

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TRANSPORTES Y  
CONSERVACIÓN VÍAL

---

**Análisis Comparativo Técnico-Económico entre el Diseño de Pavimento Asfáltico  
y Pavimento de Geometría Optimizada para la Urbanización Casablanca,  
Chiclayo, Lambayeque**

---

Línea de Investigación: Ingeniería de Transportes.

Sub Línea de Investigación: Transportes

**Autor:**

Omar Jafet Chung Chao

**Jurado Evaluador;**

Presidente: Rodríguez Ramos, Mamerto

Secretario: Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

Vocal: Farfán Córdova, Marlon Gastón

**Asesor:**

Vértiz Malabrigo, Manuel Alberto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9168-8258>

**Trujillo – Perú**

**Fecha de sustentación: 2023/11/10**

# Análisis Comparativo Técnico-Económico entre el Diseño de Pavimento Asfáltico y Pavimento de Geometría Optimizada para la Urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque

## INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

3%

2

[repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

3%

3

[repositorio.uap.edu.pe](http://repositorio.uap.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.upao.edu.pe](http://repositorio.upao.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.unu.edu.pe](http://repositorio.unu.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

[repositorio.udch.edu.pe](http://repositorio.udch.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias < 1%



## ***Declaración de originalidad***

*Yo, Manuel Alberto Vértiz Malabrigo, docente del Programa de Postgrado, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “Análisis Comparativo Técnico-Económico entre el Diseño de Pavimento Asfáltico y Pavimento de Geometría Optimizada para la Urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque”, autor Omar Jafet Chung Chao, dejo constancia de lo siguiente:*

- *El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 8%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el 09 de junio del 2023.*
- *He revisado con detalle dicho reporte y la tesis “Análisis Comparativo Técnico-Económico entre el Diseño de Pavimento Asfáltico y Pavimento de Geometría Optimizada para la Urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque”, no se advierte indicios de plagio.*
- *Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.*

*Lugar y fecha: Trujillo, 30 de octubre de 2023.*



*Manuel Alberto Vértiz Malabrigo*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 71195

*Vértiz Malabrigo Manuel Alberto*

*DNI: 18112316*

*ORCID: 0000-0001-9168-8258*

*FIRMA:*



*Omar Jafet Chung Chao*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 73767

*Chung Chao Omar Jafet*

*DNI: 16798762*

*FIRMA:*

## ÍNDICE GENERAL:

I.	Introducción .....	¡Error! Marcador no definido.
ii.	Marco teórico.....	17
2.1.	Antecedentes:.....	17
2.2.	Marco teórico:.....	21
2.2.1.	Diseño de pavimento de asfalto o flexibles, metodo aastho 1993: .....	21
2.2.2.	Diseño de pavimento de geometría optimizada tcp®: .....	22
2.3.	Marco conceptual:.....	25
2.3.1.	Exploración de suelos: .....	25
2.3.2.	Cbr: (california bearing ratio) .....	26
2.3.3.	Esal's de diseño (equivalent single axle load): .....	26
2.3.4.	Espesor efectivo: .....	27
2.3.5.	Módulo de resilente (mr).....	27
2.3.6.	Periodo de diseño:.....	27
2.3.7.	Servicialidad:.....	28
2.3.8.	Tráfico:.....	29
2.3.9.	Confiabilidad (%r): .....	29
2.3.10.	Presupuesto comparativo: .....	30
2.3.11.	Cronograma comparativo:.....	30
2.3.12.	Vida útil de pavimentos: .....	31
iii.	Metodología.....	32
3.1.	Población .....	32
3.2.	Muestra .....	32
3.3.	Operacionalización de variables .....	33
3.3.1.	Variables de estudio .....	33
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	34
3.5.	Procedimientos y análisis de datos: .....	34

3.5.1.	Estudio de tráfico vial .....	34
3.5.2.	Estudio de mecánica de suelos:.....	35
3.5.3.	Estudio topográfico.....	36
3.6.	Diseño de contrastación.....	36
3.7.	Procesamiento y análisis de datos.....	37
3.8.	Consideraciones éticas.....	38
iv.	Resultados: .....	39
4.1.	Volumen de tráfico .....	39
4.2.	Levantamiento topográfico y condiciones hidrológicas .....	45
4.3.	Caracterización del suelo de fundación del pavimento .....	46
4.4.	Diseño de pavimento .....	49
4.4.1.	Método aashto .....	49
4.4.2.	Método tcp .....	50
4.5.	Evaluación de costos:.....	54
4.6.	Evaluación de tiempos de ejecución, rendimientos y consideraciones del proceso constructivo: .....	56
4.7.	Evaluación de la vida útil.....	57
4.8.	Resumen de resultados.....	58
v.	Discusión: .....	59
vi.	Conclusiones: .....	67
vii.	Recomendaciones:.....	69
viii.	Referencias bibliográficas .....	71
ix.	Anexos.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1	<i>Categorías de Subrasantes</i>	26
Tabla 2	<i>Cuadro de Índice de serviciabilidad Inicial (Pi)</i>	28
Tabla 3	<i>Cuadro de Índice de serviciabilidad final (Pt)</i>	28
Tabla 4	<i>Tipos de Vías según el tráfico</i>	29
Tabla 5	<i>Valores recomendados de nivel de confiabilidad, según el rango de tráfico.</i>	29
Tabla 6	<i>Operacionalización de las variables</i>	33
Tabla 7		34
	<i>Lista de instrumentos de recolección de datos.</i>	34
Tabla 8		39
	<i>Volumen de tráfico promedio diario realizado desde el 21 al 27 de octubre del 2022. (conteo de 24 horas)</i>	39
Tabla 9		40
	<i>Resumen de tráfico promedio diario</i>	40
Tabla 10		41
	<i>IMD sin corrección</i>	41
Tabla 11		41
	<i>Cálculo de IMD</i>	41
Tabla 12		42
	<i>Factores de acuerdo con el número de calzadas y sentidos.</i>	42
Tabla 13		43
	<i>Demanda proyectada</i>	43
Tabla 14		44
	<i>Cálculo de Ejes equivalentes (EE día-carril)</i>	44
Tabla 15		44
	<i>Ejes equivalentes totales</i>	44
Tabla 16		47

<i>Coordenadas de las calicatas realizadas en la Avenida Tamarindo.</i> .....	47
Tabla 17.....	47
<i>Resumen de datos encontrados por parte del Laboratorio de Suelos el 30 de noviembre 2022</i> .....	47
Tabla 18.....	49
<i>Diseño de pavimento flexible por el método AASHTO 93</i> .....	49
Tabla 19.....	51
<i>Diseño de pavimento de Losa optimizada TCP con el Software Optipave 2.</i> .....	51
Tabla 20.....	54
<i>Presupuesto para la ejecución del pavimento en Asfalto de la Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca. (costos al 30 de abril 2023)</i> .....	54
Tabla 21.....	55
<i>Presupuesto para la ejecución del pavimento en Losa Optimizada TCP de la Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca. (costos al 30 de abril 2023)</i> .....	55
Tabla 22.....	56
<i>Cronograma de ejecución</i> .....	56
Tabla 23.....	57
<i>Comparación entre las vías de asfalto y las losas optimizadas TCP.</i> .....	57
Tabla 24.....	58
<i>Resumen de resultados</i> .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1. <i>Ecuación de Diseño AASTHO 1993</i> .....	22
Figura 2. <i>Diferencias entre el dimensionamiento entre la losa tradicional (AASTHO 93) y la Losa Corta TCP.</i> .....	24
Figura 3. <i>Esquema que diferencia las tensiones resultantes entre la losa tradicional (AASTHO 93) y la Losa Corta TCP.</i> .....	24
Figura 4. <i>Signo convencional para los perfiles en calicatas- Clasificación AASTHO.</i> 25	
Figura 5. <i>Fórmula de cálculo del Módulo Resiliencia <math>M_r</math> de la subrasante.</i> .....	27
Figura 6. <i>Fórmula para el tamaño de muestra no probabilístico.</i> .....	32
Figura 7. <i>Variación horaria de volumen de tráfico</i> .....	40
Figura 8. <i>Sección típica de la Avenida Tamarindo (zona de estudio). Se tomó una de las secciones para el conteo vehicular.</i> .....	43
<i>Fuente: Elaboración Propia.</i> .....	43
Figura 9. <i>Plano topográfico de Urbanización Casablanca</i> .....	45
Figura 10. <i>Detalles de canaleta de recolección pluvial de la Avenida Tamarindo.</i> .	46
<i>Fuente: Elaboración Propia.</i> .....	46
Figura 11. <i>Plano de ubicación de las calicatas ejecutadas para Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca.</i> .....	48
<i>Fuente: Elaboración Propia.</i> .....	50
Figura 12. <i>Resultados obtenidos con el programa OptiPave 2.</i> .....	52
Figura 13. <i>Gráfica de Estimación de Agrietamiento de la Losas</i> .....	52
Figura 14. <i>Gráfica de Estimación de Escalonamiento de Losas</i> .....	53
Figura 15. <i>Gráfica de Estimación de IRI Promedio</i> .....	53
Figura 16. <i>Zona de Ingreso principal, lugar en el que se realizó el conteo vehicular por 7 días.</i>	176
Figura 17. <i>Área de control de ingreso vehicular.</i> .....	176
Figura 18. <i>Ahuellamiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+155</i> .....	177

Figura 19.	Ahuellamiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+172.....	177
Figura 20.	Piel de cocodrilo en la capa de asfalto en la progresiva 0+275.....	178
Figura 21.	Hundimientos y bacheo en la progresiva 0+335. ....	178
Figura 22.	Inicio de fisuración por fatiga de la estructura en la progresiva 0+368. 179	
Figura 23.	Hundimiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+420. ....	179
Figura 24.	Fisuramiento longitudinal en la progresiva 0+445.....	180
Figura 25.	Degradación de la capa de asfalto por la acción de aceite derramado, progresiva 0+465.....	180
Figura 26.	Fisuramiento longitudinal en zona de giro, progresiva 0+480.....	181
Figura 27.	Hundimiento de la carpeta en la progresiva 0+495.....	181
Figura 28.	Parchado por hundimiento de la zona, progresiva 0+560. ....	182
Figura 29.	Hundimiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+630. ....	182
Figura 30.	Ahuellamiento en la progresiva 0+720. ....	183
Figura 31.	Ahuellamiento en la progresiva 0+800. ....	183

## **DEDICATORIA:**

A Nuestro Padre Celestial, por su ayuda confiriéndome las fuerzas y valentía que necesitaba en esta etapa de mi vida. Tomé la acertada decisión de ampliar mi Universo de conocimientos y capacidades técnicas dentro de la Ingeniería, mi amada vocación. A mi amada esposa, Gríssell del Pilar, mis hijas Dhana y Oi Ling. Por y para ustedes, son mi eterna promesa de gratitud y esfuerzo...que ahora devuelvo, junto a este logro académico perteneciente solo a la inspiración de mi vida y alegría de mi existir.

## **AGRADECIMIENTO:**

Agradezco a las autoridades de la Universidad UPAO, a mi asesor y a cada uno de mis prestigiosos Docentes.

Cada uno de ellos abrieron para mis compañeros y para mí, las compuertas de su experiencia y sapiencia...hasta el punto de no dar lugar a ninguna duda. Eso quedará grabado en muchas de nuestras retinas y memoria.

## **RESUMEN:**

El presente trabajo de investigación buscó responder a la siguiente problemática: ¿cuál es el diseño técnicamente más recomendable entre el pavimento de geometría optimizada (TCP®) y el pavimento en asfalto para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque? y ¿cuál es el diseño económicamente más recomendable entre el pavimento de geometría optimizada (TCP®) y el pavimento en asfalto para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque? La población se conformó por la totalidad de vías de la urbanización Casablanca que está compuesta por 91,712.20 m<sup>2</sup> de vías locales, lo que representa a 59 calles y la muestra de estudio corresponde a la avenida principal con área de 16,072 m<sup>2</sup>. Para dar solución a la problemática, se realizó estudios de tráfico vial, de Mecánica de Suelos y estudios topográficos. Por lo tanto, se encontró que la Avenida Tamarindo de la Urbanización Casablanca, presentaba 193,589.10 Ejes Equivalentes, siendo el CBR de diseño de 3.44%. Para el caso de la pavimentación en Asfalto con el método de AASTHO 1993, resultó una estructura conformada por una carpeta de asfalto de 5 cm, 20 cm de base y 17 cm de subbase. Para el caso de la losa Optimizada TCP, resultaron en una estructura conformada por una losa de concreto de 4.0 Mpa de resistencia a la flexión y con espesor de 12 cm; y una base afirmada de 15 cm de altura. Asimismo, se concluyó que en la evaluación de los costos de ambos métodos, se obtuvo un ahorro del 0.6% para el caso de las losas optimizadas frente al asfalto, principalmente en los costos de movimiento de tierras; además, en la evaluación de los tiempos de ejecución, se obtuvo una reducción de 8 días calendarios para el caso de las losas optimizadas frente al asfalto, teniendo presente la reducción de los trabajos de movimiento de tierras y el inicio temprano de la pavimentación con concreto. Por otro lado, en la evaluación de la vida útil, se mostró con experiencias en otros proyectos que se encuentran en servicio, que los efectos de las cargas, desgaste y otros agentes ambientales, son menores para el caso de las losas optimizadas frente al asfalto, por lo que su vida útil es mayor, de manera que los costos por rehabilitación y conservación disminuirían y lo harían mucho más rentable a lo largo de los años de servicio. En resumen, tanto el análisis técnica y económica, el empleo de las Losas Optimizadas TCP resulta la óptima para vías locales de la urbanización Casablanca.

**PALABRAS CLAVE:** Pavimento, TCP® y AASTHO 1993.

## **ABSTRACT**

The present research work sought to answer the following questions: what is the most technically recommendable design between optimized geometry pavement (OGP) and asphalt pavement for the Casablanca urbanization, Chiclayo, Lambayeque? and what is the most economically recommendable design between optimized geometry pavement (OGP) and asphalt pavement for the Casablanca urbanization, Chiclayo, Lambayeque? The population consisted of all the roads in the Casablanca urbanization, which is composed of 91,712.20 m<sup>2</sup> of local roads, representing 59 streets, and the study sample corresponds to the main avenue with an area of 16,072 m<sup>2</sup>. In order to solve the problem, studies of road traffic, soil mechanics and topographic studies were carried out. Therefore, it was found that Tamarindo Avenue in the Casablanca Urbanization had 193,589.10 Equivalent Axes, with a design CBR of 3.44%. In the case of asphalt paving with the AASTHO 1993 method, the result was a structure made up of a 5 cm asphalt layer, 20 cm of base and 17 cm of subbase. In the case of the Optimized TCP slab, it resulted in a structure consisting of a concrete slab of 4.0 Mpa of flexural strength and a thickness of 12 cm; and an affirmed base of 15 cm in height. It was also concluded that in the evaluation of the costs of both methods, a saving of 0.6% was obtained in the case of the optimized slabs versus asphalt, mainly in earthwork costs; in addition, in the evaluation of the execution times, a reduction of 8 calendar days was obtained in the case of the optimized slabs versus asphalt, taking into account the reduction of earthwork and the early start of the concrete paving. On the other hand, in the evaluation of the useful life, it was shown with experiences in other projects that are in service, that the effects of loads, wear and other environmental agents, are lower for the case of optimized slabs versus asphalt, so its useful life is longer, so that the costs for rehabilitation and maintenance would decrease and would make it much more profitable over the years of service. In summary, both the technical and economic analysis, the use of TCP Optimized Slabs is optimal for local roads in the Casablanca urbanization.

**KEY WORDS:** Pavement, TCP<sup>®</sup> and AASTHO 1993.

## I. INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento demográfico se hace necesario la creación de mayores y mejores vías de comunicación que permitan la integración y el desarrollo de las ciudades. En el mundo y en el Perú, el principal material que se utiliza para construcción de las vías locales es el Asfalto. Lamentablemente éste tipo de pavimento presenta desventajas ante deformaciones en las vías por acción de cargas, pues son soportadas por capas granulares de base y subbase; y la magnitud de esa carga puede provocar altos niveles de deformación que afecten a la integridad de la estructura, otro aspecto negativo, es la poca tolerancia a los cambios en los parámetros de diseño, por ejemplo en Colombia existe 146,500 Km de vías secundarias y terciarias pavimentadas con asfalto y el 90% de estas vías presentan un prematuro deterioro, ya sea por las cargas que son sometidas o por la falta de mantenimiento preventivo por el escaso recursos de los gobiernos locales, disminuyendo de esa forma los niveles de servicio de la vía.

Es importante indicar que, en el Perú, según el censo del 2014, el 79.6% de la población urbana indicó que tienen pistas pavimentadas con asfalto y solo el 36.8% percibe que se encuentran en buen estado (fuente INEI). En la ciudad de Chiclayo, para las vías locales, se tiene un inventario de 883 Km de vías pavimentadas y en su mayoría de los casos, se encuentran en mal estado de conservación (Sialer, 2021).

Otro desafío que enfrenta la utilización del pavimento de asfalto es el incremento del costo y la escasez de la materia prima, es decir del crudo de petróleo, pues como señala la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo), para el año 2022, el costo del barril de petróleo alcanzo un incremento del 39.9%. Siendo un factor importante para el desarrollo de cualquier ciudad, tener vías locales con un adecuado nivel de servicio, se requiere tener nuevas alternativas económicas, de mayor vida útil, y permita reducir las brechas existentes en nuestra región.

En el presente estudio, se analizará algunos factores importantes que pueden incidir en nuestra decisión con respecto al tipo de pavimento que emplearemos para

nuestros proyectos de Habilitación Urbana, es decir entre los pavimentos de asfalto y los construidos con la metodología TCP. En el capítulo II, revisaremos de forma breve los antecedentes y experiencias previas a nivel internaciones, nacional y local con respecto al uso de la metodología TCP, en dicho resumen se detallan las características técnicas tomadas en cada caso. También recogerá el marco teórico y conceptual de los principales términos que se emplearán en el análisis, en el capítulo III, revisaremos la metodología empleada para el estudio, la población, la muestra y las principales variables de investigación, en el capítulo IV se exponen los resultados obtenidos de las principales variables, en el capítulo V, se somete a discusión de los resultados obtenidos, en el capítulo VI se exponen las conclusiones de la investigación, en el capítulo VII se recogen las recomendaciones posibles, en el capítulo VIII se enumeran los consultas bibliográficas del estudio y finalmente, en el capítulo IX se registran los anexos que forman parte del presente estudio.

Por lo tanto, los problemas que se plantean para el presente estudio son: ¿Cuál es el diseño técnicamente más recomendable entre el pavimento de geometría optimizada (TCP®) y el pavimento en asfalto para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque? Y ¿Cuál es el diseño económicamente más recomendable entre el pavimento de geometría optimizada (TCP®) y el pavimento en asfalto para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque?

Se tiene como objetivo general la contrastación de los resultados técnicos y económicos que se obtendrán en el diseño y ejecución entre el pavimento asfáltico y el pavimento de geometría optimizada (TCP®) para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque. Así mismo, como objetivos específicos se contemplan la determinación del volumen de tráfico, el levantamiento topográfico y las condiciones hidrológicas de la vía, la determinación de las características del suelo de fundación del pavimento, el diseño con el método AASHTO 1993 para la estructura de pavimentación en asfalto en caliente, diseñar con el software TCP® el pavimento de geometría optimizada, evaluar y analizar los costos de construcción, plazos de ejecución, rendimientos, consideraciones para el proceso constructivo de ambos métodos y finalmente evaluar su

vida útil. Los resultados de cada objetivo específico se analizan en el cuadro resumen comparativo.

Con estos resultados se puede resolver las siguientes hipótesis: El diseño de pavimento de geometría optimizada (TCP) es técnica y económicamente más recomendable para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque. El estudio permite comparar y analizar los resultados que se obtengan de la fase de diseño y ejecución de pavimentos en asfalto y los pavimentos de geometría optimizada (TCP<sup>®</sup>); con dichos resultados, se pudo teorizar las ventajas y desventajas de ambas propuestas, de manera que define la eficiencia de éste nuevo tipo de pavimento. Con ello, se permite impulsar un nuevo procedimiento de diseño para pavimentos de uso vecinal en la urbanización Casablanca. El presente estudio recoge la información técnica de la urbanización Casablanca, de la provincia de Chiclayo, Lambayeque, en diciembre del año 2022.

Los datos obtenidos contribuyen a reducir el déficit de pavimentación de vías vecinales, con soluciones que puedan ser más eficientes técnica y económicamente, que los que se vienen utilizando tradicionalmente. Se puede reducir el costo inicial de inversión, el mantenimiento de las vías de manera que se incremente la vida útil y minimice su impacto en el medio ambiente.

Asimismo, la investigación sirve como base para definir conceptos pocos conocidos en la rama de la ingeniería civil como lo es el pavimento de geometría optimizada (TCP<sup>®</sup>), además se describen todos los pasos necesarios para diseñar y ejecutar pavimentos de este tipo, lo que es beneficioso para otros autores.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES:

Anaya (2020), presentó la tesis de investigación: *“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”*; el estudio busca evaluar las condiciones de las estructuras que presenta la ciudad de Santa Marta de Colombia y propone su reposición por pavimentos de Geometría Optimizada, a fin de mejorar la funcionalidad, economía y rapidez en su ejecución. Para lo cual, a través del software SAP2000 de elementos finitos, se realizó la modulación de las tensiones recibidas en las losas y la influencia directa con respecto a la ubicación de las juntas constructivas en las losas. Del análisis de los resultados, se concluye que el empleo de la metodología TCP para la reposición y la pavimentación de nuevas vías en la ciudad de Santa Marta de Colombia, es favorable en costo, duración y tiempos de ejecución con respecto a las losas convencionales de concreto. (método AASHTO 1993). La información de esta investigación es relevante para esta investigación, pues nos permite obtener información relevante a fin de contrastar los datos de espesores de losas, costos y tiempos de construcción entre el método de losas de geometría optimizada y el pavimento rígido con la metodología empírica de AASHTO 1993.

Cogollo y Silva (2018), presentaron la tesis de investigación: *“Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas”*; teniendo como objetivo principal diseñar un pavimento de concreto óptimo. La modulación que se realizó fue a través del software EverFe 2.24, de elementos finitos, con lo que permitiría comparar el método tradicional y el de losas cortas. En dicha modulación se simulaba el desplazamiento de un camión de 12 toneladas, de manera que pudieran determinar los esfuerzos cortantes y de momento que sufriría la losa de concreto. En esta investigación se realizaron el modelamiento para diferentes espesores de la losa de concreto y la posibilidad de retiro de pasadores de transferencia de carga,

también se realizó diversas combinaciones y distribuciones de carga en las diferentes zonas de la losa (esquinas y centro), de manera que se pudieran determinar el espectro de esfuerzos máximos y mínimos de los diferentes tipos de losas. Del análisis de los resultados, concluyeron que, mediante este método, es posible optimizar las diferentes dimensiones de los pavimentos de concreto, principalmente reduciendo el espesor de losa de geometría optimizada. Con dichos resultados pudieron controlar el porcentaje de alabeo que normalmente se presenta en las losas por efecto de las cargas, teniendo en cuenta que ahora solo cargaban un solo set de ruedas del camión de prueba. Con éste nuevo procedimiento pudieron reducir el espesor de la losa a 8 cm, con lo que se optimizaría el costo de construcción en un 20% y alargaría la vida útil del pavimento como las losas de concreto tradicional. La información de esta investigación es relevante para nuestro proyecto de tesis, pues nos permite obtener información relevante a fin de contrastar los datos de espesores de losas, costos y tiempos de construcción entre el método de losas de geometría optimizada y el pavimento rígido con la metodología empírica de AASHTO 1993.

Sánchez (2014), elaboró la tesis titulada: ***“Método de diseño de losas cortas de dimensiones optimizadas, en pavimentos de concreto hidráulico”*** por la Universidad del Salvador. Teniendo como base en los avances tecnológicos que se vienen dando en Latinoamérica en especial en Chile, en donde se presentó en el año 2007 una metodología de diseño, en la que se reducía las dimensiones de la losa de manera que solo pudiera recibir un solo set de carga vehicular, bajo dichas consideraciones, el espesor de las losas de concreto se podría optimizar de forma sustancial. Con estas consideraciones se planteó losas de secciones de 1.8 m x 1.8m y de 1.5 m x 1.5m, con esas consideraciones se pudo verificar la reducción de los esfuerzos generados y la reducción de las tensiones generados. Por otra parte, se pudo verificar que las propiedades de durabilidad que presentan son los mismos que se presentan en los pavimentos rígidos. El aporte de esta investigación es significativo, pues nos brinda varios criterios y parámetros que nos servirán para el diseño de losas de geometría optimizada.

Gonzales (2017), elaboró la tesis titulada: ***“Estudio Técnico- Económico entre pavimentos de losa de hormigón optimizada y Pavimentos de Asfalto Tradicional”*** por la Universidad Andrés Bello de Chile. Realizó el estudio comparativo de la metodología AASTHO 93 para pavimentos de asfaltos y las losas optimizadas TCP, se seleccionó una vía con 11 389,068 ejes equivalentes, con un periodo de diseño de 20 años, siendo el CBR de la subrasante de 20% y con coeficiente de drenaje de 1.4. En el caso de la metodología AASTHO 1993, la estructura del pavimento de asfalto resulto en 6 cm de capa de asfáltica, 13 cm de capa base y 16 cm de capa subbase. Con respecto a la metodología TCP, la losa optimizada resulto en una losa de concreto de 10 cm y una capa base de 15 cm de espesor. De los resultados se concluye, que el pavimento diseñado con la metodología TCP, es 2.73% más barato que el Asfalto. Finalmente, el plazo de ejecución con la metodología TCP es mucho más óptima, pues se reduce en 7 días calendarios con respecto a la de asfalto. Con ello, concluye que la utilización de los pavimentos de losas optimizadas TCP son una excelente opción para suplir la necesidad de pavimentación a bajo costo y con plazos optimizados. La información de esta investigación es relevante para esta investigación, pues nos permite obtener información relevante a fin de contrastar los datos de espesores de losas, costos y tiempos de construcción entre el método de losas de geometría optimizada y el pavimento rígido con la metodología empírica de AASHTO 1993.

De la Cruz (2020), elaboró la tesis: ***“Análisis de la influencia en el costo de ejecución entre el pavimento diseñado con losas cortas TCP respecto al método tradicional AASHTO 93 en el tramo final de la avenida Augusto B. Leguía en la ciudad de Huancavelica”***. En su trabajo de investigación observó que las losas de concreto que han sido diseñadas con el método tradicional AASHTO 93 en su localidad, tienden a fisurarse y presentarse alabeos importantes por efectos de mayores tensiones superficiales, es por ello que aplica la metodología TCP para el diseño de las losas en el tramo final de la avenida Augusto B. Leguía en la ciudad de Huancavelica. En sus conclusiones señala que existe una reducción del 31.66% en el costo de construcción del pavimento, pues la losa redujo su espesor de 20 cm con el método tradicional, a 12 cm con la metodología TCP, brindando las mismas ventajas que proporcionan las losas de concreto. Éste antecedente es relevante, pues nos aclara algunos conceptos nuevos y nos presenta el desarrollo metodológico de las losas optimizadas.

Cortes y Rojas (2022), elaboraron la tesis: ***“Diseño de pavimento rígido aplicando el método de losas con geometría optimizada en la avenida Pumacahua en el Porvenir, Trujillo”***. En su trabajo de investigación experimental, se obtuvieron los parámetros de diseño para el cálculo de la pavimentación de la Avenida Pumacahua, la misma que tiene una longitud de 2.89 km. De los datos recolectados, se detalla el tipo de suelo de la subrasante, la que se clasifica como arenoso y con un CBR de 24%, el IMDA es de 178 y los ESAL de diseño es de 9'114,563. Los resultados del estudio fue el diseño de una losa de 15 cm de espesor y 15 cm de base de apoyo. Esta investigación nos permite tener las consideraciones y parámetros necesarios para el análisis de las ventajas de la metodología TCP frente al diseño de pavimentos de concreto diseñadas con el método tradicional.

Quispe (2021), elaboró la tesis: ***“Propuesta de diseño de pavimento con Geometría optimizada para evitar agrietamiento en la calle Zarumilla, cuadra 17 de la ciudad de Jaén, Cajamarca”***. Es su trabajo de investigación del tipo descriptivo correlacional causal. El tráfico de diseño corresponde a 3'111,896 de ejes equivalentes, el terreno de fundación es del tipo arena arcillosa con presencia de grava y con un CBR de 15.1%. Con la aplicación de la metodología TCP, se obtuvo un diseño de losa de 13 cm y una base apoyada de 15 cm. Las losas tendrán un largo de 1.75 m, con dichas medidas se obtuvo como resultado como 0 grietas longitudinales, de manera que se prolonga la vida útil de la losa. Éste antecedente es relevante, pues nos aclara algunos conceptos nuevos y nos presenta el desarrollo metodológico de las losas optimizadas.

Gonzales (2021), elaboró la tesis: ***“Propuesta de optimización de Losas en pavimento rígido Av. Pedro Ruiz (cuadras 6-9) para mejorar la durabilidad, Chiclayo 2020”***, para la Universidad Particular de Chiclayo. Esta investigación tiene por objetivo buscar una propuesta de pavimento de concreto que reduzca los costos de construcción de la Av. Pedro Ruiz (cuadras 6-9) y que mantengan las mismas propiedades de durabilidad y bajo mantenimiento que presenta las losas de concreto, para lo cual se empleó la metodología TCP. En los resultados de su investigación, resultó una losa de concreto de 26 cm de espesor, de resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup> y de dimensiones de 1.80

mx1.80 m. Esta investigación es importante, pues nos permite tener en consideración algunos parámetros en el diseño y el empleo de la metodología TCP.

## **2.2.MARCO TEÓRICO:**

### **2.2.1.Diseño de Pavimento de asfalto o flexibles, Metodo AASTHO 1993:**

Corresponden a este tipo de pavimentos, los que en su estructura total permite la flexión y se adapta a las cargas de diseño. Son el tipo de pavimento más usado en todo el mundo por su bajo costo inicial. La capa de rodadura lo compone una mezcla de áridos con una granulometría específica y son aglomerados por un betún de asfalto. La capa de rodadura es colocada sobre una capa de material granular llamado Base y otro llamado Sub-Base, ambos con capacidad de soporte superior a la sub rasante o suelo de fundación (la capacidad de soporte es de orden descendente, por lo que la capacidad de soporte de la capa Base es superior a la Sub Base). Para unir la capa de rodadura asfáltica y las bases granulares, debe colocarse un riego de asfalto fluido.

El pavimento puede soportar pequeños asentamientos, pero debe estar conformado de manera que pueda soportar y distribuir las cargas de tránsito evitando que se generen deformaciones permanentes y que afecten al suelo de fundación, también permite resistir los agentes atmosféricos que puedan alterar los materiales que lo componen. El tiempo de vida útil varía entre los 10 a 15 años.

La metodología AASTHO 1993, se fundamenta en la identificación de número estructural (SN) que requiere el pavimento, a fin de soportar el nivel de carga a las que será sometido. La fórmula empírica para la obtención del número estructural, relaciona las variables de diseño con sus respectivos números estructurales, siendo las principales variables: número de ejes equivalentes, confiabilidad, servicialidad, módulo resiliente de la subrasante y drenaje. Con la

interacción de éste método, se podrá determinar espesores del pavimento que más se ajuste al número estructural. (punto de equilibrio)

Figura 1. Ecuación de Diseño AASTHO 1993

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Fuente: Guía AASTHO 1993 para el diseño de estructuras de pavimento.

Donde:

W18= Número de cargas de 18 Kips (80kN) previstas.

ZR= Es el valor Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

So= Desvío estándar de todas las variables.

ΔPSI= Pérdida de servicialidad.

Pt= Servicialidad final.

MR= Módulo de resiliencia de la Sub rasante del suelo

### 2.2.2. Diseño de Pavimento de geometría Optimizada TCP®:

Es parte de la familia de pavimentos rígidos, que propone optimizar las dimensiones de las losas concreto, reduciendo de forma significativa las dimensiones, de manera que solo admita un solo set de ruedas de camión a la vez. Este tipo de pavimento es usado para todo tipo de vías, ya sea para vías locales de bajo tránsito, vías colectoras, patios industriales, autopistas, etc. Con la variación dimensional y la reducción de los esfuerzos (solo recibe un solo set de ruedas), pudiendo reducir entre 4 a 10 cm los espesores de las losas con geometría optimizada, resultando en reducción de costos frente a los pavimentos rígidos diseñados con el método tradicional (AASHTO 1993). A pesar de esta

reducción, la losa de concreto conserva todos los beneficios que puede brindar un pavimento de concreto.

Covarrubias (2022) fue el creador de la metodología TCP quien, en un proceso de experimentación en el año 2007, buscaba inicialmente minimizar el agrietamiento de las losas de concreto tradicional; y en ese proceso definió y caracterizó la metodología TCP que existe actualmente. Este proceso busca dimensionar los pavimentos de concreto para que nunca carguen más de un set de ruedas de camión, con ello logra reducir de manera significativa los esfuerzos y tensiones hacia el pavimento; logrando de esta forma reducir los espesores de las losas de concreto, impactando en el costo de la construcción de estas. Éste antecedente es relevante, pues nos permite tener un punto de partida de la investigación y nos orienta con respecto a la naturaleza y los parámetros que presenta esta nueva metodología.

El diseño de las losas optimizadas sigue el método de diseño mecánico empírico, pues la metodología del proceso, es calcular las respuestas del pavimento ante las solicitudes de carga, deformaciones y deflexiones. En la actualidad, existe el Software Optipave 2, la misma que mediante un proceso de interacción de elementos finitos, la misma que calcula las tensiones que sufrirá la losa antes diversas condiciones y variables de diseño. Los parámetros principales para alimentar el Software Optipave 2 son: parámetros de diseño del tipo de pavimento a utilizar, tráfico, propiedades del concreto, características del Subrasante y el clima. Éste modelo incorpora resultados de deterioro y desgaste, de manera que se acondiciona a todas las condiciones de diseño de pavimentos. Los parámetros del Software Optipave 2 se basan en 05 franjas de prueba en distintos puntos geográficos de Chile, los espesores resultantes fueron losas de 6 y 12 cm de espesor. Con éstas pruebas de pudieron llegar a conclusiones con respecto al comportamiento de las losas de concreto optimizadas, los mismos que fueron contrastados con los resultados teóricos proporcionados por el Software Optipave 2, de manera que los resultados permitieron calibrar el programa a diferentes situaciones.

Figura 2. *Diferencias entre el dimensionamiento entre la losa tradicional (AASHTO 93) y la Losa Corta TCP.*

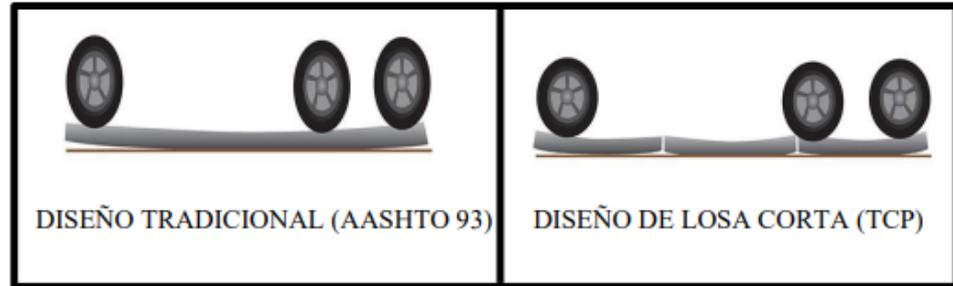
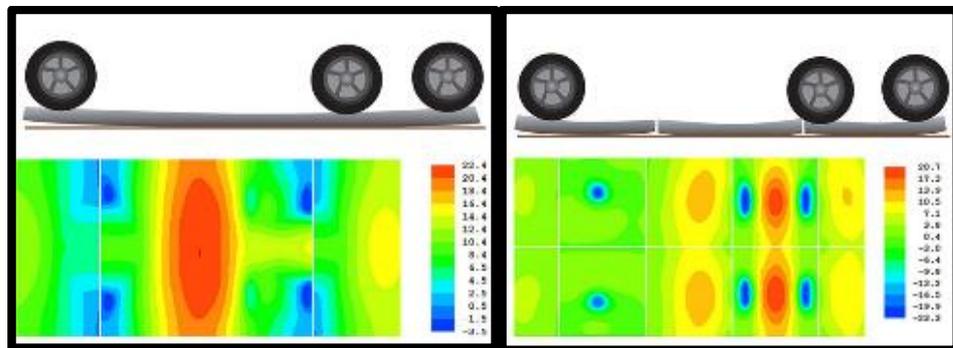


Figura 3. *Esquema que diferencia las tensiones resultantes entre la losa tradicional (AASHTO 93) y la Losa Corta TCP.*



Fuente: TCP Pavements.

En el Perú, la metodología TCP tiene la patente inscrita INDECOPI N°5940. El software es reconocido por los organismos técnicos internacionales (A.C.I; ACPA, ISCP, MOP), y ha sido calibrado en la Universidad de Illinois, EEUU. La filosofía de la metodología utilizada en el diseño de las estructuras de pavimentos está dirigida a los objetivos básicos siguientes:

- Responder estructuralmente en forma óptima a las solicitaciones de carga y a la capacidad de soporte.
- Asegurar que constructivamente sea compatible con las condiciones, características y requerimientos técnicos del proyecto.
- Minimizar el impacto al medio ambiente.

El Software Optipave 2 considera las siguientes variables para el diseño del pavimento:

1. Parámetros de diseño.
2. Criterios de comportamiento.
3. Propiedades de los materiales de soporte para el diseño.
4. Características estructurales del pavimento.
5. Cálculo de espesores de la estructura de pavimento.

### 2.3.MARCO CONCEPTUAL:

#### 2.3.1.Exploración de Suelos:

Corresponde al reconocimiento del terreno en la que se desarrollará el estudio, para lo cual se requerirá elaborar un programa de exploración de campo, con ello se podrá identificar y caracterizar los diferentes tipos de suelo que se presente. (Manual de Carreteras; Suelos, Geologías, Geotecnia y Pavimentos. 2013- Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Perú)

Figura 4. *Signo convencional para los perfiles en calicatas- Clasificación AASTHO.*

**Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASTHO**

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Fuente: Simbología AASTHO.

### 2.3.2. CBR: (California Bearing Ratio)

Se define como la capacidad de soporte o la resistencia que puede ofrecer el suelo ante las cargas, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm. (Manual de Carreteras; Suelos, Geologías, Geotecnia y Pavimentos. 2013- Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Perú)

Tabla 1 *Categorías de Subrasantes*

<b>Categorías de Subrasante</b>	<b>CBR</b>
So: Subrasante Inadecuada	CBR <3%
S1: Subrasante Pobre	CBR ≥3% CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	CBR ≥6% CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	CBR ≥10% CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	CBR ≥20% CBR < 30%
S5: Subrasante Extraordinaria	CBR ≥30%

*Fuente:* Manual de Diseños de Carreteras MTC- 2013

### 2.3.3. ESAL's de Diseño (Equivalent single axle load):

“Es el número de aplicaciones de cargas por Eje Estándar, previsto durante el Período de Diseño. El procedimiento usado para convertir un flujo de tráfico con diferentes cargas y configuraciones por eje en un número de tráfico para el diseño consiste en convertir cada carga por eje esperada sobre la vía durante el período de diseño, en un número de cargas por eje estándar, sumándolas luego”. (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.)

#### 2.3.4. Espesor efectivo:

“El espesor efectivo de cada capa de un pavimento existente se calcula multiplicando su espesor real por los correspondientes factores de conversión, según el método de diseño.” (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.)

#### 2.3.5. Módulo de Resiliente (Mr)

“Este parámetro es una medida de las propiedades elásticas de los suelos, con ciertas particularidades no lineales. El módulo Resiliente se usa directamente en el diseño de los pavimentos flexibles, por lo que se debe convertir a módulo de reacción de la sub-rasante (valor k), para poder realizar así el diseño de pavimentos rígidos o compuestos.” (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.)

Figura 5. *Fórmula de cálculo del Módulo Resilencia Mr de la subrasante.*

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

*Fuente:* Manual de Diseños de Carreteras MTC- 2013

Donde:

CBR: Capacidad resistente de la subrasante.

#### 2.3.6. Periodo de diseño:

“Se define como el tiempo expresado en número de años, transcurridos entre la construcción (denominada año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento.” (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.)

### 2.3.7. Servicialidad:

“Es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor 5 refleja la mejor comodidad teórica y por lo contrario un valor 0 refleja el peor.” (Manual de Diseño de Carreteras del MTC -2013)

Tabla 2 *Cuadro de Índice de serviciabilidad Inicial (Pi)*

Tipos de Caminos	Tráfico	Ejes equivalentes		Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)
<b>Caminos de bajo volumen de tránsito.</b>	Tp1	150,001	300,000	3.80
	Tp2	300,001	500,000	3.80
	Tp3	500,001	750,000	3.80
	Tp4	750,001	1,000,000	3.80

*Fuente:* Manual de Diseños de Carreteras MTC- 2013

Tabla 3 *Cuadro de Índice de serviciabilidad final (Pt)*

Tipos de Caminos	Tráfico	Ejes equivalentes		Índice de Serviciabilidad Final (Pt)
<b>Caminos de bajo volumen de tránsito.</b>	Tp1	150,001	300,000	2.00
	Tp2	300,001	500,000	2.00
	Tp3	500,001	750,000	2.00
	Tp4	750,001	1,000,000	2.00

*Fuente:* Manual de Diseños de Carreteras MTC- 2013

### 2.3.8. Tráfico:

“Determinación del número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente, evaluado durante el período de diseño de proyecto.” (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.)

Tabla 4

*Tipos de Vías según el tráfico*

Número de Aplicaciones (ESAL)	Tráfico	Tipo de Vía
$< 10^4$	Ligero	Local
$\geq 10^4$ y $< 10^6$	Mediano	Colectora
$\geq 10^6$	Elevado	Arterial

*Fuente:* Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.

### 2.3.9. Confiabilidad (%R):

“Representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento.” (Manual de Diseño de Carreteras del MTC -2013)

Tabla 5 *Valores recomendados de nivel de confiabilidad, según el rango de tráfico.*

TRAFICO	Ejes Equivalentes Acumulados		Nivel de Confiabilidad (R)
Tp0	100,000	150,000	65%
Tp1	150,001	300,000	70%
TP2	300,001	500,000	75%
Tp3	500,001	750,000	80%

*Fuente:* Manual de Diseños de Carreteras MTC- 2013

### **2.3.10. Presupuesto Comparativo:**

Se refiere a todos los costos implicados que conforman una determinada actividad y en un determinado tiempo. Por lo que resulta en la cantidad de dinero que se requiere para ejecutar cierta actividad, para lo cual se necesita la elaboración de una planificación de partidas y actividades que involucran el proyecto. (PMBOK® Guide, 2021) El proceso de comparar presupuestos de proyectos que tienen un objetivo común, permitirá evaluar los mejores resultados económicos para la realización del proyecto. Es importante que, durante el proceso de evaluación de los presupuestos, se analicen las características técnicas, plazos, calidades, etc., de cada una de las actividades, de manera que se determine la mejor opción en beneficio del proyecto. El Manual de Carreteras 2013- MTC, en el Anexo 2, establece el Índice de Partidas que corresponde a cada tipo de pavimento, se basará en dicho manual para establecer las partidas y unidades de medidas que se considerará en cada tipo de pavimento.

### **2.3.11. Cronograma Comparativo:**

Según la Guía PMBOK® 2021, lo define como un proceso de programación de actividades que se encuentran vinculadas unas a otras, las mismas que presentan una duración, una fecha de inicio y fin; y enlaces con otras actividades. Para la realización de un cronograma, se requiere de definición de las tareas implicadas, su planificación, la secuencia en que se ejecutarán y la estimación de su duración. En la actualidad existen muchas herramientas de planificación que permiten organizar y crear cronogramas del tipo GANT y con ello encontrar la ruta crítica de nuestro proyecto. El proceso de comparar los cronogramas de actividades o tareas diferente pero que tienen un mismo objetivo, nos permitirá apreciar las diferencias y semejanzas de las actividades; ésta herramienta facilitará la toma de decisión sobre el procedimiento que ofrezca el menor tiempo de ejecución, cumpla con los alcances y objetivos del proyecto. En ese proceso de análisis, se debe evaluar los aspectos técnicos, número de recursos para la realización de la tarea, disponibilidad, oportunidad en el mercado, etc.

### **2.3.12. Vida útil de Pavimentos:**

Según el RNE, en la norma CE.010, artículo 4.2, determina que es un parámetro importante en el diseño para la fórmula AASHTO 93 y PCA. De manera que podemos señalar que el periodo de vida útil, es el tiempo que proyectamos en que transcurrirá para que el pavimento pierda sus capacidades y propiedades que inicialmente fue diseñado, de manera que llegue a ser intransitable. En muchos casos está relacionado con los valores IRI (Índice de rugosidad m/km) y la presencia de defectos observables en los pavimentos, tales como deflexiones, ahuellamientos, fisuras, grietas, etc. (PCI)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. POBLACIÓN

La población se conforma por la totalidad de vías de la urbanización Casablanca que está compuesta por 91,712.20 m<sup>2</sup> de vías locales, lo que representa a 59 calles.

#### 3.2. MUESTRA

Con el fin de obtener un 95% de confiabilidad, se siguió el método de muestreo no probabilístico por conveniencia, siguiendo la formula estadística siguiente:

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 * p(1 - p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 * p(1 - p)}{e^2 N}\right)}$$

Figura 6. Fórmula para el tamaño de muestra no probabilístico.

**Siendo:**

N= tamaño de la población, para nuestro caso es 91,712.20 m<sup>2</sup> de vías de la Urbanización Casablanca.

e= margen de error, se seleccionó un 5% de margen de error.

Z= desviación estándar.

De los valores de la población y el margen de error, se determina que el tamaño de la muestra debe ser de 384 m<sup>2</sup>. En nuestro caso, se seleccionó a la Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca, pues es la más transitada y recibe el mayor volumen de tráfico de la urbanización. El área estudio corresponde a la avenida, el área es de 16,072 m<sup>2</sup>, valor muy por superior a la muestra con un 95% de confiabilidad.

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1. Variables de Estudio

Corresponden a los datos resultantes del análisis comparativo entre el pavimento de geometría optimizada TCP<sup>®</sup> y el pavimento de Asfalto (ASSTHO 93).

Tabla 6

*Operacionalización de las variables*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de la investigación.
<b>Variable Independiente:</b> Diseño pavimento de geometría optimizada TCP y el pavimento de Asfalto (ASSTHO 93).	Estructura total que permite la flexión y se adapta a las cargas de diseño. Siendo su principal elemento el asfalto como capa de rodadura.	CBR	%	CBR
	Pavimento rígido que permite un solo set de carga vehicular en cada paño de la losa de concreto	Tráfico Temperatura Topografía	Número de vehículos. °C Cotas (msnm)	Tráfico Temperatura Levantamiento topográfico.
	Tabla de índices de partidas del Manual de Carreteras 2013-MTC Guía PMBOK <sup>®</sup> 2021 Norma CE.010, artículo 4.2	Costos Plazo de Ejecución. Durabilidad	Metrados y precios de cada trabajo. Días Vida útil.	Presupuestos comparativos Cronograma de ejecución. Calendario.
<b>Variable Dependiente:</b> Los datos resultantes del análisis comparativo entre el pavimento de geometría optimizada TCP y el pavimento de Asfalto (ASSTHO 93)				

*Fuente:* Elaboración Propia.

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica de recolección de datos se realizó mediante la observación estructurada y medición, la misma que se efectuó siguiendo una lista de cotejo, así mismo se registraron los resultados en un cuaderno de anotaciones. Todos los datos resultantes sirvieron para el análisis documental a través del software de ingeniería.

Tabla 7

*Lista de instrumentos de recolección de datos.*

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Observación Estructurada	Lista de Cotejo.
Registro de Resultados.	Cuaderno de anotación.
Análisis documental.	Laboratorio de mecánica de suelos.  Equipo de topografía. (estación total)  Software de ingeniería. (Office, AutoCAD, MS Project)  Software TCP  Referencias Bibliográficas.

*Fuente:* Elaboración Propia.

### 3.5. PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS:

#### 3.5.1. Estudio de tráfico vial

Para el diseño de los pavimentos se requiere recoger el volumen y clasificación de los diferentes tipos de tráfico vehicular que circula por el carril de diseño. Su valor incide directamente en el diseño, pues los valores que resulten del estudio de tráfico determinan el ESAL's de diseño. Estos esfuerzos y tensiones son transmitidos directamente a la estructura de pavimento, quien tiene la función de reducir y distribuir la deformación al suelo de fundación, por

lo que es importante que se realice un correcto estudio de tráfico junto con la proyección de crecimiento estimado dentro del periodo de la vida útil de diseño.

Para nuestro proyecto, se seleccionó una estación de conteo y caracterización vehicular, la misma que estuvo ubicado en el pórtico de ingreso de la Urbanización Casablanca (inicio de la Av. Tamarindo de la urbanización Casablanca). La recopilación de la información siguió las instrucciones que se estipula en el Manual de Carreteras; Suelos, Geologías, Geotecnia y Pavimentos. 2013- Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Perú, de manera que el conteo vehicular se realizó por 7 días y en un periodo de 24 horas por día. El conteo vehicular se realizó desde el 21 de octubre del 2022 hasta el 27 de octubre del 2022 y se hizo uso del formato de conteo vehicular publicado por el MTC.

### **3.5.2. Estudio de Mecánica de Suelos:**

Es el proceso de recolección de información del suelo de fundación, con el objetivo de determinar su capacidad de soporte y otras características que son parte de los parámetros de diseño de las fórmulas empíricas para pavimentos. El “Manual de Carretera 2013: Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos- Sección Suelos y Pavimentos”, establece el criterio y los ensayos mínimos necesarios para la caracterización de las propiedades del suelo. A su vez el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos, en el artículo 3.2.2; establece la elaboración de una calicata cada 1,500 m<sup>2</sup> para vías colectoras, de manera que para nuestro caso se realizaron 11 calicatas. Tuvieron una profundidad máxima de 1.50 m con respecto al nivel del suelo de fundación. Se solicitó a una empresa realizar el servicio de ejecución de las calicatas y realización de los siguientes ensayos especificados en la norma:

- Ejecución de calicatas (MTC E 101-2000)
- Contenido de humedad (NTP 339.129.1998)
- Identificación de suelos y Perfilado de calicatas (NTP 339.150:2001)
- Análisis granulométrico (NTP 339.128:1998)

- Ensayos de límite líquido, plástico e índice de plasticidad de suelos (NTP 339.129:1998)
- Clasificación de los suelos. (NTP 339.135:1998)
- Límite de Contracción (NTP 339.140:1999)
- Determinación de CBR (NTP 339.145:1999)
- Determinación del contenido de sales solubles en suelos (NTP 339.152:2002)

### **3.5.3. Estudio Topográfico:**

Es el estudio que permite describir las características topográficas de la zona de estudio, el estado en que se encuentra la muestra de estudio, la presencia de interferencias, consideraciones climáticas, etc. Los lineamientos de la elaboración de este estudio siguieron lo indicado en el “Manual de Carretera EG-2013: Especificaciones técnicas generales para construcción”, apartado 102.01, para lo cual se establecieron puntos geodésicos y de control topográfico. Las coordenadas de control estuvieron en el sistema WGS84. El servicio de levantamiento topográfico estuvo a cargo de una empresa especializada que elaboró un informe de levantamiento topográfico. Se contó con los siguientes equipos:

- Estación total.
- GPS diferencial.
- Jalones con prismas.
- BMs

### **3.6. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN**

El presente estudio es del tipo Correlacional, pues según Cancela y otros (2010), estas investigaciones tienen el objetivo de describir o aportar aclaraciones entre las variables más importantes, haciendo uso de los coeficientes de relación. En nuestro caso, se requiere comparar el nivel técnico, económico, tiempos de ejecución y la durabilidad entre el pavimento de

geometría optimizada TCP y el pavimento de Asfalto (ASSTHO 93). Los resultados aportaran nuevas alternativas de uso para los pavimentos de geometría optimizada TCP en vías locales de bajo tránsito.

El diseño de estudio es del tipo documental, pues la información requerida para el análisis se obtuvo de la realización de los cálculos de aforo vehicular, estudios de mecánicas de suelos y del levantamiento topográfico elaborado por empresas especialistas. Con toda la información recabada, se pudo procesar mediante los softwares de ingeniería; y con los resultados obtenidos, determinar la mejor alternativa técnica, económica y de durabilidad que presenten entre el pavimento de geometría optimizada TCP y el pavimento de Asfalto (ASSTHO 93).

### **3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Para el inicio de la investigación se comenzó con el conteo y caracterización vehicular por un periodo de una semana y las 24 horas del día, para lo cual se hizo uso de la hoja de conteo vehicular. De forma paralela, se inició con el servicio de levantamiento topográfico y los estudios de mecánicas de suelos, elaborados por empresas especialistas. Con toda la información recabada de campo se procedió al análisis de la información y el diseño de los pavimentos. Para el caso del pavimento flexible se utilizó la metodología ASSTHO 1993 y para el caso del pavimento de geometría optimizada TCP se empleó la guía de diseño Optipave2. En ambos casos, se definieron las capas, espesores y los detalles constructivos necesarios que conforman cada pavimento de manera que se pueda cuantificar el costo de su construcción. Con la recolección de rendimientos históricos, se pudo determinar una simulación de programación de actividades necesarias para la ejecución de cada tipo de pavimento y se evaluó la optimización de los plazos de ejecución de ambos pavimentos.

### **3.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Para la elaboración del presente trabajo de investigación, el autor se comprometió a que toda la información sea fundamentada en datos técnicos y verídicos que se puedan recoger de los trabajos de campo y los desarrollados de parte del laboratorio de mecánicas de suelos y el informe de levantamiento topográfico. Con respecto a la recopilación de las diversas fuentes de información bibliográficas que tengan relación a la presente investigación, el autor mantuvo las directivas y normas de los derechos de autor que presenta la Norma APA séptima edición, con respecto a las directrices básicas para las referencias y de todo material bibliográfico que se empleen en el presente trabajo. Finalmente, en todo momento el trabajo de investigación se caracterizó por ser objetivo, veraz y transparente, de manera que recoja todos los resultados obtenidos en campo y se puedan plasmar todas las teorías y resultados posibles.

## IV. RESULTADOS:

### 4.1. VOLUMEN DE TRÁFICO

Para el cálculo del volumen de tráfico en las avenidas de la urbanización Casablanca se tomó su avenida más transitada y principal, llamada Avenida Tamarindo. Se realizó un conteo vehicular por 7 días consecutivos del 21 de octubre del 2022 hasta el 27 de octubre del 2022 y se hizo uso del formato de conteo vehicular publicado por el MTC. Gracias a esto se pudo encontrar los siguientes resultados:

Tabla 8

*Volumen de tráfico promedio diario realizado desde el 21 al 27 de octubre del 2022. (conteo de 24 horas)*

HORA	STATION AUTO	CAMIONETAS				CAMIÓN		TOTAL
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	C2	C3	
VIERNES								
21/10/2022								
Ambos	116	38	29	3	8	27	1	222
SÁBADO								
22/10/2022								
Ambos	115	31	27	4	1	23	0	201
DOMINGO								
23/10/2022								
Ambos	114	31	27	4	2	23	0	201
LUNES								
24/10/2022								
Ambos	112	30	36	24	4	33	0	239
MARTES								
25/10/2022								
Ambos	129	39	43	19	8	30	0	268
MIÉRCOLES								
26/10/2022								
Ambos	123	14	39	2	10	16	10	214
JUEVES								
27/10/2022								
Ambos	112	21	39	1	8	10	8	199
<b>TOTAL</b>	<b>821</b>	<b>204</b>	<b>240</b>	<b>57</b>	<b>41</b>	<b>162</b>	<b>19</b>	<b>1,544</b>

*Fuente:* Elaboración Propia.

Tabla 9

*Resumen de tráfico promedio diario*

SENTIDO	AUTO	STATION	CAMIONETAS			CAMION			TOTAL
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	C2	C3	C4	
Un Carril	117	29	34	8	6	23	3	0	220

*Fuente:* Elaboración Propia.

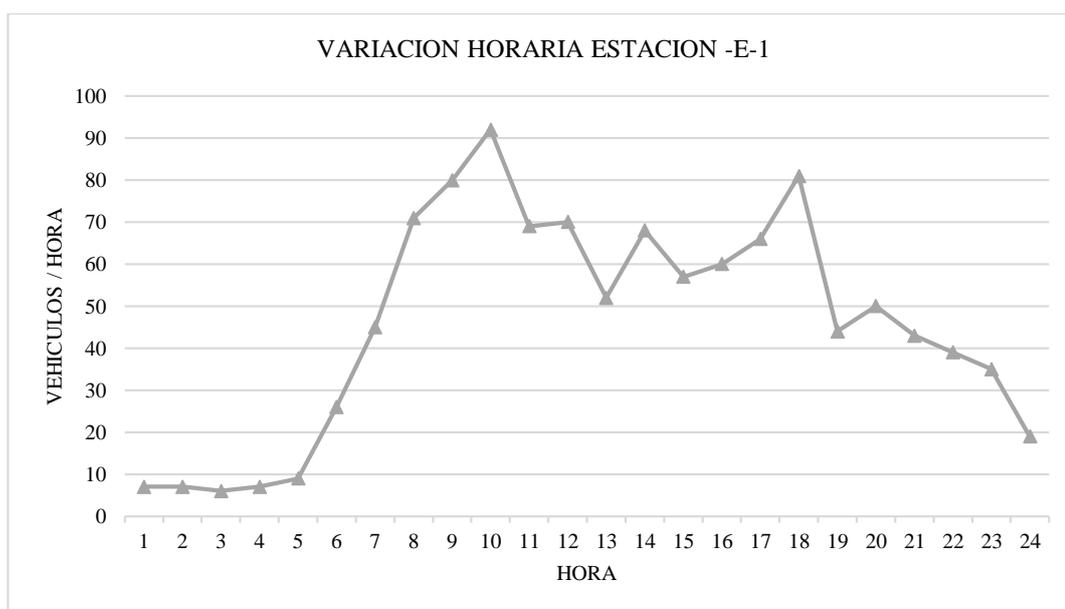


Figura 7. Variación horaria de volumen de tráfico

*Fuente:* Elaboración Propia.

Con los datos anteriormente mostrados se procedió a realizar el cálculo del IMD:

Tabla 10

*IMD sin corrección*

Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib.
		%
<b>Autos</b>	117	53.2%
<b>Satation Wagon</b>	29	13.2%
<b>Camioneta Pick Up</b>	34	15.5%
<b>Camioneta Panel</b>	8	3.6%
<b>COMBI RURAL</b>	6	2.7%
<b>Micro</b>	0	0.0%
<b>Omnibus 2E y 3E</b>	0	0.0%
<b>Camión 2E</b>	23	10.5%
<b>Camión 3E</b>	3	1.4%
<b>Camión 4E</b>	0	0.0%
<b>Semi trayler</b>	0	0.0%
<b>Trayler</b>	0	0.0%
<b>TOTAL, IMD</b>	<b>220</b>	<b>100.0%</b>

*Fuente:* Elaboración Propia.

Tabla 11

*Cálculo de IMD*

### Resumen de Metodología

$$IMD = \frac{VS}{7}$$

**VS = Volumen Promedio Semanal**

$$Fc \text{ Veh. Ligeros} = 1.077701$$

$$Fc \text{ Veh. Pesados} = 1.023557$$

$$IMD = \frac{236}{85,999} \text{ Vehículos por día V. x año}$$

*Fuente:* Elaboración Propia.

Por lo tanto, se puede concluir que el IMD de la urbanización es 236 vehículos por día. El siguiente paso que se tomó fue calcular el ESAL de diseño. Para realizarlo se tuvo en cuenta que se debía diseñar para un pavimento flexible con un periodo de diseño de 20 años.

*Cálculo del Factor Direccional (FD) y Factor Carril (FC)*

Para nuestro caso, se tuvo en cuenta los sentidos y el número de calzada de la sección de vía en estudio, para lo cual el “Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos 2013” del MTC, detalla la correlación numérica con relación al número de vehículos pesados que utilizan la vía, las mismas que resultaron:

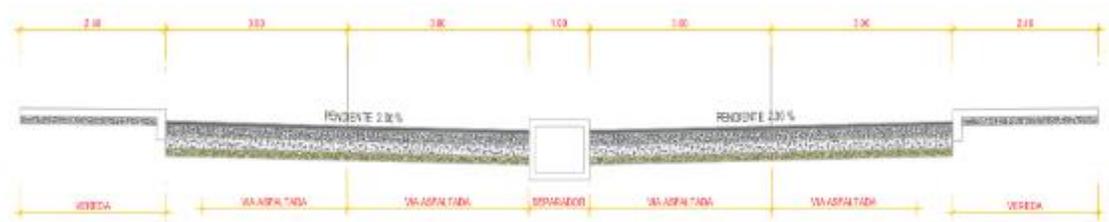
Tabla 12

*Factores de acuerdo con el número de calzadas y sentidos.*

Número de Calzadas	Número de Sentidos	Número de Carriles por Sentido	Factor dimensional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado
<b>01 Calzada</b>	1 sentido	1	1	1	1
	<b>1 sentido</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>
	1 sentido	3	1	0.6	0.6
	1 sentido	4	1	0.5	0.5
	2 sentido	1	0.5	1.0	0.5
	2 sentido	2	0.5	0.8	0.4
<b>02 Calzada</b>	2 sentido	1	0.5	1.0	0.5
	2 sentido	2	0.5	0.8	0.4
	2 sentido	3	0.5	0.6	0.3
	2 sentido	4	0.5	0.5	0.25

*Fuente:* Elaboración Propia.

Figura 8. Sección típica de la Avenida Tamarindo (zona de estudio). Se tomó una de las secciones para el conteo vehicular.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13

*Demanda proyectada*

**Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:**

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

**Donde:**

$T_n$ =	Tránsito proyectado al año en vehículo por día
$T_0$ =	Tránsito actual (año base) en vehículo por día
$n$ =	año futuro de proyección
$r$ =	tasa anual de crecimiento de tránsito

**FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO:**

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

**Fca = 22.90**

Fuente: Elaboración Propia.

**Siendo:**

r: 1.40% (Tasa de crecimiento anual de la Región Lambayeque, reportado por INEI- Censos Nacionales de Población y Vivienda del 2017)

n: periodo de diseño de 20 años.

Tabla 14

*Cálculo de Ejes equivalentes (EE día-carril)*

<b>Vehículo.</b>	<b>IMDA</b>	<b>Factor vehículo Pesado</b>	<b>EE día- Carril</b>
Automóviles	117	0.009	0.1053
Camioneta Pik Up	71	0.0150	1.065
Combi	6	0.0159	0.0954
C2	23	3.529	81.167
C3	3	3.406	10.221
		<b>Suma Total</b>	<b>92.653</b>

*Fuente:* Elaboración Propia.

Tabla 15

*Ejes equivalentes totales*

**NUMERO DE REPETICIONES DE EJES  
EQUIVALENTES DE 8.2tn**

$$\text{Nrep de } EE_{8.2tn} = \sum [(EE_{\text{día-carril}} * Fca * 365)]$$

$$\text{Nrep de } EE_{8.2tn} = 193,589.10 \quad \text{EE}$$

*Fuente:* Elaboración Propia.

Entonces se concluye que el volumen del tráfico de la Avenida Tamarindo de la Urbanización Casablanca es de 193,589.10 ejes equivalentes.

#### 4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y CONDICIONES HIDROLÓGICAS

Se procedió a realizar el levantamiento topográfico de la urbanización Casablanca y a la vez se estudiaron sus condiciones hidrológicas.



Figura 9. Plano topográfico de Urbanización Casablanca.

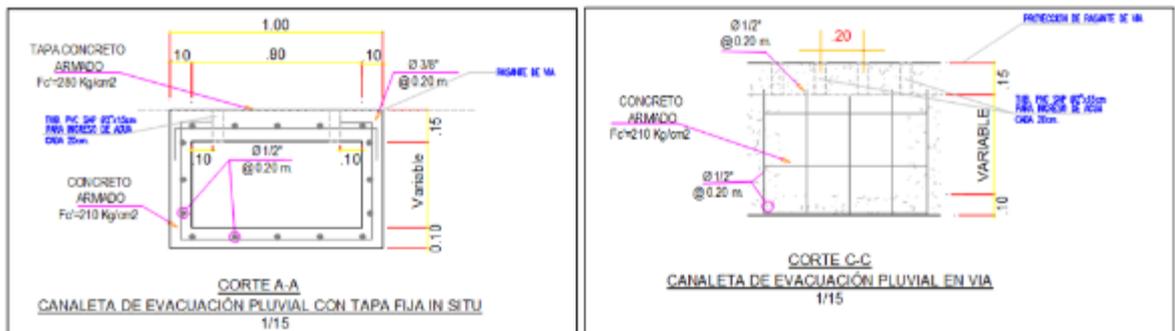
*Fuente:* Elaboración Propia.

Gracias a eso se pudo observar que la avenida principal llamada Tamarindo tenía un recorrido desde la progresiva 0+000 hasta la 0+844 además de que posee dos pendientes promedio: desde la progresiva 0+000 hasta 0+777.12 una pendiente de -0.10% y desde la progresiva 0+777.12 hasta 0+844

una pendiente de +0.50%. Por último, se descubrió que la avenida se encontraba a la altura de 33 a 35 m.s.n.m.

Se ha tomado en consideración las características hidrogeológicas de la zona, las mismas que cuentan con un sistema de evacuación pluvial localizado en el separador central, la misma que permite la evacuación correcta del agua de lluvias. Estas aguas son conducidas mediante un sistema de canales que desembocan en el canal de drenaje Chilape. El diseño del sistema de drenaje ha seguido los lineamientos de la Norma Técnica CE.040- Drenaje Pluvial Urbano, por lo que no se ha registrado inundaciones o acumulación de agua que hayan afectado a la población, teniendo en consideración precipitaciones excepcionales como el fenómeno del niño del 2017.

Figura 10. Detalles de canaleta de recolección pluvial de la Avenida Tamarindo.



Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.3. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DE FUNDACIÓN DEL PAVIMENTO

Para conocer las características físicas y mecánicas del suelo en el que se encuentra la avenida a estudiar se realizó un estudio de mecánica de suelos. Con el fin de lograrlo se evaluó el campo mediante la excavación de un total de 11 calicatas para un aproximado de 16,252.9 m<sup>2</sup> de vías, la obtención de muestras que fueron enviadas al laboratorio. Los datos obtenidos en el estudio se presentan a continuación.

Tabla 16

*Coordenadas de las calicatas realizadas en la Avenida Tamarindo.*

CALICATA	ESTE	NORTE
C-1	631,782.43	9,254,097.86
C-2	631,846.41	9,254,135.05
C-3	631,931.27	9,254,214.10
C-4	631,959.55	9,254,121.12
C-5	632,070.79	9,254,065.93
C-6	632,162.25	9,254,099.01
C-7	631,964.07	9,254,081.17
C-8	632,005.38	9,253,977.60
C-9	631,866.55	9,253,951.50
C-10	631,771.86	9,253,948.04
C-11	631,883.55	9,253,987.12

*Fuente:* Elaboración Propia.

Las excavaciones fueron hasta 1.50 metros de profundidad, y en ningún caso se encontró nivel freático. En las siguientes tablas, se resumen las características del suelo encontrado de las 11 calicatas analizadas.

Tabla 17

*Resumen de datos encontrados por parte del Laboratorio de Suelos el 30 de noviembre 2022*

CALICATA	ESTE	NORTE	PROFUN DIDAD (m)	CLASIFICACIÓ N (SUCS)	N F	CBR (%)	% HUMEDA D	LL	LP	IP
C-1	631,782.4 3	9,254,097.86	1.50	CL A-6 (13)	NP		17.18	37.0 0	22.0 0	15.00
C-2	631,846.4 1	9,254,135.05	1.50	CL A-6 (13)	NP	3.01	15.90	39.0 0	22.0 0	17.00
C-3	631,931.2 7	9,254,214.10	1.50	CL A-6 (11)	NP		17.09	39.0 0	21.0 0	18.00
C-4	631,959.5 5	9,254,121.12	1.50	CL A-7-6 (11)	NP		23.53	41.0 0	22.0 0	19.00
C-5	632,070.7 9	9,254,065.93	1.50	CL A-6 (13)	NP		20.75	37.0 0	22.0 0	15.00
C-6	632,162.2 5	9,254,099.01	1.50	CL A-6 (13)	NP	3.31	18.69	39.0 0	22.0 0	17.00
C-7	631,964.0 7	9,254,081.17	1.50	CL A-6 (11)	NP		20.89	39.0 0	21.0 0	18.00
C-8	632,005.3 8	9,253,977.60	1.50	CL A-7-6 (11)	NP	4.01	23.83	41.0 0	20.0 0	21.00
C-9	631,866.5 5	9,253,951.50	1.50	CL A-6 (13)	NP		21.09	39.0 0	23.0 0	16.00
C-10	631,771.8 6	9,253,948.04	1.50	CL A-6 (11)	NP		18.94	39.0 0	21.0 0	18.00

<b>C-11</b>	631,883.5 5	9,253,987.12	1.50	CL A-6 (13)	NP	18.38	39.0 0	22.0 0	17.00
<b>PROMEDIO</b>						<b>3.44</b>			

*Fuente:* Elaboración Propia.

Figura 11. *Plano de ubicación de las calicatas ejecutadas para Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca.*



*Fuente:* Elaboración Propia.

Se nota claramente la presencia de un tipo de suelo común, esto debido a que anteriormente este ha sido de uso agrícola, el tipo general de suelo es arcilloso en la superficie y arenoso arcilloso por debajo de los 0.20 m, la parte superior es una arcilla expansiva, claramente notada por las rajaduras en el suelo. Teniendo en cuenta que el suelo presenta características muy similares en todo el sector analizado, se decidió obtener las características del valor soporte relativo CBR. Se realizaron 03 puntos para la determinación del CBR, en dichos puntos, se han realizado otros ensayos específicos para conocer las propiedades del suelo y determinar si es apto o no, para su uso como sub rasante de pavimentos.

Cabe precisar que se ha utilizado el método especificado en la Norma MTC E132, del Manual de Ensayos para Materiales de Carreteras, EM 2000, que describe el procedimiento para determinar el valor soporte CBR sobre suelo preparado en laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad. Se ha usado la relación soporte para 0.1” de penetración. Estos valores de CBR fueron agrupados para calcular un CBR único de diseño, con el que se diseñó el pavimento de la Av. Tamarindo de la zona residencial Casablanca, el valor de CBR de diseño es el menor valor, que es 3.01, como lo establece el manual de suelos, la sub rasante es pobre, por lo que requiere realizar un mejoramiento superficial. Para este tipo de CBR, el Manual de Carreteras 2013-MTC, establece como un CBR pobre. (Ver Tabla 1)

#### 4.4. DISEÑO DE PAVIMENTO

##### 4.4.1. Método AASHTO

Los datos encontrados en los puntos anteriores sirvieron de base para el cálculo del diseño AASHTO que se presenta a continuación.

Tabla 18

*Diseño de pavimento flexible por el método AASHTO 93*

<b>DISEÑO DEL PAVIMENTO METODO AASHTO 1993</b>	
PROYECTO :	URBANIZACIÓN CASABLANCA
SECCION 1 :	0+00 km a 0+844 km
FECHA :	21/01/2023
<b>1. REQUISITOS DEL DISEÑO</b>	
a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1.94E+02
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.0
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.5
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	70%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45
<b>2. PROPIEDADES DE MATERIALES</b>	
a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN2)	42.21
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	27.08
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	5.17

**3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)**

SN Requerido	G <sub>t</sub>	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
2.72	-0.25527	5.29	5.29

**3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO**

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

Concreto Asfáltico (a1)	0.45
Base granular (a2)	0.14
Subbase (a3)	0.11

b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	CA	Bg	Sbg
			D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	2.72	2.85	5	20	20
2	2.72	2.72	5	20	17

Comentarios:

(\*) HOJA DE CALCULO DESARROLLADA POR EL DR. CARLOS M. CHANG

Fuente: Elaboración Propia.

Teniendo en cuenta las características del suelo, los ejes equivalentes, los niveles de serviciabilidad establecidas por la norma, tal como se observa en la tabla 18, se han obtenido dos propuestas de diseños con la Metodología AASTHO 1993 para Pavimentos en Asfalto de la Avenida Tamarindo, la primera alternativa es una capa asfáltica de 5 cm, base de 20 cm y sub base de 20 cm; la segunda alternativa corresponde a una capa asfáltica de 5 cm, base de 20 cm y sub-base de 17 cm. Para fines económicos, escogeremos la segunda alternativa, es decir una estructura de pavimentos de una capa asfáltica de 5 cm, base de 20 cm y sub-base de 17 cm.

**4.4.2. Método TCP**

Con el uso del software Optipave 2, se ingresaron las características físicas de la subrasante, los detalles de la topografía, el tipo y el número de tráfico que hace uso de la vía; resultando la siguiente modulación de pavimento optimizado:

Tabla 19

Diseño de pavimento de Losa optimizada TCP con el Software Optipave 2.

<b>Inputs De Diseño</b>		
<b>Proyecto</b>		
Nom bre de Proyecto	Centenario - Casa Blanca	
Localidad	Chiclayo	
Sector	Lam bayeque	
Dirección	north	
Fecha	2/4/2023 00:00:00	
Descripción	DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA HABILITACI	
Sistema unidades	US Custom ary System (USCS)	
<b>Resumen de Diseño</b>		
<u>Características de la Capa de Hormigon</u>		
Largo Losa (m)	1.50	
Espesor Losa de Horm igón (mm)	121	
Resistencia a la Flexión (Mpa)	4.0	
Fibra Estructural	No	
<u>Tráfico</u>		
Ejes Equivalentes Totales	193,589	
<u>Características de la Base</u>		
Tipo de Base	A-1-a	
Módulo (Mpa)	210	
Espesor (m m)	15	
<u>Características de la Subrasante</u>		
Módulo Resiliente Invierno (Mpa)	55	
Módulo Resiliente Verano (Mpa)	66	
<u>Clima</u>		
Zona	dry_nonfreeze	
<u>Resultado</u>		
Losas Agrietadas a Confiabilidad Especificada	30%	
Escalonam iento Prom edio a Confiabilidad Especificada (m m)	0.04	
IRI a Confiabilidad Especificada (m /km)	3.82	

Fuente: Elaboración Propia.

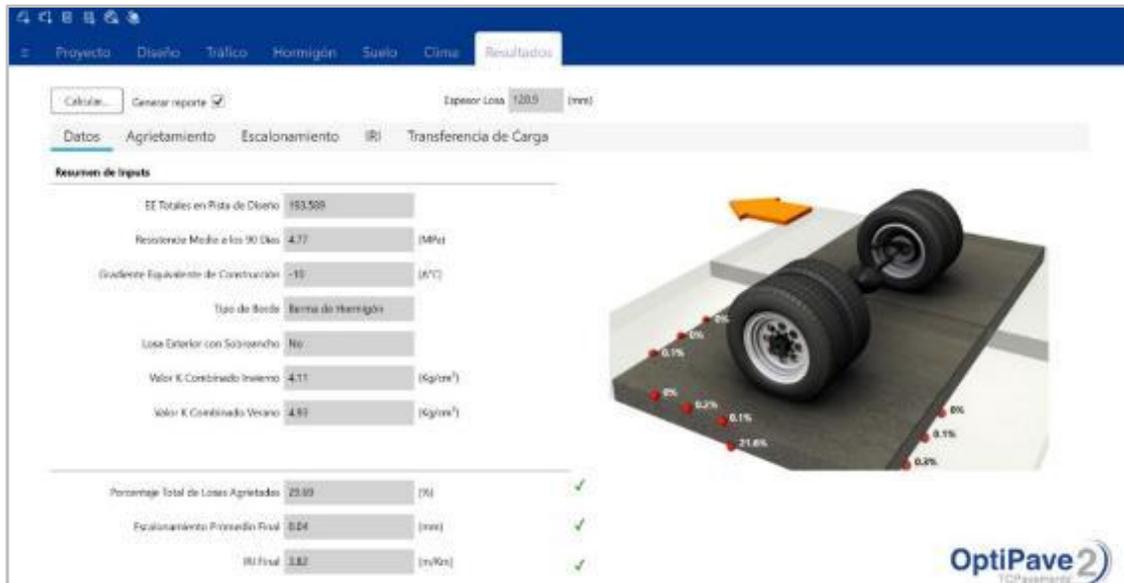


Figura 12. Resultados obtenidos con el programa OptiPave 2.

Fuente: Elaboración Propia.

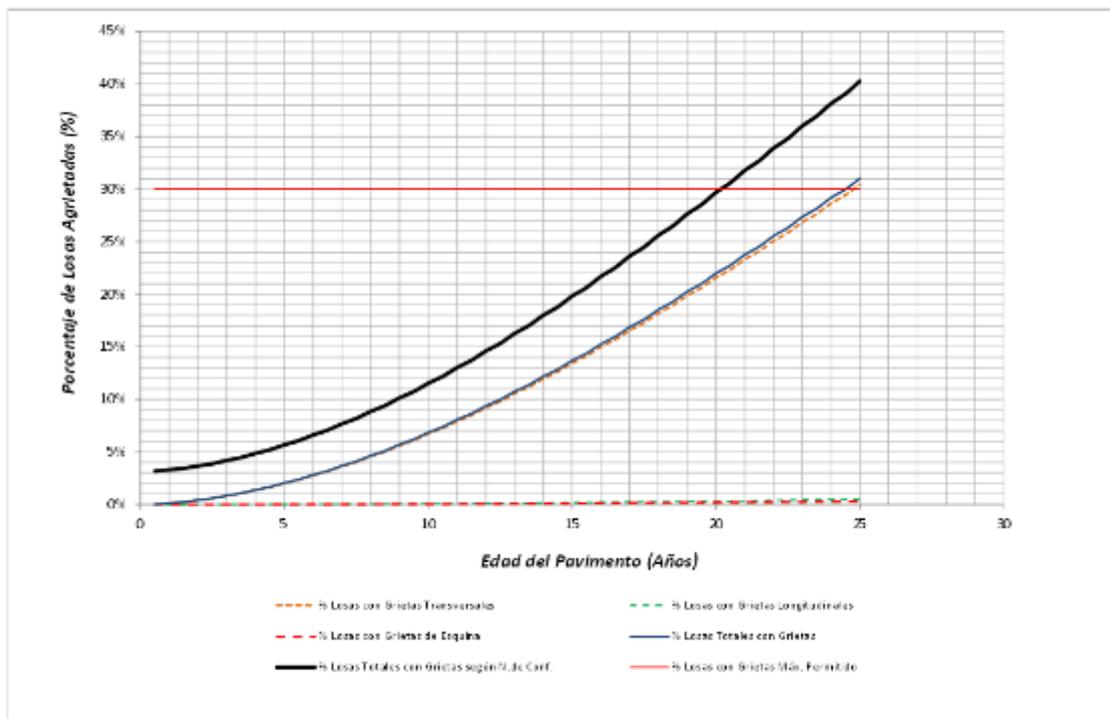


Figura 13. Gráfica de Estimación de Agrietamiento de la Losas

Fuente: Elaboración Propia.

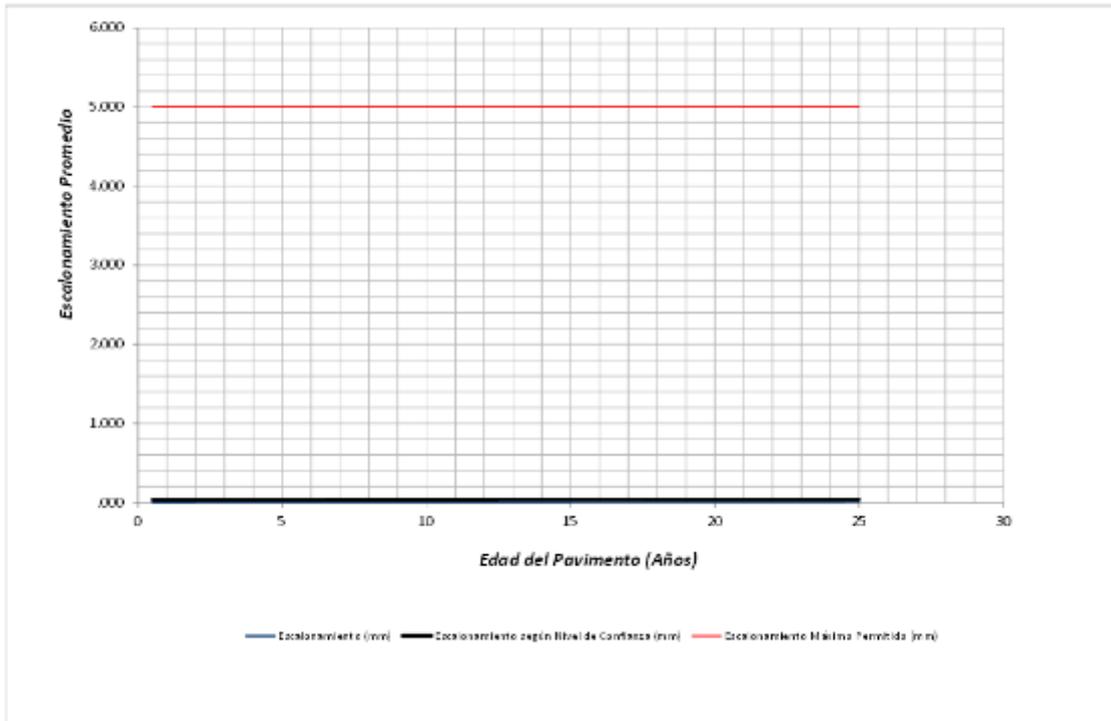


Figura 14. Gráfica de Estimación de Escalonamiento de Losas

*Fuente:* Elaboración Propia.

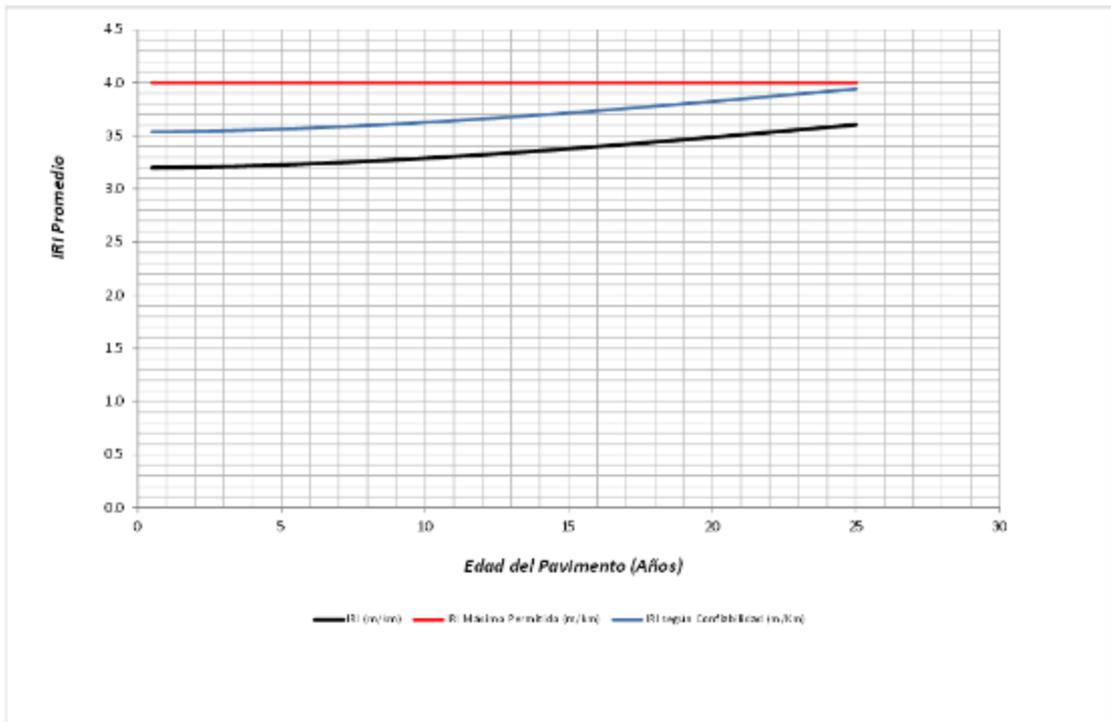


Figura 15. Gráfica de Estimación de IRI Promedio

*Fuente:* Elaboración Propia.

Los resultados finales del procesamiento de la información con el Software Optipave 2, resultaron en una losa de concreto de 4.0 Mpa de resistencia a la flexión y con espesor de 12 cm; y una base afirmada de 15 cm de altura. Las losas tendrán una dimensión de 1.50m x 1.50m y, no requerirá la incorporación de fibra a la mezcla de concreto.

#### 4.5. EVALUACIÓN DE COSTOS:

La revisión de los presupuestos nos permitió tener una idea de costos incurridos por las partidas relacionadas a la ejecución de los pavimentos con la metodología AASTHO 93 y de las Losas Optimizadas TCP, a continuación, se presenta el siguiente análisis:

Tabla 20

*Presupuesto para la ejecución del pavimento en Asfalto de la Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca. (costos al 30 de abril 2023)*

<b>PARTIDAS</b>	<b>Unidades</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>M. Parcial</b>
<b>PAVIMENTO DE ASFALTO AASTHO 1993</b>				
<b>1. Movimiento de Tierras</b>				
1.1. Corte de Terreno hasta el nivel de Sub rasante e=42 cm	m3	6826.218	3.67	S/ 25,052.22
1.2. Conformación de la Sub rasante	m2	16,252.90	4.62	S/ 75,088.40
1.3. Eliminación de material Excedente.	m3	6826.218	12.71	S/ 86,761.23
1.4. Colocación y conformación de Sub. Base de 17cm.	m2	16,252.90	11.84	S/ 192,434.34
1.5. Colocación y conformación de Base de 20cm.	m2	16,252.90	13.62	S/ 221,364.50
<b>2. Pavimentación</b>				
2.1. Imprimación Asfáltica.	m2	16,252.90	4.2	S/ 68,262.18
2.2. Colocación de Carpeta Asfáltica.	m2	16,252.90	50.09	S/ 814,107.76
<b>TOTAL DECOSTO DIRECTO</b>			<b>S/</b>	<b>1,483,070.62</b>
			<b>S/</b>	<b>91.25 S./m2</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21

*Presupuesto para la ejecución del pavimento en Losa Optimizada TCP de la Avenida Tamarindo de la urbanización Casablanca. (costos al 30 de abril 2023)*

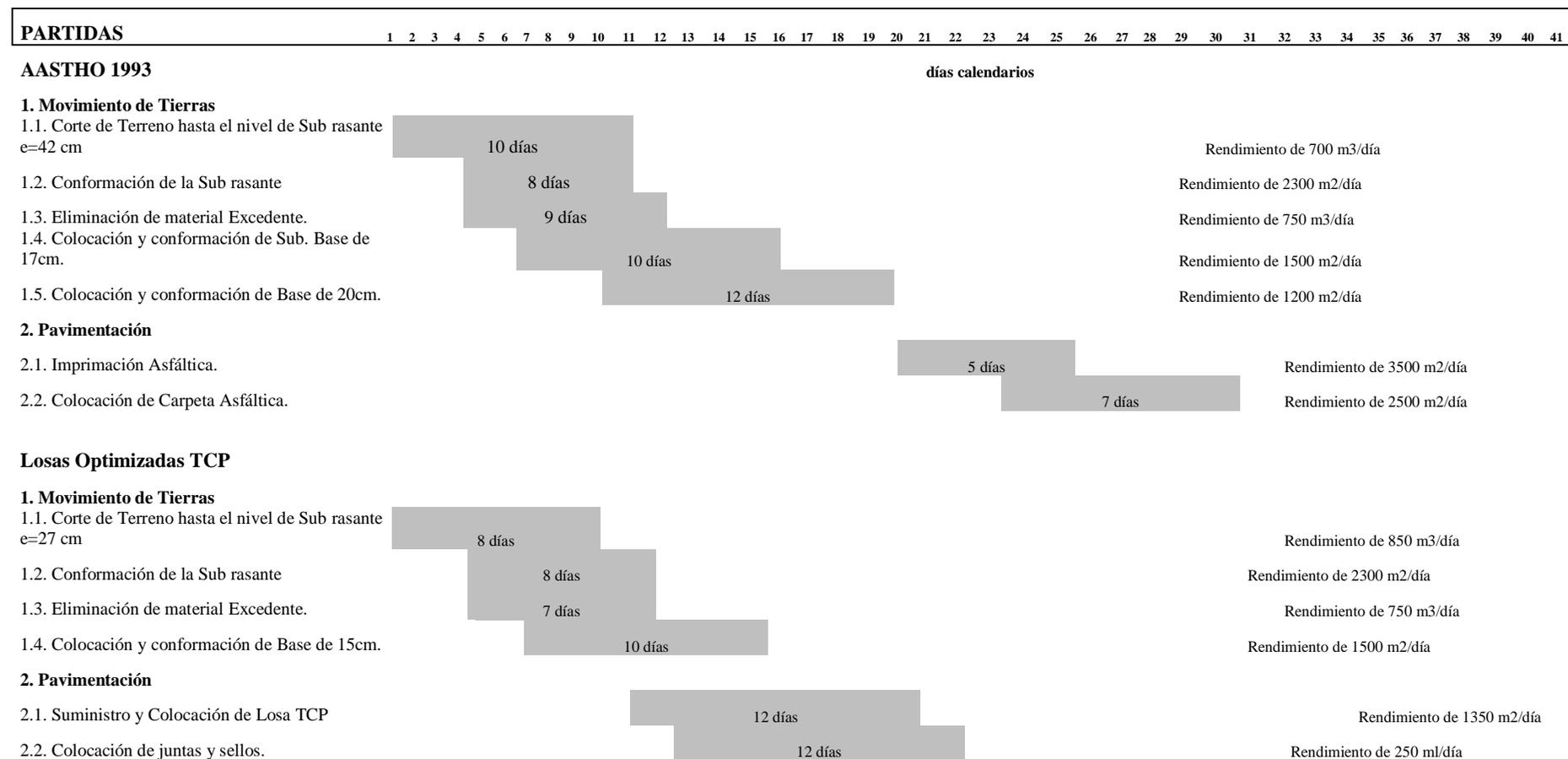
<b>PARTIDAS</b>	<b>Unidades</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio Unitario</b>		<b>M. Parcial</b>
<b>LOSAS OPTIMIZADAS TCP</b>					
<b>1. Movimiento de Tierras</b>					
1.1. Corte de Terreno hasta el nivel de Subrasante e=27 cm	m3	4388.283	3.67	S/	16,105.00
1.2. Conformación de la Subrasante	m2	16,252.90	4.62	S/	75,088.40
1.3. Eliminación de material Excedente.	m3	4388.283	12.71	S/	55,775.08
1.4. Colocación y conformación de Base de 15cm.	m2	16,252.90	11.43	S/	185,770.65
<b>2. Pavimentación</b>					
2.1. Suministro y Colocación de Losa TCP e=12cm.	m2	16,252.90	64.74	S/	1,052,212.75
2.2. Colocación de juntas y sellos.	m2	16,252.90	5.42	S/	88,090.72
<b>TOTAL DE COSTO DIRECTO</b>					<b>S/ 1,473,042.58</b>
					<b>S/. 90.63 S./m2</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

#### 4.6. EVALUACIÓN DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN, RENDIMIENTOS Y CONSIDERACIONES DEL PROCESO CONSTRUCTIVO:

Tabla 22 Cronograma de ejecución

Área= 16,252.90 m<sup>2</sup>



Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.7. EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL.

En el estudio desarrollado por Londono N C (1995) para el Simposio Colombiano sobre Ingeniería de Pavimentos, llego a la conclusión de que la vida útil de los pavimentos de concreto podría llegar hasta el doble del tiempo que de los pavimentos de asfaltos. También en dicho estudio señala que la capacidad de soporte al daño por parte de los vehículos pesados en las losas de concreto, pueden llegar a cuatro veces más que los ejecutados en Asfalto. Revisaremos a continuación algunas experiencias y estudios que se han realizados al estado en que se encuentran en la actualidad algunas vías:

Tabla 23

*Comparación entre las vías de asfalto y las losas optimizadas TCP.*

<i>VIAS DE ASFALTO</i>			
<b>Parámetros</b>	Av. Fitzcarrald Chiclayo	Vías locales de la Urb. Primavera- Chiclayo	Vías locales de la Urb. Casablanca- Chiclayo
Periodo de Diseño (años)	20	20	20
Tiempo de vida (años)	13	21	4
PCI	38.1	30.36	55
Área comprometida	40%	75%	10%
Tipo de Daños	Desprendimiento de agregados, ahuellamientos, grietas de reflexión	Baches, disgregación de agregados, grietas long. Y transversales, ahuellamientos	Baches, grietas long. Y transversales, ahuellamientos

*Fuente: Elaboración Propia.*

<i>VIAS DE LOSAS OPTIMIZADAS TCP</i>				
<b>Parámetros</b>	Av. Sánchez Cerro, Piura	Vías locales de la Urb. Santa María, Carabayllo	Vías locales de la Urb. Eucaliptos , Huancayo	Vías locales de la Urb. Sauces, Chiclayo
Periodo de Diseño (años)	20	20	20	20
Tiempo de vida (años)	4	8	7	12
PCI	<b>90</b>	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>89</b>
Área comprometida	<b>0.3%</b>	<b>0.8%</b>	<b>0.1%</b>	<b>0.5%</b>
Tipo de Daños	Despostillamiento lateral.	Despostillamiento lateral.	Despostillamiento lateral.	Despostillamiento lateral.

*Fuente: Elaboración Propia.*

#### 4.8. RESUMEN DE RESULTADOS.

A continuación, se incorpora los resultados obtenidos para metodología AASTHO 1993 para pavimentos de Asfaltos y la metodología de Losas optimizadas TCP, la información se basa en los parámetros que resultaron de las condiciones actuales de la vía Tamarindo de la urbanización Casablanca.

Tabla 24

*Resumen de resultados*

**Área a Pavimentar: 16,252.90 m<sup>2</sup>**

<b>Tipo de Pavimento</b>	<b>Estructura</b>	<b>Costo Directo</b>	<b>Plazo de ejecución</b>	<b>Vida Útil</b>	
Pav. Asfalto	5 cm Asfalto				
	20cm Base	S/	1,483,070.62	29 días	(-)
	17cm Sub Base				
Losa Optimizada TCP	12 cm Concreto	S/	1,473,042.58	21 días	(+)
	15cm Base				

*Fuente:* Elaboración Propia.

## V. DISCUSIÓN:

De la información recolectada, se puede señalar que la presente tesis, es uno de los pocos estudios comparativos entre los pavimentos Asfálticos AASTHO 93 y las Losas Optimizadas TCP, para vías locales de bajo tránsito. La mayoría de los estudios se enfocan en comparar técnica y económicamente las losas de pavimentos rígido según la metodología AASTHO 93 y las Losas Optimizadas TCP. En dichos, análisis, se verifica que la tecnología que aporta la metodología TCP, en la que consiste en optimizar las dimensiones de las losas concreto, reduce de forma significativa sus dimensiones, de manera que solo admita un solo set de ruedas de camión a la vez, es mucho más eficiente económica y técnicamente que las losas de pavimentos rígido según el diseño con metodología AASTHO 93. Tal como lo señala de la Cruz (2020), los ahorros por costos de construcción en esos casos, puede llegar al 31.66% frente a los pavimentos rígido según la AASTHO 93.

Para el cumplimiento del objetivo general del estudio y comparar los resultados técnicos y económicas que se obtuvieron en la proyección del diseño y estimación del proceso constructivos entre el pavimento asfáltico y el pavimento de geometría optimizada TCP ® para la urbanización Casablanca, Chiclayo; en dicho proceso se evaluó las dimensiones de costo, plazo de ejecución y durabilidad de ambos métodos. Se debe tener en cuenta que ambos métodos son ampliamente utilizados en el mercado internacional y local, por lo que se presenta suficiente información y experiencias con respecto a su construcción, sus ventajas, rendimientos y costos. Para el caso de los pavimentos de asfalto, en el Perú es el principal material que se emplea para la construcción de vías, pues se tiene la percepción que son mucho más económicas y rápidas de construir, tal como lo señala Yepes, T (2011) en su trabajo de investigación; pero la realidad es que existen otros tipos de pavimentos que han demostrado en la práctica, mayores o similares ventajas a los pavimentos de asfalto, adaptables al entorno local y de menor huella ambiental. Estos aspectos son importantes destacar, pues en la ciudad de Chiclayo, tal como lo señala Sialer (2021) en su trabajo de tesis, se tiene un inventario de 883 Km de vías locales pavimentadas y en su mayoría de los casos, se encuentran en pésimo estado de conservación,

por lo que es necesario determinar un producto alternativo que compita con los pavimentos de asfalto y con ello realizar la reposición de las vías deterioradas.

Algunos indicadores que sirvieron de insumo para el cumplimiento del objetivo general, fue el estudio del tráfico, el levantamiento topográfico y las condiciones hidrológicas y drenaje, la determinación de las características del suelo de fundación del pavimento, el diseño con el método AASHTO 1993 para la estructura de pavimentación en asfalto en caliente; y con los mismos parámetros obtenidos, se diseñó con el software OptiPave 2 el pavimento de geometría optimizada. Dichos indicadores son parte de los objetivos específicos del estudio y permitieron correlacionar ambas metodologías. Con respecto a la metodología AASHTO 1993, es un método de diseño mecanicista basado en el conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales y en el estado tensional el cual son sometidos las capas de la estructura de pavimento, pero los métodos que emplean modelos de fatiga se deben analizar y verificar a escala real. Ante diferentes solicitudes de carga o de algunos de los parámetros de diseño, el modelo resulta más complejo y en particular más difícil de adaptar (Saldaña, 2013).

Para el caso del diseño de pavimentos de Losas optimizadas TCP, se desarrollan con el software OptiPave 2, el procedimiento es un método mecanicista empírico, la misma que ha sido calibrado con tramos de prueba instrumentados para determinar las constantes de calibración. El concepto principal del diseño es dimensionar el tamaño de la losa de tal forma que sólo un set de ruedas se apoye en la losa, así mismo tiempo, calcula el daño por fatiga que se produce en los puntos críticos de la losa. Con ésta información se determina el espesor de la losa, teniendo en cuenta las condiciones del suelo, alabeo, tránsito, etc. También se considera dentro del software OptiPave 2, las tensiones críticas que se producen en el concreto por efectos de las combinaciones de carga de borde, efectos de temperatura y distintas condiciones de análisis. Finalmente, es posible determinar las condiciones de escalonamiento de las juntas transversales sin barras de traspaso de carga y del agrietamiento de

esquina. (Covarrubias, 2012) Podemos señalar entonces, que el método TCP, frente al AASTHO 1993, ofrece mejores modelos calibrados y precisos, pues recoge las condiciones que impactan en la vida útil del pavimento del concreto (clima, tensiones críticas, etc.), además permite proyectar escenarios con respecto a las condiciones de escalonamiento de las juntas transversales y del agrietamiento de esquina.

La muestra seleccionada para nuestro estudio fue de 16,072 m<sup>2</sup> de vía, la que nos brinda un grado superior al 95% de confiabilidad de la población en estudio, teniendo presente que la urbanización cuenta con un área total de 91,712.20 m<sup>2</sup> de vías. Así mismo, la vía que se escogió es la más transitada y utilizada en la urbanización, la misma que interconecta a todas las calles de la urbanización Casablanca, tal como se muestra en la Figura 9. Teniendo ello presente, se podrá extrapolar los resultados del presente estudio a otras zonas de la urbanización que presenten características semejantes. Éste método de selección de la muestra es el más apropiado, pues va dirigida o intencionada bajo los criterios de prioridad, tamaño y condiciones de uso que han sido predeterminados por el investigador, tal como lo señala en su trabajo de investigación Velasco y Martínez, M. 2017.

Para la realización del conteo vehicular se realizó de acuerdo con lo establecido en el Manual de Carreteras (2013), la misma que establece el proceso de conteo del tráfico por 7 días consecutivos en los carriles de estudio. Se realizó el conteo vehicular desde el 21 de octubre del 2022 hasta el 27 de octubre del 2022 y se hizo uso del formato de conteo vehicular publicado por el MTC. Para nuestro caso se seleccionó los carriles de ingreso de la urbanización, la misma que presenta la mayor cantidad de tráfico registrado. En la tabla 6, se detallan las características de los vehículos, los días de registro, resultando un total de 1,544 que utilizaron vía de acceso a la urbanización. Los vehículos pesados que se registraron fueron del tipo C2 y C3, pues en la urbanización se restringe el ingreso a otros vehículos pesados. Éste aspecto es importante considerarlo dentro del diseño y la selección del mejor tipo de pavimento. En los máximos

horarios, observamos que existen picos de tráfico a las 9:30 y a las 18:00, tal como lo muestra en la Figura 7. El IMD es de 236 vehículos por día; y 85,999 vehículos por todo el año. Teniendo en cuenta la cantidad de carriles, los sentidos y el factor de crecimiento, se determinó el número de repeticiones de ejes equivalentes, resultando en 193,589.10 EE. Dicho valor es relevante, pues incidirá de forma directa en los espesores que se requieren para los pavimentos.

En los estudios de topografía se determinó la pendiente longitudinal de la vía, la misma que desde la progresiva 0+000 hasta 0+777.12 una pendiente de -0.10% y desde la progresiva 0+777.12 hasta 0+844 una pendiente de +0.50%, en el centro de la avenida, presenta un canal de drenaje pluvial (ver figura 10) y junto con la pendiente transversal del 2%, evita la acumulación del agua de lluvias en la superficie de rodadura; por tanto, se puede indicar que la vía tiene un buen sistema de drenaje pluvial.

Los resultados del estudio del suelo de fundación, permitieron caracterizar las propiedades físicas de la Sub rasante, para lo cual se realizaron 11 calicatas con una profundidad de 1.50 m, siguiendo lo indicado en la norma CE.0.10. Los resultados mostraron una la presencia de un tipo de suelo común, esto debido a que anteriormente este ha sido de uso agrícola, el tipo general de suelo es arcilloso en la superficie y arenoso arcilloso por debajo de los 0.20 m, la parte superior es una arcilla expansiva, claramente visible por las rajaduras en el suelo, no se encontró nivel freático en la profundidad de la excavación (ver tabla 15), el drenaje del suelo es bueno. Otro aspecto que incide en el diseño del pavimento, tiene que ver con la calidad del tipo de suelo de la Sub rasante, pues utilizar pavimentos asfálticos en suelos de bajo CBR (pobres, ver tabla 1) puede ser contraproducente, pues son susceptibles a mayores deformaciones diferenciales que no pueden ser asumidos por las vías asfálticas, dichos efectos pueden trasladarse a la carpeta de rodadura y así disminuir la vida útil de la vía. Para nuestra muestra el CBR de diseño es de 3.44%, la misma que es una sub rasante pobre. (según Manual de Carreteras 2013).

Con la información de los principales indicadores, se procesó con el método AASTHO 93, el diseño del pavimento de Asfalto, la misma que resultó en una estructura de pavimentos con una capa asfáltica de 5 cm, base de 20 cm y sub-base de 17 cm (ver Tabla 16). Siguiendo los mismos indicadores, se procedió a calcular el pavimento con el método TCP, para ello se utilizó el software Optipave 2, la misma que resultaron en una losa de concreto de 4.0 Mpa de resistencia a la flexión y con espesor de 12 cm; y una base afirmada de 15 cm de altura. Las losas tendrán una dimensión de 1.50m x 1.50m y, no requerirá la incorporación de fibra a la mezcla de concreto (ver Tabla 17). Es importante indicar que el programa Optipave 2 de la metodología TCP, funciona en base cálculos de elementos finitos y que han sido calibrados con modelos experimentales reales como las que corresponden a nuestro modelo de estudio, de manera que pueden adaptarse a las condiciones reales. (Covarrubias, 2022)

En la sub variable de costos, que la ejecución de Losas Optimizadas TCP, para los 16,252.90 m<sup>2</sup> de la avenida Tamarindo, son S/. 10,028.04 más económicos que la ejecución del pavimento en Asfalto (ver Tablas 20 y 21). Si bien es cierto que la diferencia no es muy grande, si resulta importante tener una solución alternativa que no sea más costosa que el uso de los Asfaltos, teniendo en cuenta las dificultades que se pueden originar por su empleo, tales como escasas de derivados de petróleo, pocas empresas especializadas en el mercado local, informalidad de las empresas, un producto contaminante, etc. Los precios unitarios que conforman los presupuestos de la tabla 20 y 21, se basa en la lista de costos de obras de la Inmobiliaria Centenario, vigente al 30 de abril del 2023. La mayoría de la bibliografía encontrada comparan los ahorros entre el pavimento rígido con el método AASTHO 93 y las losas optimizadas TCP, obteniendo ahorros del 20% para el caso de estudio de Cogollo y Silva (2018) y en el caso de la Cruz (2020) el ahorro fue del 31.66%. En el estudio Gonzales (2017), en donde realiza el comparativo entre la metodología AASTHO 93 para pavimentos de asfaltos y las losas optimizadas TCP, se seleccionó una vía con 11'389,068 ejes equivalentes, con un periodo de diseño de 20 años, siendo el CBR de la subrasante de 20% y con coeficiente de drenaje de 1.4. En el caso de la metodología AASTHO 1993, la estructura del pavimento de asfalto resulto en

6 cm de capa de asfáltica, 13 cm de capa base y 16 cm de capa subbase. Con respecto a la metodología TCP, la losa optimizada resulto en una losa de concreto de 10 cm y una capa base de 15 cm de espesor. De los resultados se concluye, que el pavimento diseñado con la metodología TCP, es 2.73% más barato que el Asfalto. En nuestro caso de estudio, el ahorro es de 0.6%, teniendo en cuenta que el costo por metro cuadrado del asfalto es mucho menor que el costo por metro cuadrado del concreto. El aspecto que lo hace competitivo en el tema de costo, es la reducción sustancial de los trabajos de movimiento de tierras, pues al tener un menor espesor la estructura del pavimento, permitirá reducir los costos y tiempos de corte de terreno y colocación de sub base afirmada.

Con respecto a la sub variable de tiempos de ejecución, existe una clara diferencia acumulado de 8 días calendarios entre ambas alternativas (ver Tabla 21). Con respecto a la partida principal de movimiento de tierras, existe una diferencia notoria a favor de las losas optimizadas TCP, principalmente en la reducción del volumen de corte de terreno y la colocación de una sola estructura base del pavimento; ésta importante reducción, impacta en los costos de suministro de materiales, horas máquinas y plazo de ejecución. Otro aspecto a considerar se encuentra en la partida principal de pavimentación, pues para el inicio de los trabajos imprimación asfáltica, es un requisito necesario tener como mínimo el 90% de la conformación a nivel de base ejecutada apropiadamente de todo el alcance del proyecto, pues el proceso constructivo para la colocación de Asfalto, requiere de la movilización del tren de asfalto en un solo momento del proceso constructivo del pavimento, de manera que se evite sobre costos de movilización y desmovilización, y así resulte competitivo y dentro de los parámetros de costos esperados del proceso constructivo. En cambio, la ejecución de las losas optimizadas no requiere de la movilización de mayores equipos, por lo que puede ser ejecutado inmediatamente después que se tenga frente para la ejecución de la pavimentación, para nuestro caso un mínimo de 1,350 m<sup>2</sup> por día; dicha condición es sumamente favorable para los proyectos que presenten interferencias o dificultades de accesibilidad o que se ejecuten por tramos diferenciados.

Si bien es cierto que los rendimientos en la ejecución de las Losas optimizadas son menores que la colocación de carpeta asfáltica, la intervención temprana de las zonas que sean liberadas a nivel de base, permitirá un ritmo de trabajo constante que, en conjunto, llega a ser óptimo para la ejecución de la pavimentación con Asfalto. En el estudio Céspedes (2019), se detalla el proceso constructivo para la colocación del asfalto en vías locales, para lo cual enumera el personal, equipos y actividades especializadas necesarias para el inicio del proceso. Señala que es necesario para el inicio de los trabajos de Asfaltado, la culminación de una gran parte de la superficie de la base afirmada o que se disponga del frente continuo de trabajo, de manera que las actividades de imprimación y asfalto lleguen a ser continuas, pues los sobre costos de paralización de los equipos y personal especializado, afectarían el presupuesto final del proyecto. Éste aspecto es un importante diferenciador con respecto a la pavimentación con losas optimizadas, pues no requiere de equipos especializados para su ejecución, por lo que podrían ejecutarse por tramos diferenciados, de manera que no se requeriría esperar hasta el final de la colocación de la capa base, para el inicio de las actividades de pavimentación. También en el estudio Gonzales (2017), en donde se contrasta la metodología AASTHO 93 para pavimentos de asfaltos y las losas optimizadas TCP, reafirma que el plazo de ejecución con la metodología TCP es óptima, pues se reduce en 7 días calendarios con respecto a la de asfalto.

Con respecto a la subvariable de la vida útil de cada tipo de pavimento, se ha presentado la tabla 23 y 24 que sirven de referencia, a fin de tener una visión actual del estado en que se encuentran algunas vías que se encuentran en servicio, para lo cual, se ha cuantificado su estado de conservación mediante la metodología PCI. Para el caso de los pavimentos de asfalto, los casos mostrados presentan entre 4 a 21 años de servicio y se han observado de forma temprana defectos en la carpeta, tales como fisuras, grietas, hundimientos, fatiga del material y desgaste del pavimento; dichos defectos reducen considerablemente el nivel de servicialidad de la vía y por tanto su vida útil, el rango PCI obtenido

es de malo en muchos casos. Es importante señalar la necesidad de investigar las causas que originan los defectos de los pavimentos, las mismas que pueden ser ajenas a los parámetros de diseño. Con respecto a los pavimentos de losas optimizadas TCP, los casos encontrados fueron de 4 a 12 años de servicio, presentan un menor proceso de desgaste en la superficie de rodadura, no se observan la fisuración del concreto por acción de la tensión de las cargas vehiculares, tampoco se registran mayores asentamientos de las losas, el rango de PCI para éstos casos es de bueno. Éstos resultados se alinean a lo desarrollado por Londono N C (1995) para el Simposio Colombiano sobre Ingeniería de Pavimentos, la misma que llego a la conclusión de que la vida útil de los pavimentos de concreto podría llegar hasta el doble del tiempo que de los pavimentos de asfaltos. También en dicho estudio señala que la capacidad de soporte al daño por parte de los vehículos pesados en las losas de concreto, pueden llegar a cuatro veces más que los ejecutados en Asfalto.

Un factor que se debe tener en consideración para próximos estudios, es la evaluación ambiental de ambos pavimentos, considerando el consumo de energía en la producción, las emisiones de carbono y otros factores que contribuyen al medio ambiente. Otro aspecto que debe analizarse corresponde a los costos de rehabilitación y conservación de ambos métodos, si bien es cierto que al tener un rápido deterioro los pavimentos asfálticos, es lógico concluir que tendrán un mayor costo de rehabilitación y conservación, pero se requiere el análisis económico para dar fundamento a esa idea. Con estos aspectos desarrollados, nos brindaran mayores aportes al estudio y complementaran el análisis para la selección del mejor tipo de pavimento.

## **VI. CONCLUSIONES:**

Para el diseño de la Avenida Tamarindo de la Urbanización Casablanca, se obtuvo 193,589.10 Ejes Equivalentes, siendo el CBR de diseño de 3.44%, para un terreno del tipo CL-A-6, es decir suelo arcilloso; no se encontró nivel freático en los 1.50 m de profundidad de excavación de las calicatas. Para el caso de la pavimentación en Asfalto con el método de AASTHO 1993, resultó una estructura conformada por una carpeta de asfalto de 5 cm, 20 cm de base y 17 cm de subbase. Para el caso de la losa Optimizada TCP, resultaron en una estructura conformada por una losa de concreto de 4.0 Mpa de resistencia a la flexión y con espesor de 12 cm; y una base afirmada de 15 cm de altura. Las losas tendrán una dimensión máxima de 1.50m x 1.50m y, no requerirá la incorporación de fibra a la mezcla de concreto.

En la evaluación de los costos de ambos métodos, se obtuvo un ahorro del 0.6% para el caso de las losas optimizadas frente al asfalto, principalmente en los costos de movimiento de tierras.

En la evaluación de los tiempos de ejecución, se obtuvo una reducción de 8 días calendarios para el caso de las losas optimizadas frente al asfalto, teniendo presente la reducción de los trabajos de movimiento de tierras y el inicio temprano de la pavimentación con concreto.

En la evaluación de la vida útil, se mostró con experiencias en otros proyectos que se encuentran en servicio, que los efectos de las cargas, desgaste y otros agentes ambientales, son menores para el caso de las losas optimizadas frente al asfalto, por lo que su vida útil es mayor, de manera que los costos por rehabilitación y conservación disminuirían y lo harían mucho más rentable a lo largo de los años de servicio.

En resumen, tanto el análisis técnica y económica, el empleo de las Losas Optimizadas TCP resulta la óptima para vías locales de la urbanización Casablanca.

## **VII. RECOMENDACIONES:**

En el Perú no se encuentra normado el uso de la metodología de Losas optimizadas TCP y otras soluciones que se vienen implementando en otras partes del mundo, es por ello por lo que algunos municipios e instituciones del estado no las emplean ni las autorizan en sus proyectos. Algunas instituciones y empresas privadas vienen promoviendo la aplicación de esta tecnología en la ejecución de sus proyectos particulares, pero la brecha más importante se encuentra en las vías públicas, por lo que es importante que se impulse la incorporación en la norma peruana, los lineamientos para nuevas técnicas o innovaciones que pueden acelerar, de forma eficiente, el cierre de brechas en el Perú.

Según el Manual de Carreteras 2013- MTC, en los casos en que el CBR del suelo de la subrasante sea menor o igual al 6%, se recomienda la estabilización de los suelos, ya sea mediante el reemplazo del suelo, la estabilización química, mediante medios mecánicos, etc. Por lo que, se recomienda incluir una capa separadora de 10 cm de espesor, a fin de aislar las capas granulares de la estructura del pavimento, a las partículas de arcilla. En nuestro caso, el tipo de material encontrado se clasifica con CL o arcilla de mediana plasticidad, con un CBR de 3.44%, de manera que se recomienda incorporar una capa separadora de 10 cm de un material que presente un CBR superior al 10%. Dicha incorporación se aplicaría para ambas metodologías.

Se debe tener especial consideración en el tipo de tráfico que utilizará la vía, para nuestro caso se evidenció que los vehículos pesados lo conformaban el tipo C2 y C3, además el ingreso de la urbanización cuenta con control y vigilancia, por lo que se asegura las condiciones de diseño (restricciones para el ingreso de vehículos pesados). En algunos proyectos, no se cuenta con el control ni la supervisión de los accesos, de manera que pueden acceder vehículos de mayor tonelaje, muy superior a lo diseñado, lo que pudiera ocasionar el deterioro prematuro de las losas.

Un aspecto adicional por considerarse para futuros estudios en la determinación del tipo de pavimento a utilizar es la frecuencia del mantenimiento y conservación de las vías. Pues se conoce que las vías locales o urbanas no reciben mantenimientos por parte de las municipalidades ni por las juntas vecinales, de manera que el tipo de pavimento recomendado debe ser uno que requiera poco mantenimiento y pueda ser reparado o conservado por el propio vecino.

Otro aspecto que considerarse para futuros estudios en la determinación del tipo de pavimento a utilizar, son los beneficios e impactos medio ambientales que resulta en cada tipo de solución. Teniendo en cuenta que la producción de asfalto es mucho más contaminante que la producción de concreto, que la reflectancia del pavimento de concreto puede reducir la cantidad de energía que se gastaría en iluminar las calles vecinales, etc. Estos y otros factores pueden ayudar a determinar la selección del pavimento para nuestras vías.

## VIII. REFERENCIAS BIBLOGÁFICAS

Yepes, T. (2011). Infraestructura para la mayor integración de las Américas.

MTC (2020). Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructuras o de acceso a servicios.

Sialer Valdivieso, R. W. (2021). Estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera-Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.

Roberts, P., & Vidal, J. (2004). El fin del petróleo (p. 498). Barcelona: Ediciones B.

Thives, L. P., & Ghisi, E. (2017). Asphalt mixtures emission and energy consumption: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 473–484.

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 DTCH con base en los diseños empleados en los países de Chile, Colombia y Perú entre los años 2015-2020.

Cogollo, M. & Silva, A. (2018). “Modelación Numérica de Pavimentos Rígidos Mediante Modulación Convencional y de Losas Cortas.” Colombia.

Cortez Alvarado, M. J., & Rojas Castillo, A. A. (2022). Diseño de pavimento rígido aplicando el método de losas con geometría optimizada en la avenida Pumacahua en el Porvenir-Trujillo.

González Alarcón, D. A. (2017). Estudio técnico-económico entre pavimentos de losas de hormigón optimizadas y pavimentos de asfalto tradicional (Doctoral dissertation, Universidad Andrés Bello).

Quispe Rodríguez, A. (2021). Propuesta de diseño de pavimento con geometría Optimizada para evitar agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca.

PMBOK® Guide, 2021

MANUAL DE CARRETERAS; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, (2013)-  
Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.

Maceiras, R., Cancela, Á., & Goyanes, V. (2010). Aplicación de nuevas tecnologías en la docencia universitaria. *Formación universitaria*, 3(1), 21-26.

Londono, N. (1995, June). Que hay detrás de los Pavimentos. In Decimo Simposio Colombiano Sobre Ingeniería de Pavimentos.

Supo Gutiérrez, W. A. (2021). Aplicación de la tecnología de pavimentos de losas cortas TCP en la vía de acceso de la Universidad Peruana Unión, distrito de Juliaca–Puno.

- Damián Acuña, K. G. (2017). Evaluación del estado del pavimento y su mejoramiento de la Av. Venus–tramo Jr. Los Chasquis-Jr. Júpiter en la Urb. El Trébol II Etapa-Los Olivos 2017.
- Timias Lozano, J., & Zeña Flores, E. J. (2021). Evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida Fitzcarrald aplicando el método PCI, Chiclayo 2021.
- Diaz Sanchez, Y. M. (2021). Evaluación funcional del estado actual de calles y avenidas por método de inspección visual en el casco central del distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.
- José Ever, M. R. (2019). Evaluación del pavimento flexible mediante método del PCI para mejorar la transitabilidad en principales calles de Urbanización la Primavera-Chiclayo.
- Saldaña Marulanda, David (2013). Estudio comparativo de la sensibilidad de la metodología de diseño estructural de pavimentos flexibles: método AASHTO 93 y ME-PDG V 1.1
- Velasco, M. L. Y. P., & Martínez, M. (2017). Muestreo probabilístico y no probabilístico. *Licenciatura en Ciencias Empresariales*, 1-14.
- Céspedes Ojeda, A. I. (2019). Proceso de producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente empleando una planta de asfalto móvil.

## IX. ANEXOS.

### Anexo 1. Tabla resumen de conteo vehicular y el factor vehicular.

$\text{LOG}\left(\frac{W}{W_{18}}\right) = 4.79 \text{ LOG}(18+1) - 4.79 \text{ LOG}(Lx+L2) + 4.33 \text{ LOG}(L2) + \frac{G_i}{B_x} - \frac{G_i}{B_{18}}$													
$B_x = 0.4 + \frac{0.08(Lx+L2)^{3.23}}{(SN+1)^{3.19} L2^{3.33}}$													
$B_{18} = 0.4 + \frac{0.08(18+1)^{3.23}}{(SN+1)^{3.19} L2^{3.33}}$													
$G_i = \text{LOG}\left(\frac{4.2 - P_i}{4.2 - 1.5}\right)$													
$B_{18} = 0.655$ Para $Lx=18$ y $L2=1$ $G_i = -0.201$													
MEDIO DE TRANSPORTE	IMDA	PESO TOTAL (Tn)	PESO POR EJES (Tn)			PESO TOTAL (Kips)	Lx POR EJES (Kips)	L2	B <sub>x</sub>	EALF <sub>i</sub> (POREJE)	FACTOR CAMIÓN FC=ΣEALF <sub>i</sub>	FC*IMDA	
			EJE	%	L <sub>x</sub>								
<b>VEHICULOS MENORES</b>													
<b>CATEGORIA "L"</b>													
MOTOKAR / MOTO LINEAL	0	0.30	Del.	30.0%				1					
			Post. 01	70.0%				1					
<b>VEHIC. MAYOR</b>													
<b>CATEGORIA "M"</b>													
AUTOMOVILES 	117	3.00	Del.	50.0%	1.50	6.608	3.304	1	0.402	0.0012698	0.000900	0.1053000	
			Post. 01	50.0%	1.50		3.304	1	0.402	0.0012698			
STATION WAGON 	0	3.50	Del.	50.0%				1					
			Post. 01	50.0%				1					
CAMIONETA PICK UP 	71	5.00	Del.	50.0%	2.50	11.013	5.507	1	0.408	0.0090417	0.015000	1.0650000	
			Post. 01	50.0%	2.50		5.507	1	0.408	0.0090417			
PANEL 	0	5.00	Del.	50.0%				1					
			Post. 01	50.0%				1					
COMBI 	6	7.00	Del.	50.0%	3.50	15.419	7.709	1	0.420	0.0353303	0.015900	0.0954000	
			Post. 01	50.0%	3.50		7.709	1	0.420	0.0353303			
<b>VEHICULOS PESADOS</b>													
<b>CATEGORIA "C"</b>													
<b>TS=TRACTO CAMIÓN + SEMIREMOLQUE</b>													
C2 	23	17.00	Del.	41.2%	7.00	37.445	15.419	1	0.559	1.2730000	3.529000	81.1670000	
			Post. 01	58.8%	10.00		22.026	1	0.874	2.2560000			
C3 	3	23.00	Del.	30.4%	7.00	50.661	15.419	1	0.559	1.2730000	3.407000	10.2210000	
			Post. 01	69.6%	16.00		35.242	1	2.450	2.1340000			
INDICE MEDIO DIARIO ANUAL											220	Σ =	92.6537000

Anexo 2. Plano de Levantamiento Topográfico de la Urbanización Casablanca- Chiclayo.

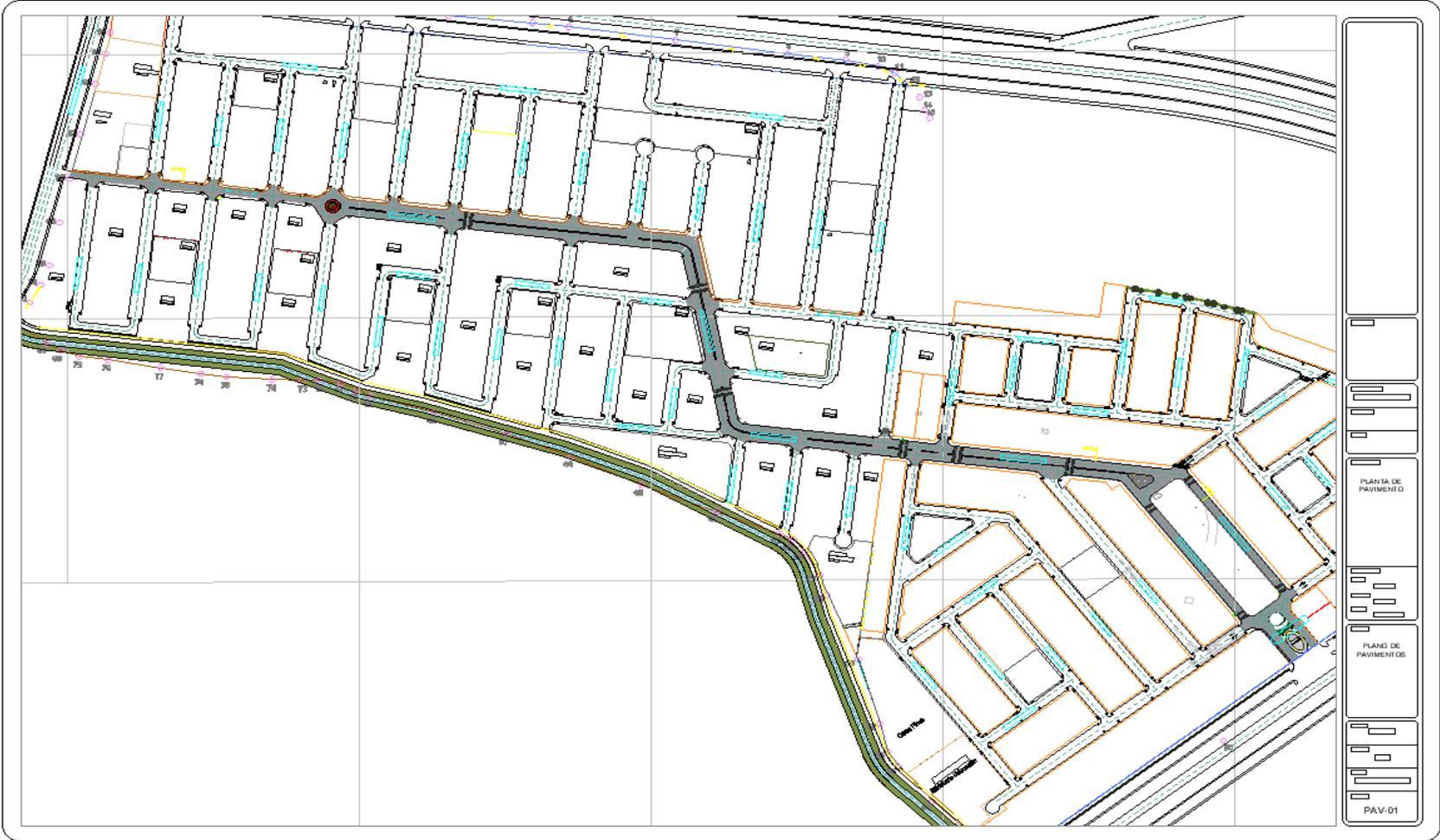




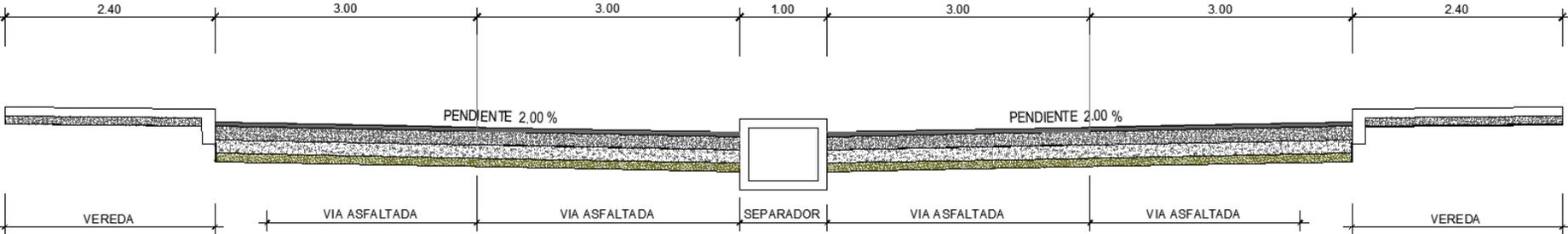
Anexo 4. Plano de Progresivas, desde la progresiva 0+000 hasta 0+844.



**Anexo 5. Plano de Pavimentación de la Av. Tamarindo desde la progresiva 0+000 hasta 0+844.**



**Anexo 6. Sección Transversal Típico de la Avenida Tamarindo.**





**WK TOPOGRAF**

CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

**SERVICIO TOPOGRAFICO**

**INFORME TOPOGRAFICO**

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO  
PARA LA HABILITACION URBANA  
DE LA URBANIZACION CENTENARIO  
CHICLAYO  
NOVIEMBRE 2022



## **LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA HABILITACION URBANA DE LA URBANIZACION CENTENARIO**

### **INTRODUCCION:**

Para la realización del presente Levantamiento Topográfico, las coordinaciones se realizaron con el ingeniero proyectista (Omar Chung Chao)

### **UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:**

El área en mención se encuentra ubicado en la carretera Chiclayo Ferreñafe

Para esto se utilizó una estación Total Marca Leica modelo TS06 de 1" de precisión.

### **RECOPIACION DE LA INFORMACION:**

Para la realización del presente trabajo se coordinó y se recopiló toda la información requerida a través del Ingeniero Responsable del Proyecto, como planos de referencia datos de Hitos de control, e historia del terreno a Levantar

### **METODOLOGIA DEL TRABAJO:**

Una vez hechas las coordinaciones para la realización del trabajo de campo, estos se iniciaron el día Jueves 01 de Noviembre de 2022 al 01 de Diciembre del 2022 con el personal de WK TOPOGRAF y estos consistían inicialmente en colocar el BM Base, el cual se colocó en el techo de una oficina (coordenadas: E: 632107.11, N: 9254008.31, Z: 40.85msnm y uno auxiliar (Coordenadas: E: 632132.986, N: 9253985.67, Z: 36.62msnm); ubicado en el borde de la pista

Una vez, colocado y referenciado la Estación Base y Estación secundaria, se procedió al Levantamiento del terreno tipo radicación por todo el terreno indicado.

Este terreno es relativamente plano, su relieve no es accidentado es un terreno de cultivo anterior bien tratado.

Este terreno lo bordea una pista de asfalto y un canal, este canal fue trabajado topográficamente demostrado a través del plano de planta y perfil PL-01 ST-01

### **EQUIPO UTILIZADO**



**Geotop**  
Geodesia y topografía

ARQ: 2017  
SP Cert - 844234

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

OTORGADO A: CONSULTORA WK TOPOGRAF Y PROYECTOS S.R.L.  
EQUIPO: Estación Total Marca LEICA Modelo TS02 POWER-07 Redd  
SERIE: 1343662

R.U.C: 20526004648  
FECHA DE EMISION: 2017-06-21

GEOTOP S.A.C. CERTIFICA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DIN 18721, SEGUN LOS ESTANDARES INTERNACIONALES ESTABLECIDOS

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL INSTRUMENTO SEGUN EL FABRICANTE**

Medición del Desplazamiento: ± 0.04 mm (para 0.1 m)  
Medición Horizontal: 0.05"  
Medición Vertical: 0.05"  
Medición de Ángulo: 0.1"

**VERIFICACION DEL EQUIPO**

<b>PAÑEL DE CONTROL</b> INDICACION REDONDA PROYECTOR DEL TELERADIO PROYECTOR DEL TELERADIO	<b>BASE</b> CONDICION FABRICA NIVEL TOTALIZACION	<b>REVISOR</b> BRUNO VERTICAL OK BRUNO HORIZONTAL OK PERPENDICULARIDAD OK DORSAL CENTRO OK PLUMBACION OK PLUMBACION OK
<b>MECANICA</b> AJUSTE BRUNO HORIZONTAL OK CONDICION HORIZONTAL OK	<b>PRECISION</b> ANGULO HORIZONTAL OK ANGULO VERTICAL OK	<b>APARIENCIA VISIBLE</b> COLOR OK LIMPieza OK

**PATRON DE MEDICIONES DEL INSTRUMENTO EN 00°W/00°**

ANGULO HZ	00°00'00"	04"	140°00'00"
ANGULO V	00°00'00"	04"	00°00'00"
ANGULO	00°00'00"	04"	00°00'00"
ANGULO	132°00'00"	04"	300°00'00"

**MEDICIONES DE PATRON**

PROYECTOR	00°00'00"	00°00'00"
ANGULO V	00°00'00"	00°00'00"

RESULTADO V=OK H2=OK

**VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO**

DIRCCION	MINUTOS	SEGUNDOS
VERTICAL	00	00
HORIZONTAL	00	00

**VALOR A CORREGIR**

DIRCCION	MINUTOS	SEGUNDOS
VERTICAL	00	00
HORIZONTAL	00	00

**VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO CALIBRADO**

DIRCCION	MINUTOS	SEGUNDOS
VERTICAL	00	00
HORIZONTAL	00	00

**CALIBRACION DEL DISTANCIOMETRO**

LONGITUD MEDIDA	LONGITUD MEDIDA PATRON	LONGITUD MEDIDA CORREGIDA	LONGITUD MEDIDA CORREGIDA PATRON
100.00	100.00	100.00	100.00
100.50	100.50	100.50	100.50
100.75	100.75	100.75	100.75

**RANGO DE TOLERANCIA**

DIRCCION	MINUTOS	SEGUNDOS
VERTICAL	00	00
HORIZONTAL	00	00

CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO EN MONEDA DE  
ENCUENTRA TOTALMENTE REVISADO, CONTROLADO  
Y CALIBRADO, SEGUN NORMA DIN 18721.

**CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACION Y VERIFICACION**

Temperatura: 20°C ± 0.5°C  
Humedad Relativa: 50%



**WK TOPOGRAF**

CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

**MEMORIA FOTOGRAFICA**



PTO.	X	Y	Z	Código
10000	632106	9254006	41	
10001	632077.5	9253942.88	36.7022	WK02
10000	632106	9254006	41	
1	632139.492	9253974.41	36.8947	P
10002	632131.932	9253983.43	36.7698	WK03
2	632132.827	9253983.14	36.7333	C
3	632134.198	9253981.7	36.8729	P
4	632167.401	9253995.31	36.9051	P
5	632162.381	9254003.18	36.8697	P
6	632161.627	9254004.71	36.8281	C
7	632189.53	9254025.72	36.8726	C
8	632190.439	9254022.55	36.9752	P
9	632195.946	9254017.48	36.9943	P
10	632223.596	9254038.37	36.964	P
11	632217.82	9254046.05	36.9655	P
12	632217.429	9254046.46	37.0095	C
13	632015.362	9254094.53	35.6784	
14	632015.41	9254094.53	35.6499	CALI
15	632215.592	9254048.79	35.8424	CANA
16	632215.075	9254049.5	35.8659	CANA
17	632214.532	9254050.1	36.0579	CANA
18	632216.389	9254046.74	37.178	T
19	632210.193	9254055.78	35.7072	T
20	632191.619	9254033.32	36.1443	CANA
21	632191.874	9254032.57	35.6987	CANA
22	632192.865	9254032.01	35.7188	CANA
23	632194.59	9254030.85	36.9471	T
24	632187.471	9254039.83	35.6882	T
25	632186.681	9254029.51	36.401	PSTE
26	632177.395	9254021.81	36.1797	CANA
27	632178.285	9254020.26	35.5117	CANA
28	632179.642	9254018.72	36.3315	T
29	632170.529	9254027.16	35.6785	T
30	632173.582	9254018.36	35.4552	CANA
31	632173.232	9254019.08	35.5455	CANA
32	632172.962	9254019.65	36.1	CANA
33	632168.41	9254015.34	37.3303	T



34	632155.907	9254016.69	35.5931	T
35	632167.293	9254020.17	35.9951	CANA
36	632166.7	9254019.4	35.4111	CANA
37	632166.556	9254018.24	35.4318	CANA
38	632166.468	9254017.25	36.4015	T
39	632164.777	9254009.74	36.9085	T
40	632132.209	9254003.4	35.488	T
41	632159.951	9254006.2	36.78	T
42	632142.636	9254022.58	35.7083	CANA
43	632142.336	9254022.15	34.951	CANA
44	632142.283	9254021.52	34.9799	CANA
45	632142.375	9254021.24	35.5469	CANA
46	632123.099	9253995.58	35.7997	C
47	632114.258	9254024.87	35.5772	CANA
48	632114.303	9254025.19	34.8672	CANA
49	632114.347	9254025.84	34.8604	CANA
50	632114.433	9254026.08	35.457	CANA
51	632135.274	9253999.04	35.3733	T
52	632105.839	9254017.62	35.5941	CASET
53	632109.113	9254026.32	35.4188	CANA
54	632109.244	9254026.12	34.8324	CANA
55	632109.197	9254025.47	34.83	CANA
56	632109.189	9254025.16	35.4018	CANA
57	632125.199	9254031.3	35.5376	T
58	632197.878	9254071.83	35.5386	C
59	632188.173	9254065.79	34.3507	T
60	632171.598	9254051.04	35.7014	T
61	632187.181	9254084.88	35.5859	C
62	632177.797	9254080.92	35.6194	C
63	632162.618	9254062.9	35.6395	C
64	632175.176	9254101.05	35.5389	C
65	632160.494	9254095.85	35.5508	T
66	632153.837	9254091.29	35.5725	T
67	632145.368	9254103.99	35.6115	T
68	632150.736	9254109.97	35.6012	T
69	632161.597	9254119.04	35.6304	C
70	632154.604	9254127.05	35.8013	C
71	632131.495	9254122.02	35.5046	T
72	632138.169	9254126.42	35.5514	T
73	632138.741	9254135.78	35.4067	C



74	632126.694	9254132.78	35.8221	CANA
75	632137.134	9254128.71	35.8251	CANA
76	632154.526	9254125.89	35.7965	CANA
77	632153.093	9254127.6	35.7752	CANA
78	632132.387	9254130.13	35.2601	CANA
79	632120.736	9254132.88	35.2946	CANA
80	632122.115	9254131.85	35.4354	CANA
81	632137.184	9254130.03	35.4119	CANA
82	632154.237	9254126.56	35.4028	CANA
83	632132.345	9254131.87	35.8699	CANA
84	632120.606	9254131.51	35.7619	CANA
85	632118.088	9254146.43	35.3482	C
86	632098.328	9254156.57	35.3481	C
87	632112.862	9254135.06	35.7577	CANA
88	632112.765	9254135.19	35.757	CANA
89	632086.067	9254139.23	35.7302	CANA
90	632114.56	9254132.91	35.7603	CANA
91	632086.157	9254138.45	35.238	CANA
92	632066.456	9254170.36	35.3515	C
93	632114.729	9254133.23	35.2607	CANA
94	632086.228	9254137.46	35.1997	CANA
95	632101.015	9254134.13	35.378	CANA
96	632086.206	9254136.57	35.6324	CANA
97	632067.241	9254153.24	35.3467	T
98	632073.836	9254141.82	35.6132	T
99	632079.786	9254134.61	35.6073	CANA
100	632080.394	9254134.37	35.6049	CANA
101	632081.199	9254134.8	35.598	CANA
102	632081.225	9254134.07	35.2786	CANA
103	632081.713	9254133.76	35.2898	CANA
104	632082.125	9254133.44	35.5853	CANA
105	632079.601	9254131.46	35.307	CANA
106	632079.753	9254131.39	35.6449	CANA
107	632078.93	9254131.97	35.2339	CANA
108	632078.624	9254132.42	35.6634	CANA
109	632079.388	9254133.06	35.6529	CANA
110	632079.817	9254133.2	35.2181	CANA
111	632078.905	9254134.01	35.2404	CANA
112	632086.201	9254119.3	35.345	T
113	632095.517	9254119.26	35.3906	T



114	632095.747	9254119.02	35.3939	T
115	632097.678	9254107.27	35.4615	T
116	632105.128	9254120.23	35.3966	T
117	632117.498	9254120.68	35.5116	T
118	632103.552	9254093.44	35.5045	T
119	632126.78	9254093.82	35.4419	T
120	632132.948	9254095.46	35.5077	T
121	632113.892	9254076.21	35.3907	T
122	632124.79	9254076.8	35.4443	T
123	632136.345	9254077.87	35.5632	T
124	632114.959	9254064.34	35.5154	T
125	632126.299	9254069.46	35.5278	T
126	632117.745	9254053.05	35.5099	T
127	632139.777	9254070.42	35.5738	T
128	632128.931	9254055.47	35.6067	T
129	632119.938	9254043.74	35.5538	T
130	632128.304	9254047.16	35.6288	T
131	632141.954	9254065.22	35.5784	T
132	632136.687	9254034.49	35.5832	T
133	632144.931	9254053.16	35.5748	T
134	632101.676	9254023.9	35.4153	CANA
135	632091.791	9254017.28	35.4146	CANA
136	632079.575	9254011.83	35.4845	CANA
137	632080.141	9254012.85	34.844	CANA
138	632093.858	9254020.11	34.8033	CANA
139	632101.791	9254023.68	34.8422	CANA
140	632101.907	9254023.17	34.8493	CANA
141	632089.903	9254016.47	34.7991	CANA
142	632080.151	9254010.77	35.4747	CANA
143	632081.546	9254004.49	35.4671	CASET
144	632082.355	9254004.15	35.5576	CASET
145	632096.94	9254010.91	35.5696	CASET
146	632084.912	9254006.1	35.4751	CASET
147	632087.042	9254003.47	35.4389	CASET
148	632094.032	9254032.84	35.3578	T
149	632083.704	9254025.57	35.3911	T
150	632074.192	9254018.75	35.413	T
151	632073.748	9254040.11	35.3007	T
152	632076.297	9254043.99	35.3041	T
153	632064.129	9254032.41	35.2791	T



154	632051.809	9254056.36	35.2925	T
155	632060.562	9254063.37	35.3311	T
156	632067.091	9254068.13	35.3251	T
157	632038.836	9254064.99	35.2569	T
158	632048.296	9254074.01	35.3007	T
159	632055.885	9254080.33	35.286	T
160	632028.678	9254083.99	35.2969	T
161	632033.286	9254086.91	35.3314	T
162	632044.047	9254096.26	35.3086	T
163	632020.408	9254098.77	35.4333	CANA
164	632029.198	9254093.5	35.4808	CANA
165	632040.408	9254101.29	35.6172	CANA
166	632039.892	9254101.85	35.2061	CANA
167	632028.563	9254093.21	35.2221	CANA
168	632010.495	9254089.13	35.1144	CANA
169	632010.833	9254090.4	35.1199	CANA
170	632028.57	9254094.81	35.1923	CANA
171	632038.6	9254102.26	35.205	CANA
172	632036.377	9254101.3	35.5368	CANA
173	632028.354	9254094.91	35.4556	CANA
174	632010.626	9254090.46	35.5683	CANA
175	632001.153	9254101.05	35.2177	T
176	632028.562	9254113.72	35.3839	T
177	631994.614	9254113.39	35.265	T
178	632008.556	9254120.29	35.3434	T
179	632019.24	9254125.67	35.2455	T
180	631991.272	9254132.44	35.1443	T
181	631978.103	9254125.27	35.1762	T
182	632011.934	9254145.67	35.5115	CAN
183	632011.925	9254146.37	35.1543	CAN
184	632012.041	9254147.5	35.0811	CAN
185	632012.548	9254147.72	35.3294	CAN
186	631979.584	9254140.11	35.2616	T
187	631970.876	9254137.34	35.1795	T
188	631970.864	9254137.26	35.1804	T
189	631981.281	9254141.27	35.2673	T
190	632008.585	9254158	35.3355	T
191	631990.866	9254166.09	35.2281	T
192	631973.345	9254148.89	35.2711	T
193	631965.747	9254145.93	35.2119	T

194	631982.446	9254174.71	35.269	T
195	631972.172	9254153.33	35.271	T
196	631960.897	9254152.87	35.2182	T
197	631967.679	9254169.49	35.253	T
198	631952.531	9254167.64	35.3267	T
199	631954.894	9254183.37	35.3411	T
200	631966.121	9254187.81	35.2055	T
201	631975.874	9254189.77	35.1994	T
202	631957.814	9254201.81	35.0206	T
203	631968.968	9254211.09	35.2718	C
204	631982.025	9254207.47	35.1664	C
205	631959.795	9254213.38	34.8126	C
206	632015.509	9254197.95	35.278	C
207	632025.304	9254186.83	35.1846	C
208	632025.106	9254186.63	35.225	C
209	632017.091	9254183.51	35.2178	C
210	632024.892	9254171.34	35.2189	T
211	632016.853	9254173.58	35.2245	T
212	632021.983	9254157.65	35.31	T
213	632030.597	9254157.79	35.2943	T
214	632046.263	9254154.49	35.2099	T
215	632073.498	9254167.45	35.3143	C
216	632071.839	9254153.55	35.3164	T
217	631941.117	9254216.65	34.9293	C
218	631928.967	9254218.88	34.8512	C
219	631909.948	9254221.99	34.8144	C
220	631943.962	9254202.01	31.6037	T
221	631935.321	9254200.51	34.8654	T
222	631922.19	9254203.91	34.8144	T
223	631946.356	9254175.96	34.9017	T
224	631939.995	9254173.41	34.9084	T
225	631929.778	9254175.02	34.9471	T
226	631946.657	9254159.05	35.2686	T
227	631941.682	9254158.33	34.9901	T
228	631930.876	9254162.34	35.1823	T
229	631949.26	9254140.65	35.1128	T
230	631941.364	9254135.06	35.1868	T
231	631936.246	9254133.44	34.9822	T
232	631962.769	9254133.86	35.175	T
233	631952.887	9254127.39	35.1128	T



234	631943.839	9254119.72	35.1037	T
235	631959.884	9254107.53	35.2751	T
236	631965.45	9254103.82	35.1512	T
237	631958.452	9254104.31	35.143	T
238	631952.018	9254099.59	35.3439	T
239	631968.587	9254105.12	35.2319	T
240	631961.145	9254098.86	34.9379	T
241	631951.88	9254099.59	35.3363	T
242	631960.913	9254088.32	35.2075	T
243	631950.424	9254085.5	35.2186	T
244	631952.118	9254088.44	35.2229	T
245	631962.176	9254090.51	35.2056	T
246	631985.533	9254073.09	35.3184	T
247	631972.601	9254068.79	35.3121	T
248	631993.566	9254065.25	35.2897	T
249	631980.918	9254056.43	35.5266	T
250	631971.656	9254048.37	35.0889	T
251	632004.244	9254052.7	35.1938	T
252	631995.422	9254046.47	35.2953	T
253	631989.841	9254041.25	35.2637	T
254	632013.672	9254041.3	35.3183	T
255	632002.099	9254036.33	35.2444	T
256	631995.904	9254032.12	35.275	T
257	632021.769	9254026.15	35.3297	T
258	632013.289	9254024.68	35.501	T
259	632003.704	9254017.67	35.404	T
260	632033.263	9254014.94	35.5238	T
261	632024.836	9254008.09	35.3659	T
262	632016.192	9254005.75	35.4363	T
263	632054.991	9254021.82	35.5813	CAJA
264	632054.358	9254013.4	35.3994	CAJA
265	632056.005	9254014.58	35.4104	CAJA
266	632054.186	9254021.16	35.5831	CAJA
267	632053.57	9254022.26	35.5889	CAJA
268	632057.976	9254012.19	35.3733	CAJA
269	632054.033	9254021.29	35.5655	CAJA
270	632056.167	9254010.88	35.3845	CAJA
271	632054.726	9254013.31	33.101	CAJA
272	631980.764	9254072.77	35.2192	CAJA
273	631980.766	9254072.74	35.2196	T



274	631971.423	9254054.39	35.1894	T
275	631963.119	9254039.63	35.2614	T
276	631944.957	9254044.17	35.1734	T
277	631950.444	9254061.43	35.1831	T
278	631952.987	9254077.86	35.1968	T
279	631925.418	9254068.77	35.1399	T
280	631923.365	9254060.46	35.1538	T
281	631921.194	9254048.12	35.1743	T
282	631898.084	9254053.05	35.0265	T
283	631898.191	9254067.16	35.0668	T
284	631890.432	9254077.04	35.0844	T
285	631858.952	9254085.26	34.8668	T
286	631865.204	9254075.87	34.9763	T
287	631861.458	9254059.84	34.9811	T
288	631827.573	9254066.26	34.9674	T
289	631829.171	9254078.05	34.9569	T
290	631816.964	9254102.45	34.9152	T
291	631791.547	9254093.65	34.8456	T
292	631790.307	9254073.17	34.8827	T
293	631791.912	9254085.72	34.8961	T
294	631773.862	9254102.98	34.8203	T
295	631752.257	9254080.46	34.6426	T
296	631753.372	9254095.05	34.7281	T
297	631753.302	9254102.72	34.8433	T
298	631710.313	9254092.09	34.6856	T
299	631717.425	9254103.99	34.7203	T
300	631729.351	9254127.92	34.771	T
301	631677.103	9254111.15	34.533	T
302	631676.941	9254111.38	34.6059	T
303	631677.281	9254111.3	34.5764	T
304	631697.018	9254152.32	34.6278	T
305	631682.577	9254138.41	34.5369	T
306	631668.299	9254127.1	34.5275	T
307	631664.685	9254154.11	34.6883	T
308	631667.991	9254162.97	34.6342	T
309	631650.537	9254142.89	34.534	T
310	631631.531	9254155.99	34.5311	T
311	631638.426	9254170.73	34.6162	T
312	631644.128	9254187.47	34.5407	T
313	631604.34	9254196.99	34.3702	T



314	631599.582	9254181.7	34.3754	T
315	631594.198	9254162.66	34.3681	T
316	631561.876	9254169.25	34.3199	T
317	631566.733	9254189.12	34.3208	T
318	631569.768	9254202.83	34.3828	T
319	631518.047	9254168.17	33.8622	CALICAT4
320	631511.167	9254175.39	34.0265	CALICAT5
321	631525.364	9254192.33	34.0951	T
322	631518.841	9254177.03	34.084	T
323	631484.915	9254202.37	34.0178	T
324	631486.746	9254196.67	34.0442	T
325	631482.662	9254182.42	33.9556	T
326	631445.739	9254231.98	33.8519	T
327	631442.562	9254214.79	33.8444	T
328	631438.693	9254193.43	33.8729	T
329	631438.851	9254193.52	33.74	T
330	631442.52	9254215.01	33.7597	T
331	631445.698	9254232.07	33.8354	T
332	631386.748	9254245.66	33.8151	T
333	631382.219	9254225.79	33.6698	T
334	631377.492	9254208.45	33.6757	T
335	631345.711	9254220.47	33.5796	T
336	631350.386	9254243.38	33.4724	T
337	631353.716	9254257.8	33.614	T
338	631329.494	9254266.27	33.5972	T
339	631326.594	9254246.2	33.643	T
340	631323.356	9254224.03	33.6671	T
341	631285.32	9254236.47	33.3793	T
342	631291.353	9254262.11	33.4398	T
343	631296.242	9254283.6	33.5067	T
344	631247.111	9254290.51	33.5909	T
345	631242.339	9254271.31	33.3981	T
346	631237.818	9254246.32	33.5307	T
347	631160.324	9254197.84	34.2499	C
348	631165.97	9254189.6	34.2867	C
349	631190.813	9254274.91	33.612	C
350	631161.997	9254201.47	33.9915	C
351	631179.032	9254227.53	33.3151	C
352	631207.224	9254340.58	33.6114	C
353	631230.266	9254322.08	33.118	T



354	631241.144	9254300.47	33.2254	T
355	631268.094	9254298.28	33.2009	T
356	631262.646	9254319.81	33.3239	T
357	631266.613	9254336.05	33.2296	T
358	631303.34	9254294.99	33.2722	T
359	631307.584	9254326.82	32.8744	T
360	631304.751	9254331.88	32.8523	T
361	631324.772	9254311.51	33.5187	T
362	631322.07	9254294.48	33.5469	T
363	631325.591	9254293.11	33.5678	T
364	631365.098	9254301.83	33.2957	T
365	631365.689	9254318.18	33.3229	T
366	631366.383	9254325.69	33.3105	T
367	631399.409	9254324.89	33.7845	T
368	631391.22	9254292.88	33.8247	T
369	631394.069	9254285.34	33.8582	T
370	631429.57	9254290.13	33.6945	T
371	631432.898	9254290.01	33.713	T
372	631437.913	9254325.33	33.6474	T
373	631472.853	9254282.5	33.7483	T
374	631479.195	9254307.28	33.7645	T
375	631476.539	9254323.21	33.7019	T
376	631499.361	9254320.59	33.7777	T
377	631493.398	9254290.6	33.9798	T
378	631489.591	9254265.5	33.9163	T
379	631539.297	9254292.1	33.8132	T
380	631537.562	9254303.2	33.8962	T
381	631533.418	9254252.12	33.9909	T
382	631581.367	9254255.4	34.2364	T
383	631587.986	9254293.75	34.3201	T
384	631592.922	9254314	34.278	T
385	631626.36	9254302.36	34.0838	T
386	631632.398	9254293.74	34.3089	T
387	631618.864	9254253.95	34.2739	T
388	631666.954	9254259.06	34.4099	T
389	631677.932	9254296.86	34.5592	T
390	631683.634	9254317.79	34.5029	T
391	631723.327	9254322.27	34.2003	T
392	631703.8	9254273.62	34.4406	T
393	631716.162	9254303.55	34.5766	T



394	631723.226	9254322.53	34.2456	T
395	631760.839	9254326.25	34.2709	T
396	631746.022	9254293.08	34.6887	T
397	631751.451	9254282.09	34.5149	T
398	631782.314	9254279.62	34.8337	C
399	631791.61	9254311.32	34.9243	C
400	631788.832	9254331.53	34.4207	C
401	631789.401	9254349.2	34.703	C
402	631786.552	9254356	35.3398	C
403	631779.871	9254366.02	35.3365	C
404	631766.155	9254380.22	35.1927	C
405	631737.728	9254386.87	34.4663	C
406	631773.67	9254211.74	34.6253	C
407	631772.78	9254204.31	34.6032	T
408	631772.655	9254196.08	34.7077	T
409	631810.734	9254206.9	34.6173	C
410	631809.226	9254199.15	34.6626	T
411	631807.962	9254191.49	34.6977	T
412	631856.097	9254201.64	34.7349	C
413	631852.169	9254184.3	34.8117	T
414	631854.477	9254192.06	34.7597	T
415	631903.745	9254174.4	34.8412	C
416	631903.575	9254174.34	34.8261	T
417	631903.731	9254174.32	34.7718	T
418	632043.901	9254019.87	35.5331	T
419	632040.852	9254008.47	35.5912	T
420	632038.927	9253993.66	35.4371	T
421	632015.786	9253995.14	35.3797	T
422	632018.759	9254021.74	35.4139	T
423	632014.543	9254028.44	35.2657	T
424	631990.877	9253987.58	35.218	T
425	631991.862	9254008.74	35.2918	T
426	631992.92	9254029.06	35.3742	T
427	631960.493	9254012.32	35.2497	T
428	631965.963	9254036.51	35.2698	T
429	631963.634	9254034.72	35.2208	T
430	631934.473	9254021.36	35.0413	T
431	631929.683	9254041.31	35.1955	T
432	631905.346	9254046.5	35.1199	T
433	631916.922	9254022.52	35.0799	T



**WK TOPOGRAF**  
CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

434	631912.362	9253990.14	35.1792	T
435	631884.123	9253994.98	35.0244	T
436	631881.701	9254050.28	35.0434	T
437	631865.481	9254053.86	35.0085	T
438	631864.935	9254020.26	34.9168	T
439	631858.245	9253999.47	35.0571	T
440	631834.021	9254059.74	34.965	T
441	631825.898	9254039.75	34.8887	T
442	631818.76	9254016	34.6571	T
443	631791.032	9254067.79	34.7984	T
444	631790.283	9254057.88	34.6706	T
445	631780.586	9254034.39	34.6494	T
446	631759.672	9254074.5	34.6018	T
447	631750.684	9254046.3	34.5728	T
448	631756.399	9254033.62	34.6371	T
449	631734.712	9254078.46	34.5718	T
450	631724.947	9254050.5	34.5159	T
451	631699.82	9254027.69	34.8375	T
452	631713.059	9254083.93	34.4313	T
453	631706.466	9254054.97	34.4117	T
454	631713.378	9254043.49	35.1415	T
455	631692.066	9254088.43	34.5093	T
456	631662.596	9254093.32	34.3061	T
457	631666.282	9254070.23	34.4728	T
458	631724.605	9254019.05	34.3494	T
459	631703.844	9254018.06	35.0593	T
460	631741.604	9254020.05	35.0275	T
461	631750.926	9254006.06	34.5528	T
462	631729.882	9253988.13	34.4578	T
463	631715.109	9253985.93	34.9444	T
464	631750.705	9253964.55	34.4109	T
465	631774.682	9253977.04	34.7234	T
466	631726.627	9253950.58	34.7885	T
467	631780.425	9253948.79	34.5898	T
468	631759.163	9253935.36	34.4299	T
469	631736.428	9253924.29	34.7802	T
470	631793.197	9253918.92	34.5998	T
471	631747.021	9253894.99	34.7177	T
472	631773.736	9253908.34	34.4899	T
473	631754.289	9253874.75	31.7088	T



474	631790.136	9253895.62	34.6162	T
475	631775.439	9253889.58	34.6102	T
476	631771.747	9253850.73	35.1132	T
477	631794.267	9253865.7	34.6034	T
478	631819.728	9253884.16	34.8318	T
479	631788.776	9253835.31	35.0757	T
480	631829.798	9253857.16	34.684	T
481	631810.749	9253845.96	34.5687	T
482	631789.858	9253841.5	33.8918	CALIC
10003	631760.878	9253853.66	36.017	WK04
10004	631707.597	9254002.08	35.327	WK05
10003	631760.878	9253853.66	36.017	
490	631689.416	9254018.8	34.7027	H
491	631696.776	9254022.11	34.7755	H
492	631693.98	9254023.14	33.2572	P
493	631691.174	9254019.76	33.123	P
494	631700.068	9254009.38	33.1509	P
495	631697.445	9254007.76	33.1037	P
496	631706.782	9253978.22	33.1885	P
497	631706.133	9253978.25	34.7027	H
498	631699.508	9253998.36	35.1822	H
499	631706.082	9253999.37	35.1663	H
500	631710.114	9253981.94	35.1167	H
501	631715.363	9253946	34.7636	H
502	631716.426	9253946.85	33.221	P
503	631709.096	9253982.53	33.0476	P
504	631721.309	9253949.95	35.6122	H
505	631732.348	9253902.91	34.6947	H
506	631720.412	9253949.9	33.1088	H
507	631720.407	9253949.91	33.1088	P
508	631743.561	9253870.03	33.2888	P
509	631732.427	9253902.5	33.1273	P
510	631746.3	9253862.58	33.2604	P
511	631735.593	9253906.54	33.1977	P
512	631745.258	9253861.69	34.8589	H
513	631736.098	9253906.63	35.0634	H
514	631752.213	9253848.84	34.6591	H
515	631749.61	9253870.44	35.279	H
516	631754.104	9253849.18	33.465	P
517	631748.605	9253869.67	33.1402	P



518	631757.46	9253855.83	35.6334	P
519	631756.42	9253853.63	33.2639	P
520	631773.839	9253831.59	33.2307	P
521	631816.154	9253790.46	33.5154	P
522	631774.171	9253836.34	33.2171	P
523	631773.49	9253830.26	35.0063	H
524	631815.331	9253789.69	35.1547	H
525	631775.22	9253838.67	35.5338	H
526	631809.817	9253805.31	36.089	H
527	631808.649	9253801.83	33.4349	P
528	631859.918	9253772.82	35.9541	ALCAN
529	631860.96	9253772.71	36.2579	ALCAN
530	631861.568	9253772.74	36.4166	ALCAN
531	631868.373	9253777.9	36.4125	ALCAN
532	631867.773	9253778.24	36.3282	ALCAN
533	631867.597	9253778.92	35.7732	ALCAN
534	631867.586	9253777.73	35.5906	TUB
535	631866.87	9253777.24	34.2029	TUB
536	631862.254	9253774.06	33.6193	TUB
537	631866.686	9253777.14	34.048	ALCA
538	631861.987	9253773.57	33.5751	ALCA
539	631867.418	9253764.82	36.42	PSTA
540	631859.449	9253771.12	36.3488	PSTA
541	631856.826	9253778.44	33.577	SIF
542	631853.49	9253775.37	33.6473	SIF
543	631852.637	9253775.85	33.5063	SIF
544	631855.611	9253778.91	33.5735	SIF
545	631871.868	9253781.62	36.3827	C
546	631861.569	9253783.97	36.5983	C
547	631863.461	9253787.93	36.8607	T
548	631847.971	9253791.15	35.9729	T
549	631914.162	9253814.47	36.3496	C
550	631860.303	9253798.63	34.5543	T
551	631829.739	9253798.22	35.2168	T
552	631915.113	9253813.76	36.4136	P
553	631920.603	9253806.41	36.4256	P
554	631830.97	9253802.51	34.3428	T
555	631873.416	9253798.07	34.6179	T
556	631853.583	9253812.55	34.5763	T
557	631882.224	9253801.05	34.8351	T



# WK TOPOGRAF

CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

558	631979.138	9253851.08	36.2879	P
559	631972.436	9253857.81	36.3127	P
560	631871.793	9253826.39	34.717	T
561	631971.545	9253859.13	36.23	C
562	631885.2	9253836.66	34.6751	T
563	632015.293	9253893.31	36.1546	C
564	632017.9	9253896.77	36.1744	C
565	632022.397	9253899.01	36.2196	C
566	631896.95	9253846.68	34.6938	T
567	631887.578	9253800.53	36.3045	T
568	631898.54	9253808.69	36.516	PST
569	631898.737	9253812.55	35.3791	T
570	631925.284	9253828.94	36.3981	PSTE
571	631923.433	9253829.28	35.4275	T
572	631949.739	9253849.71	35.8047	T
573	631951.805	9253849.4	36.5557	PSTE
574	631933.147	9253870.55	34.8257	T
575	631978.67	9253871.46	35.6127	P
576	631956.125	9253895.15	34.8824	P
577	631979.31	9253870.87	36.3079	PSTE
578	632004.23	9253889.5	36.4432	PSTE
579	632003.072	9253890.83	36.1056	T
580	631999.489	9253913.41	34.796	T
581	632020.955	9253907.43	35.0847	T
582	632030.826	9253910	36.9314	PSTE
583	632081.722	9253949.23	35.9733	PSTE
584	632004.797	9253939.96	35.0318	T
585	632071.567	9253937.39	36.2627	C
586	632072.678	9253940.08	36.2772	C
587	632055.79	9253929.75	36.1006	PSTE
588	632055.488	9253931.59	35.3428	T
589	632063.334	9253952.37	35.0918	C
590	632025.58	9253958.21	34.9704	C
591	632025.465	9253958.17	34.9705	T
592	632059.153	9253967.26	35.0744	BZ
593	632066.766	9253987.82	35.0045	CASET
594	632029.544	9253979.88	34.978	T
595	632025.291	9253984.87	34.9718	T
596	631996.163	9253977.58	34.9245	T
597	631995.873	9253965.55	34.9931	T

CONSULTORIA WK TOPOGRAFIA Y PROYECTOS S.R.L.

A.V. Fátima Mza. E lote 10. Teléfonos 969042658 - 959500640

[topminan@yahoo.es](mailto:topminan@yahoo.es) / [wktopograf2012@gmail.com](mailto:wktopograf2012@gmail.com)



598	631968.394	9253965.94	34.988	T
599	631995.558	9253965.79	34.9242	T
600	631932.908	9253938.97	34.9402	T
601	631940.968	9253928.32	34.9636	T
602	631946.637	9253919.15	34.9534	T
603	631902.654	9253900.33	34.8175	CAN
604	631903.061	9253900.18	34.3738	CAN
605	631903.425	9253899.77	34.3749	CAN
606	631903.746	9253899.62	34.8049	CAN
607	631879.449	9253902.53	34.6616	T
608	631889.699	9253891.05	34.705	T
609	631894.138	9253880.65	34.7185	T
610	631849.102	9253872.56	34.7474	T
611	631860.688	9253861.93	34.6408	T
612	631868.636	9253849.76	34.7114	T
613	631822.813	9253846.49	34.6632	T
614	631832.297	9253839.18	34.5233	T
615	631843.127	9253825.45	34.5879	T
616	631797.627	9253828.73	34.1079	T
617	631807.153	9253819.67	34.5622	T
618	631817.013	9253809.83	34.7571	T
619	631772.098	9253868.79	34.7085	T
620	631771.525	9253845.03	35.4419	T
621	631788.372	9253829.41	35.4205	T
622	631784.446	9253856.66	34.6335	T
623	631771.551	9253877.33	34.7325	T
624	631762.507	9253854.99	35.4951	T
625	631767.102	9253849.39	35.4769	T
626	631789.362	9253828.14	35.4718	T
10004	631707.597	9254002.08	35.327	
627	631694.045	9254025.13	35.1302	H
628	631693.751	9254024.44	33.0335	P
629	631674.015	9254032.76	33.1522	P
630	631674.763	9254033.7	35.0331	H
631	631676.993	9254037.06	35.0869	T
632	631675.933	9254027.31	32.9272	P
633	631675.925	9254026.23	34.7132	H
634	631637.093	9254047.63	35.0702	H
635	631639.532	9254052.84	34.9567	H
636	631637.374	9254048.49	32.9536	P

637	631639.526	9254051.68	32.9457	P
638	631641.75	9254056.31	35.1763	T
639	631602.005	9254065.07	34.6351	H
640	631602.427	9254065.96	32.8793	P
641	631605.501	9254069.02	32.7346	P
642	631585.107	9254074.24	32.9702	P
643	631585.862	9254078.68	32.8758	P
10005	631531.992	9254106.91	34.7765	E
10006	631614.322	9254057.2	34.7829	E
10005	631531.992	9254106.91	34.7856	
644	631584.801	9254081.47	35.3622	H
645	631584.831	9254079.21	32.7814	P
646	631581.181	9254076.12	32.8501	P
647	631580.569	9254075.51	34.7367	H
648	631580.784	9254088.97	34.9335	T
649	631580.412	9254075.37	34.7752	H
650	631550.344	9254095.33	35.061	H
651	631549.583	9254088.33	34.7076	H
652	631549.275	9254091.35	32.6759	H
653	631549.842	9254089.12	32.8936	H
654	631552.121	9254113.43	35.1202	T
655	631524.937	9254096.63	34.4145	H
656	631526.617	9254103.18	34.9296	H
657	631525.15	9254097.97	32.8192	P
658	631526.126	9254102.33	32.8352	P
659	631526.843	9254108.8	34.8504	T
660	631487.058	9254115.2	34.3645	H
661	631489.486	9254114.26	34.9499	H
662	631490.273	9254119.3	34.6985	T
663	631443.184	9254116.81	34.3673	B2
664	631444.048	9254120.1	34.2594	H
665	631445.81	9254127.55	34.7445	H
666	631445.493	9254126.2	32.9082	P
667	631445.386	9254126.67	32.9285	P
668	631411.227	9254131.44	32.708	H
669	631412.148	9254135.15	32.6304	H
670	631412.279	9254135.82	34.8059	P
671	631411.36	9254129.83	34.3761	P
672	631413.985	9254141.14	34.6822	T
673	631379.778	9254137.86	34.5385	P

**WK TOPOGRAF**

CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

674	631381.88	9254144.48	34.704	P
675	631380.444	9254138.81	32.79	P
676	631381.011	9254142.67	32.7901	P
677	631355.173	9254146.33	32.8086	P
678	631356.698	9254150.34	32.6404	P
679	631356.88	9254150.95	34.759	H
680	631355.051	9254145.54	34.5229	H
681	631327.992	9254154.03	32.7289	P
682	631328.576	9254159.44	32.7282	P
683	631328.93	9254159.72	34.8053	H
684	631327.57	9254152.78	34.4663	H
685	631330.329	9254162.51	34.4315	T
686	631308.465	9254158.33	34.3583	H
687	631309.233	9254164.74	34.9187	H
688	631308.678	9254162.67	32.8216	P
689	631308.456	9254158.67	32.6898	P
690	631287.044	9254166.8	32.6916	P
691	631287.149	9254165.07	34.3084	H
692	631282.376	9254168.73	35.1471	H
693	631282.074	9254168.1	32.6177	P
694	631288.163	9254160.64	32.7653	DEFENSA
695	631288.168	9254160.3	33.639	DEFENSA
696	631296.306	9254159.65	33.6011	DEFENSA
697	631296.216	9254159.95	32.8453	DEFENSA
698	631282.903	9254170.49	34.6526	T
699	631284.048	9254172.39	33.9592	T
700	631258.052	9254159.22	34.7764	H
701	631260.442	9254169.02	32.7261	P
702	631238.291	9254171.13	32.6534	P
703	631238.535	9254171.65	34.6976	H
704	631237.845	9254173.8	34.4179	T
10007	631207.709	9254174.14	35.2751	E
10008	631217.048	9254216.65	33.8147	E
10007	631207.709	9254174.14	35.2791	
705	631206.155	9254179.89	33.7855	T
706	631221.628	9254167.22	32.6564	ESTRUC
707	631221.979	9254173.24	34.5362	ESTRUC
708	631221.213	9254164.76	34.398	ESTRUC
709	631216.289	9254165.23	34.5251	ESTRUC
710	631221.691	9254170.52	32.6205	ESTRUC

CONSULTORÍA WK TOPOGRAF Y PROYECTOS S.R.L.

A.V. Fátima Mza. E lote 10. Teléfonos 969042658 - 959500640

[topminan@yahoo.es](mailto:topminan@yahoo.es) / [wktopograf2012@gmail.com](mailto:wktopograf2012@gmail.com)



**WK TOPOGRAF**

CONSULTORIA Y PROYECTOS S.R.L.

RUC 20526004648

711	631211.613	9254168.62	34.552	ESTRUC
712	631209.353	9254170.05	32.6115	ESTRUC
713	631212.123	9254169.17	32.5645	ESTRUC
714	631209	9254169.93	34.5962	ESTRUC
715	631207.635	9254171.19	32.6264	ESTRUC
716	631207.302	9254168.37	32.6053	ESTRUC
717	631207.747	9254171.32	34.6001	ESTRUC
718	631207.165	9254168.23	34.5273	ESTRUC
719	631204.371	9254173.78	34.5674	ESTRUC
720	631203.603	9254172.77	34.5187	ESTRUC
721	631204.362	9254171.51	34.7149	ESTRUC
722	631202.006	9254164.86	34.6423	ESTRUC
723	631203.468	9254172.87	34.7103	ESTRUC
724	631203.453	9254172.95	34.5473	ESTRUC
725	631204.503	9254172.84	34.5721	ESTRUC
726	631200.091	9254163.82	34.5849	ESTRUC
727	631204.766	9254171.84	34.5788	ESTRUC
728	631199.772	9254162.85	34.6097	ESTRUC
729	631204.045	9254172.4	34.5838	ESTRUC
730	631193.147	9254172.92	34.5409	ESTRUC
731	631204.695	9254171.4	34.2315	ESTRUC
732	631198.497	9254162.62	34.519	ESTRUC
733	631197.061	9254165.08	34.5863	ESTRUC
734	631203.968	9254172.3	34.116	ESTRUC
735	631203.195	9254173.6	34.1162	ESTRUC
736	631205.147	9254170.31	34.5627	ESTRUC
737	631197.095	9254158.44	34.8475	ESTRUC
738	631190.133	9254166.65	34.7537	ESTRUC
739	631201.966	9254174.2	34.1254	ESTRUC
740	631199.897	9254174.82	34.0798	ESTRUC
741	631200.379	9254175.24	33.2219	ESTRUC
742	631201.331	9254167.42	34.5036	ESTRUC
743	631198.229	9254177.24	34.5193	ESTRUC
744	631201.553	9254176.71	34.076	ESTRUC
745	631202.697	9254174.84	34.1132	ESTRUC
746	631200.243	9254169	34.5557	ESTRUC
747	631200.31	9254169.27	34.5409	ESTRUC
748	631201.318	9254169.03	34.6274	ESTRUC
749	631201.077	9254168.84	34.5835	ESTRUC
750	631201.059	9254169.31	34.5704	ESTRUC

CONSULTORIA WK TOPOGRAF Y PROYECTOS S.R.L.

A.V. Fátima Mza. E lote 10. Teléfonos 969042658 - 959500640

[topminan@yahoo.es](mailto:topminan@yahoo.es) / [wktopograf2012@gmail.com](mailto:wktopograf2012@gmail.com)

**Anexo 8. Informe de Mecánica de Suelos con fines de Pavimentación.**

*Ing. Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinola*  
*Ingeniero Civil. CIP: 132196*  
*Ingeniero Consultor*

**ARLU**  
Ingeniería y Construcción

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA FINES DE  
PAVIMENTACION  
PROYECTO: URBANIZACIÓN CASABLANCA - CHICLAYO

  
-----  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

## ÍNDICE

1. GENERALIDADES
2. OBJETIVOS
  - 2.1. OBJETIVO GENERAL
  - 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS
3. ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y CLIMATICOS DEL PROYECTO
  - 3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES
  - 3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA
  - 3.3 CLIMA
  - 3.4 MORFOLOGÍA DEPARTAMENTAL
4. ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOTECNICOS
  - 4.1 GEODINAMICA EXTERNA
  - 4.2 ESTRATIGRAFIA
5. TRABAJO DE CAMPO
6. TRABAJO DE GABINETE
  - 6.1 DETERMINACION DEL CBR DE DISEÑO
  - 6.2 ANALISIS DE RESULTADOS
  - 6.3 MATERIALES PARA BASES Y SUBBASE
  - 6.4 MATERIALES PARA MEZCLA ASFALTICA
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

  
-----  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

## 1. GENERALIDADES

El presente informe de la **Urbanización Casablanca – Chiclayo**, ha sido encargado por Ing. Omar Chung Chao, contempla los estudios de mecánica de suelos necesarios para el **Análisis comparativo técnico-económico entre el diseño de pavimento asfáltico y pavimento de geometría optimizada para la urbanización Casablanca, Chiclayo, Lambayeque.**

Actualmente la urbanización cuenta con todos los servicios urbanos necesarios (abastecimiento de agua, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, etc.) para el normal desarrollo de las actividades del conjunto habitacional.

La evacuación de las aguas pluviales generadas dentro del conjunto residencial, se realizarán mediante colectores superficiales pertenecientes a un sistema de drenaje interno, exclusivo para uso pluvial. Las consideraciones Hidrológicas e Hidráulicas del diseño de drenaje desarrolladas por el especialista en la materia, será consideradas posteriormente en el planteamiento del diseño geométrico del presente proyecto.

El presente estudio tiene por finalidad determinar las características estructurales del suelo en el que se trazarán las vías correspondientes a la urbanización, con la finalidad de desarrollar el proyecto de pistas y veredas.

El procedimiento seguido en el estudio fue el siguiente:

- ✓ Identificación de la planta del proyecto
- ✓ Definición de puntos para la excavación de calicatas
- ✓ Excavación de calicatas y elaboración del perfil estratigráfico
- ✓ Toma de muestras para ensayos de humedad, densidad y valor soporte relativo CBR.
- ✓ Selección del CBR de diseño para la estructura de pavimentos

El proyecto deberá enmarcarse en las normas técnicas de procesos de habilitación urbana, en concordancia con las normas de pavimentos urbanos y aquellas establecidas por las Especificaciones Técnicas para la Construcción de Carreteras y el Manual de Diseño Geométrico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

  
-----  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar las características estructurales del suelo de fundación de subrasante con fines de pavimentación.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluación de campo mediante la excavación de un total de 11 calicatas para un aprox. de 16,252.9 m<sup>2</sup> de vías, la obtención de muestras que serán enviadas al laboratorio.
- Determinación del valor soporte relativo, CBR, para el diseño estructural de pavimentos.

## 3. ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS DEL PROYECTO

### 3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CIUDAD

El Proyecto tiene la siguiente ubicación política:

- ✓ Lugar : Urbanización Casa Blanca Centenario Chiclayo
- ✓ Distrito : Jose L. Ortiz
- ✓ Provincia : Chiclayo
- ✓ Departamento: Lambayeque

La ubicación del ámbito de estudio se encuentra en el Noroeste peruano, es la capital del departamento de Lambayeque, está situada a 13km de la costa del pacífico y a casi 770 kilómetros de la capital del país.

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

### 3.2 UBICACIÓN GEOGRAFÍA

La provincia de Chiclayo es una provincia peruana situada en la parte Sur del departamento de Lambayeque. Limita por el norte con las provincias de Lambayeque y Ferreñafe, por el este con el departamento de Cajamarca, por el Sur con el departamento de La Libertad y por el oeste con el Océano Pacífico.

Sus coordenadas geográficas son 6°45'50 S y 79°50'15 O y las coordenadas UTM 9252199 y 628471

### 3.3 CLIMA

Por estar la ciudad de Chiclayo situada en una zona tropical, cerca del Ecuador, el clima debería ser caluroso, húmedo y lluvioso, sin embargo su estado es subtropical, de temperatura agradable, seca y con pocas lluvias, esto se debe a los fuertes vientos denominados "ciclones" que bajan la temperatura ambiental a un clima moderado durante casi todo el año, salvo en los meses veraniegos en los cuales la temperatura se eleva, lo cual es aprovechado para veranear en sus balnearios como puerto Eten y Pimentel.

Periódicamente cada 7, 10, 15 años se presentan temperaturas elevadas que pueden pasar los 35° debido al fenómeno del niño con lluvias regulares y aumento extremo del agua de los ríos. Durante el fenómeno del niño del año 1998, en el mes de febrero, se registraron 100 mm de lluvia por día, ocasionadas por las tormentas más poderosas jamás registradas en esta ciudad. Normalmente su clima varía entre 15 y 23 grados centígrados.

### 3.4 MORFOLOGÍA DEPARTAMENTAL

El suelo de la provincia es mayoritariamente llano, con suave pendiente que se va elevando de Oeste a Este. Aquí se distinguen ligeras ondulaciones y elevaciones formadas por continuas acciones aluviales, de los vientos o el hombre.

Los terrenos de cultivo han sido objeto de una intensa labor de nivelación para facilitar el riego.

La llanura se interrumpe tanto en las partes próximas a la costa como en las medias por los cerros aislados como Cruz del perdón, Cerropon, Cruz de la Esperanza, Boro y en las más alejadas, ubicadas en los distritos de Chongoyape, Oyotun, hacia la parte final de los contrafuertes andinos.

  
-----  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

Figura N° 01 Ubicación De La Zona De Estudio



MECÁNICA DE SUELOS PARA PAVIMENTOS – URBANIZACIÓN CASABLANCA

  
-----  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinoia  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

## Anexo 9. Detalles del trabajo de campo realizado.

Ing. Víctor Antonio Eyzaguirre Ordínola  
Ingeniero Civil. CIP: 132196  
Ingeniero Consultor

**ARLU**  
Ingeniería y Construcción

### 4. TRABAJO DE CAMPO

La realización del trabajo de campo tiene por finalidad la obtención de muestras del suelo para su posterior análisis en laboratorio, con la finalidad de determinar la calidad del suelo con fines de pavimentación en términos de Valor Soporte Relativo, CBR.

En el presente proyecto, se distribuyeron a lo largo de las vías de la urbanización, con un determinado número de calicata. Cada excavación se realizó hasta 1.50 metros de profundidad.

En la figura N° 02 se muestra la ubicación en planta de cada una de las calicatas excavadas para la habilitación urbana. En la tabla que se muestra a continuación, se indica la ubicación en coordenadas UTM Datum WGS84 – Zona 1 de cada calicata.

CALICATA	ESTE	NORTE
C-1	631,782.43	9,254,097.86
C-2	631,846.41	9,254,135.05
C-3	631,931.27	9,254,214.10
C-4	631,959.55	9,254,121.12
C-5	632,070.79	9,254,065.93
C-6	632,162.25	9,254,099.01
C-7	631,964.07	9,254,081.17
C-8	632,005.38	9,253,977.60
C-9	631,866.55	9,253,951.50
C-10	631,771.86	9,253,948.04
C-11	631,883.55	9,253,987.12

Tabla N 1.- Coordenada de las calicatas |

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordínola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

En el Anexo I se muestran los perfiles estratigráficos encontrados en cada calicata. En estos perfiles se aprecia que la característica del suelo es bastante similar en toda la extensión del terreno. El Anexo III muestra el registro fotográfico del trabajo de campo.

*Figura 02.- Ubicación de las calicatas en el plano*



  
-----  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

Las excavaciones fueron hasta 1.50 metros de profundidad, y en ningún caso se encontró nivel freático. En las siguientes tablas, se resumen las características del suelo encontrado de las 11 calicatas analizadas.

CALICATA	ESTE	NORTE	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN (SUCS)	NF	CBR (%)	% HUMEDAD	LL	LP	IP
C-1	631,782.43	9,254,097.86	1.50	CL A-6 (13)	NP		17.18	37.00	22.00	15.00
C-2	631,846.41	9,254,135.05	1.50	CL A-6 (13)	NP	3.01	15.90	39.00	22.00	17.00
C-3	631,931.27	9,254,214.10	1.50	CL A-6 (11)	NP		17.09	39.00	21.00	18.00
C-4	631,959.55	9,254,121.12	1.50	CL A-7-6 (11)	NP		23.53	41.00	22.00	19.00
C-5	632,070.79	9,254,065.93	1.50	CL A-6 (13)	NP		20.75	37.00	22.00	15.00
C-6	632,162.25	9,254,099.01	1.50	CL A-6 (13)	NP	3.31	18.69	39.00	22.00	17.00
C-7	631,964.07	9,254,081.17	1.50	CL A-6 (11)	NP		20.89	39.00	21.00	18.00
C-8	632,005.38	9,253,977.60	1.50	CL A-7-6 (11)	NP	4.01	23.83	41.00	20.00	21.00
C-9	631,866.55	9,253,951.50	1.50	CL A-6 (13)	NP		21.09	39.00	23.00	16.00
C-10	631,771.86	9,253,948.04	1.50	CL A-6 (11)	NP		18.94	39.00	21.00	18.00
C-11	631,883.55	9,253,987.12	1.50	CL A-6 (13)	NP		18.38	39.00	22.00	17.00
<b>PROMEDIO</b>						3.44				

  
-----  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

Tabla N.2.- Resumen del suelo encontrado

Se nota claramente la presencia de un tipo de suelo, esto debido a que anteriormente este ha sido de uso agrícola, el tipo general de suelo es arcilloso en la superficie y arenoso arcilloso por debajo de los 0.20 m, la parte superior es una arcilla expansiva, claramente notada por las rajaduras en el suelo. Toda esta capa superficial deberá eliminarse, hasta llegar al estrato arenoso.

## 5. TRABAJO DE GABINETE

Teniendo en cuenta que el suelo presenta características muy similares en todo el sector analizado, se decidió obtener las características de valor soporte relativo CBR de con un total de 2 calicatas. En estos puntos, se han realizado otros ensayos específicos para conocer las propiedades del suelo y determinar si es apto o no, para su uso como subrasante de pavimentos.

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

### 6.1. Determinación del CBR dediseño

A continuación, en la Tabla N 3 se presentan los resultados del valor soporte relativo, CBR, obtenido del material enviado al laboratorio, de cada una de las 3 calicatas seleccionadas.

CALICATA	ESTE	NORTE	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN (SUCS)	NF	CBR (%)
C-1	631,782.43	9,254,097.86	1.50	CL A-6 (13)	NP	
C-2	631,846.41	9,254,135.05	1.50	CL A-6 (13)	NP	3.01
C-3	631,931.27	9,254,214.10	1.50	CL A-6 (11)	NP	
C-4	631,959.55	9,254,121.12	1.50	CL A-7-6 (11)	NP	
C-5	632,070.79	9,254,065.93	1.50	CL A-6 (13)	NP	
C-6	632,162.25	9,254,099.01	1.50	CL A-6 (13)	NP	3.31
C-7	631,964.07	9,254,081.17	1.50	CL A-6 (11)	NP	
C-8	632,005.38	9,253,977.60	1.50	CL A-7-6 (11)	NP	4.01
C-9	631,866.55	9,253,951.50	1.50	CL A-6 (13)	NP	
C-10	631,771.86	9,253,948.04	1.50	CL A-6 (11)	NP	
C-11	631,883.55	9,253,987.12	1.50	CL A-6 (13)	NP	
<b>PROMEDIO</b>						3.44

Tabla N°3.- Valores de CBR resultantes

Cabe precisar que se ha utilizado el método especificado en la Norma MTC E132, del Manual de Ensayos para Materiales de Carreteras, EM 2000, que describe el procedimiento para determinar el valor soporte CBR sobre suelo preparado en laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad. Se ha usado la relación soporte para 0.1" de penetración.

Estos valores de CBR serán agrupados para calcular un CBR único de diseño, con el que se diseñará el pavimento de la Av. Tamarindo de la zona residencial Casablanca, el valor de CBR de diseño será el menor valor, que es 3.44, como lo establece el manual de suelos, la subrasante es pobre, por lo que requerirá realizar un mejoramiento superficial.

  
-----  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

## 6.2. Material de Base y Subbase

Según las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras del MTC, se debe buscar un material para base granular que cumpla con un CBR de entre 80 y 100 % y compactada al 95% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado según ensayos empíricos, Asimismo, se requiere una subbase granular con un CBR de 40 % como mínimo y compactada al 95% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado según ensayos empíricos.

Para la base se recomienda la Gradación B.

**Tabla 403-01**  
**Requerimientos granulométricos para base granular**

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100		
25 mm. (1")		75-95	100	100
9,5 mm. (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: ASTM D 1241

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordínola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

Para agregado grueso:

**Tabla 403-03**  
**Requerimientos agregado grueso**

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos Altitud	
				< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% mín.	50% mín.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas chatas y alargadas (1)		D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888		0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104		18% máx.

Para agregado fino:

**Tabla 403-04**  
**Requerimientos Agregado Fino**

Ensayo	Norma	Requerimientos Altitud	
		<3.000 msnm	>3.000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% mín.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	-----	15%

Con un índice de plasticidad máximo de 4%.

  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

Los ensayos para realizarse en la base son los siguientes:

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Base Granular	Granulometría	MTC E 204	C 136	T 27	750 m <sup>2</sup>	Cantera (2)
	Límite líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	750 m <sup>2</sup>	Cantera (2)
	Índice de plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	750 m <sup>2</sup>	Cantera (2)
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C131	T 96	2.000 m <sup>2</sup>	Cantera (2)
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2.000 m <sup>2</sup>	Cantera (2)
	Sales Solubles	MTC E 219			2.000 m <sup>2</sup>	Cantera (2)
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	2.000 m <sup>2</sup>	Cantera (2)
	Partículas fracturadas	MTC E 210	D 5821		2.000 m <sup>2</sup>	Cantera (2)
	Partículas Chatas y Alargadas		D 4791		2.000 m <sup>2</sup>	Cantera (2)
	Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	2.000 m <sup>2</sup>	Cantera (2)
	Densidad y Humedad	MTC E 115	D 1557	T180	750 m <sup>2</sup>	Pista
	Compactación	MTC E 117	D 4718	T191	250 m <sup>2</sup>	Pista
		MTC E 124	D 2922	T238		

Para la compactación de la base las determinaciones de la densidad se efectuarán cuando menos una vez por cada 250 m<sup>2</sup> y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de 6 medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (Di) sean iguales o mayores al 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado (De).

$D_i > D_e$

La humedad de trabajo no debe variar en  $\pm 1,5\%$  respecto del Óptimo Contenido de Humedad obtenido con el ensayo Proctor Modificado.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

De acuerdo con el registro de canteras existente en la Región, se han identificado una serie de canteras de donde se puede obtener mezclas de suelos de buena calidad para su uso como material de base y subbase. Para efectos de diseño, se tendrá en cuenta las siguientes referencias:

**Asfalto:** 2 pulgadas  
**Base:** 15 centímetros  
**Subbase:** 15 centímetros  
**Mejoramiento de Subrasante:** 4 pulgadas

  
-----  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

### 6.3. Material para mezclas de concreto asfáltico en caliente

De acuerdo con los estudios de canteras y de la experiencia en construcción de carreteras en la Región Lambayeque, el material recomendado para la fabricación de mezcla asfáltica debe provenir de las Canteras cercanas y autorizadas.

Según las Especificaciones Técnicas Generales para la construcción de Carreteras del MTC, se debe buscar un material que cumpla con los requisitos de granulometría de acuerdo con un huso establecido. Además, se debe tener en cuenta ciertas características referidas a la adherencia del agregado grueso y del agregado fino, así como requisitos de plasticidad de la fracción fina.

Para la mezcla asfáltica se recomienda verificar en obra, una fórmula que se ajuste a la gradación de mezclas asfáltica MAC – 2 de las Especificaciones Técnicas Generales. Esta mezcla de agregados puede producirse a partir de los materiales provenientes de las canteras autorizadas y de ser necesario, relleno mineral que puede ser cemento Portland.

Tabla 423-03

Tamiz	Porcentaje en peso		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25.0 mm (1")	100		
19.0 mm (3/4")	80-100	100	
12.5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9.5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4.75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2.00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Según el Manual EG-2013 los requerimientos para agregado grueso:

  
-----  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N.º 132196

**Tabla 423-01**

**Requerimientos para los agregados gruesos**

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

Y para agregados finos:

**Tabla 423-02**

**Requerimientos para los agregados finos**

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

  
Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

El diseño de las mezclas asfálticas en caliente utilizando la metodología Marshall, se debe realizar utilizando asfalto PEN 60 – 70 proveniente de la Refinería de Talara. El porcentaje de asfalto requerido debe ser diseñado en laboratorio y verificado con la fórmula de obra.

De acuerdo a las características de los agregados de la Región (presencia de sales), es recomendable considerar la incorporación de aditivo mejorador de adherencia en la fabricación de mezclas de concreto asfáltico en caliente.

El manual EG-2013 recomienda que la compactación deberá comenzar, una vez esparcida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos, según haya sido dispuesto durante la ejecución del tramo de prueba y dentro del rango establecido en la carta temperatura-viscosidad.

Se recomienda que la compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora. Respecto al muestreo; el manual indica dos muestras por día para verificar Ensayo de Marshall, Granulometría y Contenido de asfalto; dichas muestras se registrarán con ubicación exacta y posteriormente se realizará el ensayo de diamantina en el mismo lugar donde se extrajeron las muestras.

La EG 2013 indica que la densidad media del tramo (densidad dada por ensayo de diamantinas) deberá ser cuando menos el 98 % de la media obtenida al compactar en laboratorio las probetas obtenidas en las jornadas de trabajo.

  
-----  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El material en la parte superior es una arcilla expansiva, que en promedio tiene 0.20m a 0.25m de espesor, se deberá retirar 20cm de esta capa de material.
- ✓ El CBR del suelo de subrasante es relativamente bajo, se mejorará con una capa de 10cm separadora con un CBR mínimo de 6% para que no altere la estructura del pavimento.
- ✓ En ninguna de las exploraciones se ha encontrado nivel freático, sin embargo, se tiene en cuenta que los terrenos aledaños son agrícolas, generando una alta probabilidad de aumentar la cota de nivel freático por los riegos respectivos. Para mitigar esto, se ha considerado una capa anticontaminante, esta capa servirá como refuerzo de la estructura de pavimento, así como capa drenante.
- ✓ El material del suelo en todas las calicatas tiene propiedades similares, no se ha encontrado variación del tipo de suelo, siendo del tipo CL (SUCS).
- ✓ Al eliminar la capa de 20cm de arcilla expansiva, se considera esta partida también como desbroce, debido a que aún existe maleza en todo el terreno.
- ✓ Los materiales para bases, subbases y carpeta asfáltica deben provenir de canteras adecuadas, que cumplan con los requerimientos mínimos aquí establecidos.
- ✓ Debe llevarse un control de calidad riguroso en cada uno de los proyectos a elaborarse y se recomienda un mantenimiento adecuado.
- ✓ Presenta un bajo contenido totales de sales, por lo que se recomienda la utilización del Cemento tipo I.

  
-----  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

## **ANEXO I**

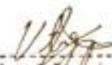
### **PANEL FOTOGRAFICO.**

**Calicata N° 01:**



**Calicata N° 02:**



  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Calicata N° 03:**



**Calicata N° 04:**



  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Anexo 10. Fotos de las calicatas 05 y 06, realizadas en zona de lotes.**

Ing. Víctor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
Ingeniero Civil CIP: 132196  
Ingeniero Consultor



**Calicata N° 05:**



**Calicata N° 06:**



  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Calicata N° 07:**



**Calicata N° 08:**



  
-----  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Calicata N° 09:**



**Calicata N° 10:**



  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Calicata N° 11:**



  
Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Anexo 11. Registros de Exploración Calicata 01. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

PROYECTO:	<b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b>	
UBICACIÓN:	: Proc. Chiclayo , Dpto. Lambayeque	FECHA: 30/11/2022
SOLICITANTE:	<b>: Ing. Omar Chung.</b>	

**REGISTRO DE EXPLORACION VISUAL**

Calicata	C - 1	N.F. (m)	NO
Prof. Total (m)	1.50	Coordenado	631782.43 - 9254097.86

Prof. (m)	Espeor del Estrato (m)	Muestra	N.F.	Descripcion Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.20	0.20	S/M	NO	<b>0.00 - 0.20</b> - ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRON SECO, CONSISTENCIA FIRME.	-	---	---
1.30	1.30	M-1	NO	<b>0.20 - 1.50</b> - ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARRON CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA FIRME.	CL A - 6(15)		NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.

  
 Victor Antonio Esquivel Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 12. Registros de Exploración Calicata 02. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

PROYECTO:	<b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b>	
UBICACIÓN:	: Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque	FECHA: 30/11/2022
SOLICITANTE:	<b>: Ing. Omar Chung.</b>	

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

Calicata	C - 2	N.F. (m)	NO
Prof. Total (m)	1.50	Coordenadas	671846.81 - 9254135.05

Prof. (m.)	Epesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.20	0.20	S/M	NO	<b>0.00 - 0.20.-</b> ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN SECO, CONSISTENCIA FIRME.	-	---	---
1.30	1.30	M - 2	NO	<b>0.20 - 1.50.-</b> ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA FIRME.	CL A - 6(15)		NO SE EVIDENCIA PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.

  
 Victor Antonio Esguirre Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 13. Registros de Exploración Calicata 03. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

Calicata	C-3	N.F. (m)	NO	
Prof. Total (m)	1.50	Coordenadas	61951.27- 92542141	

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F.	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.20	0.20	S/M	NO	0.00 - 0.20.- ARCILLA CONTAMINADA DE ALFA PLASTICIDAD, COLOR MARRON SECO, CONSISTENCIA FIRME.	-	—	—
1.50	1.30	M-2	NO	0.20 - 1.50.- ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARRON CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA FIRME.	CL A - 6(11)		NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NIVEL FREATICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.

  
 Victor Antonio Esquivirre Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 14. Registros de Exploración Calicata 04. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL							
Calicata	C-4	N.F. (m)	NO				
Prof. Total (m)	1.50	Coordenadas	671959.55 - 9254121.12				

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F.	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.20	0.20	S/M	NO	0.00 - 0.20.- ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRON SECO, CONSISTENCIA FIRME.	—	—	—
1.50	1.30	M-2	NO	0.20 - 1.50.- ARCILLA ARENOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARRON CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA FIRME.	CL. A-7-6(11)		NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.



Victor Antonio Eguirre Ordinala  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Anexo 15. Registros de Exploración Calicata 05. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

PROYECTO:	<b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b>		
UBICACIÓN:	: Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque	FECHA: 30/11/2022	
SOLICITANTE:	: <b>Ing. Omar Chung.</b>		

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

Calicata	C - 5	N.F. (m)	NO
Prof. Total (m)	1.50	Coordenadas	632070.79 - 925486.93

Prof. (m)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F.	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.20	0.20	S/M	NO	<b>0.00 - 0.20</b> - ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN SECO, CONSISTENCIA FIRME.	-	—	—
1.50	1.30	M - 2	NO	<b>0.20 - 1.50</b> - ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO, ESTADO MUY HÚMEDO, CONSISTENCIA FIRME.	CL A - 6(13)		NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.

  
 Victor Antonio Egúsquiza Ordinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 16. Registros de Exploración Calicata 06. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

PROYECTO:	<b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b>		
UBICACIÓN:	: Prov. Chiclayo , Dpto. Lambayeque	FECHA: 30/11/2022	
SOLICITANTE:	: <b>Ing. Omar Chung.</b>		

**REGISTRO DE EXPLORACION VISUAL**

Calicata	C - 6	N.F. (m)	NO
Prof. Total (m)	1.50	Coordenadas	67216.225 - 9254099.01

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m.)	Muestra	N.F.	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.20	0.20	S/M	NO	0,00 - 0,20.- ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRON SECO, CONSISTENCIA FIRME.	-	—	—
1.50	1.30	M - 2	NO	0,20 - 1,50.- ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARRON CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA FIRME.	CL A - 6(15)		NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.



Victor Antonio Esquivirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Anexo 17. Registros de Exploración Calicata 07. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

PROYECTO:	<b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b>		
UBICACIÓN:	: Prov: Chiclayo , Dpto. Lambayeque		FECHA: 30/11/2022
SOLICITANTE:	: <b>Ing. Omar Chung.</b>		

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

Calicata	C - 7	N.F. (m)	NO	
Prof. Total (m)	1.50	Coordenadas	63196.407 - 9254081.17	

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F.	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.20	0.20	SM	NO	R <sub>20</sub> - R <sub>20</sub> - ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRON SECO, CONSISTENCIA FIRME.	-	—	—
1.50	1.50	M - 2	NO	R <sub>20</sub> - 1.50 - ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARRON CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA FIRME.	CL A - 6(11)		NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.



Victor Antonio Eguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Anexo 18. Registros de Exploración Calicata 08. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

PROYECTO:	<b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b>		
UBICACIÓN:	: Proc. Chiclayo, Dpto. Lambayeque		FECHA: 30/11/2022
SOLICITANTE:	: <b>Ing. Omar Chung.</b>		

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

Calicata	C - 8	N.E. (m)	NO	
Prof. Total (m)	1.50	Coordenadas	612005.78 - 9251977.6	

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F.	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.20	0.20	SM	NO	0.00 - 0.20,- ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRON SECO, CONSISTENCIA FIRME.	-	—	—
1.50	1.50	M - 2	NO	0.20 - 1.50,- ARCILLA ARENOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARRON CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA FIRME.	CL A - 7 - 6 (11)		NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NITRATO FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.



Victor Antonio Egúsquiza Ordinala  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Anexo 19. Registros de Exploración Calicata 09. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

PROYECTO:	<b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b>		
UBICACIÓN:	: Prov. Chiclayo , Dpto. Lambayeque	FECHA: 30/11/2022	
SOLICITANTE:	: <b>Ing. Omar Chung.</b>		

**REGISTRO DE EXPLORACION VISUAL**

Calicata	C - 9	N.E. (m)	N/O	
Prof. Total (m)	1.50	Coordenadas	651866.55 - 9253951.5	

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.20	0.20	S/M	NO	<b>0,00 - 0,20.-</b> ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRON SECO, CONSISTENCIA TERME.	—	—	—
1.50	1.50	M - 2	NO	<b>0,20 - 1,50.-</b> ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARRON CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA TERME.	CL A - 6 (15)		NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.

  
 Victor Antonio Aguirre Ordinala  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 20. Registros de Exploración Calicata 10. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

PROYECTO:	<b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b>		
UBICACIÓN:	: Provi. Chiclayo, Dpto. Lambayeque	FECHA: 30/11/2022	
SOLICITANTE:	: <b>Ing. Omar Chung.</b>		

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

Calicata	C - 10	N.E. (m)	N.O	
Prof. Total (m)	1.50	Coordenadas	63177 1.86 - 9253948.04	

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
0.20	0.20	S/M	NO	<b>0.00 - 0.20</b> - ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRON SECO, CONSISTENCIA FIRME.	-	---	---
1.50	1.30	M - 2	NO	<b>0.20 - 1.50</b> - ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARRON CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA FIRME.	CL A - 6(11)		NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.



Victor Antonio E. Aguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Anexo 21. Registros de Exploración Calicata 11. Lo conforma un material arcilloso de mediana plasticidad, no presenta NF.**

PROYECTO:	<b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b>		
UBICACIÓN:	: Prov. Chiclayo , Dpto. Lambayeque	FECHA: 30/11/2022	
SOLICITANTE:	: <b>Ing. Omar Chung.</b>		

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN VISUAL**

Calicata	C - II	N.E. (m)	NO	
Prof. Total (m)	1.50	Coordenadas	671883.55 - 9253987.12	

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SI/CS	Simbología Gráfica	Observación
0.20	0.20	S/M	NO	<b>0,00 - 0,20.-</b> ARCILLA CONTAMINADA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRON SECO, CONSISTENCIA FIRME.	-	—	—
1.50	1.30	M - 1	NO	<b>0,20 - 1,50.-</b> ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR MARRON CLARO, ESTADO MUY HUMEDO, CONSISTENCIA FIRME.	CL. A - 6(13)		NO SE EVIDENCIO PRESENCIA DE NIVEL FREATICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.

  
 -----  
**Victor Antonio Aguirre Ordinola**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 22. Ensayo de CBR para la Calicata 02.**

Proyecto:	: "Habilitacion Urbana Casablanca"	
Solicitante	Ing. Omar Chung	: Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque

Calicata	: C - 2	Fecha de Muestreo:	10/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50				

**ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R)  
(NTP 339.145 - MTC E 132 - 2000)**

N° De Capas	5 capas				
	1	2	3	4	5
N° De Molde	59	25	16		
N° De Golpes					
Peso del molde+suelo húmedo gr.	8794	8526	8358		
Peso del molde gr.	4280	4225	4255		
Peso del suelo húmedo gr.	4514	4301	4093		
Volumen del molde cm <sup>3</sup>	2323	2323	2323		
Densidad húmeda gr/cm <sup>3</sup>	1.943	1.851	1.762		
Humedad %	10.23	10.58	11.90		
Densidad seca gr/cm <sup>3</sup>	1.763	1.675	1.587		

**EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
		0	0.000			0.000			0.000		
	06		455	455	358.27	490	490	385.83	510	510	401.57

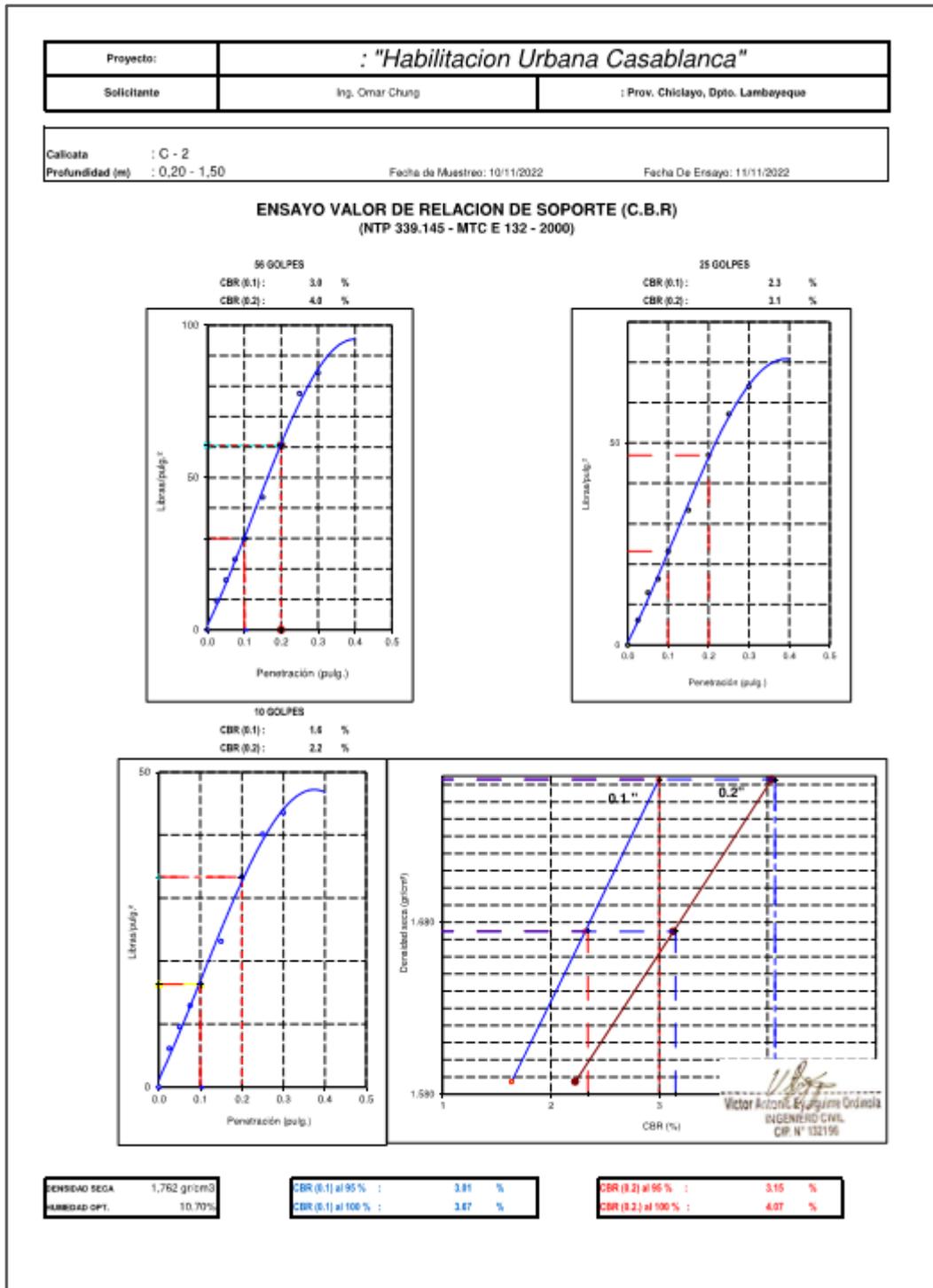
**PENETRACION  
Prensa Analógica**

Penetración (pulg.)	Tiempo (seg.)	Carga Estd. (lb./pulg <sup>2</sup> )	Carga		Corregida		Carga		Corregida		Carga		Corregida	
			Diales	lb./pulg <sup>2</sup>	lb./pulg <sup>2</sup>	Diales	lb./pulg <sup>2</sup>	lb./pulg <sup>2</sup>	Diales	lb./pulg <sup>2</sup>	lb./pulg <sup>2</sup>	Diales	lb./pulg <sup>2</sup>	lb./pulg <sup>2</sup>
0.000					0.000				0.000					0.000
0.025	30"		2.00		9.6		1.00		6.2		1.00			6.2
0.050	1'		4.00		16.4		3.00		13.0		2.00			9.6
0.075	1'30"		6.00		23.2		4.00		16.4		3.00			13.0
0.100	2'	1.000	8.00		30.0		6.00		23.2		4.00			16.4
0.150	3'		12.00		43.8		9.00		33.4		6.00			23.2
0.200	4'	1.500	17.00		60.6		13.00		47.0		9.00			33.4
0.250	5'		22.00		77.6		16.00		57.2		11.00			40.2
0.300	6'	1.800	24.00		84.4		18.00		64.0		12.00			43.6
0.350	7'													
0.400	8'	2.300												
0.450	9'													
0.500	10'	2.800												

Anillo N° : 50 KN Capacidad : 10,000 Lbs. Sobrecarga : 15 Lbs. Constante : y=23.343 + 2.02 (y)

  
**Victor Antonio Espinoza Ordóñez**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 23. Ensayo de CBR para la Calicata 02. Obteniéndose 3.01%**



**Anexo 24. Ensayo de CBR para la Calicata 06.**

<b>Proyecto:</b>	<b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b>			
<b>Solicitante</b>	Ing. Omar Chung	: Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque		

<b>Calicata</b> : C - 6	Fecha de Muestreo: 10/11/2022	Fecha De Ensayo: 11/12/2022
<b>Profundidad (m)</b> : 0.20 - 1.50		

**ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R)**  
(NTP 339.145 - MTC E 132 - 2000)

N° De Capas	5 capas		
	8	9	10
N° De Molde			
N° De Golpes	56	25	10
Peso del molde+suelo húmedo gr.	8623	8688	8454
Peso del molde gr.	4275	4230	4235
Peso del suelo húmedo gr.	4648	4438	4221
Volumen del molde cm³.	2322	2321	2325
Densidad húmeda gr/cm³.	2.002	1.912	1.815
Humedad %	11.15	11.75	12.09
Densidad seca gr/cm³.	1.801	1.711	1.621

**EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm.	%	Dial	mm.	%	Dial	mm.	%
	0		0.000			0.000			0.000		
	96		530	530	417.32	510	510	401.57	580	580	456.69

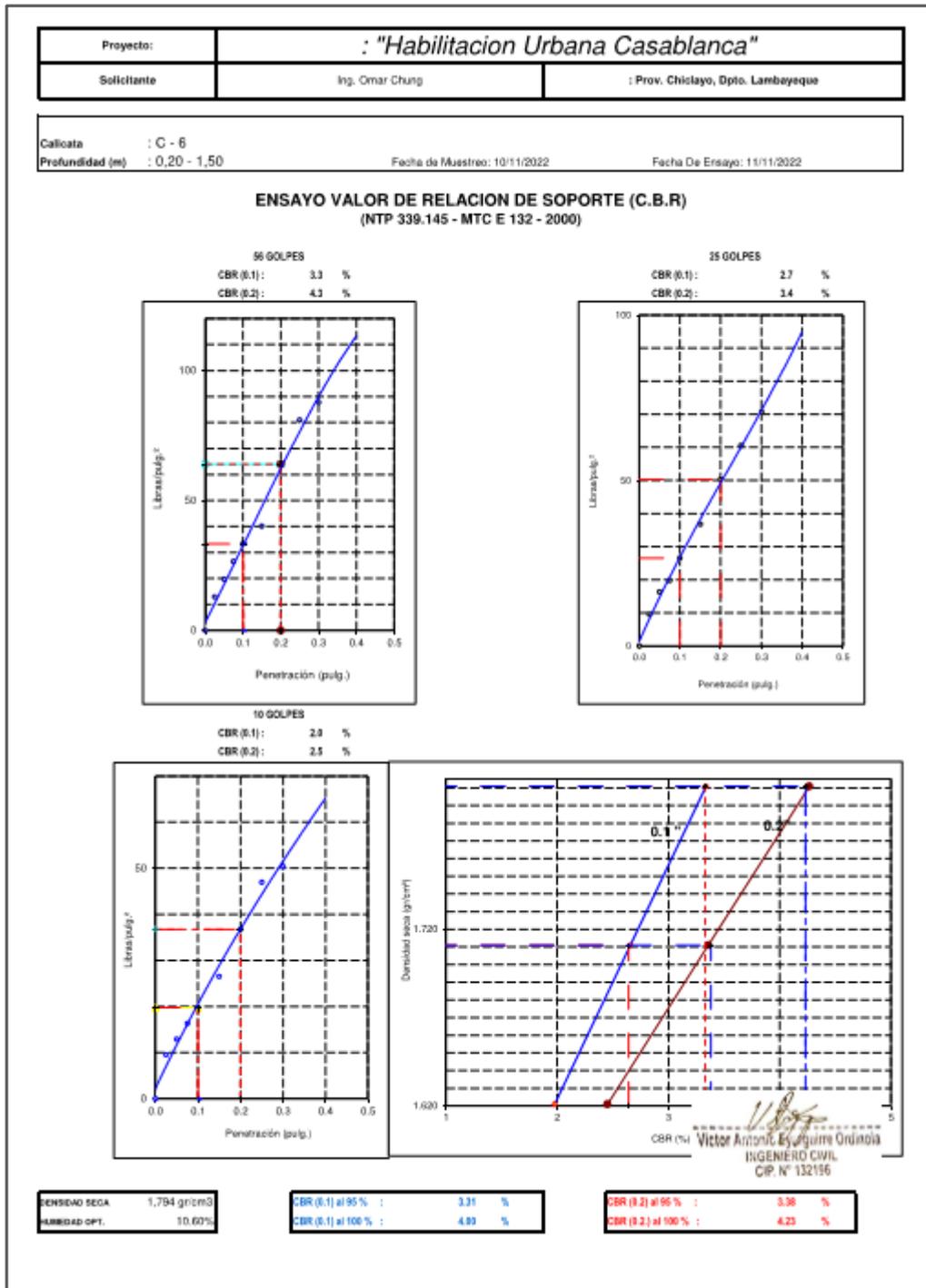
**PENETRACION**  
Prensa Análogica

Penetración (pulg.)	Tiempo (lb/pulg.)	Carga Estd. (lb/pulg²)	Carga			Corregida			Carga			Corregida		
			Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²
0.020					0.000			0.020						0.000
0.025	30"		3.00		13.0			2.00		9.6			2.00	9.6
0.050	1'		5.00		19.8			4.00		16.4			3.00	13.0
0.075	1'30"		7.00		26.6			5.00		19.8			4.00	16.4
0.100	2'	1,000	9.00		33.4			7.00		26.6			5.00	19.8
0.150	3'		11.00		40.2			10.00		36.8			7.00	26.6
0.200	4'	1,500	18.00		64.0			14.00		50.4			10.00	36.8
0.250	5'		23.00		81.0			17.00		60.6			13.00	47.0
0.300	6'	1,900	25.00		87.8			20.00		70.8			14.00	50.4
0.350	7'													
0.400	8'	2,300												
0.450	9'													
0.500	10'	2,600												

Anillo N° : 50 KN      Capacidad : 10,000 Lbs.      Sobrecarga : 15 Lbs.      Constante :  $y=23.343 + 2.02 (x)$

  
 Victor Antonio Esquivir Ordinala  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 25. Ensayo de CBR para la Calicata 06. Obteniéndose 3.31%.**



**Anexo 26. Ensayo de CBR para la Calicata 08.**

Proyecto:	: "Habilitacion Urbana Casablanca"	
Solicitante	Ing. Omar Chung	: Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque

Calicata	: C - 8	Fecha De Muestreo: 10/11/2022	Fecha De Ensayo: 11/11/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50		

**ENSAYO VALOR DE RELACION DE SOPORTE (C.B.R)  
(NTP 339.145 - MTC E 132 - 2000)**

N° De Capas	5 capas		
	4	5	6
N° De Molde	56	25	10
N° De Golpes			
Peso del molde+suelo húmedo gr.	8861	8602	8402
Peso del molde gr.	4275	4230	4233
Peso del suelo húmedo gr.	4686	4372	4169
Volumen del molde cm³	2321	2320	2325
Densidad húmeda gr/cm³	1.964	1.884	1.793
Humedad %	11.63	11.56	12.06
Densidad seca gr/cm³	1.778	1.689	1.600

**EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm.	%	Dial	mm.	%	Dial	mm.	%
		0	0.100			0.100			0.100		
	96		510	509.9	401.50	533	532.9	419.61	560	559.9	440.87

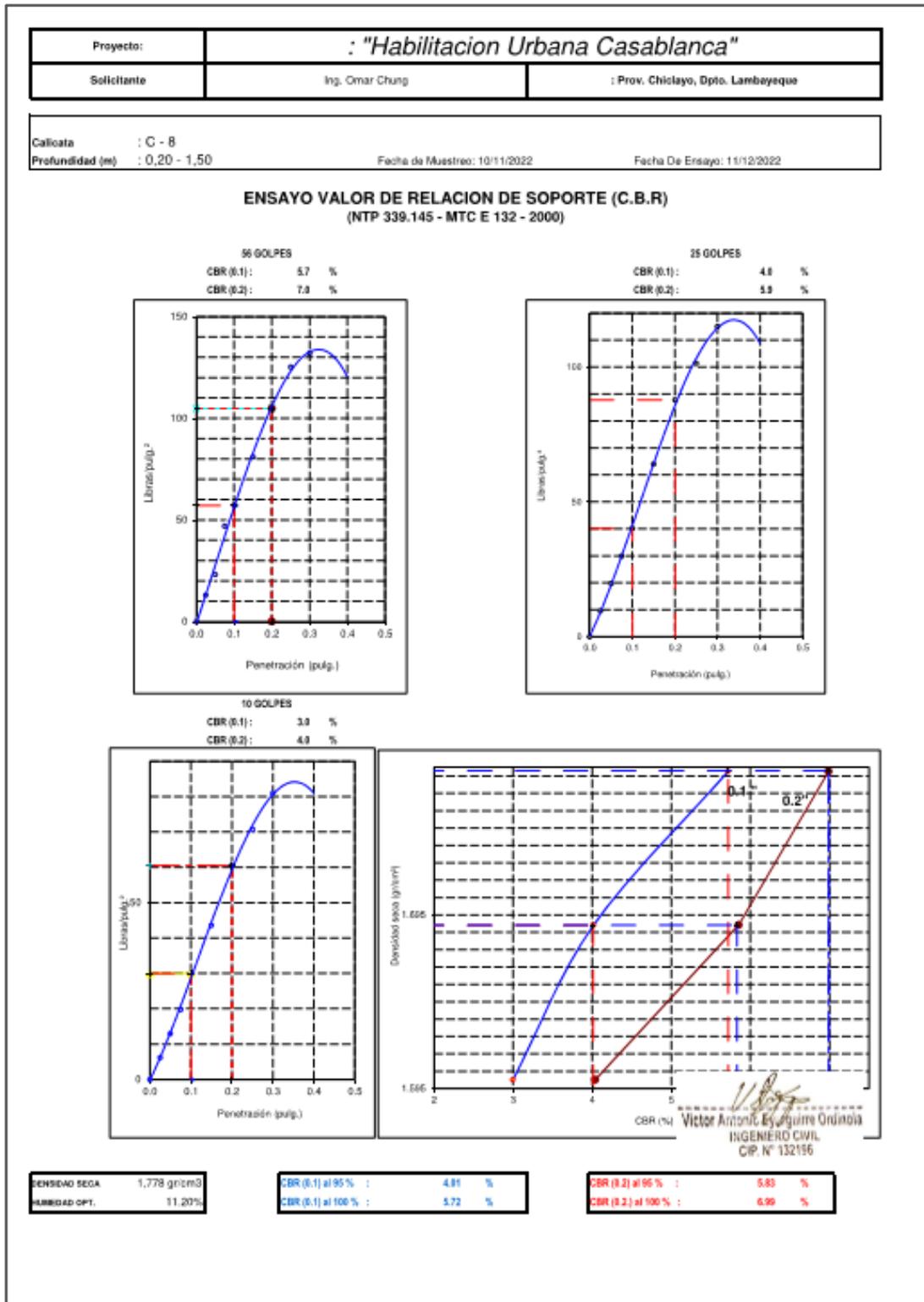
**PENETRACION  
Prensa Análogica**

Penetración (pulg.)	Tiempo (lb/pulg.)	Carga Estd. (lb./pulg²)	Carga			Carga			Carga		
			Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²
0.000					0.000			0.000			0.000
0.025	30"		3.00		13.0			2.00		9.6	6.2
0.050	1'		6.00		23.2			5.00		19.8	13.0
0.075	1'30"		13.00		47.0			8.00		30.0	19.8
0.100	2'	1.000	16.00		57.2			11.00		40.2	30.0
0.150	3'		23.00		81.0			18.00		64.0	43.6
0.200	4'	1.500	30.00		104.8			25.00		87.8	60.6
0.250	5'		36.00		125.2			29.00		101.4	70.8
0.300	6'	1.900	38.00		132.0			33.00		115.0	81.0
0.350	7'										
0.400	8'	2.300									
0.450	9'										
0.500	10'	2.600									

Anillo N° : 90 HN Capacidad : 10,000 Lbs. Sobrecarga : 15 Lbs. Constante : y=23.343 + 2.02 (x)

  
 Victor Antonio Aguirre Ordinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

Anexo 27. Ensayo de CBR para la Calicata 08. Obteniéndose 4.01%.



**Anexo 28. Tabla de resultados de contenidos de humedad obtenidos de las muestras.**

Proyecto:	<b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b>
Solicita:	Ing. Omar Chung.

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
( ASTM D- 2216 | NTP 339.127 )

Fecha de Muestreo: 10/11/2022	Fecha De Ensayo: 11/12/2022
-------------------------------	-----------------------------

IDENTIFICACION	CALICATA	Profundidad (m)	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO TARA (gr)	PESO AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	% DE HUMEDAD
Habilitacion Urbana Casablanca	C - 1	0,20 - 1,50	147.82	130.05	26.62	17.77	103.43	17.2
Habilitacion Urbana Casablanca	C - 2	0,20 - 1,50	182.83	161.42	26.76	21.41	134.66	15.9
Habilitacion Urbana Casablanca	C - 3	0,20 - 1,50	143.32	126.19	25.98	17.13	100.21	17.1
Habilitacion Urbana Casablanca	C - 4	0,20 - 1,50	138.26	117.07	27.03	21.19	90.04	23.5
Habilitacion Urbana Casablanca	C - 5	0,20 - 1,50	150.09	128.62	25.17	21.47	103.45	20.8
Habilitacion Urbana Casablanca	C - 6	0,20 - 1,50	185.16	159.99	25.31	25.17	134.68	18.7
Habilitacion Urbana Casablanca	C - 7	0,20 - 1,50	145.70	124.76	24.53	20.94	100.23	20.9
Habilitacion Urbana Casablanca	C - 8	0,20 - 1,50	140.64	118.50	25.58	22.14	92.92	23.8
Habilitacion Urbana Casablanca	C - 9	0,20 - 1,50	152.47	130.05	23.72	22.42	106.33	21.1
Habilitacion Urbana Casablanca	C - 10	0,20 - 1,50	187.48	161.42	23.86	26.06	137.56	18.9
Habilitacion Urbana Casablanca	C - 11	0,20 - 1,50	185.16	159.99	23.08	25.17	136.91	18.4

Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.

  
 Victor Antonio Aguirre Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196



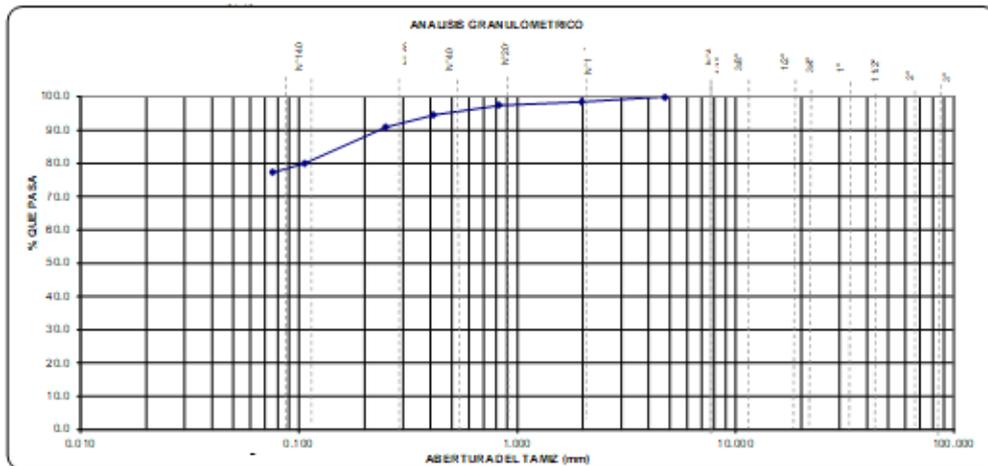
Anexo 30. Tabla de granulometría de la Calicata 02.

Proyecto	: "Habilitación Urbana Casablanca"
Solicita	Ing. Omar Chung.

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO  
(NTP 330.128)

CALICATA	: C - 2	Fecha de Muestreo: 30/11/2022	Fecha De Ensayo: 11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50		

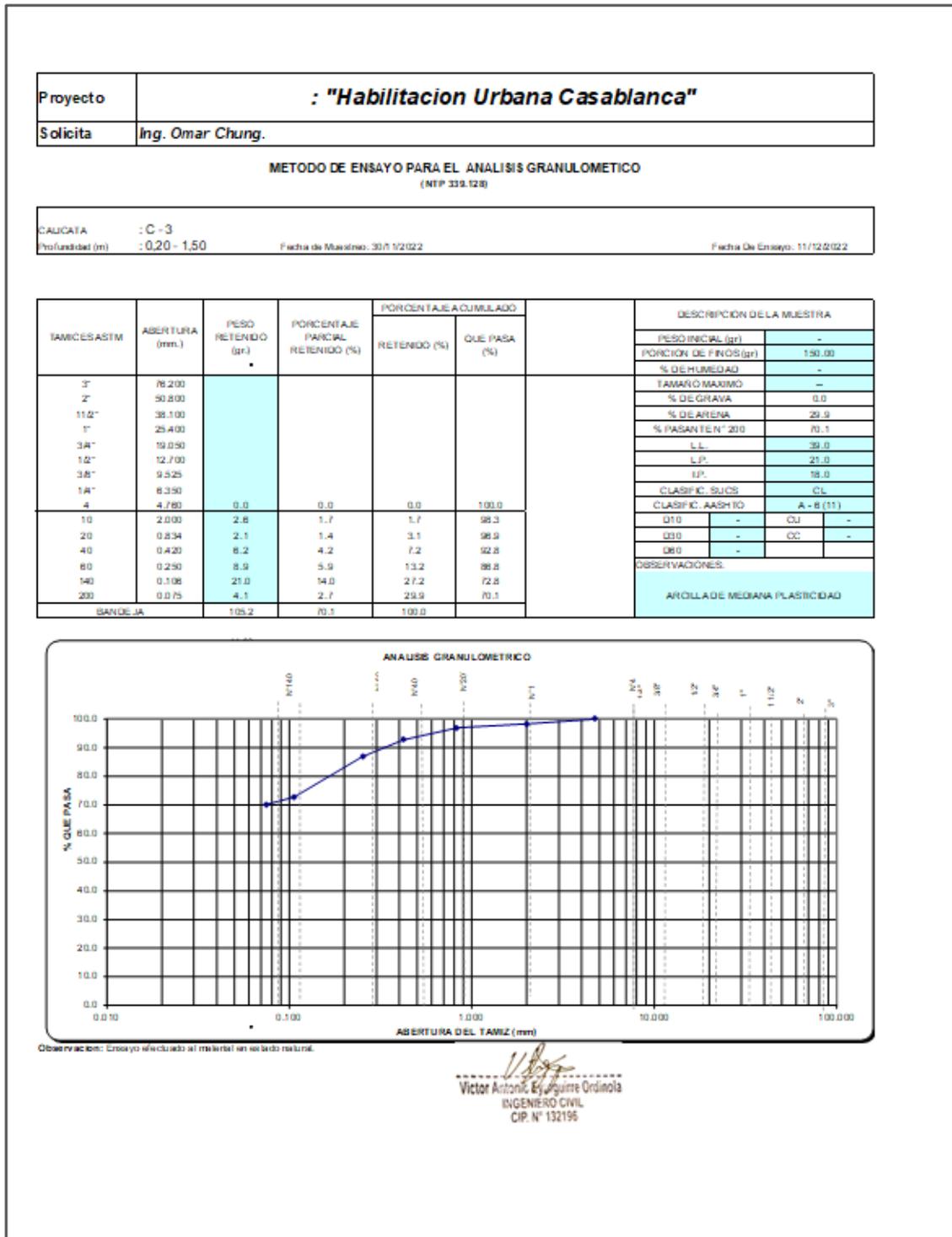
TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO			DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)		PESO INICIAL (gr)			
							PORCION DE FINOS (gr)	150.00		
							% DE HUMEDAD	-		
							TAMANO MAXIMO	-		
							% DE GRAVA	0.0		
							% DE ARENA	22.8		
							% PASANTE N° 200	77.2		
							L.L.	39.0		
							L.P.	22.0		
							I.P.	17.0		
							CLASIFIC. SUCS	CL		
							CLASIFIC. ASHTO	A - B (13)		
							U10	-	CU	-
							U30	-	CC	-
							U60	-		
							OBSERVACIONES:			
							AROLLA DE MEDIANA PLASTICIDAD			
	SANDEJA	15.8	77.2	100.0						



Observación: Ensayo efectuado al material en estado natural.

*V. Aguirre*  
 Victor Antonio Aguirre Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Anexo 31. Tabla de granulometría de la Calicata 03.**



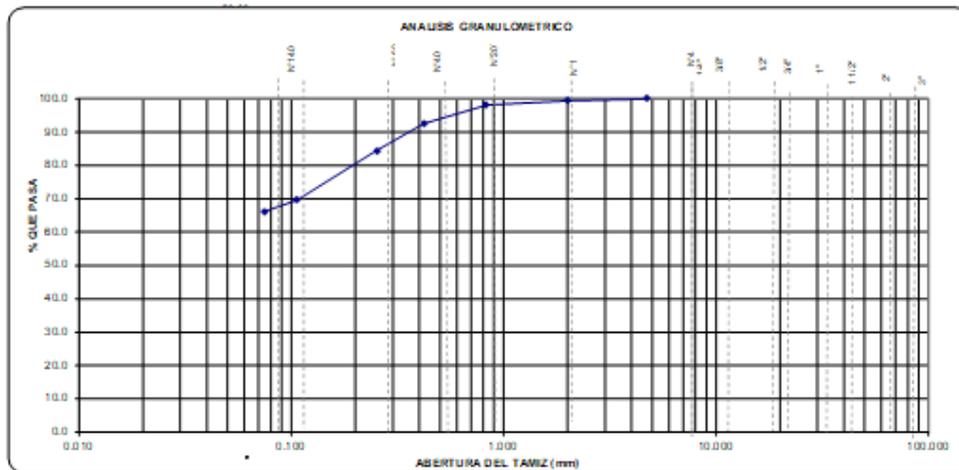
**Anexo 32. Tabla de granulometría de la Calicata 04.**

Proyecto	<b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b>
Solicita	<b>Ing. Omar Chung.</b>

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETICO**  
(NFP 339.128)

CALICATA	: C - 4	Fecha de Muestreo:	30/1/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0.20 - 1.50				

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE CUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA							
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	PESO INICIAL (gr)	150.00	% DE HUMEDAD	-	TAMANO MAXIMO	-		
3"	76.200					% DE GRAVA	0.0	% DE ARENA	33.8	% PASANTE N° 200	66.2	LL	41.0
2"	50.800							LP	22.0	IP	19.0		
11/2"	38.100							CLASIFIC. SUCS	CL				
1"	25.400							CLASIFIC. AASHTO	A-7-6 (11)				
3/4"	19.050							D10	-	CU	-		
1/2"	12.700							D30	-	CC	-		
3/8"	9.525							D60	-				
1/4"	6.350							OBSERVACIONES:					
4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0			AREOLA ARENOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD					
10	2.000	0.9	0.6	0.6	99.4								
20	0.834	1.8	1.2	1.8	98.2								
40	0.420	8.4	5.6	7.4	92.8								
60	0.250	12.3	8.2	15.6	84.4								
140	0.106	22.1	14.7	30.3	69.7								
200	0.075	5.1	3.4	33.8	66.2								
SANDEJA		99.3	66.2	100.0									



Observacion: Ensayo efectuado al material en su estado natural.

Victor Antonio Equique Ordinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132195

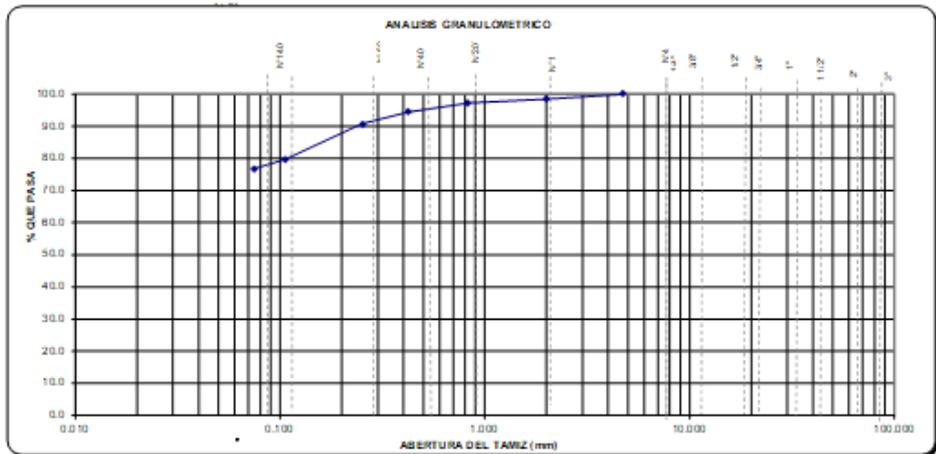
Anexo 33. Tabla de granulometría de la Calicata 05.

Proyecto	: "Habilitación Urbana Casablanca"
Solicitante	Ing. Omar Chung.

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO  
(NTP 339.128)

CALICATA	: C - 5	Fecha de Muestreo:	30/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50				

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	
						PESO INICIAL (gr) -
						PORCION DE FINOS (gr) 150.00
						% DE HUMEDAD -
						TAMANO MAXIMO -
						% DE GRAVA 0.0
						% DE ARENA 23.2
						% PASANTE N° 200 76.8
						LL 37.0
						LP 22.0
						IP 15.0
						CLASIFIC. SUICIS CL
						CLASIFIC. AASH TO A-6 (13)
10	2.000	2.4	1.6	1.6	98.4	U10 - CU -
20	0.854	1.7	1.1	2.7	97.3	U20 - CC -
40	0.420	4.3	2.9	5.6	94.4	
60	0.250	5.8	3.7	9.3	90.7	
100	0.150	10.5	6.9	19.8	80.2	
200	0.075	4.4	2.9	23.2	76.8	
GRANDEZA		115.2	76.8	100.0		



Observación: Ensayo efectuado al material en estado natural.

*V. Ordinoia*  
 Victor Antonio Equique Ordinoia  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132195



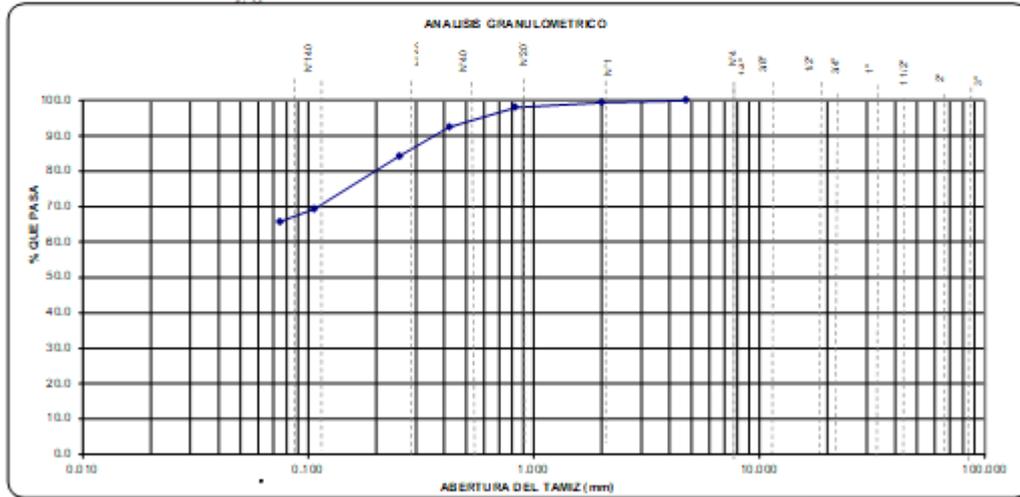
Anexo 35. Tabla de granulometría de la Calicata 07.

Proyecto	: "Habilitación Urbana Casablanca"
Solicita	Ing. Omar Chung.

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO  
(NTP 339.128)

CALICATA	: C-7	Fecha de Muestreo:	30/5/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0.20 - 1.50				

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	
3"	76.200					PESO INICIAL (gr) -
2"	50.800					PORCION DE FINOS (gr) 150.00
11.2"	38.100					% DE HUMEDAD -
1"	25.400					TAMANO MAXIMO -
3/4"	19.050					% DE GRAVA 0.0
1/2"	12.700					% DE ARENA 34.2
3/8"	9.525					% PASANTE N° 200 85.8
1/4"	6.350					L.L. 39.0
4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P. 21.0
10	2.000	1.0	0.8	0.8	99.4	I.P. 18.0
20	0.834	1.9	1.3	1.9	98.1	CLASIFIC. SUCS CL
40	0.420	8.5	5.7	7.6	92.4	CLASIFIC. AASHO A-6 (13)
60	0.250	12.4	8.3	15.9	84.1	U10 - CU -
140	0.106	22.2	14.8	30.7	69.3	U30 - CC -
200	0.075	5.2	3.5	34.2	65.8	U60 - -
SANDA JA		95.7	85.2	100.0		OBSERVACIONES:
						ARROLLE DE MEDIANA PLASTICIDAD



Observación: Ensayo efectuado al material en su estado natural.

*Victor Antonio Echevarría Ordinola*  
 Victor Antonio Echevarría Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196







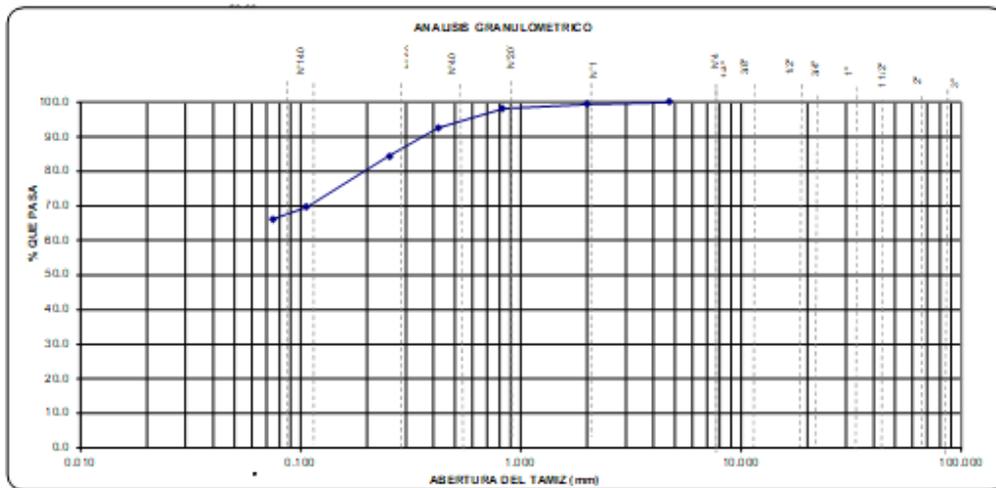
Anexo 39. Tabla de granulometría de la Calicata 11.

Proyecto	: "Habilitación Urbana Casablanca"
Solicita	Ing. Omar Chung.

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO  
(NTP 339.128)

CALICATA	: C-11	Fecha de Muestras:	30/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0.20 - 1.50				

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	
						PESO INICIAL (gr) -
						PORCION DE FINOS (gr) 150.00
						% DE HUMEDAD -
						TAMANO MAXIMO -
						% DE GRAVA 0.0
						% DE ARENA 33.8
						% PASANTE N° 200 88.2
						LL 41.0
						LP 22.0
						IP 19.0
						CLASIFIC. SUCS CL
						CLASIFIC. AASHTO A-6-13
						D10 - CU -
						D30 - CC -
						D60 - - -
						OBSERVACIONES:
						ARILLA ARENOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD
SANDEJA		99.3	88.2	100.0		



Observación: Ensayo efectuado al material en estado natural.

*Victor Antonio Esquivel Ordinola*  
 Victor Antonio Esquivel Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132195

**Anexo 40. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 01.**

Proyecto	: <b>"Habilitacion Urbana Casablanca"</b>
Solicita	Ing. Omar Chung

**MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

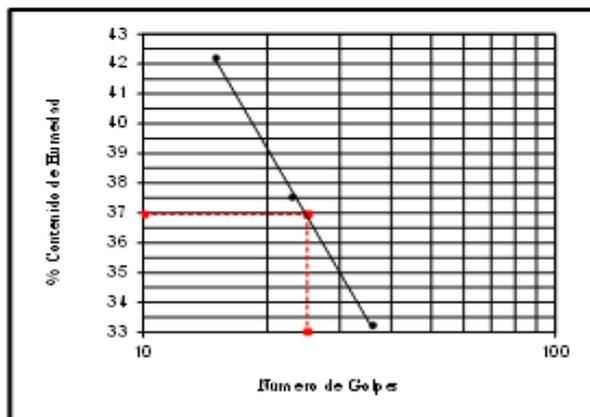
Calicata	: C - 1	Fecha de Muestreo:	30/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50				

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

Nº	MUESTRA		1	2	3
1	Peso de la Tara	grs.	12.19	11.84	11.85
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	27.63	26.64	26.64
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	23.78	22.80	22.25
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	3.85	4.04	4.39
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	11.59	10.76	10.40
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	33.2	37.5	42.2
7	Nº. De Golpes		36	23	15

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

Nº	MUESTRA		1	2	3	4
1	Peso de la Tara	grs.	4.27	4.23		
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	6.61	6.33		
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	6.19	5.95		
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	0.42	0.38		
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	1.92	1.72		
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	21.9	22.1		
Promedio de Límite Plástico :			22			



**RESULTADOS:**

L.L. : 37  
 L.P. : 22  
 I.P. : 15

*[Signature]*  
 Victor Antonio Esguirre Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observacion:**

Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 41. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 02.**

Proyecto	: "Habilitacion Urbana Casablanca"
Solicita	Ing. Omar Chung

**MÉTODOS DE EN SAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

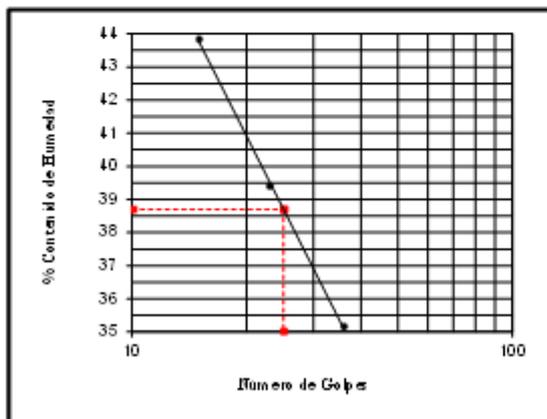
Calicata	: C - 2	Fecha de Muestreo:	30/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50				

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3
1	Peso de la Tara	grs.	12.40	12.36	12.43
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	26.20	27.64	25.95
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	22.61	23.32	21.83
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	3.59	4.32	4.12
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	10.21	10.96	9.40
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	35.2	39.4	43.8
7	De Golpes		36	23	15

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3	4
1	Peso de la Tara	grs.	12.09	11.74		
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	13.80	13.20		
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	13.50	12.93		
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	0.30	0.27		
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	1.41	1.19		
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	21.3	22.7		
Promedio de Límite Plástico :			22			



RESULTADOS:		
L.L.	:	39
L.P.	:	22
I.P.	:	17

*Victor Antonio E. Aguirre Ordinola*  
 Victor Antonio E. Aguirre Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observacion:**  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

Anexo 42. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 03.

<b>Proyecto</b>	<b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b>		
<b>Solicita</b>	Ing. Omar Chung		

**MÉTODOS DE EN SAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

Calicata	: C - 3	Fecha de Muestreo: 30/11/2022	Fecha De Ensayo: 11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50		

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3
1	Peso de la Tara	grs.	11.79	11.02	12.08
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	27.27	26.45	26.86
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	23.20	22.05	22.37
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	4.07	4.40	4.49
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	11.41	11.03	10.29
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	35.7	39.9	43.8
7	F. De Golpes		36	23	16

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3	4
1	Peso de la Tara	grs.	12.14	12.00		
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	14.86	14.14		
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	14.39	13.78		
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	0.47	0.36		
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	2.25	1.78		
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	20.9	20.2		
Promedio de Límite Plástico :			21			

RESULTADOS:	
L.L.	39
L.P.	21
I.P.	18

  
 Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observacion:**  
Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 43. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 04.**

<b>Proyecto</b>	<b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b>		
<b>Solicita</b>	Ing. Omar Chung		

**MÉTODOS DE EN SAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

Calicata	: C - 4	Fecha de Muestreo: 30/11/2022	Fecha De Ensayo: 11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50		

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3
1	Peso de la Tara	grs.	12.20	11.02	12.11
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	27.64	27.10	30.02
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	23.46	22.35	24.35
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	4.18	4.75	5.67
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	11.28	11.33	12.24
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	37.1	41.9	46.3
7	De Golpes		37	23	15

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3	4
1	Peso de la Tara	grs.	12.17	11.84		
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	15.22	14.89		
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	14.68	14.34		
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	0.54	0.55		
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	2.51	2.50		
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	21.5	22.0		
Promedio de Límite Plástico :			22			

Numero de Golpes

**RESULTADOS:**

L.L. : 41

L.P. : 22

I.P. : 19

Victor Antonio Eyzaguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Observacion:**  
Ensayo efectuado al material en estado natural.

Anexo 44. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 05.

<b>Proyecto</b>	<b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b>
<b>Solicita</b>	Ing. Omar Chung

**MÉTODOS DE EN SAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

Calicata	: C - 5	Fecha de Muestreo: 30/11/2022	Fecha De Ensayo: 11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50		

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3
1	Peso de la Tara	grs.	12.39	11.76	11.88
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	27.83	26.56	26.67
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	23.96	22.52	22.28
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	3.85	4.04	4.39
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	11.59	10.76	10.40
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	33.2	37.5	42.2
7	% De Golpes		36	23	15

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3	4
1	Peso de la Tara	grs.	4.47	4.15		
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	6.81	6.25		
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	6.39	5.87		
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	0.42	0.38		
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	1.92	1.72		
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	21.9	22.1		
Promedio de Límite Plástico :			22			

Numero de Golpes

**RESULTADOS:**

L.L. : 37

L.P. : 22

I.P. : 15

Victor Antonio Aguirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Observacion:**  
Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 45. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 06.**

Proyecto	: "Habilitacion Urbana Casablanca"
Solicita	Ing. Omar Chung

**MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

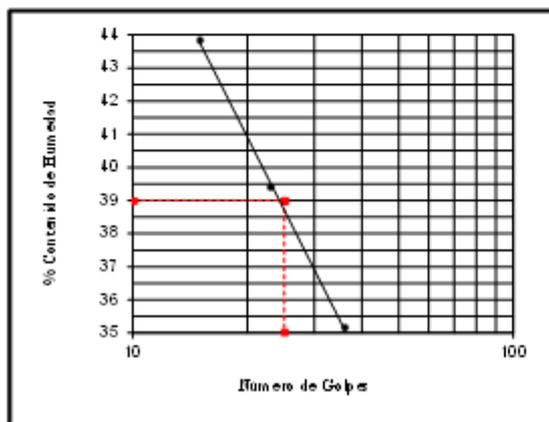
Calicata	: C - 6	Fecha de Muestreo:	30/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50				

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3
1	Peso de la Tara	grs.	12.55	12.36	12.38
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	26.35	27.64	25.90
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	22.76	23.32	21.78
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	3.59	4.32	4.12
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	10.21	10.96	9.40
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	35.2	39.4	43.8
7	F. De Golpes		36	23	15

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3	4
1	Peso de la Tara	grs.	12.24	11.74		
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	13.95	13.20		
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	13.65	12.93		
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	0.30	0.27		
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	1.41	1.19		
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	21.3	22.7		
Promedio de Límite Plástico :			22			



RESULTADOS:		
L.L.	:	39
L.P.	:	22
I.P.	:	17

*Victor Antonio E. Aguirre Ordinola*  
 Victor Antonio E. Aguirre Ordinola  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

Observacion:  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 46. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 07.**

Proyecto	: <b>"Habilitacion Urbana Casablanca"</b>		
Solicita	Ing. Omar Chung		

**MÉTODOS DE EN SAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

Calicata	: C - 7	Fecha de Muestreo:	30/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50				

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3
1	Peso de la Tara	grs.	12.11	11.34	12.40
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	27.12	26.30	26.71
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	23.20	22.05	22.37
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	3.92	4.25	4.34
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	11.09	10.71	9.97
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	35.3	39.7	43.5
7	% De Golpes		36	23	16

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3	4
1	Peso de la Tara	grs.	12.46	12.32		
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	15.18	14.46		
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	14.71	14.10		
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	0.47	0.36		
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	2.25	1.78		
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	20.9	20.2		
Promedio de Límite Plástico :			21			

The chart plots the percentage of moisture content against the number of blows on a semi-logarithmic scale. The y-axis ranges from 35 to 44, and the x-axis ranges from 10 to 100. A flow curve is drawn through three data points: (36, 39.7), (23, 43.5), and (16, 43.5). A horizontal red line is drawn at 21% moisture content, representing the Plastic Limit (LP). The Liquid Limit (LL) is determined as the moisture content at 25 blows, which is 39%.

RESULTADOS:		
L.L.	:	39
L.P.	:	21
I.P.	:	18

  
 Victor Antonio Esquivel Ordinala  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observacion:**  
Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 47. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 08.**

<b>Proyecto</b>	<b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b>
<b>Solicita</b>	Ing. Omar Chung

**MÉTODOS DE EN SAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

Calicata	: C - 8	Fecha de Muestreo: 30/11/2022	Fecha De Ensayo: 11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50		

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3
1	Peso de la Tara	grs.	12.08	10.90	11.99
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	27.64	27.10	30.02
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	23.46	22.35	24.35
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	4.18	4.75	5.67
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	11.38	11.45	12.38
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	36.7	41.5	45.9
7	N.º De Golpes		37	23	15

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3	4
1	Peso de la Tara	grs.	12.05	11.72		
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	15.43	14.99		
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	14.89	14.44		
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	0.54	0.55		
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	2.84	2.72		
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	19.0	20.2		
Promedio de Límite Plástico :			20			

Número de Golpes

**RESULTADOS:**

L.L. : 41

L.P. : 20

I.P. : 21

Victor Antonio Esquivirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Observacion:**  
Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 48. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 09.**

<b>Proyecto</b>	<b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b>
<b>Solicita</b>	Ing. Omar Chung

**MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

Calicata	: C - 9	Fecha de Muestreo:	30/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50				

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3
1	Peso de la Tara	grs.	12.55	12.36	12.38
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	26.35	27.64	25.90
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	22.76	23.32	21.78
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	3.59	4.32	4.12
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	10.21	10.96	9.40
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	35.2	39.4	43.8
7	F. De Golpes		36	23	15

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3	4
1	Peso de la Tara	grs.	12.02	11.88		
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	13.62	13.24		
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	13.49	12.98		
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	0.33	0.26		
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	1.47	1.10		
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	22.4	23.6		
Promedio de Límite Plástico :			23			

Numero de Golpes

**RESULTADOS:**

L.L. : 39

L.P. : 23

I.P. : 16

Victor Antonio Esquivirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Observacion:**  
Ensayo efectuado al material en estado natural.

## Anexo 49. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 10.

Proyecto	: "Habilitación Urbana Casablanca"		
Solicita	Ing. Omar Chung		

**MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

Calicata	: C - 10	Fecha de Muestreo:	30/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50				

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3
1	Peso de la Tara	grs.	11.79	11.02	12.08
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	27.27	26.45	26.66
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	23.20	22.05	22.37
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	4.07	4.40	4.49
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	11.41	11.03	10.29
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	35.7	39.9	43.8
7	% De Golpes		36	23	15

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3	4
1	Peso de la Tara	grs.	12.45	12.32		
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	13.75	13.03		
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	13.45	12.95		
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	0.30	0.08		
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	1.00	0.63		
6	Humedad (5) / (6) x 100	%	30.0	12.7		
Promedio de Límite Plástico :			21			

Numero de Golpes	% Contenido de Humedad
10	35.7
25	39.9
36	43.8

**RESULTADOS:**

L.L.	:	39
L.P.	:	21
I.P.	:	18

*[Firma]*  
**Victor Antonio Esquivel Ordinala**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

**Observacion:**  
 Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 50. Determinación del Límite Plástico y Límite Líquido de la Calicata 11.**

<b>Proyecto</b>	<b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b>
<b>Solicita</b>	Ing. Omar Chung

**MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

Calicata	: C - 11	Fecha de Muestreo:	30/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50				

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3
1	Peso de la Tara	grs.	12.55	12.36	12.38
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	26.35	27.64	25.90
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	22.76	23.32	21.78
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	3.59	4.32	4.12
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	10.21	10.96	9.40
6	Humedad (5) / (6) x 100	%.	35.2	39.4	43.8
7	N.º De Golpes		36	23	15

**DETERMINACION DEL LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

N°	MUESTRA		1	2	3	4
1	Peso de la Tara	grs.	12.24	11.74		
2	Peso Suelo Húmedo + Tara	grs.	13.95	13.20		
3	Peso Suelo Seco + Tara	grs.	13.65	12.93		
4	Peso del Agua (3) - (4)	grs.	0.30	0.27		
5	Peso Suelo Seco (4) - (2)	grs.	1.41	1.19		
6	Humedad (5) / (6) x 100	%.	21.3	22.7		
Promedio de Límite Plástico :			22			

Número de Golpes

**RESULTADOS:**

L.L. : 39

L.P. : 22

I.P. : 17

Victor Antonio Esquivirre Ordinola  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

**Observacion:**  
Ensayo efectuado al material en estado natural.

## Anexo 51. Determinación del Proctor modificado de la calicata 02.

Proyecto	<b>: "Habilitacion Urbana Casablanca"</b>				
Solicitante	Ing. Omar Chung				
Ubicación	Prov. Chilotayo, Dpto. Lambayeque				
COMPACTACION DE SUELOS EN LA BORA TORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m3) (NTP 339.141 - ASTM D 1557)					

CALICATA	: C - 2	Fecha de Muestra:	30/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50				

Nº de capas	: 5	Altura de caída pisón	: 468	cm	Peso de pisón (kg)	: 4.625	Móvil	: "A"
Energía de Compact. Modificada	: 27.7	kg.cm / cm3		Número de golpes/capa	: 5	Pisón Manual: "C"		

1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3724	3806	3823	3830				
2	Peso de Molde	gr	196	196	196	196				
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1768	1800	1867	1874				
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	954	954	954	954				
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.858	1.939	1.957	1.964				
6	Respierto N°		1	2	3	4	5	6	7	8
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	195.1	194.4	165.9	175.1	189.6	207.6	191.3	191.7
8	Peso del Suelo Seco + Tara	gr	182.6	182.0	153.9	162.2	171.8	186.4	171.7	172.0
9	Peso del Agua	gr	125	124	120	12.9	178	192	19.7	19.7
10	Peso de Tara	gr	352	367	363	37.2	256	358	34.0	34.8
11	Peso de Suelo Seco	gr	147.5	145.3	117.6	125.0	146.0	152.6	137.6	137.2
12	Contenido de Humedad	%	8.5	8.5	10.2	10.3	12.2	12.5	14.3	14.3
13	Promedio de Humedad	%	8.5			10.3	12.4		14.3	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.708		1.759		1.742		1.718	
15	Cantidad de Agua	cm <sup>3</sup>	240		300		360		420	

Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)

Contenido de Humedad (%)

Procedimiento utilizado : "C"

Método de Preparación utilizado : Húmedo

Máxima densidad seca : 1.760 gr/cm<sup>3</sup>

Óptimo contenido de humedad : 10.8%

Victor Antonio Esquivel Ordóñez  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

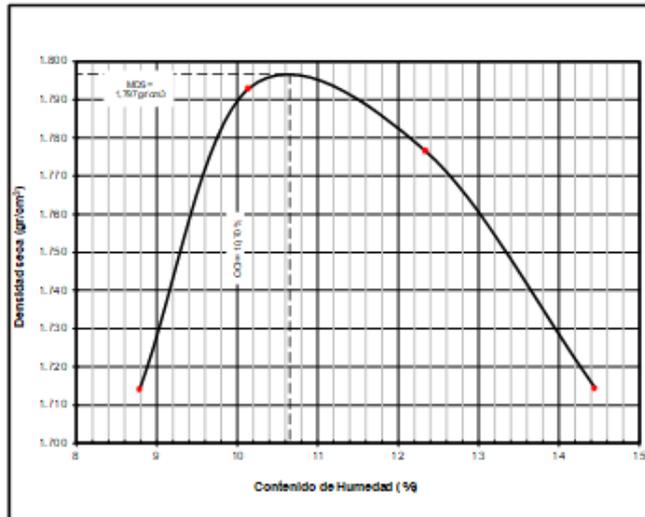
Observación: Ensayo efectuado al material en estado natural.

## Anexo 52. Determinación del Proctor modificado de la calicata 06.

Proyecto	<b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b>
Solicitante	Ing. Omar Chung
Ubicación	Prov. Chiriquí, Dpto. Lambayeque
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN EL LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - mm <sup>3</sup> ) (NTP 339.141 - ASTM D 1557)	

CALICATA	: C - 6	Fecha de Muestra:	30/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0.20 - 1.50				

Nº de capas	: 6	Altura de caída piñón	: 455	cm	Peso de piñón (kg)	: 4.629	Módulo	: "A"		
Energía de Compact. Modificada	: 27.7	kg.cm / cm <sup>3</sup>			Número de golpes/capa	: 6	Piñón Manual	: "C"		
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3735		3840	3880	3828			
2	Peso de Molde	gr	1996		1996	1996	1996			
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1739		1884	1904	1872			
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	954		954	954	954			
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.865		1.975	1.996	1.962			
6	Resplante N°		1	2	3	4	5	6		
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	197.4	196.4	165.4	177.3	186.4	202.4	192.4	190.9
8	Peso del Suelo Seco + Tara	gr	184.6	183.0	152.9	164.2	170.8	183.4	172.7	171.0
9	Peso del Agua	gr	12.7	13.4	12.5	13.0	17.5	18.9	19.7	19.9
10	Peso de Tara	gr	35.2	34.5	30.4	35.4	24.4	34.4	34.6	34.8
11	Peso de Suelo Seco	gr	148.4	148.5	122.5	128.9	146.5	149.1	138.0	136.2
12	Contenido de Humedad	%	8.6	9.0	10.2	10.1	12.0	12.7	14.3	14.6
13	Promedio de Humedad	%	8.8		10.1		12.3		14.4	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.714		1.739		1.777		1.715	
15	Cantidad de Agua	cm <sup>3</sup>	240		300		360		420	



Procedimiento utilizado : "C"  
 Método de Preparación utilizado : Húmedo  
 Máxima densidad seca : 1.797 gr/cm<sup>3</sup>  
 1.797 gr/cm<sup>3</sup>  
 Óptimo contenido de humedad : 10.7%

Victor Antonio Aguero Ordóñez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 132196

Observación: Ensayo efectuado al material en estado natural.

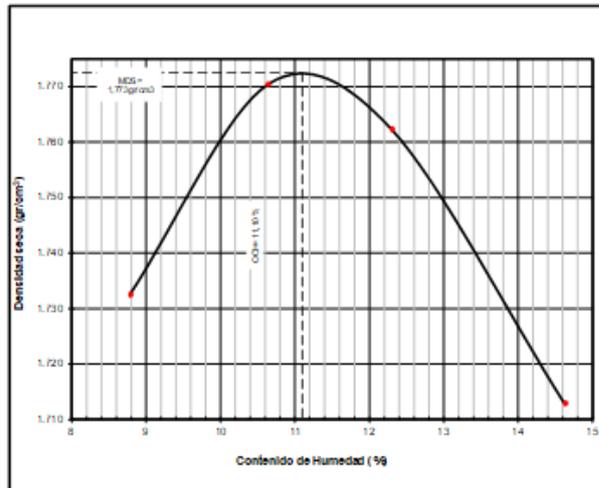
**Anexo 53. Determinación del Proctor modificado de la calicata 08.**

Proyecto	<b>: "Habilitación Urbana Casablanca"</b>
Solicitante	Ing. Omar Chung
Ubicación	Prov. Chilotay, Dpto. Lambayeque

COMPACTACION DE SUELOS EN LA BORA TORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - mm<sup>3</sup>)  
(NTP 339.141 - ASTM D 1557)

CALICATA	: C - 8	Fecha de Muestreo:	30/11/2022	Fecha De Ensayo:	11/12/2022
Profundidad (m)	: 0,20 - 1,50				

Nº de capas	: 6	Altura de caída piñón	: 458	cm	Peso de piñón (kg)	: 4.628	Móvil	: "A"	
Energía de Compact. Modificada	: 27.7		kg.cm / cm <sup>3</sup>		Número de golpes/capa	: 25	Piñón Manual	: "C"	
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3754		3825	3844		3829	
2	Peso de Molde	gr	1996		1996	1996		1996	
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1758		1829	1848		1833	
4	Volumen del Molde	dm <sup>3</sup>	954		954	954		954	
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.885		1.939	1.939		1.963	
6	Raspante Nº		1	2	3	4	5	6	
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	195.4	197.3	167.3	178.4	186.3	200.3	196.3
8	Peso del Suelo Seco + Tara	gr	182.6	184.0	154.9	164.2	168.8	181.4	175.7
9	Peso del Agua	gr	12.7	13.3	12.4	14.2	17.4	18.9	20.6
10	Peso de Tara	gr	35.2	35.6	36.2	34.4	25.4	30.4	35.6
11	Peso de Suelo Seco	gr	147.4	148.4	118.7	129.9	143.4	151.1	140.1
12	Contenido de Humedad	%	8.6	8.9	10.4	10.9	12.1	12.5	14.7
13	Promedio de Humedad	%		8.8		10.7		12.3	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>		1.733		1.771		1.762	
15	Cantidad de Agua	dm <sup>3</sup>		240		300		360	



Procedimiento utilizado : "C"  
Método de Preparación utilizado : Húmedo  
Máxima densidad seca : 1.773 gr/cm<sup>3</sup>  
Óptimo contenido de humedad : 11.9%

*Victor Antonio Esquivel Ordóñez*  
Victor Antonio Esquivel Ordóñez  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 132196

Observación: Ensayo efectuado al material en estado natural.

**Anexo 54. Análisis de Precios Unitarios de las principales partidas para la colocación de pavimento Asfáltico.**

**MOVIMIENTO DE TIERRAS**

<b>Partida 2.01 CORTE DE TERRENO HASTA NIVEL DE SUB RASANTE</b>							
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>700.0000</b>	EQ.	<b>700.0000</b>	Costo unitario directo por : m3		<b>3.67</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0011	26.80	0.03
PEON			hh	1.0000	0.0114	17.42	0.20
							<b>0.23</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.23	0.01
EXCAVADORA S/GRUGAS 200HP			hm	1.0000	0.0114	300.00	3.43
							<b>3.44</b>

<b>Partida 5.04.01 CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE. Incluye Pruebas.</b>							
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>2,300.0000</b>	EQ.	<b>2,300.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>4.62</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0003	26.80	0.01
OPERARIO			hh	1.0000	0.0035	24.37	0.08
PEON			hh	3.0000	0.0104	17.42	0.18
							<b>0.27</b>
<b>Materiales</b>							
AGUA			m3		0.0500	10.00	0.50
							<b>0.50</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.27	0.01
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO			hm	1.0000	0.0035	350.00	1.22
RETROEXCAVADORA S/LLANTAS 80-110HP 0.50			hm	1.0000	0.0035	420.00	1.46
PRUEBAS DE COMPACTACIÓN			hm		0.0179	65.00	1.16
							<b>3.85</b>

<b>Partida 2.03 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE</b>							
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>750.0000</b>	EQ.	<b>750.0000</b>	Costo unitario directo por : m3		<b>12.71</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ			hh	0.0150	0.0002	26.80	0.01
PEON			hh	2.0000	0.0213	17.42	0.37
							<b>0.38</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.38	0.01
CAMION VOLQUETE		50	hm	6.0000	0.0640	192.50	12.32
							<b>12.33</b>

Partida	<b>5.01.03</b>	<b>COLOCACIÓN Y CONFORMACIÓN DE SUB. BASE DE 17CM.</b>				
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>1,500.00</b>	EQ.	<b>1,500.00</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>11.84</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$l. Parcial \$l.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0005	26.80 0.01
OPERARIO			hh	1.0000	0.0053	24.37 0.13
PEON			hh	4.0000	0.0213	17.42 0.37
		6.108				<b>0.51</b>
<b>Materiales</b>						
AGUA			m3		0.0188	10.00 0.19
MATERIAL DE PRESTAMO			m3		0.1875	37.50 7.03
						<b>7.22</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES			¼MO		3.0000	0.51 0.02
MOTONIVELADORA			hm	1.0000	0.0053	350.00 1.87
RODILLO VIBRATORIO 10 TON			hm	1.0000	0.0053	280.00 1.48
PRUEBAS DE COMPACTACIÓN			hm		0.0114	65.00 0.74
						<b>4.11</b>

Partida	<b>5.01.04</b>	<b>COLOCACIÓN Y CONFORMACIÓN DE BASE DE 20CM.</b>				
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>1,200.00</b>	EQ.	<b>1,200.00</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>13.62</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$l. Parcial \$l.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ			hh	0.1000	0.0007	26.80 0.02
OPERARIO			hh	1.0000	0.0067	24.37 0.16
PEON			hh	3.0000	0.0200	17.42 0.35
						<b>0.53</b>
<b>Materiales</b>						
AGUA			m3		0.0250	10.00 0.25
MATERIAL DE PRESTAMO			m3		0.2500	38.00 9.50
						<b>9.75</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES			¼MO		3.0000	0.53 0.02
MOTONIVELADORA			hm	1.0000	0.0067	250.00 1.67
RODILLO VIBRATORIO 10 TON			hm	1.0000	0.0067	200.00 1.34
PRUEBAS DE COMPACTACIÓN			hm		0.0047	65.00 0.31
						<b>3.34</b>

**OBRAS DE PAVIMENTACION**

Partida	<b>5.05.03</b>	<b>IMPRIMACIÓN ASFALTICA</b>				
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>3,500.00</b>	EQ.	<b>3,500.00</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>4.22</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$l. Parcial \$l.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ			hh	1.0000	0.0032	26.80 0.09
OPERARIO			hh	4.0000	0.0128	24.37 0.31
PEON			hh	8.0000	0.0256	17.42 0.45
						<b>0.85</b>
<b>Materiales</b>						
EMS-30			gal		0.2500	10.87 2.72
ARENA GRUESA			m3		0.0010	35.00 0.04
						<b>2.76</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES			¼MO		3.0000	0.85 0.03
COCINA IMPRIMADORA			hm	1.0000	0.0032	180.00 0.58
						<b>0.61</b>

Partida	8.02.01	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA e=5CM				
Rendimiento	m2/DIA	2,500.00	EQ.	2,500.00	Costo unitario directo por: m2	50.09
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ		hh	1.0000	0.0032	26.80	0.09
OPERARIO		hh	9.0000	0.0288	24.37	0.70
PEON		hh	16.0000	0.0512	17.42	0.89
						<b>1.68</b>
<b>Materiales</b>						
AGUA		m3		0.0050	10.00	0.05
ARENA GRUESA		m3		0.0010	35.00	0.04
PEN		gal		2.1333	14.50	30.93
PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.0350	64.00	2.24
ARENA GRUESA		m3		0.0350	38.00	1.33
POLIMEROS		gln		0.0110	33.00	0.36
FILLER		bls		0.0042	25.00	0.11
ARENA FINA		m3		0.0050	30.00	0.15
						<b>35.21</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.68	0.05
CAMION VOLQUETE 15 M3		hm	8.0000	0.0256	250.00	6.40
PLANTA DE ASFALTO		hm	1.0000	0.0032	1,129.00	3.61
ESPARCIDORA DE ASFALTO		hm	1.0000	0.0032	420.00	1.34
RODILLO COMPACTADOR 10 TON		hm	1.0000	0.0032	280.00	0.90
RODILLO NEUMATICO 10 TON		hm	1.0000	0.0032	280.00	0.90
						<b>13.20</b>



Partida	<b>5.01.04</b>	<b>COLOCACIÓN Y CONFORMACIÓN DE BASE DE 15CM.</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>1,500.00</b>	EQ.	<b>1,500.00</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>11.43</b>

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Mano de Obra</b>					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	26.80	0.01
OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	24.37	0.13
PEON	hh	3.0000	0.0160	17.42	0.28
					<b>0.42</b>
<b>Materiales</b>					
AGUA	m3		0.0188	10.00	0.19
MATERIAL DE PRESTAMO	m3		0.1875	38.95	7.30
					<b>7.49</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.42	0.01
MOTONIVELADORA	hm	1.0000	0.0053	350.00	1.87
RODILLO VIBRATORIO 10 TON	hm	1.0000	0.0053	250.00	1.33
PRUEBAS DE COMPACTACIÓN	hm		0.0047	65.00	0.31
					<b>3.52</b>

### OBRAS DE PAVIMENTACION

Partida	<b>7.06.02</b>	<b>SMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PARA LOSA TCP e=12cm.</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>250.0000</b>	EQ.	<b>250.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>64.74</b>

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Mano de Obra</b>					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	26.80	0.09
OPERARIO	hh	4.0000	0.1280	24.37	3.12
PEON	hh	6.0000	0.1920	17.42	3.34
					<b>6.55</b>
<b>Materiales</b>					
CONCRETO PREMEZCLADO MR=48KG/CM2	m3		0.1250	421.40	52.68
AGUA	m3		0.0500	10.00	0.50
CURADOR	gln		0.1256	25.00	3.14
					<b>56.32</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.55	0.20
ALISADORA DE PAVIMENTO	hm	1.0000	0.0320	35.00	1.12
CORTADORA DE CONCRETO, inc. DISCO	hm	0.8500	0.0272	18.00	0.49
VIBRADOR DE CONCRETO	hm	0.1500	0.0048	12.00	0.06
					<b>1.87</b>

Partida	<b>7.06.04</b>	<b>COLOCACIÓN DE JUNTAS Y SELLOS</b>					
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>250.0000</b>	EQ.	<b>250.0000</b>	Costo unitario directo por : ml		<b>5.42</b>

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
<b>Mano de Obra</b>					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	26.80	0.09
PEON	hh	1.1250	0.0360	17.42	0.63
					<b>0.72</b>
<b>Materiales</b>					
THINER ACRILICO	gln		0.0050	28.00	0.14
SELLADOR ELASTOMERICO POLIURETANO	gln		0.0350	120.00	4.20
CINTA PINTOR	rl		0.0550	6.15	0.34
					<b>4.68</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.72	0.02
					<b>0.02</b>

**Anexo 56. Panel de fotos del estado de la vía.**



Figura 16. Zona de Ingreso principal, lugar en el que se realizó el conteo vehicular por 7 días.



Figura 17. Área de control de ingreso vehicular.



Figura 18. Ahuellamiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+155



Figura 19. Ahuellamiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+172



Figura 20. Piel de cocodrilo en la capa de asfalto en la progresiva 0+275.



Figura 21. Hundimientos y bacheo en la progresiva 0+335.



Figura 22. Inicio de fisuración por fatiga de la estructura en la progresiva 0+368.



Figura 23. Hundimiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+420.



Figura 24. Fisuramiento longitudinal en la progresiva 0+445



Figura 25. Degradación de la capa de asfalto por la acción de aceite derramado, progresiva 0+465



Figura 26. Fisuramiento longitudinal en zona de giro, progresiva 0+480



Figura 27. Hundimiento de la carpeta en la progresiva 0+495.



Figura 28. Parchado por hundimiento de la zona, progresiva 0+560.



Figura 29. Hundimiento y piel de cocodrilo en la progresiva 0+630.



Figura 30. Ahuellamiento en la progresiva 0+720.



Figura 31. Ahuellamiento en la progresiva 0+800.