MOLDE	5858	7523	7616
PESO SUELO HUMEDO EMBEBIDO	4499	4591	4457
PESO SUELO HUMEDO SIN EMBEBER	4411	4311	4195
PESO DEL AGUA ABSORBIDA	88	180	262
PESO DEL SUELO SECO	4003	3908	3814
ABSORCION DE AGUA	2.20	4.61	6.87

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	LEC. DIAL	LEC. DIAL	LEC. DIAL
11-Set-25	12:30:00 a.m.	0.000"	0.000"	0.000"
12-Set-25				
13-Set-25				
14-Set-25				
15-Set-25	12:30:00 a.m.	0.000"	0.000"	0.000"
EXPANSIÓN (%)		S/E	S/E	S/E

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

MÁXIMA DENSIDAD SECA				(g/cm³)	1.856	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD				(%)	10.2	
CBR A 2.5 mm DE PENETRACION AL 100% DE LA M.D.S.				(%)	41.0	
CBR A 2.5 mm DE PENETRACION AL 95% DE LA M.D.S.				(%)	30.2	
SERIE AMERICANA	3/4"	3/8"	N° 4	N°200	Pasa N°200	
RETENIDO PARCIAL (%)	--	5	2	81	12	
LÍMITE LÍQUIDO	NP	SUCS		SP-SM		
INDICE DE PLASTICIDAD	NP	AASHTO		A-2-4 (0)		

Referencia :

- ASTM D 1883: Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557: Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft3 (2700 kN-m/m3).

Observaciones :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La muestra fue compactada, luego se saturó por 4 días y posteriormente se realizó el ensayo de penetración.

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568/ 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE Nº 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, S/L		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio Nº 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-02 / M-01 Prof.: 0.00 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 01 Bolsa de polietileno
		CANTIDAD	: 05 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

MALLAS SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
1/4"	6.250				
N° 4	4.750				
N° 6	3.350				
N° 8	2.360				
N° 10	2.000				
N°16	1.180				
N° 20	0.850				
N° 30	0.600				100.0
N° 40	0.425	2.2	0.4	0.4	99.6
N° 50	0.300	26.1	4.8	5.2	94.8
N° 60	0.250	53.9	9.9	15.1	84.9
N° 80	0.177	185.1	34.0	49.1	50.9
N° 100	0.150	84.4	15.5	64.6	35.4
N° 140	0.105	82.2	15.1	79.7	20.3
N° 200	0.075	28.3	5.2	84.9	15.1
-200	MTC E 137	82.2	15.1	100.0	--

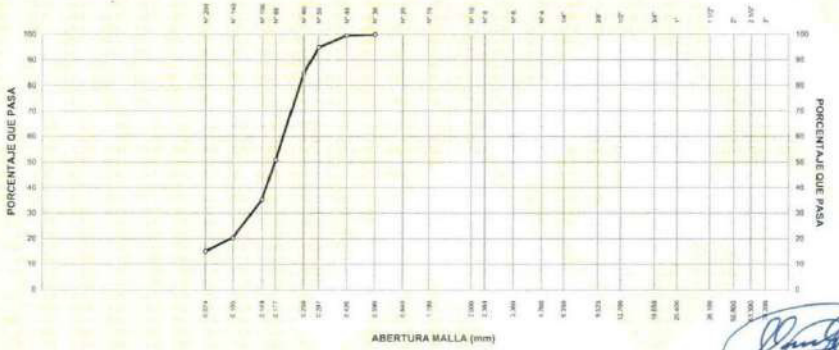
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

Límite líquido	(%)	(MTC E 110 - 2016)	:	NP
Límite plástico	(%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Índice plástico	(%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Clasificación SUCS		(ASTM D 2487-11)	:	SM
Clasif. para el uso en vías transporte		(ASTM D 3282-09)	:	A-2-4 (0)

Descripción de la muestra :		Arena limosa		
Cont. de humedad	(%)	(MTC E 108 - 2016)	:	3.8

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 0.6 mm.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia:
- NTP 339.128 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 339.132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material quepina el tamiz No 200 (75 um)

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59761

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

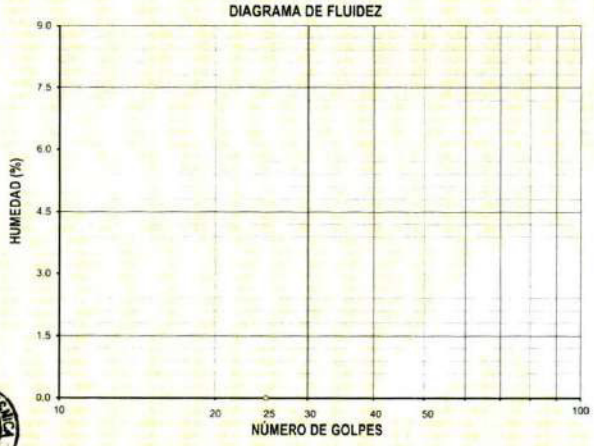
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS
MTC E 110 - 2016
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 111 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-02 / M-01 Prof.: 0.00 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 01 Bolsa de polietileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena limosa	CANTIDAD	: 05 kg aprox.

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Ensayo N°		1	2	3	4	1	2
Cápsula N°		-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso cápsula + suelo seco	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso del Agua	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso de la cápsula	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso del suelo seco	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Contenido de humedad	(%)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Número de golpes		-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍND. PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES:
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
- La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
- El Límite Líquido no se puede determinar.
- No se pudo formar los rollitos de 1/8" de diámetro, se desmorona.
- El límite plástico no se puede determinar.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

GERENCIA TÉCNICA V°B°

Referencia:
- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión: Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE Nº 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio Nº 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	C-02 / M-01 Prof : 0.00 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 01 Bolsa de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Arena limosa	CANTIDAD	: 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	C-02 / M-01 Prof : 0.00 - 1.50 m.
Peso del suelo húmedo (g)	565.2
Peso del suelo seco (g)	544.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.8

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 0.6 mm.

REFERENCIA:

- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Personal:
Téc.: E.E.A.
Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

GERENCIA TECNICA JBO INGENIEROS S.A.C.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE Nº 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio Nº 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-03 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
		CANTIDAD	: 50 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

MALLAS SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
1/4"	6.250				
N° 4	4.750				100.0
N° 6	3.350	3.6	0.7	0.7	99.3
N° 8	2.360	0.5	0.1	0.8	99.2
N° 10	2.000	0.5	0.1	0.9	99.1
N°16	1.180	1.0	0.2	1.1	98.9
N° 20	0.850	0.5	0.1	1.2	98.8
N° 30	0.600	1.0	0.2	1.4	98.6
N° 40	0.425	2.1	0.4	1.8	98.2
N° 50	0.300	28.4	5.5	7.3	92.7
N° 60	0.250	51.1	9.9	17.2	82.8
N° 80	0.177	186.4	36.1	53.3	46.7
N° 100	0.150	73.3	14.2	67.5	32.5
N° 140	0.105	71.3	13.8	81.3	18.7
N° 200	0.075	23.2	4.5	85.8	14.2
-200	MTC E 137	73.3	14.2	100.0	--

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

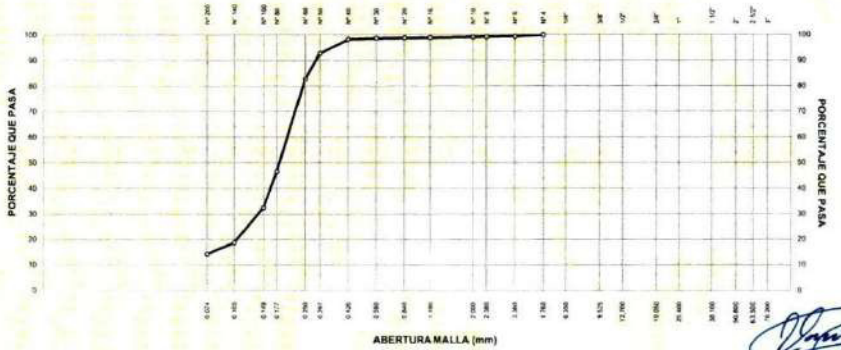
Límite líquido	(%)	(MTC E 110 - 2016)	:	NP
Límite plástico	(%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Índice plástico	(%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Clasificación SUCS		(ASTM D 2487-11)	:	SM
Clasif. para el uso en vías transporte		(ASTM D 3282-09)	:	A-2-4 (0)

Descripción de la muestra : Arena limosa

Cont. de humedad	(%)	(MTC E 108 - 2016)	:	3.5

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 4.75 mm.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia:
- NTP 339.128 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 339.132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material quepasa el tamiz No 200 (75 um)

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Personal:
- Téc. E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

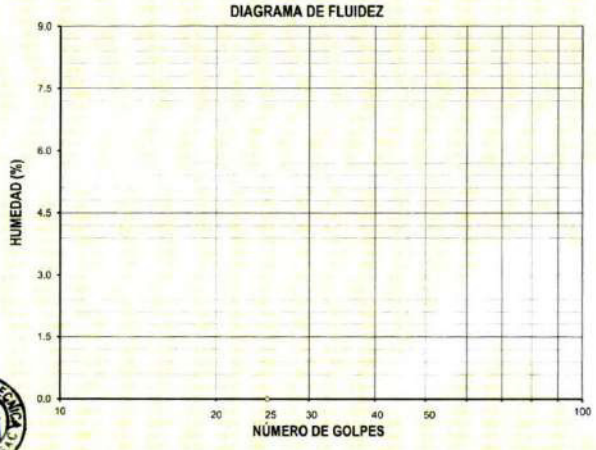
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS
MTC E 110 - 2016
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 111 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-03 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena limosa	CANTIDAD	: 50 kg aprox.

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Ensayo N°		1	2	3	4	1	2
Cápsula N°		-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso cápsula + suelo seco	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso del Agua	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso de la cápsula	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso del suelo seco	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Contenido de humedad	(%)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Número de golpes		-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍND. PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES:
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
- La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
- El Límite Líquido no se puede determinar.
- No se pudo formar los rollitos de 1/8" de diámetro, se desmorona.
- El límite plástico no se puede determinar.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:
- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión: Lima, 16 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE Nº 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio Nº 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-03 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÒN	: Arena limosa	CANTIDAD	: 50 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	C-03 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.
Peso del suelo húmedo (g)	534.3
Peso del suelo seco (g)	516.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.5

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 4.75 mm.

REFERENCIA:
- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Personal: JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781
Téc.: E.E.A.
Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025
El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

GERENCIA TÉCNICA JBO INGENIEROS S.A.C.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

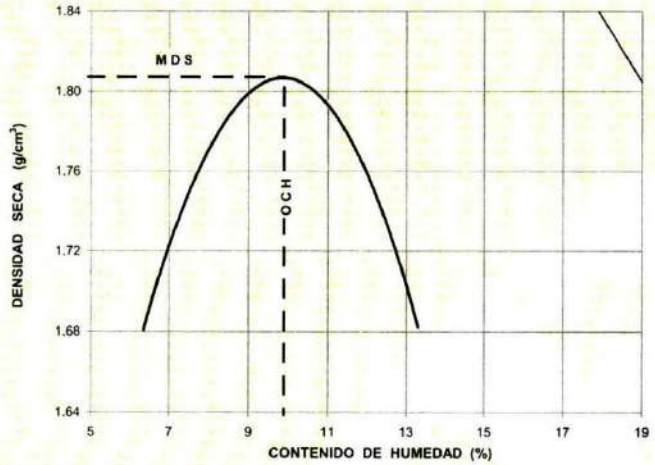
SOLICITANTE : GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS
PROYECTO : TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN : JR. LAS LAUSONIAS, SJL
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO
UBICACIÓN : JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2025
FECHA INICIO : Lima, 01 de setiembre del 2025

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-03 / M-01
Prof : 0.30 - 1.50 m.
PRESENTACIÓN : 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Arena limosa
CANTIDAD : 50 kg. aprox.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - 2016)

Nº de Capas : 5	Altura de caida del pisón : 45.72 cm		Peso del pisón : 4.54 Kg		Volumen del Molde : 939 g/cm³			
Energia de Compactación Modificada :	27.4 kg-cm/cm³				Número de Golpes / capa : 25 Golpes			
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3470		3586		3619		3557	
Peso del Molde (g)	1750		1750		1750		1750	
Peso Suelo Humedo (g)	1720		1836		1869		1807	
Volumen del Molde (cm³)	939		939		939		939	
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.831		1.955		1.991		1.925	
Tarro N°	420	91	359	89	58	449	51	264
Peso suelo humedo + tarro (g)	392.2	413.1	445.7	447.9	471.8	370.1	413.5	450.6
Peso suelo seco + tarro (g)	372.2	391.1	415.3	416.8	434.2	341.1	373.9	407.4
Peso del agua (g)	20.0	22.0	30.4	31.1	37.6	29.0	39.6	43.2
Peso del tarro (g)	82.4	67.7	73.2	63.9	89.0	77.1	69.5	74.8
Peso suelo seco (g)	289.8	323.4	342.1	352.9	345.2	264.0	304.4	332.6
Contenido de Humedad (%)	6.9	6.8	8.9	8.8	10.9	11.0	13.0	13.0
Promedio de Humedad (%)	6.9		8.9		11.0		13.0	
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.713		1.795		1.794		1.704	



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		
N°4		
<N°4	100	
MÉTODO		"A"

MDS	1.807 g/cm³
OCH	9.9%

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:
ASTM D 1557-02: Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft3 (2700 kN-m/m3)

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Téc.: E.E.A.
Rev.: A.M.A.

Fecha de Emision : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de esclusiva responsabilidad del solicitante

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-03 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena limosa	CANTIDAD	: 50 kg aprox.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADO FINOS
MTC E 205 - 2016

DESCRIPCIÓN		MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4
Temperatura a la que se realizó el ensayo		20.4
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	300.0
Peso fiola + H_2O + material saturado y superficie seca	(g)	826.9
Peso material seco a 105 °C	(g)	297.0
Peso aparente base seca	(g/cm^3)	2.740

METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA
MTC E 113

Porcentaje de material pasante en la malla N° 4	(%)	100
Temperatura a la que se realizó el ensayo ASTM C 128-04a	(°C)	20.4
Corrección de temperatura para la fracción fina (K)	-.-	0.99992
Gravedad especifica de solidos del suelo	(g/cm3)	2.740
Gravedad especifica de solidos del suelo	(g/cm3)	2.740

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

ASTM C 127	Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of coarse aggregate
ASTM C 128-04a	Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absortion of fine aggregate
ASTM D 854	Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer

Téc.: E.E.A.
Rev.: A.M.A.

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÀLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÈTODO AASHTO 93 Y EL MÈTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (MTC E 132 - 2016)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-03 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena limosa	CANTIDAD	: 50 Kg aprox.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MUESTRA DE ENSAYO

Granulometria de la Muestra (MTC E 107 - MTC E 202)

Serie Americana	Ret. Parcial (%)	Pasa (%)
2"	-.-	100
3/4"	-.-	100
3/8"	-.-	100
N°4	-.-	100
N°200	86	14
< N°200	14	

Límites de Atterberg (MTC E 110 - MTC E 111)

Límite Líquido	: NP
Índice Plástico	: NP

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D-2487)	: SM
Vías Transporte (ASTM D-3282)	: A-2-4 (0)

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO

Descripción		Especimen N° 1	Especimen N° 2	Especimen N° 3
Energía de Compactación	(kg-cm/cm^3)	27.4	12.2	6.1
Densidad Seca Antes del Remojo	(g/cm^3)	1.804	1.737	1.714
Humedad de Compactación	(%)	9.9	9.7	9.7
Humedad de Penetración	(%)	13.9	15.7	17.8
Absorción	(%)	4.0	6.0	8.1
Expansión	(%)	S/E	S/E	S/E
Tiempo de Embebido	(días)	4	4	4
Sobrecarga	(kg)	4.5	4.5	4.5

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (MTC E 115 - 2016)

Método de Compactación		: A
Máxima Densidad Seca	(g/cm^3)	: 1.807
Óptimo Contenido de Humedad	(%)	: 9.9

CBR (MTC E 132 - 2016)

Método de Compactación	: C

C.B.R. a 2,5 mm de Penetración (MTC E 132 - 2016)

C.B.R. al 100 % de la M.D.S.	: 29.0 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.	: 15.4 %

C.B.R. a 5,0 mm de Penetración (MTC E 132 - 2016)

C.B.R. al 100 % de la M.D.S.	: 34.1 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.	: 17.9 %
Condiciones del Ensayo	: Embebido

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La muestra fue compactada, luego se saturó por 4 días y posteriormente se realizó el ensayo de penetración.

REFERENCIA :
ASTM D 1883. Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils

ASTM D 1557. Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft3 (2700 kN-m/m3)

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Personal
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

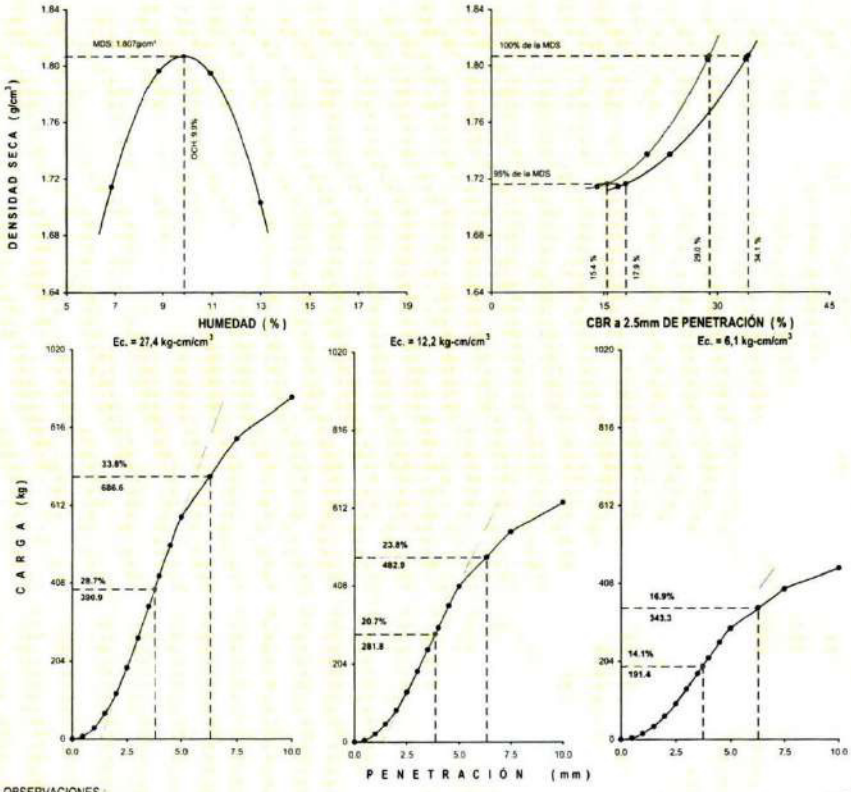
INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (MTC E 132 - 2016)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-03 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena limosa	CANTIDAD	: 50 kg aprox.



OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La muestra fue compactada, luego se saturó por 4 días y posteriormente se realizo el ensayo de penetración.

Referencia:
ASTM D 1883: Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557: Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft3 (2700 kN-m/m3)

Personal
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail:informes@jboingenieros.com

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS

DIRECCIÓN : JR. LAS LAUSONIAS, SJL

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2025

PROYECTO : TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"

UBICACIÓN : JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA

FECHA DE INICIO : Lima, 01 de setiembre del 2025

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-03 / M-01
Prof : 0.30 - 1.50 m.

DESCRIPCIÓN : Arena limosa

PRESENTACIÓN : 02 Sacos de polipropileno.

CANTIDAD : 50 kg aprox.

PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - 2016)

VOLUMEN DEL MOLDE	939cm3	MÉTODO DE COMPACTACIÓN	A
N° DE MOLDE	S/N	S/N	S/N
N° GOLPES	25	25	25
P. MOLDE + S. HUMEDO (g)	3470	3586	3619
PESO MOLDE (g)	1750	1750	1750
PESO SUELO HUMEDO (g)	1720	1836	1869
N° TARRO	420 / 91	339 / 88	58 / 449 / 51 / 254
P. TARRO + S. HUMEDO (g)	392.2 / 413.1	445.7 / 447.9	471.8 / 370.1 / 413.5 / 450.6
P. TARRO + S. SECO (g)	372.2 / 381.1	415.3 / 416.8	434.2 / 341.1 / 373.9 / 407.4
PESO DE AGUA (g)	20.0 / 22.0	30.4 / 31.1	37.6 / 29.0 / 39.6 / 43.2
PESO DE TARRO (g)	82.4 / 67.7	73.2 / 63.9	89.0 / 77.1 / 69.5 / 74.8
PESO SUELO SECO (g)	289.8 / 323.4	342.1 / 352.9	345.2 / 264.0 / 304.4 / 332.6
HUMEDAD (%)	6.9 / 6.8	8.9 / 8.8	10.9 / 11.0 / 13.0 / 13.0
HUMEDAD PROMEDIO (%)	6.9	8.9	11.0 / 13.0
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1.831	1.955	1.991 / 1.925
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.714	1.796	1.794 / 1.703

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (MTC E 132 - 2016)

VOL. MOLDE INDICADO — N° DE CAPAS : 5

N° DE MOLDE / CODIGO DE MOLDE	17 / MCB-15	6 / MPG-07	16 / MPG-14
N° DE GOLPES	55	26	12
VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2151.0	2173.0	2151.0
P. MOLDE + S. HUMEDO (g)	8481.1	8626.9	8800.2
PESO MOLDE (g)	4210.4	4776.1	4756.2
PESO SUELO HUMEDO (g)	4270.7	4152.8	4044.0
N° TARRO	309	63	470
P. TARRO + S. HUMEDO (g)	361.0	445.6	394.5
P. TARRO + S. SECO (g)	335.2	411.9	366.2
PESO DE AGUA (g)	25.8	33.7	28.3
PESO DE TARRO (g)	73.3	70.2	79.2
PESO SUELO SECO (g)	261.9	341.7	287.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (g)	9.90	9.70	9.79
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3)	1.985	1.906	1.860
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.804	1.737	1.714

CAP. DE CELDA S. 5.0 Ton.

N° MOLDE	(55 Golpes)		(26 Golpes)		(12 Golpes)	
PEN. (mm)	CARGA(N)	CARGA(kg)	CARGA(N)	CARGA(kg)	CARGA(N)	CARGA(kg)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	66.3	7	46.4	5	33.1	3
1.0	280.7	29	196.5	20	140.3	14
1.5	658.0	67	460.6	47	329.0	34
2.0	1166.2	119	816.3	83	583.1	59
2.5	1833.0	187	1283.1	131	916.5	93
3.0	2562.6	264	1814.8	185	1296.3	132
3.5	3388.4	346	2371.9	242	1694.2	173
4.0	4178.7	426	2925.1	298	2089.3	213
4.5	4974.6	507	3482.1	355	2487.2	254
5.0	5653.3	581	3985.3	406	2846.7	290
7.5	7697.2	785	5388.1	549	3848.6	392
10.0	8772.5	895	6140.7	626	4386.2	447

ABSORCIÓN

N° MOLDE	17 / MCB-15	6 / MPG-07	16 / MPG-14
PESO SUELO HUM. + PLATO + MOLDE	12098	12496	12141
PESO DEL PLATO + MOLDE	7670	8118	7798
PESO SUELO HUMEDO EMBEBIDO	4428	4378	4343
PESO SUELO HUMEDO SIN EMBEBER	4271	4153	4044
PESO DEL AGUA ABSORBIDA	155	225	299
PESO DEL SUELO SECO	3886	3786	3680
ABSORCION DE AGUA	4.00	5.95	8.10

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	LEC. DIAL	LEC. DIAL	LEC. DIAL
11-Set-25	12:30:00 a.m.	0.000"	0.000"	0.000"
12-Set-25				
13-Set-25				
14-Set-25				
15-Set-25	12:30:00 a.m.	0.000"	0.000"	0.000"
EXPANSIÓN (%)		S/E	S/E	S/E

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

MAXIMA DENSIDAD SECA				(g/cm³)	1.807	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD				(%)	9.9	
CBR A 2.5 mm DE PENETRACION AL 100% DE LA M.D.S.				(%)	29.0	
CBR A 2.5 mm DE PENETRACION AL 95% DE LA M.D.S.				(%)	15.4	
SERIE AMERICANA	3/4"	3/8"	N° 4	N°200	Pasa N°200	
RETENIDO PARCIAL (%)	--	--	--	86	14	
LÍMITE LÍQUIDO	NP	SUCS		SM		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP	AASHTO		A-2-4 (0)		

Referencia :
- ASTM D 1883: Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557: Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft3 (2700 kN-m/m3)

Observaciones :
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La muestra fue compactada, luego se saturó por 4 días y posteriormente se realizó el ensayo de penetración.

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.S.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE Nº 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	Solicitud de Servicio Nº 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-04 / M-01 Prof. : 0.30 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno
		CANTIDAD	: 50 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

MALLAS SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
1/4"	6.250				
N° 4	4.750				
N° 6	3.350				
N° 8	2.360				
N° 10	2.000				100.0
N°16	1.180	1.1	0.2	0.2	99.8
N° 20	0.850	0.0		0.2	99.8
N° 30	0.600	0.5	0.1	0.3	99.7
N° 40	0.425	2.7	0.5	0.8	99.2
N° 50	0.300	33.3	6.1	6.9	93.1
N° 60	0.250	63.8	11.7	18.6	81.4
N° 80	0.177	200.1	36.7	55.3	44.7
N° 100	0.150	92.1	16.9	72.2	27.8
N° 140	0.105	81.8	15.0	87.2	12.8
N° 200	0.075	20.2	3.7	90.9	9.1
-200	MTC E 137	49.6	9.1	100.0	--

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

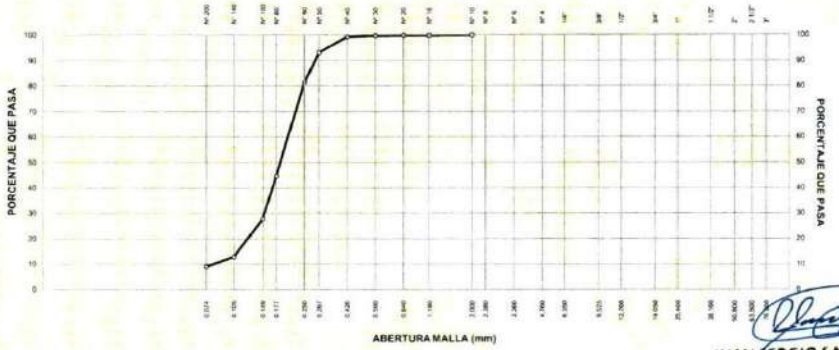
Límite líquido	(%)	(MTC E 110 - 2016)	:	NP
Límite plástico	(%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Índice plástico	(%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Clasificación SUCS		(ASTM D 2487-11)	:	SP-SM
Clasif. para el uso en vías transporte		(ASTM D 3282-09)	:	A-3 (0)

Descripción de la muestra : Arena pobremente gradada con limo

Cont. de humedad	(%)	(MTC E 108 - 2016)	:	5.2

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 2 mm

CURVA GRANULOMÉTRICA



JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Referencia:
- NTP 339.128 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 339.132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material quepasa el tamiz No 200 (75 um)

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

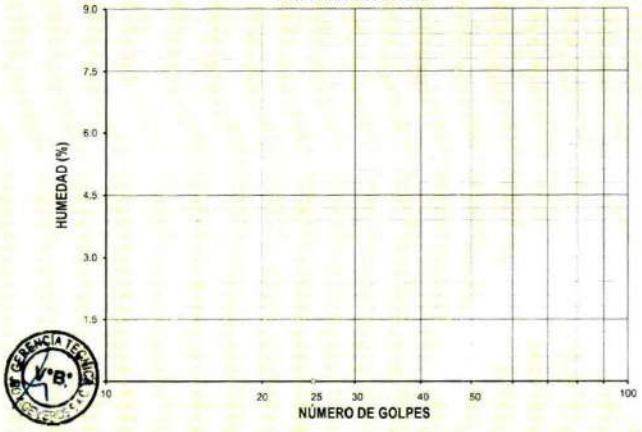
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS
MTC E 110 - 2016
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 111 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-04 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena pobremente gradada con limo	CANTIDAD	: 50 kg aprox.

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Ensayo N°		1	2	3	4	1	2
Cápsula N°		-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso cápsula + suelo seco	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso del Agua	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso de la cápsula	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Peso del suelo seco	(g)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Contenido de humedad	(%)	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-
Número de golpes		-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍND. PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES:
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
- La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
- El Limite Liquido no se puede determinar.
- No se pudo formar los rollitos de 1/8" de diámetro, se desmorona.
- El límite plástico no se puede determinar.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Referencia:

- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de emisión: Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la informacion contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE Nº 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio Nº 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-04 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena pobremente gradada con limo	CANTIDAD	: 50 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	C-04 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.
Peso del suelo húmedo (g)	573.3
Peso del suelo seco (g)	545.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.2

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 2 mm.

REFERENCIA:
- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Personal Téc.: E.E.A.
Rev.: A.M.A.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

GERENCIA TÉCNICA V°B°

Fecha de emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

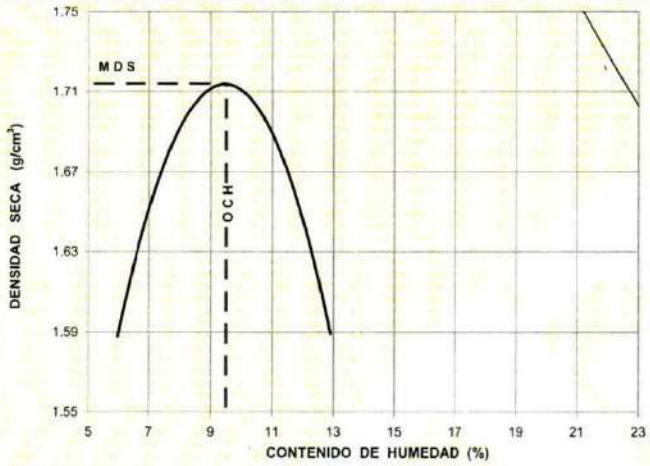
SOLICITANTE : GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS
PROYECTO : TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN : JR. LAS LAUSONIAS, SJL
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO
UBICACIÓN : JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2025
FECHA INICIO : Lima, 01 de setiembre del 2025

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-04 / M-01
Prof : 0.30 - 1.50 m.
PRESENTACIÓN : 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Arena pobremente gradada con limo
CANTIDAD : 50 kg. aprox.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - 2016)

Nº de Capas : 5	Altura de caida del pisón : 45.72 cm		Peso del pisón : 4.54 Kg		Volumen del Molde : 939 g/cm³			
Energía de Compactación : Modificada	27.4 kg-cm/cm³				Número de Golpes / capa : 25 Golpes			
Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	3370		3484		3516		3452	
Peso del Molde	(g)	1750		1750		1750		1750	
Peso Suelo Humedo	(g)	1620		1734		1766		1702	
Volumen del Molde	(cm³)	939		939		939		939	
Densidad Suelo Humedo	(g/cm³)	1.725		1.847		1.881		1.813	
Tarro N°		22	164	430	449	106	243	273	250
Peso suelo humedo + tarro	(g)	315.8	476.4	437.0	482.1	439.2	315.6	425.4	454.8
Peso suelo seco + tarro	(g)	300.6	452.7	409.5	450.5	405.4	291.9	385.7	413.4
Peso del agua	(g)	15.2	23.7	27.5	31.6	33.8	23.7	39.7	41.4
Peso del tarro	(g)	66.5	81.7	85.9	74.6	83.0	68.7	71.0	85.1
Peso suelo seco	(g)	234.1	371.0	323.6	375.9	322.4	223.2	314.7	328.3
Contenido de Humedad	(%)	6.5	6.4	8.5	8.4	10.5	10.6	12.6	12.6
Promedio de Humedad	(%)	6.5		8.5		10.6		12.6	
Densidad del Suelo Seco	(g/cm³)	1.620		1.702		1.701		1.610	



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		
N°4		
<N°4	100	
MÉTODO		"A"

MDS	1.714 g/cm³
OCH	9.5%

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:
ASTM D 1557-02: Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft3 (2700 kN-m/m3)

Téc.: E.E.A.
Rev.: A.M.A.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de esclusiva responsabilidad del solicitante

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-04 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena pobremente gradada con limo	CANTIDAD	: 50 kg aprox.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADO FINOS
MTC E 205 - 2016

DESCRIPCIÓN		MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4
Temperatura a la que se realizó el ensayo		21.1
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	300.0
Peso fiola + H_2O + material saturado y superficie seca	(g)	828.2
Peso material seco a 105 °C	(g)	297.5
Peso aparente base seca	(g/cm^3)	2.765

METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA
MTC E 113

Porcentaje de material pasante en la malla N° 4	(%)	100
Temperatura a la que se realizó el ensayo ASTM C 128-04a	(°C)	21.1
Corrección de temperatura para la fracción fina (K)	-.-	0.99977
Gravedad especifica de solidos del suelo	(g/cm3)	2.764

Gravedad especifica de solidos del suelo	(g/cm3)	2.764

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

ASTM C 127	Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of coarse aggregate
ASTM C 128-04a	Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absortion of fine aggregate
ASTM D 854	Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer

Téc.: E.E.A.
Rev.: A.M.A.

GERENCIA TÉCNICA V°B°

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (MTC E 132 - 2016)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-04 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena pobremente gradada con limo	CANTIDAD	: 50 Kg aprox.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MUESTRA DE ENSAYO

Granulometría de la Muestra (MTC E 107 - MTC E 202)

Serie Americana	Ret. Parcial (%)	Pasa (%)
2"	-.-	100
3/4"	-.-	100
3/8"	-.-	100
N°4	-.-	100
N°200	91	9
< N°200	9	

Límites de Atterberg (MTC E 110 - MTC E 111)

Límite Líquido	: NP
Índice Plástico	: NP

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D-2487)	: SP-SM
Vías Transporte (ASTM D-3282)	: A-3 (0)

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO

Descripción		Especimen N° 1	Especimen N° 2	Especimen N° 3
Energía de Compactación	(kg-cm/cm^3)	27.4	12.2	6.1
Densidad Seca Antes del Remojo	(g/cm^3)	1.710	1.646	1.625
Humedad de Compactación	(%)	9.5	9.6	9.5
Humedad de Penetración	(%)	13.7	15.8	17.9
Absorción	(%)	4.2	6.2	8.4
Expansión	(%)	S/E	S/E	S/E
Tiempo de Embebido	(días)	4	4	4
Sobrecarga	(kg)	4.5	4.5	4.5

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (MTC E 115 - 2016)

Método de Compactación		: A
Máxima Densidad Seca	(g/cm^3)	: 1.714
Óptimo Contenido de Humedad	(%)	: 9.5

CBR (MTC E 132 - 2016)

Método de Compactación	: C

C.B.R. a 2,5 mm de Penetración (MTC E 132 - 2016)

C.B.R. al 100 % de la M.D.S.	: 21.7 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.	: 11.5 %

C.B.R. a 5,0 mm de Penetración (MTC E 132 - 2016)

C.B.R. al 100 % de la M.D.S.	: 26.3 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.	: 14.0 %
Condiciones del Ensayo	: Embebido

OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La muestra fue compactada, luego se saturó por 4 días y posteriormente se realizó el ensayo de penetración.

REFERENCIA :
ASTM D 1883: Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557: Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft3 (2700 kN-m/m3)

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Personal
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

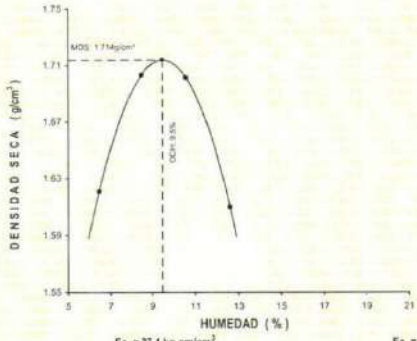
INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS	PROYECTO	: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"
DIRECCIÓN	: JR. LAS LAUSONIAS, SJL		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO	UBICACIÓN	: JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 01 de setiembre del 2025	FECHA DE INICIO	: Lima, 01 de setiembre del 2025

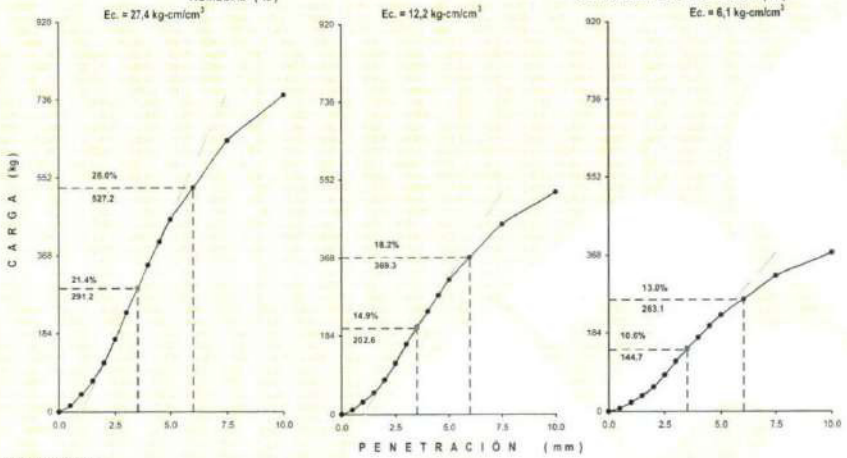
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (MTC E 132 - 2016)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: C-04 / M-01 Prof : 0.30 - 1.50 m.	PRESENTACIÓN	: 02 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arena pobremente graduada con limo	CANTIDAD	: 50 kg aprox.







OBSERVACIONES :
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La muestra fue compactada, luego se saturó por 4 días y posteriormente se realizó el ensayo de penetración.

Referencia:
ASTM D 1883: Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
ASTM D 1557: Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft3 (2700 kN-m/m3)

Personal
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa. Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail:informes@jboingenieros.com

ISO 9001

EXPEDIENTE N° 075-2025-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS

PROYECTO : TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"

DIRECCIÓN : JR. LAS LAUSONIAS, SJL

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 075-2025-JBO

UBICACIÓN : JR. ALFONSO UGARTE, PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE LA TABLADA DE LURIN, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO, DEPARTAMENTO Y PROVINCIA DE LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 01 de setiembre del 2025

FECHA DE INICIO : Lima, 01 de setiembre del 2025

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-04 / M-01
Prof : 0.30 - 1.50 m.

PRESENTACIÓN : 02 Sacos de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Arena pobremente gradada con limo

CANTIDAD : 50 kg aprox.

PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 - 2016)

VOLUMEN DEL MOLDE	936cm3		MÉTODO DE COMPACTACIÓN				A	
N° DE MOLDE	S/N		S/N		S/N		S/N	
N° GOLPES	25		25		25		25	
P. MOLDE + S. HUMEDO (g)	3370		3484		3516		3452	
PESO MOLDE (g)	1750		1750		1750		1750	
PESO SUELO HUMEDO (g)	1620		1734		1766		1702	
N° TARRO	22	164	430	449	106	243	273	250
P. TARRO + S. HUMEDO (g)	315.8	476.4	437.0	482.1	439.2	315.6	425.4	454.8
P. TARRO + S. SECO (g)	300.6	452.7	409.5	450.5	405.4	291.9	385.7	413.4
PESO DE AGUA (g)	15.2	23.7	27.5	31.6	33.8	23.7	39.7	41.4
PESO DE TARRO (g)	66.5	81.7	85.9	74.6	83.0	68.7	71.0	89.1
PESO SUELO SECO (g)	234.1	371.0	323.6	375.9	322.4	223.2	314.7	324.3
HUMEDAD (%)	6.5	6.4	8.5	8.4	10.5	10.6	12.6	12.8
HUMEDAD PROMEDIO (%)	6.5		8.5		10.6		12.6	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1.725		1.847		1.881		1.813	
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.621		1.703		1.701		1.610	

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (MTC E 132 - 2016)

VOL. MOLDE INDICADO		N° DE CAPAS : 5		
N° DE MOLDE / CODIGO DE MOLDE		9 / MCB-09	15 / MCB-13	7 / MCB-08
N° DE GOLPES		55	26	12
VOLUMEN DE MOLDE	(cm3)	2139.0	2157.0	2154.0
P. MOLDE + S. HUMEDO	(g)	8372.1	8151.9	7949.9
PESO MOLDE	(g)	4358.7	4260.6	4118.3
PESO SUELO HUMEDO	(g)	4013.6	3891.3	3831.6
N° TARRO		422	193	59
P. TARRO + S. HUMEDO	(g)	450.5	426.1	383.0
P. TARRO + S. SECO	(g)	418.7	396.1	337.7
PESO DE AGUA	(g)	31.8	31.0	25.3
PESO DE TARRO	(g)	82.5	67.9	69.9
PESO SUELO SECO	(g)	336.2	327.2	267.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(g)	9.50	9.60	9.50
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm3)	1.876	1.804	1.779
DENSIDAD SECA	(g/cm3)	1.710	1.646	1.625

CAP. DE CELDA S: 5.0 Ton

N° MOLDE	(55 Golpes)		(26 Golpes)		(12 Golpes)	
PEN. (mm)	CARGA(N)	CARGA(kg)	CARGA(N)	CARGA(kg)	CARGA(N)	CARGA(kg)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	147.0	15	102.9	10	73.5	7
1.0	402.9	41	282.1	29	201.5	21
1.5	705.1	72	493.6	50	352.6	36
2.0	1121.7	114	785.2	80	560.8	57
2.5	1665.0	170	1165.5	119	832.5	85
3.0	2292.4	234	1604.7	164	1146.2	117
3.5	2856.0	291	1999.2	204	1428.0	146
4.0	3389.6	346	2372.7	242	1694.8	173
4.5	3822.9	390	2746.0	280	1961.4	200
5.0	4439.3	453	3107.5	317	2219.6	226
7.5	6263.9	639	4384.7	447	3131.9	319
10.0	7317.0	746	5121.9	522	3658.5	373

ABSORCIÓN

N° MOLDE	9 / MCB-09	15 / MCB-13	7 / MCB-08
PESO SUELO HUM + PLATO + MOLDE	10121	9971	11522
PESO DEL PLATO + MOLDE	5954	5858	7397
PESO SUELO HUMEDO EMBEBIDO	4168	4113	4126
PESO SUELO HUMEDO SIN EMBEBER	4014	3891	3832
PESO DEL AGUA ABSORBIDA	154	222	294
PESO DEL SUELO SECO	3660	3550	3498
ABSORCION DE AGUA	4.20	6.24	8.40

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	LEC. DIAL	LEC. DIAL	LEC. DIAL
11-Set-25	12:30:00 a.m.	0.000"	0.000"	0.000"
12-Set-25				
13-Set-25				
14-Set-25				
15-Set-25	12:30:00 a.m.	0.000"	0.000"	0.000"
EXPANSIÓN (%)		S/E	S/E	S/E

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

MÁXIMA DENSIDAD SECA	(g/cm³)	1.714			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	9.5			
CBR A 2.5 mm DE PENETRACION AL 100% DE LA M.D.S.	(%)	21.7			
CBR A 2.5 mm DE PENETRACION AL 95% DE LA M.D.S.	(%)	11.5			
SERIE AMERICANA	3/4"	3/8"	N° 4	N°200	Pasa N°200
RETENIDO PARCIAL (%)	--	--	--	91	9
LÍMITE LIQUIDO	NP	SUCS		SP-SM	
INDICE DE PLASTICIDAD	NP	AASHTO		A-3 (0)	

Referencia :

- ASTM D 1883: Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils

- ASTM D 1557: Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft3 (2700 kN-m/m3).

Observaciones :

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- La muestra fue compactada, luego se saturó por 4 días y posteriormente se realizó el ensayo de penetración.

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: A.M.A.

Fecha de Emisión : Lima, 18 de Setiembre del 2025

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Ingeniero Civil
CIP N°59781

Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono:01-906-9568 / 975578787
E-mail:informes@jboingenieros.pe

ISO 9001

Lima, 18 de Setiembre del 2025

CARTA Nº 0 7 3 - 2 0 2 5 -JBO.gt. -

Atención:
GIORGE ORLANDO TUMAY CABREJOS

Asunto : Entrega de Informe de Ensayos
TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025"

Referencia : Solicitud de Servicio Nº 075-2025-JBO

De nuestra consideración:

Adjunto el presente Informe de ensayos cuyo expediente corresponde al N.º 075-2025-JBO (30 folios) con los ensayos correspondientes efectuados a las muestras identificadas como procedente del proyecto: TESIS DE PREGRADO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑADO POR EL MÉTODO AASHTO 93 Y EL MÉTODO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN EL JR. ALFONSO UGARTE, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA 2025".

Sin otro particular quedo de Ud.,
Atentamente

JBO INGENIEROS S.A.C.
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Gerente Técnico

Exp. Nº 075
c.c.:
G. General
Archivo

Anexo G. Certificado de calibración

Total Weight
Cuando la calidad PESA...

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO Nº LC - 010

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro Nº LC - 010

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº CM-4024-2025

Requerimiento
6144-2025

Fecha de Emisión
2025-08-20

1. **SOLICITANTE** : JBO INGENIEROS S.A.C.
   Dirección : Cal.Valladolid Nro. 149 Urb. Mayorazgo 2da Etapa Lima - Lima - Ate

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : BALANZA

Tipo	: ELECTRÓNICA
Clasificación	: NO AUTOMÁTICA
Marca	: T-SCALE
Modelo	: QHW-15++
Número de serie	: 5522020001
Identificación	: JBO-101-BAL-10
Procedencia	: NO INDICA
Capacidad máxima	: 15 000 g
Div. de escala (d)	: 0,1 g
Div. de verificación (e)	: 1 g
Clase de exactitud	: II
Ubicación	: SALA DE SUELOS

3. **FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN**
   Calibrado el 2025-08-14 en INSTALACIONES DEL CLIENTE

4. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN**
   La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INDECOPI.

5. **TRAZABILIDAD**
   Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.

Patrones Utilizados	Certificado
Juego de pesas F1	PE25-C-0049
Juego de pesas F1	0117-MPES-C-2025
Pesa F2de 10 kg	1646-MPES-C-2024

6. **CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

Temperatura Ambiental	: De 20,1 °C a 20,3 °C
Humedad Relativa	: De 65,0% H.R. a 67,0% H.R.

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el instrumento calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro instrumento que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sellos de Total Weight & Systems S.A.C.

TOTAL WEIGHT & SYSTEMS S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Ricardo Sotomayor Jaime
Gerente del L.C.

Total Weight
Cuando la calidad PESA...

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO Nº LC - 010

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro Nº LC - 010

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº CM-4025-2025

Requerimiento
6144-2025

Fecha de Emisión
2025-08-20

1. **SOLICITANTE** : JBO INGENIEROS S.A.C.
   Dirección : Cal.Valladolid Nro. 149 Urb. Mayorazgo 2da Etapa Lima - Lima - Ate

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : BALANZA

Tipo	:	ELECTRÓNICA
Clasificación	:	NO AUTOMÁTICA
Marca	:	T-SCALE
Modelo	:	NHB-600
Número de serie	:	104817014009
Identificación	:	JBO-102-BAL-05
Procedencia	:	CHINA
Capacidad máxima	:	600 g
Div. de escala (d)	:	10 mg
Div. de verificación (e)	:	10 mg
Clase de exactitud	:	II
Ubicación	:	SALA DE SUELOS

3. **FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN**
   Calibrado el 2025-08-14 en INSTALACIONES DEL CLIENTE

4. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN**
   La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INDECOPI.

5. **TRAZABILIDAD**
   Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.

Patrones Utilizados	Certificado
Juego de pesas F1	PE25-C-0049

6. **CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

Temperatura Ambiental	:	De 18,7 °C a 18,9 °C
Humedad Relativa	:	De 72,0% H.R. a 72,0% H.R.

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el instrumento calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro instrumento que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sellos de Total Weight & Systems S.A.C.

TOTAL WEIGHT & SYSTEMS S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Ricardo Sotomayor Jaime
Gerente del L.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº CT-1672-2025

Requerimiento
6144-2025

Fecha de Emisión
2025-08-21

1. SOLICITANTE : JBO INGENIEROS S.A.C.
Dirección : Cal. Valladolid Nro. 149 Urb. Mayorazgo 2da Etapa - Lima - Lima - Ate

2. EQUIPO : **HORNO ELECTRICO**

Marca	: FAEL
Modelo	: ER601
Número de Serie	: 121116
Identificación	: JBO-003-HOR-02
Procedencia	: PERÚ
Ventilación	: FORZADA
Temperatura de Trabajo	: 60 °C ± 5 °C 120 °C ± 5 °C 150 °C ± 5 °C

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	De 0 °C a 170 °C	0,1 °C
Controlador	DIGITAL	De 0 °C a 170 °C	0,1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el 2025-08-14 en SALA DE ASFALTO

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, 2009: "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" publicada por el SNM/INDECOPI.

5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro multicanal de indicación digital	CT-1432-2025

6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Ambiental	:	De 20,3 °C a 19,1 °C
Humedad Relativa	:	De 69,7 % H.R. a 70,7 % H.R.
Tensión Eléctrica	:	223,6 V
Posición del Controlador	:	60 °c , 120 °C y 150 °C
Posición de la Ventilación	:	100 %
Carga	:	Se colocó 12 recipientes con muestras de cantera representando el 50% aproximado de la carga total.

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro objeto que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sello del Laboratorio de Calibración de Total Weight & Systems S.A.C.

TOTAL WEIGHT & SYSTEMS S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Ricardo Sotomayor Jaime
Gerente del L.C.

ALAB ANALYTICAL LABORATORY

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LC - 052

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LVA - 0123 - 2025

N° Id: 0100176223

Expediente : 000644

1. **Información del cliente para la emisión**

Nombre o razón social	:	**JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**
Dirección	:	CAL.VALLADOLID NRO. 149 URB. MAYORAZGO 2DA ETAPA (ESPALDA DE LA PRE DE UNIV DE LIMA) LIMA - LIMA - ATE

2. **Instrumento calibrado** : **Matraz de un solo trazo**

Capacidad máxima	:	500 mL
Tipo	:	IN
Marca	:	GLASSCO
Modelo	:	No Indica
N° de serie	:	No Indica
Código	:	666.3
Procedencia	:	No Indica
Clase de exactitud	:	A
Temp. de referencia	:	20 °C
Div. de escala	:	No Aplica
Material	:	Vidrio
Tiempo de espera	:	No aplica
Tiempo de descarga	:	No aplica
Ubicación	:	No Indica

3. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Volumen de ALAB E.I.R.L.

4. **Fecha de calibración y emisión**

Fecha de calibración	:	2025-02-21
Fecha de emisión	:	2025-02-21

5. **Procedimiento de calibración :**
La calibración se realizó por el método gravimétrico siguiendo el procedimiento PC-015: Procedimiento para la calibración de material volumétrico de vidrio y plástico. Quinta edición. 2017. INACAL-DM.

6. **Trazabilidad :**

Código	Descripción	Certificado o informe de Calibración
EM-011	Balanza	LMCA-0031-2024
PTT-013	Termómetro Digital	LTA-0012-2025
PTT-008-1	Termómetro Digital	LTA-0011-2025
IATH-002	Higrómetro	LHA-0006-2025
PTP-016	Barómetro	LPA-0076-2025

Meyler Villaobos Bravo
Jefe de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LVA - 0123 - 2025

N° Id: 0100176223

7. Condiciones de calibración :

Temperatura ambiental	Inicial : 20,09 °C	Final : 20,38 °C
Humedad relativa	Inicial : 66,8 %	Final : 67,1 %
Presión Ambiental	Inicial : 1010,9 mbar	Final : 1011,4 mbar

8. Resultados :

Indicación de volumen (mL)	Volumen contenido (mL)	Corrección (mL)	Error máximo permisible (mL)	Incertidumbre (mL)
500	500,019	0,019	0,250	0,034

9. Observaciones :

Se colocó una etiqueta con la indicación calibrado y N° IM-07089

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Se utilizó la formula de Tanaka para la determinación de la densidad del agua.

El volumen convencionalmente verdadero (volumen contenido) es igual a la indicación de volumen más la corrección correspondiente.

El código de identificación se encuentra grabado en el equipo.

El error máximo permisible se encuentra grabado en el instrumento.

10. Notas :

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente y /o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

FIN DEL DOCUMENTO

Ing Calibraciones

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
ING - 24223 - 06

Proforma: A24223 **Fecha de emisión:** 2024-10-09

1. DATOS DEL CLIENTE

Cliente : JBO INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Calle Valladolid Nro. 149 Urb. Mayorazgo 2 da. Etapa - Ate - Lima

2. INSTRUMENTO : COMPACTADOR PROCTOR MODIFICADO

Alcance : No indica
Marca : No indica
Modelo : No indica
Serie : 1051
Procedencia : No indica
Identificación : No indica
Ubicación : No indica

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2024-10-07
Lugar de calibración : Laboratorio de INGENIERÍA Y CALIBRACIONES INDUSTRIALES E.I.R.L.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación con nuestro equipo patrón trazable al Sistema Internacional de Unidades.

5. PATRÓN DE CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	CERTIFICADO
Pie de rey	TC-17817-2023

6. OBSERVACIONES

• Se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación de "CALIBRADO" en el instrumento.

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de INGENIERÍA Y CALIBRACIONES INDUSTRIALES E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de INGENIERÍA Y CALIBRACIONES INDUSTRIALES E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponde únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la

Christian Gómez Luca
Jefe de Laboratorio

Ing Calibraciones

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
ING - 24154 - 06

7. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura Ambiental	19,7 °C	19,8 °C
Humedad Relativa	62 %hr	62 %hr

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Altura de caida del pistón

Valor nominal (mm)	Valor medido (mm)	Desviación (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
457,00	456,63	-0,37	1,30	0,05

Diámetro del pistón

Valor nominal (mm)	Valor medido (mm)	Desviación (mm)	Incertidumbre (mm)	Incertidumbre (mm)
50,80	50,83	0,03	0,02	0,05

Masa del pistón

Valor nominal (g)	Valor medido (g)	Desviación (g)	Tolerancia (g)	Incertidumbre (g)
4550,0	4563,0	13,0	10,0	0,1

9. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar conbinada por el factor de cobertura k=2, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

Fin del documento

Ing Calibraciones

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
ING - 24223 - 01

Proforma: A24223 **Fecha de emisión:** 2024-10-09

1. DATOS DEL CLIENTE

Cliente : JBO INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Calle Valladolid Nro. 149 Urb. Mayorazgo 2 da. Etapa - Ate - Lima

2. INSTRUMENTO : MOLDE CBR

Alcance : No aplica
Marca : No indica
Modelo : No indica
Serie : No indica
Procedencia : No indica
Identificación : No indica
Ubicación : No indica

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2024-10-07
Lugar de calibración : Laboratorio de INGENIERÍA Y CALIBRACIONES INDUSTRIALES E.I.R.L.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación con nuestro equipo patrón trazable al Sistema Internacional de Unidades.

5. PATRÓN DE CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	CERTIFICADO
Pie de rey	TC-10565-2023

6. OBSERVACIONES

• Se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación de "CALIBRADO" en el instrumento.

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de INGENIERÍA Y CALIBRACIONES INDUSTRIALES E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de INGENIERÍA Y CALIBRACIONES INDUSTRIALES E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponde únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la

Christian Gómez Luca
Jefe de Laboratorio

Ing Calibraciones

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
ING - 24154 - 01

7. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura Ambiental	22,6 °C	22,8 °C
Humedad Relativa	61 %hr	60 %hr

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Molde	Valor nominal (mm)	Valor medido (mm)	Desviación (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro	152,4	151,50	0,90	0,03
Altura	178	179,50	-1,50	0,03

Collar	Valor nominal (mm)	Valor medido (mm)	Desviación (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro	152,4	152,44	-0,04	0,03
Altura	50	49,97	0,03	0,03

Placa base	Valor nominal (mm)	Valor medido (mm)	Desviación (mm)	Incertidumbre (mm)
Lado	203,2	203,56	-0,36	0,03
Espesor	12,7	12,57	0,13	0,03

Ing Calibraciones

9. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar conbinada por el factor de cobertura k=2, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

Fin del documento

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO No LC-079

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC - 079

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-01042-001 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
Fabricante *Manufacturer*	WEIGHING INDICATOR
Modelo *Model*	X3A
Número de Serie *Serial Number*	E2900571
Identificación Interna *Internal Identification*	JBO-001-CBR-01
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	5000 kg
Solicitante *Customer*	JBO INGENIEROS S.A.C
Dirección *Address*	Ca. Valladolid 149 - Urb Mayorazgo III Etapa - Ate
Ciudad *City*	ATE
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2025 – 08 – 18
Fecha de Emisión *Date of issue*	2025 – 08 – 25
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	04

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Br. Felix Jaramillo Castillo
Metrólogo Laboratorio de Metrología