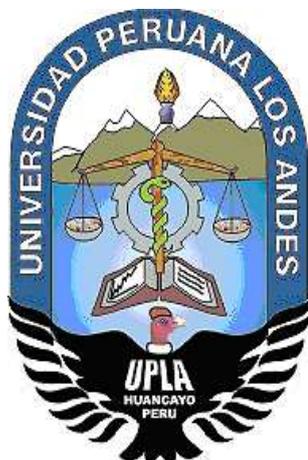


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON
TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA
URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL
TAMBO**

PRESENTADO POR:

Bach. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

Transporte Y Urbanismo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

CIVIL

HUANCAYO – PERU

2020

ASESORES:

ING. JAVIER REYNOSO OSCANO

MG. JANET YESSICA ANDIA ARIAS

DEDICATORIA:

- A Dios por guiar y alumbrar mi camino y seguir seguro para cumplir con mi misión.
- A mis padres por brindarme su apoyo incondicional en la realización de mis metas y extenderme la mano siempre.
- Al Ing. Julio Nakandakare por encaminar esta investigación con su paciencia, tiempo y sabiduría.

AGRADECIMIENTO

- A los catedráticos de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los Andes por brindarme sus conocimientos y poder realizarme como un profesional.
- A los ingenieros Ing. Javier Reynoso Oscanoa y Janet Yéssica Andía Arias por haberme brindado su apoyo en el desarrollo de esta tesis.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

DR. CASIO A. TORRES LÓPEZ
DECANO

JURADO

JURADO

JURADO

MG. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DE DOCENTE

ÍNDICE

INDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPITULO I.....	15
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1 Planteamiento del problema:.....	15
1.2 Formulación del problema general:	18
1.2.1 Problema general:	18
1.2.2 Problema específico:.....	18
1.3 Justificación:	19
1.3.1 Práctica:	19
1.3.2 Teórica:	19
1.4 Delimitación del problema.....	20
1.4.1 Espacial:.....	20
1.4.2 Temporal:.....	21
1.5 Limitaciones.....	21
1.5.1 Social:	21
1.5.2 Económica:	21
1.6 Objetivos	22
1.6.1 Objetivo general:.....	22
1.6.2 Objetivos específicos:	22
CAPITULO II	23
MARCO TEORICO	23
2.1 Antecedentes	23
2.1.1 Antecedente Internacional	23
2.1.2 Antecedente Nacional	25
2.2 Marco conceptual:.....	28
2.1.3 Pavimento rígido con tecnología de losas cortas o geometría optimizada (tcp) 28	

2.1.4	Pavimento rígido.....	34
2.3	Definición de Términos.....	54
2.4	Hipótesis.....	54
2.4.1	Hipótesis general.....	54
2.4.2	Hipótesis específicas.....	54
2.5	Variables.....	55
2.5.1	Definición conceptual de las variables.....	55
2.5.2	Definición operacional de las variables.....	56
2.5.3	Operacionalización de las variables.....	57
CAPITULO III.....		58
METODOLOGÍA.....		58
3.1	Método de Investigación.....	58
3.2	Tipo de Investigación:.....	59
3.3	Nivel de investigación:.....	59
3.4	Diseño de la investigación.....	59
3.5	Población y muestra.....	60
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	60
3.6.1	Técnicas.....	60
3.6.2	Instrumentos.....	72
3.7	Procedimiento de la información.....	73
3.7.1	Descripción e identificación de los ensayos-destructivos y procedimiento de ingeniería.....	74
3.8	Técnicas y análisis de datos.....	88
CAPITULO IV.....		89
RESULTADOS.....		89
4.1	Evaluación de la condición del pavimento.....	89
4.2	Propiedades mecánicas de la subrasante del pavimento con tecnología de losas cortas.....	92
4.2.1	CBR in situ en la subrasante.....	92
4.2.2	Grado de compactación en la subrasante.....	96
4.3	Propiedades mecánicas en la base granular del pavimento con tecnología de losas cortas.....	97
4.3.1	CBR in situ en la base granular.....	97

4.3.2	Grado de compactación en la base granular	99
4.3.3	% de finos de la malla #200 en la base granular.....	99
4.4	Propiedades mecánicas en la losa de concreto del pavimento con tecnología de losas cortas	100
4.4.1	Resistencia a la compresión de la losa de concreto	100
4.4.2	Módulo de rotura de la losa de concreto del pavimento con tecnología de losas cortas.....	101
4.5	Características de la base granular y losa de concreto con tecnología de losas de cortas	102
4.5.1	Dimensión de la base granular.....	102
4.5.2	Dimensión de la losa de concreto	102
4.6	Prueba de hipótesis.....	104
4.6.1	Contrastación de Hipótesis General.....	104
4.6.2	Contrastación de Hipótesis Especifica 1.....	105
4.6.3	Contrastación de hipótesis especifica 2	106
4.6.4	Contrastación de Hipótesis Específica 3.....	107
CAPITULO V	.....	108
DISCUSION DE RESULTADOS	.....	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....	117
ANEXOS	.....	120
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	.....	121
ANEXO 02: ENSAYOS	.....	122
ANEXO 03: EVALUACION PCI	.....	139
ANEXO 04: DISEÑO TCP	.....	170

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de correlación a través de artículos técnicos	31
Tabla 2: calificación de la condición con el (PCI)	39
Tabla 3: niveles de severidad para losas divididas.	42
Tabla 4: Niveles de severidad para la escala	45
Tabla 4: Niveles de severidad en punzonamiento	53
Tabla 5: Operacionalización de las variables.....	57
Tabla 6: Cantidades mínimas de muestreo	71
Tabla 7: Datos generales de la vía en estudio.....	73
Tabla 8: Evaluación superficial del pavimento - Método PCI	85
Tabla 9: Rangos de calificación del pavimento - Método PCI.....	86
Tabla 10: Resumen de ensayo realizados en la calicata 01 y 02	88
Tabla 11: Resultado del índice de condición de pavimento	89
Tabla 12: Resultados de CBR in situ en la subrasante del pavimento calicata N° 01 ...	92
Tabla 13: Resultados de CBR in situ en la subrasante del pavimento calicata N° 02 ...	94
Tabla 14: Resumen de resultados de CBR in situ en la subrasante del pavimento	95
Tabla 15: Resumen de resultado de grado de compactación en la subrasante.....	96
Tabla 16: Resultados de CBR in situ en base granular del pavimento calicata 01	97
Tabla 17: Resumen de resultado de CBR in situ en la base granular del pavimento	98
Tabla 18: Grado de compactación en la base del pavimento.....	99
Tabla 19: % de finos de la malla #200 en la base del pavimento.....	99
Tabla 20: Resultado de la resistencia de la losa de concreto	100
Tabla 21: Resultados de Módulo de rotura losa de concreto.....	101
Tabla 22: Dimensión en la base del pavimento	102
Tabla 23: Resultado de las dimensiones de la losa de concreto	102
Tabla 24: Análisis de t de student - hipótesis general.	104
Tabla 25: Análisis de t de student - hipótesis específica 1	105
Tabla 26: Análisis de t de student - hipótesis específica 2	106
Tabla 27: Análisis de t de student - hipótesis específica 3	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: calidad de carreteras en Sur América.....	16
Figura 2: Deterioro del pavimento	17
Figura 3: Deterioro del pavimento.....	17
Figura 4: Mapa de la Provincia de Huancayo.....	20
Figura 5: Urbanización Los Eucaliptos	20
Figura 6: Distribución de set de ruedas en la losa de concreto.....	29
Figura 7: Posición de las cargas y dimensión de las losas.....	32
Figura 8: Peso de la muestra perfilada.....	63
Figura 9: Colocación del cubo dentro de la máquina de ensayo	63
Figura 10: Densidad in situ en la base granular	66
Figura 11: Densidad in situ en la subrasante	66
Figura 12: DCP in situ – base granular	70
Figura 13: DCP in situ - subrasante.....	70
Figura 14: Tercera etapa de la pavimentación de la urbanización Los Eucaliptos	74
Figura 15: Vista de las unidades de muestreo de la tercera etapa de la Urb. Los Eucaliptos.....	75
Figura 16: Diagrama PCI con valor promedio ponderado	90
Figura 17: Histograma PCI con valor porcentual.....	91
Figura 18: Índice de penetración o número DCP en la subrasante (calicata N°01)	93
Figura 19: Índice de penetración o número DCP en la subrasante (calicata N°02)	95
Figura 20: Índice de penetración o número DCP en la base granular (calicata N°01)..	98

RESUMEN

En el presente estudio de investigación el problema general fue ¿Cuál es el desempeño de la tecnología de losas cortas aplicado en el pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos en el distrito de El Tambo?, para lo cual el objetivo general fue: Analizar y Evaluar el desempeño de la tecnología de losas cortas aplicado en el pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos en el distrito de El Tambo, además la hipótesis que contrastó fue: El desempeño de la tecnología de losas cortas tiene una influencia negativa en el pavimento rígido de la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

El método del estudio de investigación fue científico, además el tipo de investigación fue aplicada, con un nivel explicativo descriptivo y el diseño fue transeccional o transversal explicativo causal lo cual permitió conocer las causas que producen el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas, así como también analizar y evaluar estos factores.

La población del estudio de investigación fue la tercera etapa de la pavimentación de la urbanización Los Eucaliptos, provincia de El Tambo; así mismo la muestra fueron las calicatas de la urbanización Los Eucaliptos. Asimismo, el tipo de muestreo fue el no probabilístico o intencional.

Finalmente se concluyó que el desempeño de la tecnología de losas cortas tiene una influencia negativa en el pavimento rígido, puesto que no cumple con los requisitos mínimos de la tecnología TCPavements.

Palabras clave: Tecnología de losas cortas, subrasante, base granular, losa de concreto y pavimento rígido

ABSTRACT

In the present research study, the general problem was: What is the performance of the short slab technology applied to rigid pavement in the Los Eucaliptos urbanization in the El Tambo district?, For which the general objective was: Analyze and Evaluate the performance of the technology of short slabs applied in the rigid pavement in the urbanization Los Eucaliptos in the district of El Tambo, in addition to the hypothesis to be tested was: The performance of the technology of short slabs has a negative influence on the rigid pavement of the Los Eucaliptos urbanization in the El Tambo district.

The method of the research study was scientific, the type of research was applied, with a descriptive explanatory level and the design was transectional or causal explanatory cross-sectional which will get to know the causes that produce the deterioration of the pavement with short slab technology, thus as well as analyze and evaluate these factors.

The population of the research study was the third stage of the paving of the Los Eucaliptos urbanization, El Tambo province; Likewise, the sample was the pits of the Los Eucaliptos urbanization. Likewise, the type of sampling was non-probabilistic or intentional, the general objective was met, since the performance of the short slab technology was analyzed and evaluated.

Finally, it was concluded that the performance of the short slab technology has a negative influence on the rigid pavement, since it does not meet the minimum requirements of the TCPavements technology.

Keywords: Short slab technology, subgrade, granular base, concrete slab and rigid pavement

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación titulado: “Análisis y evaluación del pavimento con tecnología de losas cortas en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo” surge de la problemática que se tiene en cuanto al deterioro del pavimento rígido que presenta una serie de fallas, por ello surge la necesidad de analizar y evaluar las causas del deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas

De este mismo modo se da la necesidad de investigar esta tecnología de modo que se pueda mejorar, y de esta forma sea una alternativa de uso para las pavimentaciones en la ciudad de Huancayo por su caracterización en la optimización de costos a comparación de un pavimento tradicional.

En base a lo mencionado se realizaron ensayos in situ y de laboratorio de las calicatas de la tercera etapa de la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo, todo ello fue para evaluar si cumplen con los requisitos mínimos de la tecnología de losas cortas.

El **Capítulo I**, Problema de investigación, considerando el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos tanto general como específico.

El **Capítulo II**, Marco teórico, contiene las antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables.

El **Capítulo III**, Metodología, se encuentra el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El **Capítulo IV**, Se presenta el procesamiento que se siguió para obtener los resultados para el respectivo análisis, además se presenta los resultados obtenidos en el laboratorio de suelos.

En el **Capítulo V**, Se hace un análisis y se discuten los resultados obtenidos.

Finalmente, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema:

En la actualidad para el crecimiento del desarrollo de la infraestructura vial de un país es importante mantener una constante búsqueda de nuevas tecnologías en pavimentos, representando un gran desafío, sin embargo, estos demandan altísimos costos de investigación. En el mundo se ha optado por invertir en nuevas tecnologías de infraestructura vial, tal es el caso de Ecuador, Uruguay y el más importantes es el caso de Chile, que ha optado por desarrollar nuevas tecnologías por consiguiente se ha posicionado en el primer lugar en América Latina según el (Foro Económico Mundial, 2020, “Calidad de carreteras en Sur América”, párr.3), en el reporte global de competitividad, asimismo entre los distintos indicadores que evalúa se encuentra el de

mejor calidad de vías siendo así este un indicador determinante para el desarrollo de ese país por lo tanto ocasionando reducción de costos y mayor durabilidad.

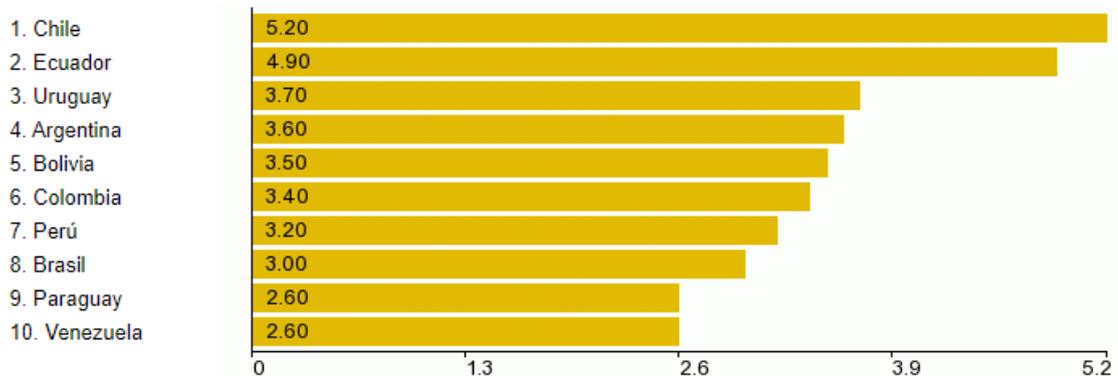


Figura 1: calidad de carreteras en Sur América
Fuente: (Foro Economico Mundial (2019).

En el Perú la infraestructura vial no ha presentado un avance significativo, según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2018, “reporte de red vial existente del sistema nacional de carreteras”). Nos indica el porcentaje de la red departamental a nivel nacional sin pavimentar representa un 84.58% y de la red vecinal nacional sin pavimentar representa un 97.95%, es por eso por lo que según el ranking del (Foro Economico Mundial, 2020, “Calidad de carreteras”, párr.3). El Perú se ubica en el puesto 97 a nivel mundial y en Sudamérica este se encuentra ubicado en el puesto número 7.

En Huancayo, en el año 2014 la inmobiliaria “Los Portales” ejecutó un proyecto de pavimentación de 15000 m² con losas de geometría optimizada o tecnología de losas cortas con un espesor de 10 cm de losa en la urbanización “Los Eucaliptos” bajo la tecnología de la empresa chilena “TCPavements innovación en pavimentos”, siendo la primera en Huancayo en aplicar esta tecnología que propone reemplazar las losas de pavimentación tradicional (AASHTO). En la actualidad se observa que la tecnología de losas cortas aplicada en el pavimento rígido de la urbanización Los Eucaliptos no está teniendo resultados favorables, a pesar de que el pavimento tiene pocos años de construcción. es decir, no ha cumplido su periodo de diseño. sin embargo, este ya presenta

una serie de fallas tales como: fisuras transversales, fisuras longitudinales, hundimiento, defectos de juntas entre otros.



Figura 2: Deterioro del pavimento
Fuente: Fuente propia



Figura 3: Deterioro del pavimento
Fuente: Fuente propia

Las posibles causas de dichas fallas se suscitan por la filtración, la mala transferencia de cargas, el diseño inadecuado de juntas, mal mantenimiento de juntas o diseño inadecuado para la zona puesto que; según Becerra (2012, p.229), nos indica “La eliminación de pasadores y barras de amarre es un hecho aceptado en Chile, básicamente porque allá se presentan suelos con CBR bastante buenos y porque sus áridos también los son, pero ¿Es replicable esta condición a todos los demás?”; nos hace considerar que las condiciones del lugar sería el factor de las fallas (subrasante, base granular y losa de concreto).

Viendo las experiencias de tecnología en pavimentos aplicados en otros países ya mencionados antes se puede apreciar que las losas con geometría optimizada o tecnología de losas cortas podría ser una alternativa de pavimentos, para ello se analizará y evaluará el pavimento rígido construido bajo ese sistema de tecnología ubicado en la urbanización

Los Eucaliptos, mediante procedimientos ya conocidos, basado en el manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Por ende, esta investigación pretende realizar un análisis de la tecnología de losas cortas basado en la evaluación de la subrasante, base granular y losa de concreto, de modo que se pueda aplicar esta tecnología de losas cortas de forma mejorada en los proyectos de pavimentación de la ciudad de Huancayo.

1.2 Formulación del problema general:

1.2.1 Problema general:

¿Cuál es el desempeño de la tecnología de losas cortas aplicado en el pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos en el distrito de El Tambo?

1.2.2 Problema específico:

- A. ¿Cuál es el desempeño de la subrasante del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo?
- B. ¿Cuál es el desempeño de la base granular del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo?
- C. ¿Cuál es el desempeño de la losa de concreto del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo?

1.3 Justificación:

1.3.1 Práctica:

En la pavimentación de la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo, se tiene como antecedente el deterioro actual del pavimento, ejecutado con tecnología de losas cortas. Por lo tanto, se realiza la presente investigación, dado que existe la necesidad de evaluar esta tecnología de modo que se pueda mejorar, y de esta forma sea una alternativa de uso para las pavimentaciones en la ciudad de Huancayo, ya que esta tecnología se caracteriza por tener losas de menor espesor y por ende una reducción de costos, beneficiando a la sociedad. Además, se realizará una evaluación de la estructura de pavimento. Es decir, la subrasante, base granular y losa de concreto mediante ensayos destructivos para obtener muestras de los materiales y así determinar sus propiedades físicas y mecánicas. Así mismo, se realizará ensayos in situ. Por ende, esta evaluación estructural destructiva nos ayudará a identificar a qué factor (subrasante, base granular o losa de concreto) se debe el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas, para que esta tecnología se pueda aplicar de forma mejorada en la ciudad de Huancayo.

1.3.2 Teórica:

El presente estudio tiene la finalidad de analizar y evaluar la “tecnología de losas cortas” de la urbanización Los Eucaliptos, lo cual se plantea para aportar nuevos conocimientos, por consiguiente, este servirá como sustento teórico para que apliquen todos los profesionales inmersos en la infraestructura vial encargados de realizar estudios y ejecutar obras de pavimentación y sobre todo para aquellos innovadores en las tecnologías de pavimentos por lo tanto, se requiere el estudio de estas losas para que esta tecnología

existente en la ciudad de Huancayo sea mejorada y se pueda aplicar en otros proyectos de pavimentación.

1.4 Delimitación del problema

1.4.1 Espacial:

La investigación se llevó a cabo en la tercera etapa de pavimentación de la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo, provincia de Huancayo.

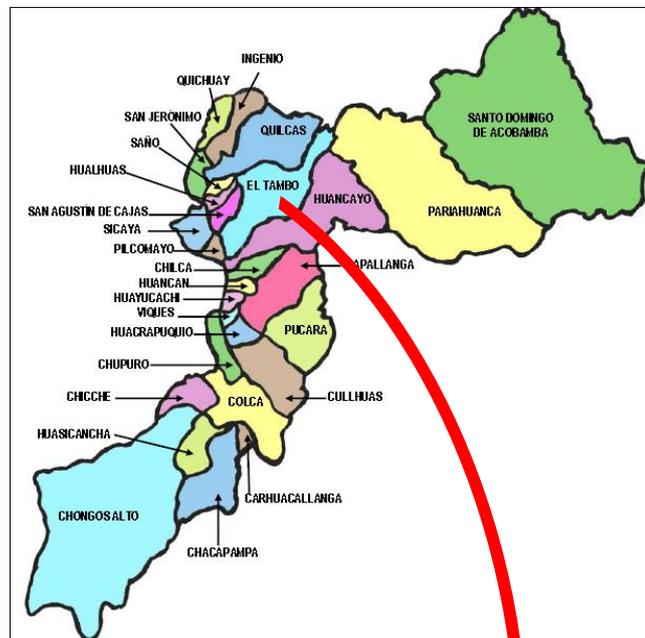


Figura 4: Mapa de la Provincia de Huancayo
Fuente: Hinostrza 2012).

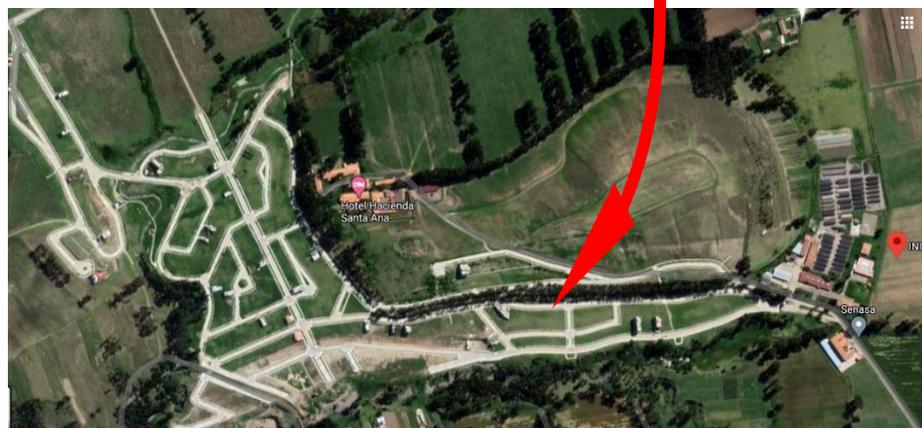


Figura 5: Urbanización Los Eucaliptos
Fuente: Earth (2020).

1.4.2 Temporal:

La investigación se realizó desde el mes de junio hasta el mes de septiembre del 2020.

1.5 Limitaciones

1.5.1 Social:

En la investigación se presentó las siguientes limitaciones:

- No se cuenta con un permiso para la realización de más puntos de calicatas, (aparte de las que ya se realizó), debido a que la inmobiliaria tiene un acceso limitado de información.
- La falta de realización del ensayo de resistencia a la flexión debido a que los laboratorios en Huancayo no cuentan con el equipo necesario para la realización de dicho ensayo, además, en la ciudad de Lima existen laboratorios que cuentan con este equipo, pero fue imposible debido suspensión de viajes interprovinciales.

1.5.2 Económica:

- Para la investigación de las etapas I, II Y IV de la pavimentación de la urbanización Los Eucaliptos nos limita económicamente por la realización de calicatas y reposición del pavimento, lo cual nos generaría un alto costo económico.
- Para la realización de una evaluación estructural con dispositivos de medición modernos, nos limita económicamente por su alto costo que demandan estos equipos.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general:

Analizar y Evaluar el desempeño de la tecnología de losas cortas aplicado en el pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos en el distrito de El Tambo.

1.6.2 Objetivos específicos:

- a) Establecer el desempeño de la subrasante del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.
- b) Determinar el desempeño de la base granular del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.
- c) Establecer el desempeño de la losa de concreto del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedente Internacional

Cogollo y Silva (2018) en su trabajo de investigación “Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas” formula su **problema general** ¿Cómo influye las disminuciones de los espesores en las losas cortas optimizadas comparándolas con las losas convencionales mediante el software EverFe en los pavimentos rígidos?, además, el **objetivo general** es modelar mediante el software EverFe, considerando la variabilidad en los espesores para poder realizar comparaciones con el tercer caso de la tesis del ingeniero Iván Pérez en el momento de comparar las losas convencionales. Para esta investigación se dio continuidad a la tesis de influencia en la

transferencia de carga ocasionada por la incorrecta instalación de dovelas en las losas de pavimentos rígidos mediante un análisis numérico, por lo tanto en la **metodología** se realizó la modelación mediante un programa de elementos finitos EverFe con espesores de 8,12,16,20,22 cm y se desplazó la carga del vehículo de un eje tándem de 12 ton en la esquina y centro de las losas para determinar los esfuerzos máximos y mínimos en las losas sobre la base granular y comparar con las losas convencionales. Los investigadores concluyen que con este método de diseño de losas cortas se minimiza el espesor, y sobre todo la tensión máxima se reduce considerablemente, dado que solo un set de ruedas se encuentra cargando en cada losa, además este nuevo concepto de diseño de losas cortas puede ser diseñadas con espesores de apenas 8 cm de espesor como se observó de acuerdo a lo analizado en los resultados sobre la base granular. también **concluyeron** que de acuerdo a la reducción en el espesor de entre 8 y 22 cm en comparación con pavimentos de losas cortas diseñada por el método AASHTO tradicional, y así reduciendo el costo de construcción en aproximadamente un 20% del costo inicial, con una vida de diseño similar a las losas convencionales.

Florez, Morales, y Pacheco (2019) en su trabajo de investigación “Estudio comparativo de metodología tradicional de diseño de pavimentos versus tecnología TCP (geometría optimizada) para la vía entre las veredas la carrera y Leticia del municipio de Agua de Dios, Cundinamarca” tiene como problema general: El estado de la vía que presenta baches, ahuellamiento y deformaciones en la capa de afirmado generando dificultad en el transporte de carga, A partir de esta problemática surgió la siguiente interrogante: ¿Qué alternativas de diseño de pavimento necesitaría la vía terciaria de la vereda La Carrera que comunica a la vereda Leticia de Agua de Dios para realizar un mejoramiento de vía con un periodo de larga vida? El objetivo principal del investigador

es realizar un estudio comparativo de la vía terciaria del tramo K0+000 al K7+200 que conecta la vereda La Carrera y Leticia del municipio de agua de Dios de Cundinamarca, con el fin de demostrar que la implementación de la nueva tecnología de pavimento con losas de geometría optimizada cumple con los parámetros de diseño y rentabilidad a comparación con el convencional. En su metodología de investigador menciona que su tipo de investigación es de forma cuantitativa, y esta investigación se implementa la tecnología de geometría optimizada, por su calidad en reducción de espesor del concreto entre (8 a 15) a comparación de un pavimento tradicional que es entre (20 a 28) según su uso. Esta tecnología ofrece durabilidad, calidad, y un diseño mejorado, es así que una recibe la carga de un set de ruedas, permitiendo que las tensiones generadas por el tránsito no dañen su estructura, y no presente agrietamiento, ahuellamiento y alabeo, que normalmente se presentan en diseños tradicionales. Los investigadores concluyen que la tecnología del pavimento con losas de geometría optimizada, económicamente muestra un ahorro a comparación del pavimento tradicional y cumple con los requerimientos mínimos, también concluyen que, de acuerdo a la reducción en el espesor de 13,2, en comparación con pavimentos de losas cortas diseñadas por el método AASHTO tradicional, reduce el costo de construcción en aproximadamente un 20% del costo inicial, con una vida de diseño similar a las losas convencionales. Además, recomienda el uso de la tecnología TCP (losas con geometría optimizada) por el buen desempeño de las losas cortas en condiciones climáticas extremas siendo este mejor que losas convencionales.

2.1.2 Antecedente Nacional

Díaz y Fernández (2019) en su trabajo de investigación “Comparación técnica y económico de pavimentos (TCP) Y pavimentos rígidos (AASHTO 93) de acuerdo con las condiciones locales de Jaén” presenta como problema general los pavimentos rígidos

de la ciudad de Jaén, que presenta agrietamiento, asentamientos y baches, que va acentuando el deterioro y disminuye el servicio óptimo del pavimento, por consiguiente presenta como alternativa de solución el diseño de un pavimento delgado TCP (losas con geometría optimizada), el cual se caracteriza en tener longitudes de menor dimensión, por lo que se reducirán los alabeos, Y consecuentemente se reducirán las tensiones, ocasionando la reducción de espesores y longitudes. El objetivo principal de esta investigación es realizar una Comparación técnica y económica de (pavimentos optimizados) TCP y pavimentos rígidos AASHTO 93. En su metodología de los investigadores mencionan que su tipo de investigación es deductivo, en el cual consiste en el diseño de una losa por TCP con un espesor de 14 cm y dimensiones de 1.75 x 1.65 m; y en el diseño de AASHTO 93 además, se determinó un espesor de 20 cm y dimensiones de losa de 3.5 x3.5 m, en tal sentido el espesor de losa del pavimento TCP difiere en 6 cm al espesor según el AASHTO 93, lo que representa el 30 % menos en espesor. En conclusión, Las tensiones obtenidas para el pavimento TCP son menores a las del pavimento con diseño de AASHTO 93. también el daño calculado para TCP es 97.25% menos que el obtenido para el diseño AASHTO 93, y respecto a la optimización de costos la tecnología de pavimentación TCP de acuerdo a las condiciones de diseño particulares en la investigación, presenta una reducción en el costo en relación con el pavimento rígido tradicional AASHTO 93 del 15.04 %. Los investigadores recomiendan realizar un estudio del progreso del deterioro de pavimentos construidos con losas de dimensiones menores a las convencionales para poder determinar la funcionalidad de estos en la práctica.

Mendoza (2015) en su trabajo de investigación “Evaluación del diseño de losas cortas en pavimentos según tensiones” el investigador formula su siguiente problema ¿Cuál es

la tensión generadas en las losas cortas? Considerando como objetivo principal; determinar las dimensiones y espesor adecuado de las losas cortas respecto a las tensiones generados por los ejes de acuerdo al tipo de vehículo que transita. En su metodología de investigación menciona que su tipo de investigación es descriptivo. Para lo cual realizó la recolección de información del material de préstamo, diseño de mezcla y resultados de resistencia de rotura del concreto. Además realizó cálculos para determinar el coeficiente de balasto y las variaciones de temperatura lo cual se ajustaron a la realidad de la región, además se realizó la distribución de cargas por el eje del camión c3, para el diseño se verificó que las de los materiales de préstamo, con todo los datos recabados se realizó el análisis con el software SAP2000 encontrándose resultados de tensiones para el diseño de losas cortas esto permitió que un set de ruedas actúen de manera independiente en cada losa lo cual no ocurre en el AASHTO. estas reducciones de tensiones permitieron reducir los espesores en 3 cm con ello se logró obtener tensiones semejantes a los obtenidos en losas tradicionales. en cuanto a deformaciones por carga resultaron ser mayores, mientras para las deformaciones por alabeo resultaron ser menores a los obtenidos por diseño tradicional. Es así que el investigador concluye que el alto rendimiento de colocación y la economía lograda frente a los pavimentos de concreto convencional, debido a la reducción de espesores con la misma vida útil como se demostró en la investigación, hacen del diseño losas con geometría optimizada (TCP) es una alternativa potencial de aplicación. además, resultó que las tensiones obtenidas por cargas dinámicas y alabeos para losas con diseño TCP resultaron ser menores que el AASHTO. Además, recomienda que cuando se construya con esta tecnología el CBR del terreno debe de estar por encima del 10% ya que permitiría tener una mayor resistencia de la losa.

2.2 Marco conceptual:

2.1.3 Pavimento rígido con tecnología de losas cortas o geometría optimizada (tcp)

Consideraciones generales

La tecnología TCP fue patentada en el 2005 por Juan Pablo Covarrubias T. Director de TCPavements, lo cual nace producto de la necesidad de dar solución al problema del agrietamiento del hormigón tradicional, al mismo tiempo permite diseñar pavimentos de concreto con losas de geometría y espesor optimizados, para lo cual reduce su espesor hasta en un 30% manteniendo las características de los pavimentos tradicionales de hormigón, lo cual conlleva a un menor costo y mayor duración (Revista emb Construcción, 2011).

La tecnología de diseño y construcción de losas, esta dimensionado de tal forma que ellas nunca sean cargadas por más de un set de ruedas del camión, logrando con esto disminuir significativamente las tensiones en dicha losa. Las tensiones dentro de la losa determinan la vida útil del pavimento, donde tensiones mayores generan un deterioro más rápido en este. Esto produce un menor agrietamiento de las losas del pavimento y una mayor tolerancia a la carga por eje del camión (tcpavements.cl, s.f.).

La tecnología de las losas cortas por tanto busca mediante una modificación en las dimensiones de las losas que reduce su tamaño de forma tal que las mismas nunca sean cargadas por más de un set de ruedas del camión, logrando con esto disminuir significativamente las tensiones en dicha losa (Covarrubias, 2010).

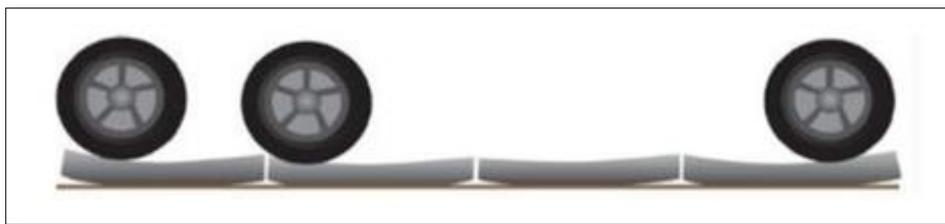


Figura 6: Distribución de set de ruedas en la losa de concreto
Fuente: (Ministerio De Obras Publicas, 2012)

El método fue creado por la empresa TCPavements siendo este el resultado de años de estudios y una serie de pruebas, además apoyado en las ecuaciones de daño por fatiga del proyecto NCHRP 137^a (ME-PDG, AASHTO, EEUU) y con simulaciones de tensiones realizadas en ISLAB2000 lo cual es un programa de elementos finitos. Este método logra diseñar pavimentos de losas optimizadas, obteniendo resultados óptimos, para una nueva condición geométrica (tcpavements.cl, s.f.).

El procedimiento de esta tecnología se caracteriza por ser un método mecanicista - empírico, lo cual ha sido calibrado con tramos de pruebas instrumentados, determinando las constantes de calibración. El concepto básico del diseño es dimensionar las losas de tal manera que solo una rueda o set de ruedas se apoyen en una losa, a la vez, calcular el daño por fatiga producido en los puntos críticos de la losa, dado esto, determinar el espesor correspondiente considerando las condiciones de suelo, alabeo, tráfico, y otras condiciones relevantes (tcpavements.cl, s.f.).

DEFINICIÓN

Consiste en reemplazar las losas convencionales de los pavimentos de hormigón, de más de 3,5m, por un conjunto de losas más delgadas, cuyas dimensiones permiten que éstas nunca sean cargadas por más de un set de ruedas de camión a la vez, lo cual logra disminuir la tensión y en consecuencia el agrietamiento. (tcpavements.cl, s.f.)

METODOLOGÍA DE DISEÑO

- “Dimensionar losas que solo pueden contener un set de ruedas con la finalidad de que el concreto trabaje a compresión y no a flexión”.
- “Calcular las tensiones en lugares críticos generados en el concreto para condiciones de suelos, tránsito y clima”.
- “Calcular el número máximo de pasadas, dadas las tensiones máximas generadas. se puede emplear los modelos de verificación por fatiga de PCA 84 o mejor aún los indicados MEPDG 2008”.
- “Utilizar la ley de Miner para el daño incremental”.
- “Con las pasadas admisibles por fatiga se calcula el % de losas agrietadas” (Becerra, 2012, p. 228).
- “En defecto de la erosión de bases se controla: reduciendo las magnitudes de las losas, colocando sub bases que no sean proclives a perder finos, y/o colocación de un aislante. En este caso un geotextil o una carpeta de asfalto, que prácticamente elimina los sellos en las juntas”.
- “El efecto de escalonamiento se sustenta en el hecho de que exista una buena trabazón de agregados que elimine la necesidad de colocar pasadores y barras de amarre”.
- “El efecto de confinamiento lateral se debe lograr por otros medios mecánicos y no con barras de amarre” (Becerra, 2012, p. 229).

a) VALORES DE CORRELACIÓN

Becerra (2012) afirma que según la empresa TCPavements existen los siguientes valores de correlación a través de artículos técnicos tal como se muestra:

CBR (%)	20	10	3
Espesor (cm)	losas Optimizadas (1.75 X 1.75 m)		
AASHTO 93 (3.5 X 4.5m)			
15	13	11	10
16	13	12	11
18	14	13	12
20	15	14	13
22	16	15	13
24	17	16	14
26	17	18	15
28	18	19	16
30	19	20	17
32	21	22	19

Tabla 1: Valores de correlación a través de artículos técnicos
Fuente: Becerra (2012).

“En otras palabras, si se considera el ejercicio de diseño propuesto por las metodologías AASHTO 93, en donde se pueden encontrar espesores de 32 centímetros, utilizando la metodología de losas optimizadas se puede llegar a obtener hasta 22 centímetros” (Becerra, 2012, p. 229).

b) BENEFICIOS

- “Según se logra reducir el espesor de diseño de las losas de pavimento frente a soluciones tradicionales de diseño de pavimentos, generando ahorros de hasta un 20% en recursos”.
- “Los pavimentos diseñados con la tecnología TCP necesitan baja mantención en comparación a otras alternativas de pavimentación”.
- “Tienen un bajo impacto ambiental, ya que logran ahorros de hasta un 30% en iluminación, debido a que el hormigón es más claro que el asfalto y necesita menos energía eléctrica para la misma intensidad de luminosidad”.
- “No se requieren sellos de juntas ni barras de amarre o traspaso entre losas”.

- Los componentes son de fácil reemplazo en caso de fallas, ya que están compuestos por losas pequeñas y delgadas, lo que implica evitar en mayor medida la congestión en vías por mantenimiento del pavimento” (Instituto Mexicano de Cemento y del Concreto, 2017, p. 18).

c) LARGO DE LOSA

El comportamiento de este pavimento está basado en que no se produzca flexión debido a la interacción de cargas sobre las losas; en otras palabras, sólo una rueda carga una losa a la vez. Para conseguir que el pavimento se construye de forma continua además se cortan las juntas según se establezca en el diseño; el largo de losa se debe definir antes del cálculo del espesor, según como se menciona los siguientes criterios (Ministerio De Obras Publicas, 2012).

- “140 cm: en este caso el eje tándem está en losas distintas”.
- “175 cm: en este caso el eje tándem está en la misma losa”.
- “250 cm. en este Caso el eje tándem está en el centro de una losa y en borde de otra” (Ministerio De Obras Publicas, 2012).

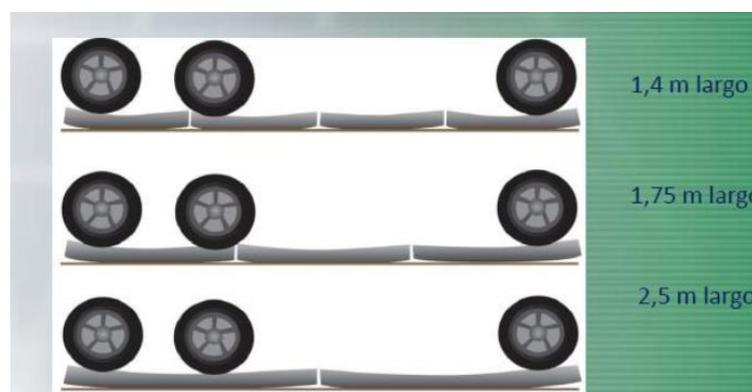


Figura 7: Posición de las cargas y dimensión de las losas
Fuente: (Ministerio De Obras Publicas (2012).

Se recomienda que en los pavimentos de tránsito y clima normal se considere unas losas con una longitud de largo 2.50m, por otro lado, para los climas que son extremos (gradientes térmicos altos) o en donde exista un tránsito en más de una dirección se recomienda consideras losas de 1.75m de largo, además el ancho de las losas deberá ser 1.75m, al mismo tiempo se deberá considerar las condiciones de borde con que se diseñe las losas (Ministerio De Obras Publicas, 2012).

d) ESTRUCTURACIÓN

Los pavimentos con losas de espesor optimizado, deberá tener las siguientes especificaciones:

- “La base granular de pavimento deberá tener como mínimo de 150 mm de espesor compactado, además este deberá tener un CBR no menor a 80%. Por otro lado, la cantidad de finos que pasa por la malla número 200 no deberá ser mayor a 8%” (Ministerio De Obras Publicas, 2012).
- “Se deberá colocar un geotextil entre la subrasante y la base granular del pavimento cuando se cumpla al menos dos de los siguientes casos” (Ministerio De Obras Publicas, 2012).
- “Cuando el transito supera a los 1,000,000 EE” (Ministerio De Obras Publicas, 2012).
- “Cuando las Precipitaciones son mayores a 800 mm por año” (Ministerio De Obras Publicas, 2012).
- “Cuando la subrasante tenga un CBR < 20%” (Ministerio De Obras Publicas, 2012).

2.1.4 Pavimento rígido

“El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito” según especifica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014).

El pavimento está conformado por las siguientes capas:

Funciones del pavimento

Las funciones que cumple son variadas y depende en gran medida de las demandas de los usuarios y la entidad. Estas funciones han ido evolucionando desde cumplir un rol inicial de dar accesibilidad, luego conectividad, para después enfocarse en la servicibilidad y finalmente en la integración (Menéndez, 2016).

- **Funciones estructurales:**

- La losa de concreto distribuye y reduce la carga de tráfico con tal que esta no dañe la subrasante de pavimento (Menéndez, 2016).
- Además, protege la subrasante y el suelo de fundación del clima (tanto como el agua y/o ciclos de congelamiento) (Menéndez, 2016).
- Tiene la capacidad de carga suficiente de los materiales que componen la estructura del pavimento para poder resistir el tráfico y el clima (Menéndez, 2016).
- Controla la presencia y efectos del agua a nivel del suelo de fundación (Menéndez, 2016).

Componentes del pavimento

Está conformada por lo siguiente.

a) Capa de rodadura

“Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible o) o de concreto de cemento portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito” según especifica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014, p. 18).

b) Base

Es la capa inferior a la capa de rodadura, lo cual tiene como principal el de sostener, distribuir y transmitir las cargas que son ocasionadas por el tránsito. Esta capa está compuesta por material granular drenante donde el CBR es mayor o igual a 80% o puede ser tratada con asfalto, cal o cemento según especifica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014).

c) Sub base

Es una capa de material que cumple especificaciones considerando que tiene un espesor de acuerdo a un diseño, para lo cual soporta a la base y a la carpeta de la estructura del pavimento. Además, se utiliza como capa de drenaje para el agua siendo este un controlador de la capilaridad del agua. Va depender mucho del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, y de acuerdo a esto se toma la decisión si se considera o no esta capa. Esta capa puede ser de material granular con un $CBR \geq 40\%$ o también puede ser tratada con asfalto, cal o cemento según especifica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014).

d) Subrasante

“La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.” según especifica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014, p. 17).

Por otro lado, la subrasante también es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, lo cual soporta la estructura del pavimento lo cual está conformado por suelos seleccionados de características aceptables cumpliendo especificaciones y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado de tal manera que no sea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito. Construcción. En la etapa constructiva los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo proctor modificado según especifica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014).

Correlación entre la resistencia a compresión y la resistencia a flexión

La resistencia a flexión o el módulo de ruptura (rotura) se usa en el diseño de pavimentos sobre el terreno. Medir la resistencia a compresión es más fácil a comparación que la resistencia a flexión, se puede usar como un índice de resistencia a flexión, una vez que la relación empírica entre ambas ha sido establecida para los materiales y los tamaños de los elementos involucrados. La resistencia a flexión de concretos de peso normal es normalmente de 0.7 a 0.8 veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión si convertimos a mega pascales es de 1.99 a 2.65 veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión en kilogramos por centímetros cuadrados (7.5 a 10 veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión en libras por pulgadas cuadradas) Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, y tanesi (2004).

Evaluación estructural del pavimento

Existen dos métodos utilizados para una evaluación estructural del pavimento estos pueden ser de dos maneras: destructivos y no destructivos, esto va depender del grado de alteración física que se les da a los materiales en la estructura del pavimento durante el proceso de evaluación. En el primer caso consiste en perforar el pavimento, para luego determinar el espesor de la base, sub base y losa de concreto, además de observar su estado (agrietamiento, densidad, humedad, segregación, entre otras características), también se obtienen muestras de los materiales para luego realizar ensayos en el laboratorio. Por otro lado, se puede excavar el pavimento para realizar algún tipo de prueba ensayo en las diferentes capas de la estructura del pavimento como CBR, peso volumétrico, módulo de reacción, entre otros según (Menendez, 2009).

a) Definición de evaluación estructural destructiva

El termino de evaluación destructiva es aplicado debido a que se altere la estructura original del pavimento a efectuar la prueba o para realizarla. Las técnicas utilizadas dependen del tipo de información deseada, e implican en general la perforación o excavación del pavimento y la recuperación de muestras para su ensayo, tanto alteradas como inalteradas (Menéndez, 2009).

“Los sitios en que deben efectuarse las excavaciones, sus dimensiones, tipo de muestras obtenidas y ensayos por realizar, dependerán de las circunstancias particulares, como tipo de información requerida, control de tránsito y la reparación posterior de pavimento afectado” (Menéndez, 2009, p. 78).

b) Pruebas destructivas frecuentes

- “Prueba de placa aplicando cargas hasta la ruptura de la losa, para investigar las condiciones de carga ultima” (Menéndez, 2009, p. 79).
- “Obtención de núcleos de carpeta asfáltica o la losa de concreto” (Menéndez, 2009, p. 79).
- “Investigación de las capas de apoyo a través de las perforaciones para obtener núcleos, excavando manualmente y obteniendo pequeñas muestras de los materiales subyacentes” (Menéndez, 2009, p. 79).
- “CBR in situ o pruebas de placa en las capas de apoyo del pavimento” (Menéndez, 2009, p. 79).
- “CBR en las capas de apoyo del pavimento” (Menéndez, 2009, p. 79).

Se realizan pozos profundos con la finalidad de obtener muestras de las capas inferiores de la estructura del pavimento, capa subrasante y terreno natural. En las capas inferiores como la base, sub base, subrasante podrá determinarse la densidad en el lugar ya sea por el método “cono de arena”, o puede ser por medio de dispositivos nucleares. Además, podrán tomarse muestras alteradas o inalteradas en moldes cilíndricos con la finalidad de determinar la prueba de CBR en el laboratorio, con especímenes inalterados. Las muestras obtenidas serán sometidas a ensayo de laboratorio para su identificación, clasificación y calidad, como límites de atterberg, granulometría, equivalente de arena, pesos volumétricos en el lugar y máximo, CBR, así como su contenido natural de agua según (Menéndez, 2009, p. 79).

Evaluación superficial del pavimento por el metodo PCI

a) Significado y uso

El PCI es un indicador numérico que valora la condición superficial del pavimento. El PCI proporciona una medida de la condición presente del pavimento basada en las fallas observadas en la superficie del pavimento, que también indican la integridad estructural y condición operacional de la superficie (rugosidad localizada y seguridad). El PCI no puede medir la capacidad estructural ni la medida directa de la resistencia al deslizamiento o rugosidad. Proporciona una base objetiva y racional para determinar la necesidad de conservación y reparación y sus prioridades. El monitoreo continuo del PCI es usado para establecer la tasa de deterioro del pavimento, que permite una identificación prematura sobre la necesidad de una rehabilitación mayor. El PCI brinda información sobre el comportamiento del pavimento para su validación o mejoramiento del diseño existente y procedimientos de conservación (ASTM D6433, 2003, p. 3).

PCI	CALIFICACION
100-85	Excelente
85-70	Muy bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Falla

Tabla 2: calificación de la condición con el (PCI)

Fuente: (ASTM D6433, 2003, p. 3).

El resultado del PCI se basa en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se disponen severidad, clase y cantidad de cada deterioro presente en el pavimento. El PCI se desarrolló para conseguir un índice de la integridad

estructural del pavimento y de la condición operación de la superficie. El informe de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o el clima (Menéndez, 2016, p. 180).

b) Tipos de falla en los pavimentos rígidos

La ASTM International D 6433-03, clasifica las fallas en 19 tipos, como se muestra a continuación:

- **C.F. N° 21: LEVANTAMIENTO / EXPLOSIONES (BLOWUP – BUCKLING)**

- **Descripción:**

Los blowups o buckles suceden usualmente cuando la losa no se expande por que la junta transversal o una grieta no es demasiada amplia. Generalmente, el espacio de la junta se infiltra materiales incompresibles causando así que la losa no se expanda adecuadamente y de esa manera ocurra un movimiento de la losa hacia arriba de los bordes de esta (Buckling) o partición en el contorno de la junta (Blow up). Así mismo estos daños ocurren en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos. (Vásquez, 2002).

- **Niveles de Severidad**

“L: Causa una calidad de tránsito de baja severidad”

“M: Causa una calidad de tránsito de severidad media”

“H: Causa una calidad de tránsito de alta severidad” (Vásquez, 2002, p. 46).

- **Medida**

“En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato” (Vásquez, 2002, p. 46).

- **C.F. N° 22: GRIETA DE ESQUINA (CORNER BREAK)**

- **Descripción:**

Es una grieta que intersepta las juntas o bordes de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Ejemplo: una losa de 2.70 m por 5.10 m presenta una grieta a 1.00 m por un lado y a 2.70 por el otro borde, este no se considera grieta de esquina sino más bien grieta diagonal, en cambio, una grieta que interseca un lado 1.00 m y por otro a 2.2 m si es una grieta de esquina. Una grieta de esquina no debe confundirse de un descascaramiento o despostillamiento de esquina el cual se extiende verticalmente a través del espesor de la losa, mientras que el otro interseca en un ángulo de la losa. Por lo general, esta grieta es provocada por la repetición de cargas pesadas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de albeo provoca la grieta de esquina. (Vásquez, 2002, p.48).

- **Niveles de Severidad**

“L: La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna” (Vásquez, 2002, p. 48).

“M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M)” (Vásquez, 2002, p. 48).

“H: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada” (Vásquez, 2002, p. 48).

- **Medida**

Se cuenta como losa dañada cuando presenta lo siguiente:

“1. Sólo tiene una grieta de esquina” (Vásquez, 2002, p. 48).

“2. Contiene más de una grieta de una severidad particular” (Vásquez, 2002, p. 48).

“3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes” (Vásquez, 2002, p. 48).

Cuando la losa presenta dos o más grietas se contabilizará el mayor nivel de severidad.

Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y la otra losa tiene una grieta de severidad media, entonces se tiene que contabilizar como una losa con una grieta de esquina media” (Vásquez, 2002, p.48).

• **C.F. N° 23: LOSA DIVIDIDA (DIVIDED SLAB)**

- **Descripción:**

En este tipo de falla es cuando la losa es dividida por grietas los cuales son en cuatro o más pedazos y esto a causa de una sobrecarga o un soporte inadecuado. Teniendo en cuenta que si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina en la losa de concreto, por ende el daño se clasifica como una grieta de esquina severa (Vásquez, 2002).

- **Niveles de severidad**

En el siguiente cuadro se muestran los niveles de severidad.

SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS	NÚMERO DE PEDAZOS EN LA LOSA AGRIETADA		
	4 A 5	6 A 8	8 O MÁS
B	B	B	M
M	M	M	A
A	M	M	A

Tabla 3: niveles de severidad para losas divididas.

Fuente: (Vásquez, 2002, p. 50).

- **Medida**

La losa dividida es clasificada en severidad media o alta, este no se contabiliza otro tipo de daño (Vásquez, 2002).

• **C.F. N° 24: GRIETAS DE DURABILIDAD “D” (DURABILITY “D” CRACKING)**

- **Descripción:**

Este tipo de grietas son producidas por la dispersión de los agregados grandes, esto se debe a ciclos de congelamiento y deshielo, el cual, con el pasar del tiempo, será notado con una fractura gradualmente de la losa. Constantemente, este daño surge como un patrón de grietas en un mismo sentido y se localiza cerca de una grieta lineal. Debido a que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es frecuente encontrar un depósito que se torna color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este daño con tiempo puede llevar a la destrucción de forma ascendente de la totalidad de la losa de concreto (Vásquez, 2002).

- **Niveles de severidad**

“L: Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La totalidad de las grietas están cerradas, pero pocas piezas pueden haberse desprendido” (Vásquez, 2002, p. 52).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

“1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad” (Vásquez, 2002, p. 52).

“2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente” (Vásquez, 2002, p. 52).

“H: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente” (Vásquez, 2002, p. 52).

- **Medida**

Se cuenta como una losa cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, por otro lado, si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta con una clasificación de nivel de daño más alto. Como se muestra en el siguiente ejemplo: si las grietas “D” de baja y media severidad se encuentran en una misma losa en consecuencia la losa se va registrar como una severidad media (Vásquez, 2002).

C.F. N° 25: ESCALA (FAULTING)

- **Descripción:**

Es la diferencia de niveles a través de la junta y las causales son:

- “Asentamiento debido a una función blanda
- Erosión del material debajo de la losa
- Alabeos en la losa de concreto debido a cambios de temperatura” (Vásquez, 2002, p. 54).

- **Niveles de Severidad:**

Es la diferencia de niveles (entre losas) a través de una junta.

Nivel de severidad	Diferencia en elevación
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayor que 19 mm

Tabla 4: Niveles de severidad para la escala

Fuente: Vásquez (2002).

- Medida:

Se mide de tal forma que se cuentan solo las losas afectadas, teniendo en cuenta que la escala no se cuenta a través de las grietas (Vásquez, 2002).

C.F. N° 26: DETERIORO DEL SELLO DE JUNTA (JOINT SEAL DAMAGE)

- Descripción:

Es un daño que accede a que el suelo se acumule en las juntas, o también que exista penetración de agua en forma significativa. El depósito de material incompresible imposibilita que la losa se expanda y como consecuencia resulta fragmentaciones, levantamiento de los bordes de la junta, tener en cuenta que un material sellante impide que lo que este tipo de falla ocurra (Vásquez, 2002).

Los tipos del daño son:

- “Desprendimiento del sellante de la junta
- Extrusión del sellante
- Crecimiento de vegetación
- Endurecimiento del material llenante (oxidación)
- Perdida de adherencia a los bordes de la losa
- Falta o ausencia del sellante en la junta” (Vásquez, 2002, p. 56).

- **Niveles de Severidad son:**

“L: Es notablemente cuando el sellante está en un estado buena en forma general en toda la sección, lo cual se comporta bien como solo daño menor” (Vásquez, 2002, p. 56).

“M: Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años” (Vásquez, 2002, p. 56).

“H: Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato” (Vásquez, 2002, p. 56).

- **Medida**

“No se registra losa por losa, sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área” (Vásquez, 2002, p. 56).

**C.F. N° 27: DESNIVEL CARRIL / BERMA (LANE/SHOULDER
DROP-OFF)**

- **Descripción:**

Es la diferencia en elevación entre el asentamiento de la berma y de borde del pavimento. El desnivel presente puede constituye un riesgo en la seguridad. Por otro lado el desnivel puede ser producida por la infiltración de agua (Vásquez, 2002).

- **Nivel de severidad**

“L: La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm”

“M: La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm”

“H: La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm” (Vásquez, 2002, p. 58).

- **Medida**

“El desnivel carril / berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado” según (Vásquez, 2002, p. 58).

C.F. N° 28: GRIETAS LINEALES (LINEAR CRACKING) (Grietas longitudinales, transversales y diagonales)

- **Descripción:**

Las grietas lineales son aquellas grietas que parten la losa en dos o tres pedazos de concreto, generalmente suceden por una repetición de cargas de tránsito y el alabeo por humedad. Las grietas con baja severidad están comprendidas con el alabeo o la fricción y no evalúan como daños estructurales a considerar. Estas grietas deben diferenciarse con las losas divididas las cuales se contabilizan 4 o más partes divididas. Así como también de las grietas capilares, que son de poca longitud y no se expanden en toda la losa, estas se cuentan como grietas de retracción. (Vásquez, 2002)

- **Niveles de severidad** según

“L: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala” (Vásquez, 2002, p. 60).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- “Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm” (Vásquez, 2002, p. 60).
- “Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm” (Vásquez, 2002, p. 60).

- “Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.
H: Existe una de las siguientes condiciones:” (Vásquez, 2002, p. 60).
- “Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm” (Vásquez, 2002, p. 60).
- “Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm” (Vásquez, 2002, p. 60).

- **Medida**

Cuando se establece la severidad, el daño tiene que ser registrado como una losa. Si se presenta dos fallas indicando severidad media en una losa de concreto, se considera que la losa tiene una grieta de alta severidad. Las losas de concreto que tengan cuatro o más pedazos se contabiliza como losas divididas. Por otro lado, en el caso de las losas que tengan una longitud mayor 9.10 m se dividen en losas de igual dimensión imaginando que hay juntas, por ende, se asume que están en muy buena condición” (Vásquez, 2002).

C.F. N° 29: PARCHE GRANDE Y CORTES PARA INSTALACIONES (MAYOR A 0,45 M2) (PATCHING, LARGE AND UTILITY CUTS)

- **Descripción:**

Se dice que es un parche cuando el area del pavimento original ha sido movido y sustituido por otro material nuevo que cumple especificaciones. Por otro lado, cuando hay una excavación para servicios públicos que comúnmente se llama utility cut, este se utiliza un parche que ha reemplazado el pavimento original a causa de los servicios públicos, ya que permite la instalación o mantenimiento de estas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son igual al de un parche regular (Vásquez, 2002).

- **Niveles de severidad**

“L: Es cuando el parche está funcionando bien, básicamente con poco o que no presenta ningún daño” (Vásquez, 2002, p. 62).

“M: El parche esta moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable” (Vásquez, 2002, p. 62).

“H: Se considera cuando el parche está demasiado dañado. Para lo cual este exige un reemplazo exige reemplazo” (Vásquez, 2002, p. 62).

- **Medida**

Cuando una losa presenta varios parches con el mismo nivel de severidad, se contabiliza como una losa que presenta ese daño. Además, cuando una sola losa presenta dos niveles de severidad, se considera como una losa con el mayor nivel de severidad de las dos que se presenta (Vásquez, 2002, p. 62).

C.F. N° 30: PARCHE PEQUEÑO (MENOR A 1,5 M2) (PATCHING, SMALL)

- **Descripción:**

Es el área donde un pedazo de la losa de concreto se ha movido y sustituido por un material de relleno que cumplan las especificaciones correctas (Vásquez, 2002).

- **Niveles de Severidad**

“L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño” (Vásquez, 2002, p. 64).

“M: El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo” (Vásquez, 2002, p. 64).

“H: El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo” (Vásquez, 2002, p. 64).

- **Medida**

Cuando una losa presenta uno o varios parches que tiene el mismo nivel de severidad, se considera como una losa que tiene el mismo daño ósea igual daño. Si una sola losa de concreto contiene dos niveles de severidad, entonces se considera como una losa con que contiene el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño original (Vásquez, 2002).

C.F. N° 31: PULIMENTO DE AGREGADOS (POLISHED AGGREGATE)

- **Descripción:**

Este daño es a causa de cargas del tránsito excesivas a lo que no fue diseñada el pavimento. Cuando los agregados de la losa de concreto pierden sus propiedades y se vuelven suaves, se reduce la adherencia de la superficie con las llantas. Es decir, Cuando el agregado se extiende sobre la superficie de la losa de concreto es pequeña, por ende, la textura o rugosidad de la losa de concreto no reduce la velocidad del vehículo. Es así que cuando agregados se extiende sobre el concreto se considera pulimiento ya que se forma una superficie suave al tacto, Este tipo de daño se presenta cuando se realiza un ensayo de resistencia al deslizamiento y se obtiene como resultado un numero bajo respecto a las especificaciones que debe de cumplir (Vásquez, 2002).

- **Niveles de Severidad**

No se presentan grados de severidad en este tipo de falla, es así que para considerar como falla en el inventario, esta tiene que representar significativamente (Vásquez, 2002).

- **Medida**

Una losa que presenta agregado pulido en la superficie se contabiliza como una losa (Vásquez, 2002).

C.F. N° 32: DESPRENDIMIENTOS POR DISGREGACIÓN DE ÁRIDOS (POPOUTS)

- **Descripción:**

Es un pedazo muy pequeño de la losa del pavimento que se desprende de la superficie de la losa de concreto. Donde se encuentran partículas blandas o fragmentos de madera rotos los cuales son desgastados con el tránsito de vehículos. Los diámetros varían entre 2.5 cm y 10.2 cm con un espesor de 1.3cm a 5.1 mm (Vásquez, 2002).

- **Niveles de severidad**

No existen grados de severidad. además, el popout debe ser muy significativo para poder registrarlo como un daño. Lo cual la densidad promedio debe ser más de tres por un metro cuadrado respecto a toda el área de la losa de concreto (Vásquez, 2002).

- **Medida**

Se mide la densidad de la falla, si es que hay duda de que el promedio es mayor que tres popout por metro cuadrado, se revisará tres áreas en un metro cuadrado lo cual

son elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que la densidad entonces debe contarse como una losa (Vásquez, 2002, p.67).

C.F. N° 33: BOMBEO (PUMPING)

- Descripción:

Es una expulsión de agregado de la fundación de la losa de concreto que pasa a través de las juntas. Lo cual se origina por la deflexión de la losa de concreto producido por las cargas del tránsito. Cuando existe una carga sobre la junta entre dos losas de concreto, el agua es forzada bajo la losa delantera en un principio y después hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción hace que la losa de concreto erosione por ende remueve las partículas de suelo generando una pérdida creciente del soporte de la estructura del pavimento. Para identificar este tipo de falla es muy visible con manchas en la superficie de la losa de concreto y otra certeza es que el agregado de la base o subrasante se encuentra cerca de las juntas o grietas. Asimismo, el bombeo en las juntas es originado por un sello pobre indicando la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas por el tráfico se producirá grietas. El bombeo ocurre a lo largo del borde de la losa produciendo una reducción en el soporte en la estructura del pavimento (Vásquez, 2002).

- Niveles de Severidad

“No existen grados de severidad en el bombeo” (Vásquez, 2002, p. 68).

- Medida

Cuando existe bombeo entre dos losas de concreto (junta), se cuenta como una. Por otro lado, si las juntas que están alrededor de la losa tienen bombeo, se adiciona una losa más por juntas de bombeo (Vásquez, 2002).

C.F. N° 34: PUNZONAMIENTO (PUNCHOUT).

- Descripción:

Es un área delimitada de la losa de concreto lo cual está rota en pedazos. Asimismo, toma varias formas, pero comúnmente, está determinado por una grieta y una junta o dos grietas muy cercanas, contantemente con 152 cm entre sí. Esto es originado por las cargas pesadas de los vehículos, además del espesor no correspondido de la losa a causa del mal diseño, y la reducción del soporte en la construcción de la losa de concreto (Vásquez, 2002).

- Niveles de Severidad

SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS	NÚMERO DE PEDAZOS		
	2 A 3	4 A 5	MÁS DE 5
B	B	B	M
M	B	M	A
A	M	H	A

Tabla 5: Niveles de severidad en punzonamiento

Fuente: Vásquez (2002).

- Medida

Cuando la losa de concreto tiene varios daños, se cuenta como uno considerando el mayor nivel de severidad (Vasquez, 2002).

2.3 Definición de Términos

- **Tecnología TCP**

“Es una tecnología de diseño y construcción de losas con geometría optimizada, este sistema consiste en reemplazar las losas convencionales de los pavimentos de hormigón, de más de 3.5m, por un conjunto de losas más delgadas y pequeñas cuyas dimensiones permiten que éstas nunca sean cargadas por más de un set de ruedas de camión a la vez” (tcpavements.cl, s.f.).

- **Losas Cortas**

“Es una modificación en las dimensiones de las losas, que reduce su tamaño de forma tal que las mismas nunca sean cargadas por más de un set de ruedas del camión, logrando con esto disminuir significativamente las tensiones en dicha losa” (Covarrubias, 2010).

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

El desempeño de la tecnología de losas cortas aplicado en el pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos en el distrito de El Tambo es negativo.

2.4.2 Hipótesis específicas

- A) El desempeño de la subrasante del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo es negativo.
- B) El desempeño de la base granular del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo es negativo.
- C) El desempeño de la losa de concreto del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo es negativo.

2.5 Variables

2.5.1 Definición conceptual de las variables

- **Variable independiente (X): Desempeño de la Tecnología de losas cortas**

“El cumplimiento de las propiedades de los materiales y características estructurales de la tecnología de losas cortas que consiste en optimizar el espesor de los pavimentos, considerando la relación entre la ubicación relativa de las cargas de las ruedas y la geometría de las losas del pavimento, donde cada losa solo cargue un set de ruedas” (tcpavements.cl, s.f.).

- **Variable dependiente (Y): Pavimento rígido**

“El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito” según especifica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014, p. 18).

2.5.2 Definición operacional de las variables

- **Variable independiente (X): Desempeño de la tecnología de losas cortas**

El cumplimiento de las propiedades de los materiales y características estructurales de la tecnología de losas cortas que consiste en optimizar el espesor de los pavimentos, considerando la relación entre la ubicación relativa de las cargas de las ruedas y la geometría de las losas del pavimento, donde cada losa solo cargue un set de ruedas (tcpavements.cl, s.f.).

- **Variable dependiente (Y): Pavimento rígido**

“El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito” según especifica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014, p. 18).

2.5.3 Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable Independiente (X): Desempeño de la Tecnología de Losas cortas	El cumplimiento de las propiedades de los materiales y características estructurales de la tecnología de losas cortas que consiste en optimizar el espesor de los pavimentos, considerando la relación entre la ubicación relativa de las cargas de las ruedas y la geometría de las losas del pavimento, donde cada losa solo cargue un set de ruedas (tcpavements.cl, s.f.).	Propiedades de los materiales	Capacidad de soporte Grado de compactación % de finos dimensiones
		Características estructurales	Módulo de rotura resistencia
Variable Dependiente (y): Pavimento rígido	“El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito” según especifica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014, p. 18).	DIMENSIÓN	INDICADOR
		Propiedades mecánicas de la Subrasante	CBR
			Grado de compactación
		Propiedades mecánicas de la Base granular	CBR
			Grado de Compactación
			% Malla #200
		Propiedades mecánicas de la Losa de concreto	Dimensiones
Resistencia			
Módulo de Rotura			
Dimensiones			

Tabla 6: Operacionalización de las variables

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1 Método de Investigación

Para esta investigación se utilizó el método científico, pues según

Carrasco (2007) afirma que “es un sistema de procedimientos, técnicas, instrumentos, acciones estratégicas y tácticas para resolver el problema de investigación” p. 35. Además “Se caracteriza por ser analítico y sintético, porque estudia la realidad separando e integrando alternativamente los elementos empíricos y teóricos” (Carrasco, 2007, p. 271).

El método científico estuvo presente en toda la investigación, ya que permitió definir las causas del deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas de la urbanización Los Eucaliptos.

3.2 Tipo de Investigación:

- **Investigación aplicada**

El tipo de investigación fue aplicada, pues según (Zenón, 2016, p. 80) “Se preocupa por la aplicación del conocimiento científico, producto de la investigación básica. Es un primer esfuerzo para transformar el conocimiento en tecnología. El propósito fundamental es dar solución a problemas prácticos”.

3.3 Nivel de investigación:

- **Nivel descriptivo.**

El nivel de investigación es descriptivo ya que, se tiene el propósito describir, sistemática, completa, cualitativa y cuantitativamente los fenómenos. (Zenón, 2016, p. 80). En este sentido identificó exactamente en qué estado de deterioro se encuentra el pavimento con tecnología de losas cortas.

- **Nivel explicativo.**

“La investigación es de nivel explicativo puesto que, se tiene como objetivo explicar las causas que causan un fenómeno y la verificación de hipótesis causales y explicativas” (Zenón, 2016, p. 81). En este sentido, la razón de la presente investigación fue establecer las causas que producen el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas.

3.4 Diseño de la investigación

- **Diseño transeccionales o transversales explicativo causal**

“Son aquellos diseños propios para determinar y conocer las causas, factores o variables que generen situaciones problemáticas dentro de un determinado contexto” (Carrasco, 2007, p. 72). En este sentido, la razón de la presente investigación fue establecer las causas que producen el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas.

3.5 Población y muestra

- **Población**

La población de la investigación fue la tercera etapa de ejecución de la pavimentación de la urbanización Los Eucaliptos ubicado en el distrito de El Tambo, ejecutado con la tecnología de losas cortas, ya que este se encuentra en un estado más deteriorado a comparación de las otras etapas de pavimentación de toda la urbanización.

- **Muestra**

La muestra corresponde a dos calicatas de la tercera etapa de ejecución de la pavimentación de la urbanización Los Eucaliptos, que fue obtenida mediante el tipo de muestreo no probabilístico, por conveniencia. Se eligió estas dos únicas muestras ya que se encuentran en una clasificación de estado: fallado, es decir se encuentra en un rango de (0-10) de una clasificación de rango de (0-100), donde 100 es una clasificación excelente, según la evaluación que se realizó por el método del PCI (índice de condición de pavimento).

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Técnicas

a) Observación directa:

La observación directa se utilizó para poder definir el sitio de investigación además de identificarse los problemas de deterioro del pavimento como: fisuras longitudinales, transversales, sellos de Junta, losa dividida, grietas de esquina, grieta de durabilidad "D", escala, grieta lineal, parche grande, retracción y descascaramiento de junta.

b) Análisis de documentos

Se utilizó documentos, desde un inicio de la investigación para poder dar un sustento a la misma, en cuanto al manejo de los conceptos existentes, entre ellos se tiene los siguientes:

- **Revisión bibliográfica.**

Consistió en realizar consultas en libros, tesis, revistas, artículos científicos. de manera impresa y virtual, con el fin de adquirir los conocimientos suficientes para desarrollar la investigación.

c) Pruebas estandarizadas:

Es una técnica con el cual se realizó los ensayos en laboratorio y en campo, para determinar las propiedades físicas y mecánicas respectivamente, para lo cual los procedimientos se encuentran en los manuales y normas, tanto nacionales como internacionales.

- **NTP 334.051:1998: Resistencia a la compresión de especímenes cúbicos.**

- **Alcance:** La presente norma se usó para poder establecer la resistencia a la compresión de cementos portland.

- **Aparatos:**

- Se usó balanzas y pesas por lo cual estas cumplen con las exigencias de la norma técnica peruana, además la balanza fue evaluada para determinar con exactitud con capacidad de carga de 2000g.
- Además se usó una máquina de ensayo donde la carga que se aplicó al cubo de concreto se midió con una precisión de $\pm 1.0 \%$.

- Además la máquina estuvo suministrada por un indicador de carga en forma digital, y como requisito que debe cumplir es que la pantalla debe ser lo suficientemente larga para que sea mejor la visualización, además el incremento debe ser de 0.10% en la escala, por ende la precisión de este indicador debe ser el 1.0% para todos los valores en pantalla, el dispositivo digital debe tener un indicador de carga máxima teniendo en cuenta que en cualquier momento vuelva a activarse indicando una exactitud de 1%.

Además, al momento de colocar el cubo este estuvo encima de un bloque metálico para que disminuya el desgaste de la base inferior de dicha máquina. Los bloques de concreto deben tener unas marcas para centrar exactamente el cubo, teniendo en cuenta que las superficies deben ser lo suficientemente planas, con una exactitud de 0.025mm.

➤ **Procedimiento**

Determinación de la resistencia a la compresión de las muestras de concreto

- Extracción de la muestra: Se procedió a romper dos losas de pavimento de losas cortas con un combo y se extrajo 6 muestras de concreto de manera que: 3 muestras son de la primera losa de concreto y las otras 3 son de la segunda losa de concreto.
- Perfilado de muestra: se llevó a perfilar las doce muestras de concreto de forma cúbica para su respectivo ensayo: obteniendo especímenes cúbicos con dimensiones de 100mm x 100mm x 100mm.
- Se pasa a pesar cada espécimen cúbico de 100mm de lado con una balanza que cumple los requisitos ya especificados antes.

- Se colocó el cubo con bastante cuidado, de la manera que quede bien centrado debajo del bloque superior de la máquina de ensayo, se podrá aplicar a cualquier velocidad conveniente en la carga inicial hasta la mitad de la carga máxima esperada (>15 kN), Se pasa a ajustar la velocidad de aplicación de carga para que el resto de ésta sea aplicado, sin interrupción hasta producir la falla tal que el valor máximo de carga sea alcanzado en no menos de 20s ni más de 80s, desde el inicio de carga, además no se efectuaron ajustes en los controles de la máquina de ensayo mientras que en el espécimen no se haya producido la falla.



Figura 8: Peso de la muestra perfilada
Fuente: Elaboración propia



Figura 9: Colocación del cubo dentro de la máquina de ensayo
Fuente: Elaboración propia

➤ **Expresión de resultados**

Como un último paso se anotó la carga máxima que se lee en el indicador digital de la máquina de ensayo en el momento exacto de la rotura del cubo de concreto, y se calculó la resistencia a la compresión de la siguiente manera:

$$f_m = P/A$$

DONDE:

f_m : = resistencia a la compresión expresado en Mpa;

P= Es la carga máxima total expresado en N;

A: Área de la superficie de carga expresado en mm²

- **NTP 339.143:2014:** El siguiente método de ensayo fue usado para para determinar la densidad de peso unitario del suelo in – situ mediante el método de cono de arena

➤ **Alcance:**

Este método de ensayo se utilizó para determinar la densidad y el peso unitario de suelos in – situ.

➤ **Equipos y/o accesorios:**

- Se utilizó un contenedor de arena.
- Un dispositivo desarmable que contenga una válvula cilíndrica con un orificio de alrededor de ½ pulg.
- Un plato con la base de metal que contenga un orificio en la parte central lo cual recibe el embudo largo (cono) siendo como mínimo de 3 pulg. Siendo este más largo que el embudo, y que se pueda mantener bien rígido.
- La Arena debe estar limpia, seca uniforme en densidad y gradación, no cementada, durable y de caída libre.

- Balanzas con 5g o más de lectura para determinar con exactitud la masa del suelo y los suelos excavados.
- Equipo de secado, correspondiente al método utilizado para determinar el contenido de agua.
- Equipo misceláneo que son los siguientes: un cuchillo de pequeño, paleta pequeña, desarmador, clavos, cincel para asegurar el plato, cubetas con tapa, sacos de tela de plástico u otros contenedores para retener las muestras de densidad, la muestra húmeda y la arena calibrada respectivamente, bocha de pintor, calculadora y formatos de ensayos

➤ **Procedimiento**

- Se seleccionó una ubicación muy representativa del área de la losa de concreto para determinar la densidad del suelo, en este caso se realizó de forma centrada.
- Se inspeccionó el cono de forma minuciosa, visualizando la rotación libre de la válvula y verificar que el plato de metal funcione de forma correcta y prosiguió a llenar el contenedor con la arena indicada.
- La superficie se niveló de manera que quede bien nivelada y libre para luego colocar el plato de metal cuidando de que exista contacto con la superficie del terreno que esta nivelado, después asegurar el plato con la superficie nivelada colocando clavos.
- Se cavó a través del plato de metal, cuidando que la limitación del hoyo no se vea afectada, después colocar todo el suelo recogido del hoyo y vaciarlo en un recipiente hermético y colocarle un código para identificar la prueba, asegurarse de que el material recolectado no pierda la humedad que contiene.

- Después se limpió el plato, para luego vaciar el cono de arena, colocando el embudo en el orificio, al instante se abrió la válvula y se dejó que la arena llene el orificio, evitando que el embudo vibre mientras se llena con la arena.
- Se determinó la masa del aparato con la arena restante, luego se registró y calculó la masa de la arena que se utilizó en el orificio.
- Se determinó la masa del material húmedo que se sacó del orificio del plato de metal.
- Por último, se mezcló el material celosamente obteniéndose un espécimen representativo para luego determinar el contenido de humedad, también los especímenes fueron los adecuadamente grandes y seleccionados, tal que representaron todo el suelo recolectado del orificio del plato de metal.



Figura 10: Densidad in situ en la base granular
Fuente: Elaboración propia



Figura 11: Densidad in situ en la subrasante
Fuente: Elaboración propia

➤ **Cálculos**

los cálculos mostrados son en gramos para la masa y en centímetros cúbicos para el volumen.

- Cálculo de volumen de material del orificio:

$$V = (M_1 - M_2) / \rho_1$$

Donde:

- ✓ V = representa el volumen del orificio del plato expresado en cm^3
 - ✓ M_1 = representa la masa de la arena utilizada para llenar el orificio de prueba, embudo y plato de base expresado en g
 - ✓ M_2 = representa la masa de la arena utilizada para llenar el embudo y el plato de metal
 - ✓ ρ_1 = densidad del volumen de la arena
- Cálculo de la masa seca del material extraído del orificio de plato de metal tal como sigue:

$$M_4 = 100 M_3 / (W - 100)$$

Donde:

- ✓ W = representa el contenido de humedad del material extraído del orificio de prueba expresado en %
 - ✓ M_3 = representa la masa húmeda del material del hueco de ensayo. Expresado en g
 - ✓ M_4 = representa la masa seca del material de hueco de ensayo expresado en g
- Cálculo de la densidad húmeda y seca in situ del material ensayado con la fórmula que se muestra a continuación:

$$\rho_m = \frac{M_3}{V}$$

Donde:

- ✓ V = volumen del orificio de prueba expresado en cm^3
 - ✓ M_3 = masa húmeda del material del orificio de prueba expresado en g
 - ✓ M_4 = masa seca del material del orificio de prueba expresado en g
 - ✓ ρ_m = densidad húmeda del material probado, o su peso unitario húmedo γ_m expresado en g/cm^3
 - ✓ ρ_d = densidad seca del material probado, o su peso unitario seco γ_d , expresado en g/cm^3
- **ASTM: D6951: Uso de Penetrómetro de cono dinámico en aplicaciones de pavimento poco profundo**
 - **Alcance:** Este método se usó para medir la tasa de penetración del Penetrómetro de cono dinámico con un martillo 8kg (17.6 lb).
 - **Equipos y/o accesorios:**
 - Se usó un DCP de 8 kg que consta de una varilla impulsadora de acero de diámetro de 16mm con una punta reemplazable este tiene un ángulo de 60 grados con una base de diámetro de 2.0 cm, un martillo de 8 kg que cae a una altura fija de 57.5 cm, un conjunto de acoplador y un asa.
 - Se utilizó varias herramientas para ensamblar el DCP
 - Se usó aceite lubricante
 - Compuesto de bloqueo de roscas
 - Se utilizó un formulario de registro de datos
 - Se usó una escala vertical graduada usando incrementos de 1mm
 - Y por último un accesorio deslizante opcional para usar como escala

➤ **Procedimiento**

- Se realizó una verificación del equipo antes de comenzar la prueba, detectando que las piezas no estén dañadas por fatiga, toda la junta debe estar bien ajustadas.
- Se sostuvo el dispositivo por el mango en forma vertical luego se levantó y soltó el martillo desde la altura de caída estándar, para después registrar la penetración total para un número determinado de golpes
- Para realizar la lectura inicial se sostuvo verticalmente el DCP y la punta del DCP se asienta de manera que la parte superior de la parte más ancha de la punta quede al ras con la superficie para después obtener una lectura inicial de la varilla impulsadora graduada/varilla de medición separada, midiendo con una precisión de 1 mm
- Secuencia de prueba: consistió en dejar caer el martillo, el martillo DCP se mantiene en posición vertical, para luego levantar el martillo de modo que hace un ligero contacto con el mango sin impactar con este, para después permitir que el martillo caiga libremente e impacte en el conjunto del acoplador de yunque
- Se tuvo en cuenta que existe un rechazo: cuando hay presencia de agregados o estratos rocosos detendrá una mayor penetración así que da 5 golpes y el dispositivo no ha avanzado más de 2 mm se tiene que detener en ensayo.
- Extracción: una vez finalizado la prueba el dispositivo se extrajo empujando el martillo hacia arriba contra el mango.



Figura 12: DCP in situ – base granular
Fuente: Elaboración propia



Figura 13: DCP in situ - subrasante
Fuente: Elaboración propia

- **Norma NTP 339.132:1999 (Revisada el 2014):** Para determinar el material que pasa el tamiz N°200 se utilizó este Método de ensayo.
 - **Alcance:**
 - Para determinar la cantidad de muestra que pasa por el tamiz N°200° se utilizó el procedimiento que la norma establece.
 - **Aparatos:**
 - Se utilizó una Balanza con una precisión aproximada de 0,01 g
 - Se utilizó un juego de dos tamices
 - Tamiz Inferior: 75 μ m (N°200)
 - Tamiz Inferior: 425 μ m(N°40)
 - Se usó un Horno capaz de mantener la temperatura de 110 ± 5 °C
 - Se utilizó un juego de 2 recipientes con las características, uno con capacidad suficiente para mantener la muestra cubierta con agua y evitar pérdida alguna

cuando se le somete a una agitación vigorosa, además el segundo recipiente para usarlo en el secado de la muestra después de lavar la muestra.

- Se empleó un agente de floculante: solución de hexametáfosfato de sodio de una concentración suficiente que cause la separación de partículas.
- Se seleccionó el material que ha sido completamente mezclado y del cual se toman como mínimo las cantidades indicadas en la siguiente tabla, utilizando un divisor de muestras o un cuarteo.

Tamaño Nominal Máximo	Cantidad mínima aproximada
2.00mm (N°10)	20 g
4.75mm (N°4)	100g
9.50mm (3/8")	500g
19.00mm (3/4")	2.5g
37.50mm (1 1/2")	10.0 kg
75.00mm (3")	50.0 kg

Tabla 7: Cantidades mínimas de muestreo

Fuente: •NTP 339.132:1999

➤ **Procedimiento:**

- Se secó el espécimen a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta llegar a un peso constante y se pesó con una aproximación de 0.1g. Como alternativa se pesó el espécimen húmedo y se usó un espécimen auxiliar para determinar el contenido de humedad. Además, el peso de la muestra está entre 20% y 30% del peso del espécimen del ensayo. El peso seco al horno se calculó a partir del peso húmedo y el contenido de humedad.
- Después de preparar el espécimen de ensayo, se colocó en la malla superior. Se procedió a lavar el espécimen de ensayo a través de las mallas por medio de una corriente de agua, el material fue ligeramente manipulado para facilitar

el tamizado sin producir pérdida de material, además sin presionar la muestra, y se continuó lavando hasta que el agua que pasa a través del tamiz salga clara.

➤ **cálculos**

se calculó el resultado con la siguiente ecuación

$$p = (M_0 - M_1)/M_0 \times 100$$

Donde:

P= es el porcentaje de material más fina que el tamiz N°200 (75um)

M₀ = es la masa de la muestra original seca al horno. G

M₁ = es la masa de la muestra seca al horno después del lavado y del tamizado en seco. G

3.6.2 Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron son los certificados de los ensayos in situ, procedimiento de ingeniería y las fichas de organización, sistematización e interpretación de datos obtenidos en los ensayos, que figura en el anexo correspondiente.

3.7 Procedimiento de la información

Se realizó el análisis y evaluación de la tercera etapa del pavimento rígido con tecnología de losas cortas del distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, siendo este el más deteriorado. para lo cual se hizo una evaluación superficial basada en el PCI (Índice condición de pavimento) para determinar la calidad del pavimento, por ende, se obtuvieron 30 unidades de muestreo, así para después elegir 2 unidades de muestreo por conveniencia, en las mismas que se realizó una evaluación estructural de tipo exploratorio con ensayos destructivos que consisten en la exploración de dos calicatas a cielo abierto realizados en los dos puntos tal como se muestra: en la figura 14, además se muestra la siguiente tabla 7 con las características generales .

Nombre	Tercera etapa
Distrito	El Tambo
Provincia	Huancayo
Departamento	Junín
Clasificación	Local
Tipo de terreno	plano
Tipo de superficie	Pavimento rígido
Unidades de muestreo	30

Tabla 8: Datos generales de la vía en estudio

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente grafico se muestra la delimitación de la tercera etapa de la pavimentación de la urbanización Los Eucaliptos.



Figura 14: Tercera etapa de la pavimentación de la urbanización Los Eucaliptos
Fuente: Elaboración propia

3.7.1 Descripción e identificación de los ensayos-destructivos y procedimiento de ingeniería

En la tabla 8 se muestra el resultado de las fallas encontradas en el pavimento, que se realizó in situ mediante el método de Índice de Condición de Pavimentos (PCI), con la finalidad de conseguir el diagnóstico actual del pavimento rígido de la vía en investigación. Por ende, se dividió en treinta (30) unidades de muestreo cada uno con 24 losas, tal como lo muestra en la figura 15.

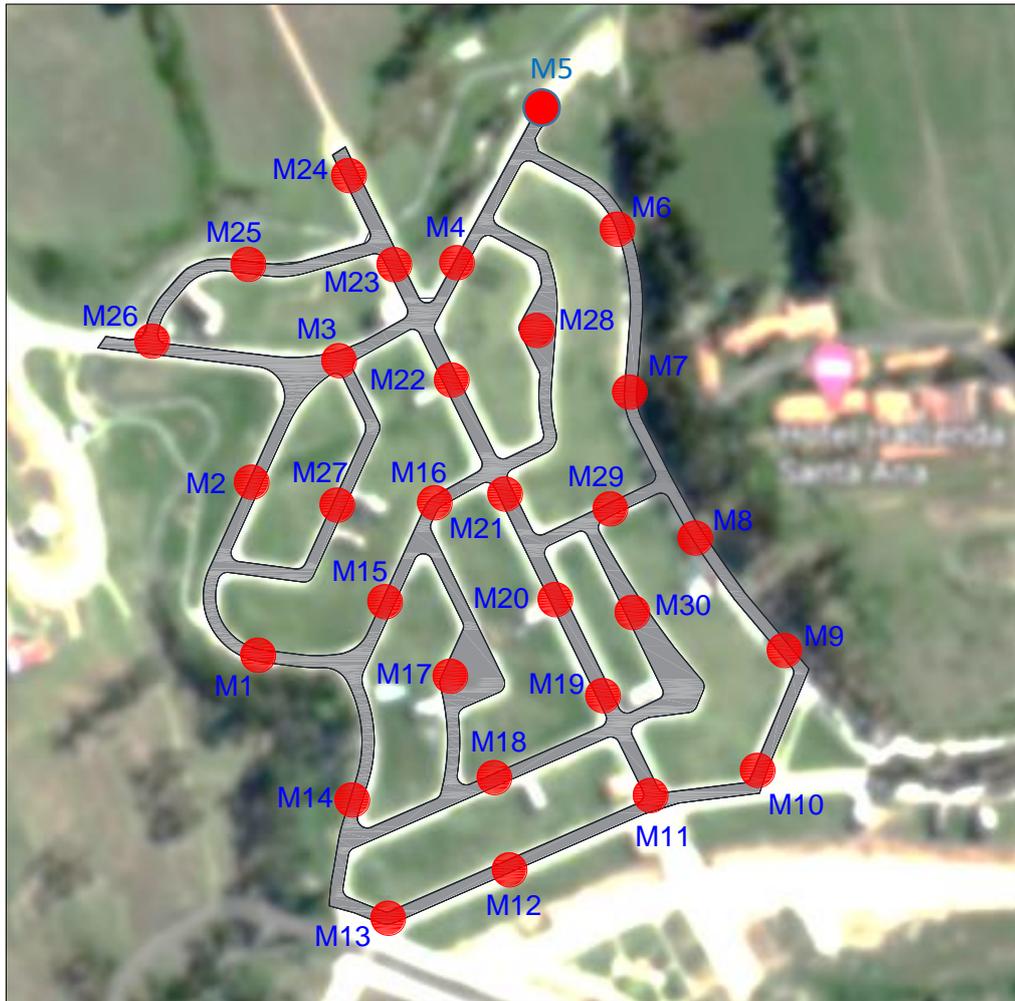


Figura 15: Vista de las unidades de muestreo de la tercera etapa de la Urb. Los Eucaliptos
Fuente: Elaboración propia

N° de Muestra	Gráfica	Descripción
M- 01		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 1 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grietas de esquina - losa dividida - sellos de junta - escala - grieta línea - descascaramiento de junta

M- 02		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 2 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grietas de esquina - losa dividida - grieta lineal - parche grande
M- 03		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 3 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sellos de Junta - losa dividida - grietas de esquina - grieta de durabilidad "D" - Grieta Lineal - Retracción - descascaramiento de junta - Parche Grande - Escala
M- 04		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 4 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grietas de esquina - sellos de junta - grieta lineal - parche grande - retracción.

<p>M- 05</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 5 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grietas de esquina - grieta lineal
<p>M- 06</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 6 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sellos de junta
<p>M- 07</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 7 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sellos de junta

<p>M- 08</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 8 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grieta de esquina - retracción - descascaramiento de junta - grieta lineal
<p>M- 09</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 9 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grietas de esquina - sellos de junta, - grieta lineal - parche grande - retracción.
<p>M- 10</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 10 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - Grieta Lineal - Retracción - descascaramiento de junta

<p>M- 11</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 11 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - Retracción - descascaramiento de junta
<p>M- 12</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 12 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sellos de Junta
<p>M- 13</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 13 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - grieta de durabilidad - losa dividida - Sellos de Junta - Grieta Lineal - Retracción

M- 14		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 14 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - Sellos de Junta - Grieta Lineal - Parche Grande - Retracción
M- 15		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 15 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - grieta de durabilidad - Grieta Lineal - Retracción
M - 16		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 16 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descascaramiento de junta - Grieta de esquina - Grieta Lineal - Escala - grieta de durabilidad - Retracción

<p>M - 17</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 17 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta Lineal - losa dividida - Grieta de esquina - grieta de durabilidad - Grieta Lineal - Sellos de Junta - Retracción
<p>M - 18</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 18 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - Grieta Lineal - Escala - Sellos de Junta - Retracción
<p>M - 19</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 19 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - Sellos de Junta - Grieta Lineal - Parche Grande - Retracción

M - 20		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 20 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - Escala - Grieta Lineal - Sellos de Junta
M - 21		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 21 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - Grieta Lineal - Retracción - descascaramiento de junta
M - 22		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 22 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - losa dividida - Parche Grande - grieta de durabilidad - Escala - Sellos de Junta - Grieta Lineal

<p>M - 23</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 23 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - descascaramiento de junta - Grieta de esquina - Grieta Lineal - Retracción
<p>M - 24</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 24 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escala - Grieta Lineal - Retracción - descascaramiento de junta
<p>M - 25</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 25 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - Grieta Lineal - Parche Grande - Sellos de Junta - Retracción

<p>M - 26</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 26 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parche Grande - descascaramiento de esquina - Sellos de Junta
<p>M - 27</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 27 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - Grieta Lineal - Sellos de Junta - Parche Grande - Retracción
<p>M -28</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 28 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta Lineal - Grieta de esquina - Sellos de Junta - Parche Grande - Retracción

<p>M - 29</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 29 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - losa dividida - Parche Grande - descascaramiento de junta
<p>M - 30</p>		<p>Se identificaron las fallas de la muestra 30 en la cual se encontró:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grieta Lineal - Parche Grande - Grieta de esquina - Sellos de Junta - Retracción

Tabla 9: Evaluación superficial del pavimento - Método PCI
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9, se muestra el resumen del índice de condición de pavimento, que se evaluó según su clase, severidad y cantidad, además se puede apreciar la elección de dos muestras que se encuentran con una calificación de fallado, el cual se ha elegido por conveniencia y se realizó los ensayos destructivos respectivos.

UNIDADES DE MUESTREO	PCI	CALIFICACION						
		EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO
M - 01	9							X
M - 02	79		X					
M - 03	3		X					X
M - 04	82		X					
M - 05	88		X					
M - 06	90	X						
M - 07	91	X						
M - 08	82		X					
M - 09	80		X					
M - 10	63			X				
M - 11	44							
M - 12	92	X						
M - 13	63			X				
M - 14	89	X						
M - 15	62			X				
M - 16	40					X		
M - 17	42				X			
M - 18	32					X		
M - 19	40					X		
M - 20	46				X			
M - 21	20						X	
M - 22	32					X		
M - 23	28					X		
M - 24	52				X			
M - 25	54				X			
M - 26	38					X		
M - 27	38					X		
M - 28	55				X			
M - 29	25						X	
M - 30	60			X				

Tabla 10: Rangos de calificación del pavimento - Método PCI

Fuente: Elaboración propia

En la investigación se realizó 2 calicatas a cielo abierto de las dos muestras obtenidas con la calificación de “fallado” para la realización de los ensayos in situ, tal como se muestra



Figura: N°: Ubicación de la calicata 1
Fuente: Elaboración propia



Figura: N°: Ubicación de la calicata 2
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10, se muestra los ensayos que se realizaron en cada punto de investigación, a través de las calicatas, correspondientes a las determinadas capas de la estructura del pavimento rígido con tecnología de losas cortas, con el fin de analizar sus propiedades mecánicas y verificar su cumplimiento con los requerimientos de esta tecnología.

N° de prueba	Numero de Muestra	Capas	Ensayos realizados
1 y 2	M 01 Y M 03	Base	Método de ensayo estándar para la densidad de peso unitario del suelo in – situ mediante el método de cono de arena - NTP 339.143:2014:
			Ensayo con Penetrómetro de cono dinámico en aplicaciones de pavimento poco profundo - ASTM: D6951
			Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz N° 200
		Sub Rasante	Método de ensayo estándar para la densidad de peso unitario del suelo in – situ mediante el método de cono de arena - NTP 339.143:2014:
			Ensayo con Penetrómetro de cono dinámico en aplicaciones de pavimento poco profundo - ASTM: D6951
		Losa de concreto	Resistencia a la compresión de especímenes cúbicos - NTP 334.051:1998

Tabla 11: Resumen de ensayo realizados en la calicata 01 y 02
Fuente: Elaboración propia

3.8 Técnicas y análisis de datos

El análisis se realizó desde una perspectiva cuantitativa, se creó cuadros estadísticos con el software Excel de acuerdo a las variables estudiadas, así como también el análisis de datos dependió del tipo de datos obtenidos durante los ensayos de laboratorio, en este caso se hizo uso de la estadística descriptiva e inferencial, con lo que se obtuvo cuadros, gráficos y todo lo necesario para la interpretación de los resultados obtenido en campo.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Evaluación de la condición del pavimento

Tabla 12: Resultado del índice de condición de pavimento

UNIDADES DE MUESTREO	PCI	CALIFICACION						
		EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	FALLADO
M - 01	9							X
M - 02	79		X					
M - 03	3		X					X
M - 04	82		X					
M - 05	88		X					
M - 06	90	X						
M - 07	91	X						
M - 08	82		X					
M - 09	80							
M - 10	63			X				
M - 11	44							
M - 12	92	X						
M - 13	63			X				
M - 14	89	X						

M - 15	62			X				
M - 16	40					X		
M - 17	42				X			
M - 18	32					X		
M - 19	40					X		
M - 20	46				X			
M - 21	20						X	
M - 22	32					X		
M - 23	28					X		
M - 24	52				X			
M - 25	54				X			
M - 26	38					X		
M - 27	38					X		
M - 28	55				X			
M - 29	25						X	
M - 30	60			X				
PROMEDIO	54		Muestras falladas		CALIFICACION		REGULAR	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se consignan los valores de PCI de las 30 muestras, precisando el valor promedio ponderado de 54 con una calificación de “regular”, Así mismo se aprecia las dos muestras más deterioradas (M01 y M03) con la condición más baja (fallado).

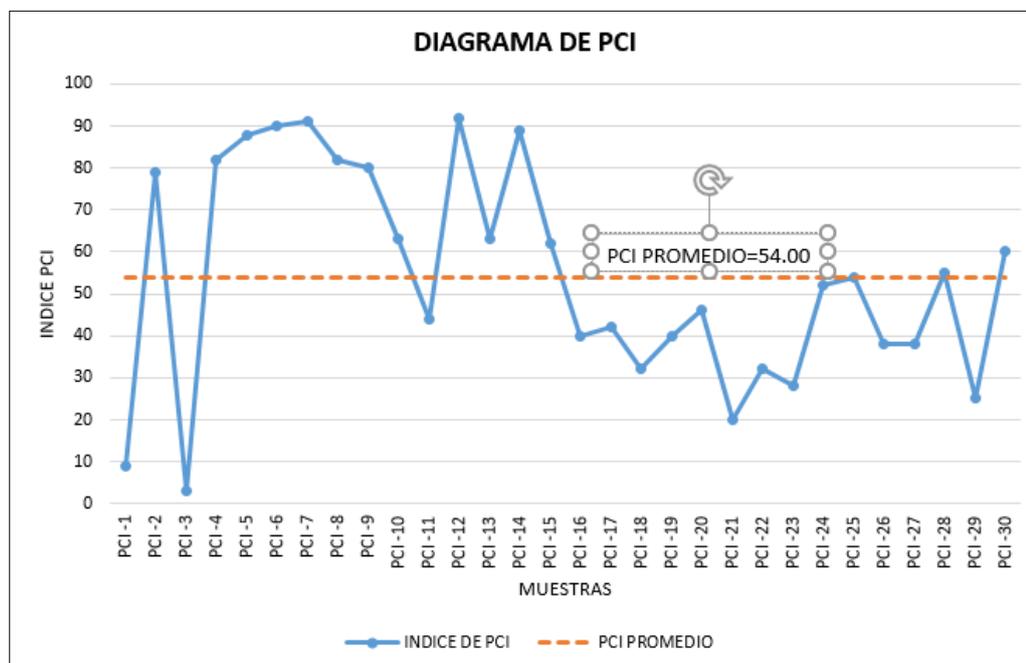


Figura 16: Diagrama PCI con valor promedio ponderado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 16 se consignan los valores de índice de condición de pavimento de las 30 muestras, además se visualiza la recta con el valor promedio ponderado de 54.

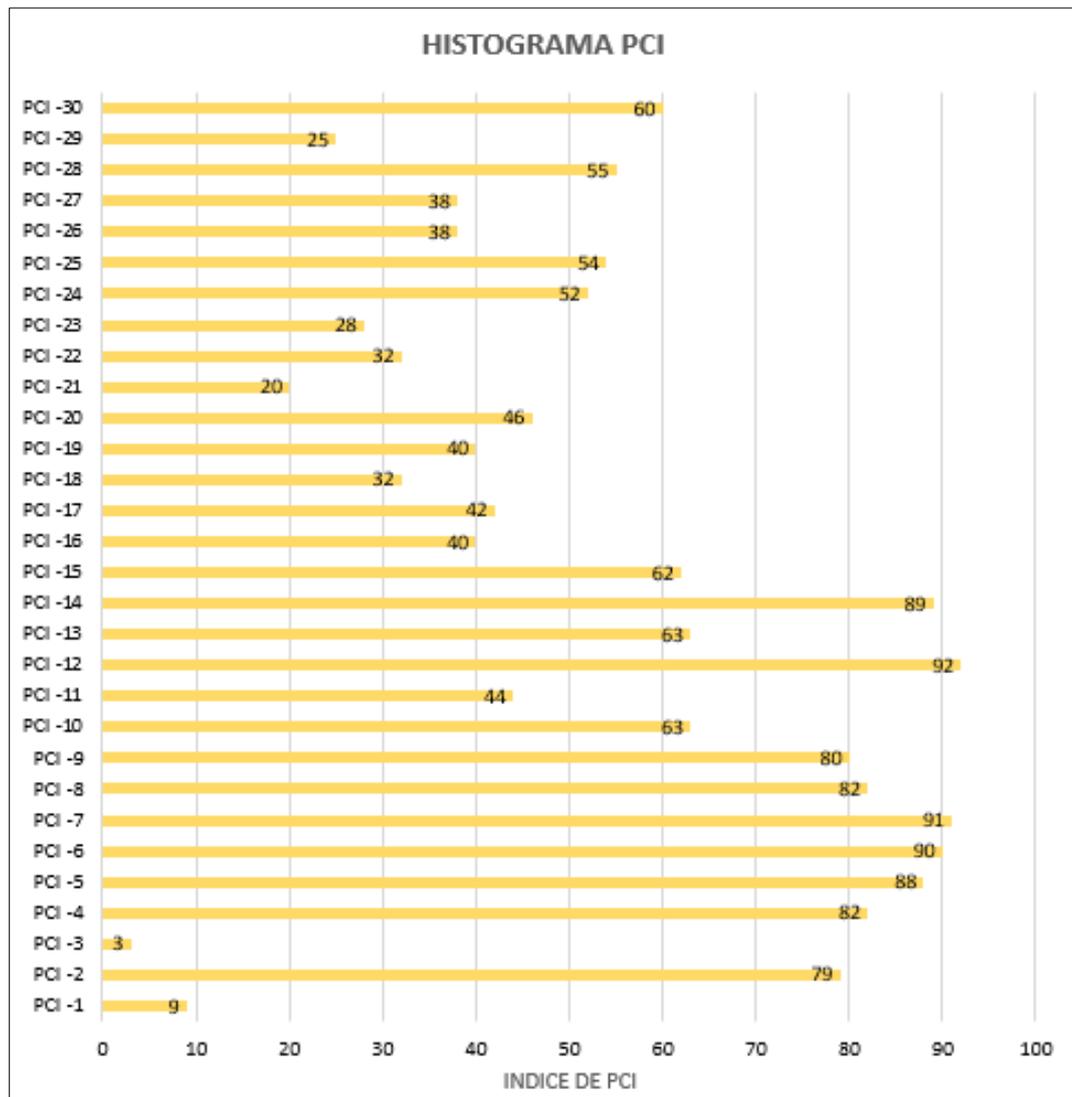


Figura 17: Histograma PCI con valor porcentual
Fuente: Elaboración propia

En la figura 17 se presenta un histograma donde se señalan los valores de índice de condición de pavimento de las 30 muestras, precisando su valor porcentual en cada barra, además se aprecia las dos muestras (1 y 3) presentando los porcentajes más bajos.

4.2 Propiedades mecánicas de la subrasante del pavimento con tecnología de losas cortas

4.2.1 CBR in situ en la subrasante

Tabla 13: Resultados de CBR in situ en la subrasante del pavimento calicata N° 01

N° DE GOLPES	DCP INDICE	PROFUNDIDAD ACUMULADA	CBR
1	17	17	13
2	17	34	14
3	8	42	18
4	9	51	17
5	8	59	20
6	8	67	20
7	7	74	18
8	13	87	22
9	4	91	33
10	13	104	25
11	15	119	25
12	18	137	17
13	20	157	20
14	19	176	48
15	16	192	33
16	17	209	18
17	18	227	48
18	21	248	33
19	24	272	28
20	26	298	28
21	27	325	33
INDICE DCP	14.671	CBR	14.42

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 12 se muestra los resultados de CBR por cada número de golpe del ensayo DCP realizados en la subrasante además se aprecia el valor de CBR de 14.42

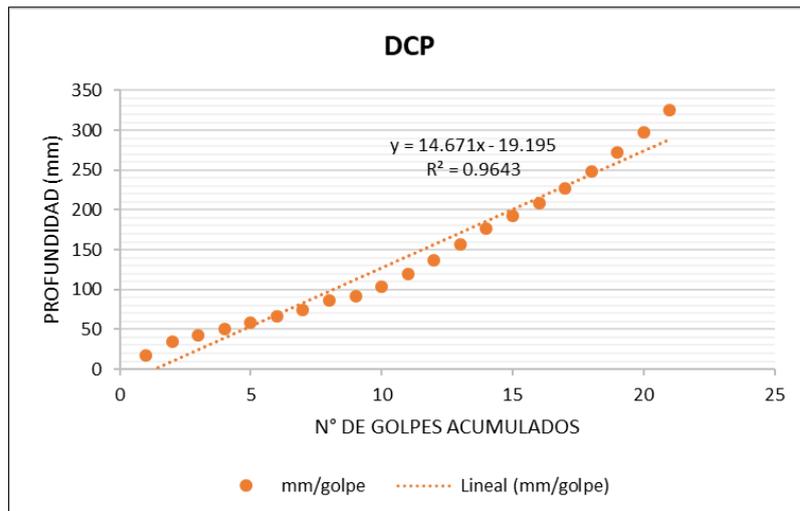


Figura 18: Índice de penetración o número DCP en la subrasante (calicata N°01)
Fuente: Elaboración propia

En la figura 18.se muestra una recta cuya pendiente toma el nombre de índice de penetración o número DCP, indicando la medida de su resistencia, correspondiente a la calicata N°01

Tabla 14: Resultados de CBR in situ en la subrasante del pavimento calicata N° 02

N° DE GOLPES	DCP INDICE	PROFUNDIDAD ACUMULADA	CBR
1	17	17	12
2	18	35	11
3	16	51	13
4	17	68	12
5	23	91	9
6	13	104	17
7	16	120	13
8	15	135	14
9	12	147	18
10	13	160	17
11	11	171	20
12	11	182	20
13	12	194	18
14	10	204	22
15	7	211	33
16	9	220	25
17	9	229	25
18	13	242	17
19	8	250	20
20	5	255	48
21	7	262	33
22	12	274	18
23	5	279	48
24	7	286	33
25	8	294	28
26	8	302	28
27	7	309	33
28	9	318	25
29	10	328	22
30	9	337	25
INDICE DCP	10.403	CBR	21.19

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla 13 se muestra los resultados de CBR por cada número de golpe del ensayo DCP realizados en la subrasante además se aprecia en valor de CBR de 21.19

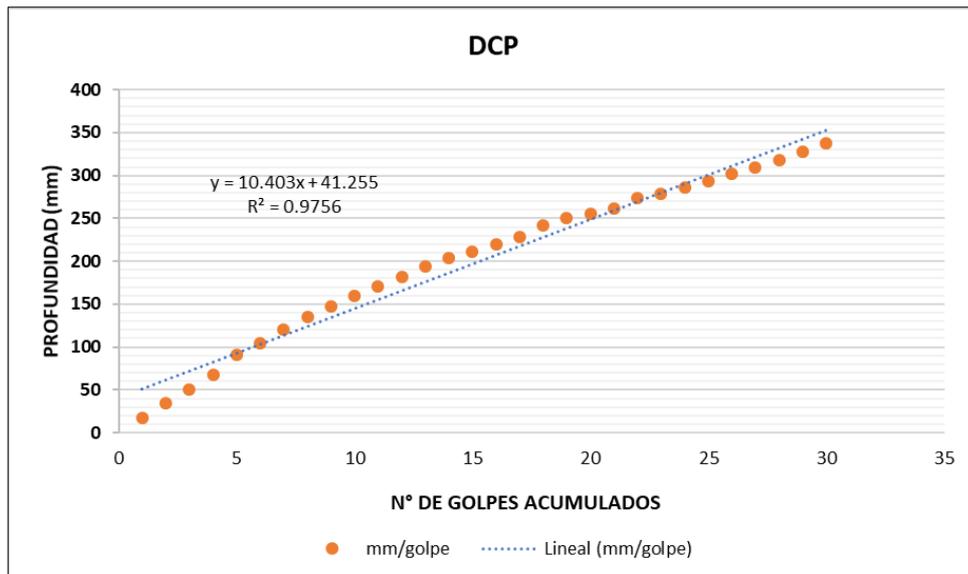


Figura 19: Índice de penetración o número DCP en la subrasante (calicata N°02)

Fuente: Elaboración propia

En la figura 19 se muestra una recta cuya pendiente toma el nombre de índice de penetración o número DCP, indicando una medida de su resistencia, correspondiente a la calicata N°02

Tabla 15: Resumen de resultados de CBR in situ en la subrasante del pavimento

Calicata	CBR	Diseño TCPavements	Cumplimiento de requisito TCP (si o no)
C-1	14.42%	15% < CBR	No cumple
C-2	21.19%	15% < CBR	Si cumple

Fuente: Elaboración Propia

Por ende, en la tabla 14, se presentan los resultados de los ensayos correspondientes al CBR in situ (ASTM D6951) de la calicata 01 y 02 realizado en campo en la subrasante y los requisitos según el diseño TCPavements respecto al CBR, además se muestra que el CBR obtenido es menor que el CBR requerido por el diseño TCPavements en la calicata 01, por otro lado, en la calicata 02 si cumple el requisito del diseño TCPavements.

4.2.2 Grado de compactación en la subrasante

Tabla 16: Resumen de resultado de grado de compactación en la subrasante

Calicata	Grado de compactación (ensayo in - situ)	Diseño TCPavements	Cumplimiento de requisito TCP (si o no)
C-1	86%	95%	No cumple
C-2	81%	95%	No cumple

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 15, se presenta los resultados de los ensayos correspondientes al grado de compactación (NTP 339.143) realizado en campo en la subrasante y los requisitos según el diseño TCPavements respecto al grado de compactación en la subrasante, además se muestra que el grado de compactación mostrado en el cuadro está por debajo del porcentaje requerido por el diseño TCPavements, por lo tanto, no cumple con los requisitos mínimos.

4.3 Propiedades mecánicas en la base granular del pavimento con tecnología de losas cortas

4.3.1 CBR in situ en la base granular

Tabla 17: Resultados de CBR in situ en base granular del pavimento calicata 01

N° DE GOLPES	DCP INDICE	PROFUNDIDAD ACUMULADA	CBR
1	10	10	25
2	3	13	39
3	4	17	39
4	5	22	48
5	3	25	39
6	5	30	33
7	6	36	62
8	3	39	33
9	4	43	48
10	3	46	39
11	5	51	33
12	5	56	39
13	5	61	33
14	5	66	25
15	5	71	22
16	7	78	8
17	6	84	12
18	7	91	11
19	8	99	13
20	8	107	12
21	12	119	9
22	13	132	17
INDICE DCP	5.3529	CBR	44.60

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N°16, se muestra los resultados de CBR por cada número de golpe del ensayo DCP realizados en la base granular correspondiente a la calicata N° 01.

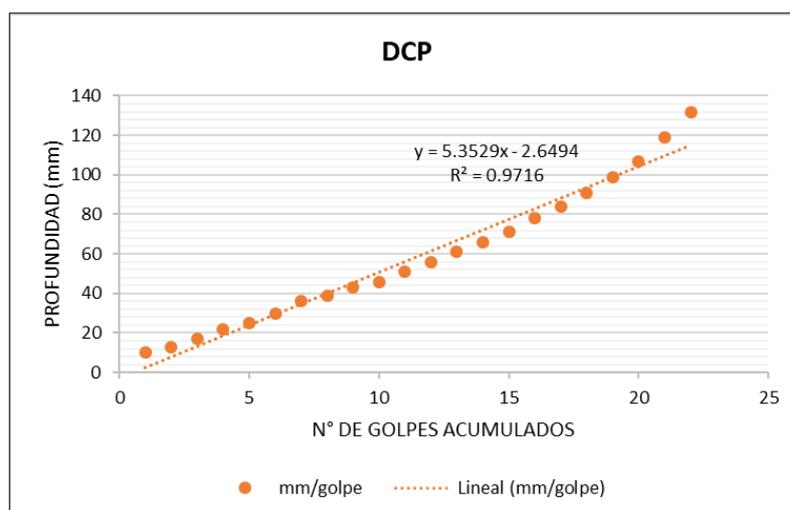


Figura 20: Índice de penetración o número DCP en la base granular (calicata N°01)
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 20, se muestra una recta cuya pendiente recibe el nombre de índice de penetración o número DCP, indicando una medida de su resistencia, correspondiente a la calicata N°01.

Tabla 18: Resumen de resultado de CBR in situ en la base granular del pavimento

Calicata	CBR	Diseño TCPavements	Cumplimiento de requisito TCP (si o no)
C-1	44.60%	> 80%	No cumple
C-2	34.47%	> 80%	No cumple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 se presentan los resultados de los ensayos correspondientes al CBR in situ (ASTM D6951) realizado en campo en la base granular y los requisitos según el diseño TCPavements respecto al CBR. Además, el CBR obtenido es menor que el CBR requerido por el diseño TCPavements, por lo tanto, no cumple los requisitos mínimos.

4.3.2 Grado de compactación en la base granular

Tabla 19: Grado de compactación en la base del pavimento

Calicata	Grado de compactación (ensayo in - situ)	Diseño TCPavements	Cumplimiento de requisito TCP (si o no)
C-1	80%	95%	No cumple
C-2	80%	95%	No cumple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18, se presenta los resultados de los ensayos correspondientes al grado de compactación (NTP 339.143) realizado en campo en la subrasante y los requisitos según el diseño TCPavements respecto al grado de compactación en la base granular, además se muestra que el grado de compactación mostrado en el cuadro está por debajo del porcentaje requerido por el diseño TCPavements, por lo tanto, no cumple con los requisitos mínimos.

4.3.3 % de finos de la malla #200 en la base granular

Tabla 20: % de finos de la malla #200 en la base del pavimento

Calicata	% Malla #200	Diseño TCPavements	Cumplimiento de requisito TCP (si o no)
C-1	21.20%	< 8%	No cumple
C-2	20.21%	< 8%	No cumple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19 se presenta los resultados de los ensayos correspondientes al porcentaje de finos en la malla 200 (NTP 339.132) realizado en campo en la base granular y los requisitos según el diseño TCPavements respecto al porcentaje de finos en la malla 200. Además, el % de finos en la malla #200 es mayor al porcentaje máximo requerido según el diseño TCP, por lo tanto, no cumple con los requisitos.

4.4 Propiedades mecánicas en la losa de concreto del pavimento con tecnología de losas cortas

4.4.1 Resistencia a la compresión de la losa de concreto

Tabla 21: Resultado de la resistencia de la losa de concreto

Calicata	Muestra	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (Mpa)	TCPavements Resistencia (Kg/cm ²)	TCPavements Resistencia (Mpa)	Cumplimiento de requisito TCP (si o no)
C-1	1	280.8	28.1	350.0	35.0	No cumple
C-1	2	165.2	16.5	350.0	35.0	No cumple
C-1	3	278.1	27.8	350.0	35.0	No cumple
C-2	4	298.7	29.9	350.0	35.0	No cumple
C-2	2	133.8	13.4	350.0	35.0	No cumple
C-2	3	353.9	35.4	350.0	35.0	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20, se presenta los resultados de los ensayos correspondientes a la resistencia a la compresión (NTP 334.051) realizado en el laboratorio con 6 especímenes de la losa de concreto y los requisitos según el diseño TCPavements respecto a la resistencia, además se aprecia que la resistencia a la compresión de cinco especímenes no llega a la resistencia requerido por el diseño TCPavements, por lo tanto, no cumple con los requisitos.

4.4.2 Módulo de rotura de la losa de concreto del pavimento con tecnología de losas cortas

Tabla 22: Resultados de Módulo de rotura losa de concreto

Calicata	Muestra	Resistencia a la flexión (Kg/cm ²)	Resistencia a la flexión (Mpa)	TCPavements Resistencia (Kg/cm ²)	TCPavements Resistencia (Mpa)	Cumplimiento de requisito TCP (si o no)
C-1	1	38.88	3.9	48.0	4.8	No cumple
C-1	2	29.82	3.0	48.0	4.8	No cumple
C-1	3	38.69	3.9	48.0	4.8	No cumple
C-2	1	40.10	4.0	48.0	4.8	No cumple
C-2	2	26.84	2.7	48.0	4.8	No cumple
C-2	3	43.64	4.4	48.0	4.8	No cumple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21, se presenta los resultados obtenidos teóricamente correspondientes al módulo de rotura basado en la resistencia a la compresión (NTP 334.051) que se obtuvo en laboratorio realizado en laboratorio de 6 especímenes de la losa de concreto y los requisitos según el diseño TCPavements respecto al módulo de rotura, además se aprecia que el módulo de rotura obtenido está por debajo del módulo de rotura requerido por el diseño TCPavements, por lo tanto, no cumple con los requisitos mínimos.

4.5 Características de la base granular y losa de concreto con tecnología de losas de cortas

4.5.1 Dimensión de la base granular

Tabla 23: Dimensión en la base del pavimento

Calicata	Espesor de base granular	Diseño TCPavements	Cumplimiento de requisito TCP (si o no)
C-1	13 mm	mín. 150 mm	No cumple
C-2	12 mm	mín. 150 mm	No cumple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22, se presenta el espesor de la base granular corroborado en campo de la base granular y los requisitos de la dimensión según el diseño TCPavements. Además, se aprecia que no cumple las dimensiones mínimas, por lo tanto, no cumple con los requisitos.

4.5.2 Dimensión de la losa de concreto

Tabla 24: Resultado de las dimensiones de la losa de concreto

Calicata	Muestra	Altura de la losa(mm)	TCPavement (mm)	Cumplimiento de requisito TCP (si o no)
C - 01	1	103.2	100	Si cumple
C - 01	2	103.2	100	Si cumple
C - 01	3	102.3	100	Si cumple
C - 02	4	102.2	100	Si cumple
C - 02	5	100.8	100	Si cumple
C - 02	6	101.5	100	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23, se presenta el espesor de la losa de concreto corroborado en laboratorio y los requisitos de la dimensión según el diseño TCPavements. Además, se aprecia que, si cumple con la dimensión mínima específicas según el diseño TCPavements

4.6 Prueba de hipótesis

4.6.1 Contrastación de Hipótesis General

H_1 El desempeño de la tecnología de losas cortas tiene una influencia negativa en el pavimento rígido de la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

H_0 El desempeño de la tecnología de losas cortas no tiene una influencia negativa en el pavimento rígido de la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

Prueba T para Muestras Independientes

Criterio para determinar la Hipótesis:

$P\text{-valor} \leq \alpha =$ La H_1 se aprueba. **Es significativo**

$P\text{-valor} > \alpha =$ La H_0 se aprueba. **No es significativo**

Tabla 25: Análisis de t de student - hipótesis general.

Número	t	P – Valor	Valoración	Nivel Alfa α
37	4.243	0,007	<	0,050

Decisión:

El p-valor (0,007) es menor al nivel alfa (0,050). Por lo tanto, es significativa.

Conclusión:

Se aprueba la hipótesis alterna, ya que **existe relación significativa**

Interpretación:

El desempeño de la tecnología de losas cortas tiene una influencia negativa en el pavimento rígido de la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

4.6.2 Contratación de Hipótesis Especifica 1

H_1 La subrasante tiene influencia negativa en el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

H_0 La subrasante no tiene influencia negativa en el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

Prueba T para Muestras Independientes

Criterio para determinar la Hipótesis:

$P\text{-valor} \leq \alpha$ = La H_1 se aprueba. **Es significativo**

$P\text{-valor} > \alpha$ = La H_0 se aprueba. **No es significativo**

Tabla 26: Análisis de t de student - hipótesis especifica 1

Número	t	P – Valor	Valoración	Nivel Alfa α
7	3.308	0,023	<	0,050

Decisión:

El p-valor (0,023) es menor al nivel alfa (0,050). Por lo tanto, es significativa.

Conclusión:

Se aprueba la hipótesis alterna, ya que **existe relación significativa**

Interpretación:

La subrasante tiene influencia negativa en el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

4.6.3 Contrastación de hipótesis específica 2

H_1 La base granular influye negativamente en el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

H_0 La base granular no influye negativamente en el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

Prueba T para Muestras Independientes

Criterio para determinar la Hipótesis:

$P\text{-valor} \leq \alpha =$ La H_1 se aprueba. **Es significativo**

$P\text{-valor} > \alpha =$ La H_0 se aprueba. **No es significativo**

Tabla 27: Análisis de t de student - hipótesis específica 2

Número	t	P – Valor	Valoración	Nivel Alfa α
12	2.874	0,018	<	0,050

Decisión:

El p-valor (0,018) es menor al nivel alfa (0,050). Por lo tanto, es significativa.

Conclusión:

Se aprueba la hipótesis alterna, ya que **existe relación significativa**

Interpretación:

La base granular influye negativamente en el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

4.6.4 Contrastación de Hipótesis Específica 3

H_1 La losa de concreto tiene una influencia negativa en el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

H_0 La losa de concreto no tiene una influencia negativa en el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

Prueba T para Muestras Independientes

Criterio para determinar la Hipótesis:

$P\text{-valor} \leq \alpha =$ La H_1 se aprueba. **Es significativo**

$P\text{-valor} > \alpha =$ La H_0 se aprueba. **No es significativo**

Tabla 28: Análisis de t de student - hipótesis específica 3

Número	t	P – Valor	Valoración	Nivel Alfa α
18	4.566	0,000	<	0,050

Decisión:

El p-valor (0,000) es menor al nivel alfa (0,050). Por lo tanto, es significativa.

Conclusión:

Se aprueba la hipótesis alterna, ya que **existe relación significativa**

Interpretación:

La losa de concreto tiene una influencia negativa en el deterioro del pavimento con tecnología de losas cortas en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 Análisis y Discusión

Con respecto a Cogollo y Silva (2018) en su trabajo de investigación “Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas” formula su problema general ¿Cómo influye las disminuciones de los espesores en las losas cortas optimizadas comparándolas con las losas convencionales mediante el software EverFe en los pavimentos rígidos?, además, el objetivo general es modelar mediante el software EverFe, considerando la variabilidad en los espesores para poder realizar comparaciones con el tercer caso de la tesis del ingeniero Iván Pérez en el momento de comparar las losas convencionales. Para esta investigación se dio continuidad a la tesis de influencia en la transferencia de carga ocasionada por la incorrecta instalación de dovelas en las losas de pavimentos rígidos mediante un

análisis numérico, por lo tanto en la metodología se realizó la modelación mediante un programa de elementos finitos EverFe con espesores de 8,12,16,20,22 cm y se desplazó la carga del vehículo de un eje tandem de 12 ton en la esquina y centro de las losas para determinar los esfuerzos máximos y mínimos en las losas sobre la base granular y comparar con las losas convencionales. Los investigadores concluyen que con este método de diseño de losas cortas se minimiza el espesor, y sobre todo la tensión máxima se reduce considerablemente, dado que solo un set de ruedas se encuentra cargando en cada losa, además este nuevo concepto de diseño de losas cortas puede ser diseñadas con espesores de apenas 8 cm de espesor como se observó de acuerdo a lo analizado en los resultados sobre la base granular. también concluyeron que de acuerdo a la reducción en el espesor de entre 8 y 22 cm en comparación con pavimentos de losas cortas diseñada por el método AASHTO tradicional, y así reduciendo el costo de construcción en aproximadamente un 20% del costo inicial, con una vida de diseño similar a las losas convencionales. **De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación** realizada por Cogollo y Silva (2018) no se concuerda respecto a que menciona que se puede trabajar con losas de 8cm de espesor. Por lo que en la presente investigación se ha verificado que se ha cumplido con el espesor mayor al de Cogoll y Yurley siendo este de 100mm según la tabla 23 y por ende no se ha obtenido un buen desempeño de la tecnología de losas cortas.

Con respecto a Flórez, Morales, y Pacheco (2019) en su trabajo de investigación “Estudio comparativo de metodología tradicional de diseño de pavimentos versus tecnología TCP (geometría optimizada) para la vía entre las veredas la carrera y Leticia del municipio de Agua de Dios, Cundinamarca” tiene como problema general: El estado de la vía que presenta baches, ahuellamiento y deformaciones en la capa de

afirmado generando dificultad en el transporte de carga, A partir de esta problemática surgió la siguiente interrogante: ¿Qué alternativas de diseño de pavimento necesitaría la vía terciaria de la vereda La Carrera que comunica a la vereda Leticia de Agua de Dios para realizar un mejoramiento de vía con un periodo de larga vida? El objetivo principal del investigador es realizar un estudio comparativo de la vía terciaria del tramo K0+000 al K7+200 que conecta la vereda La Carrera y Leticia del municipio de agua de Dios de Cundinamarca, con el fin de demostrar que la implementación de la nueva tecnología de pavimento con losas de geometría optimizada cumple con los parámetros de diseño y rentabilidad a comparación con el convencional. En su metodología de investigador menciona que su tipo de investigación es de forma cuantitativa, y esta investigación se implementa la tecnología de geometría optimizada, por su calidad en reducción de espesor del concreto entre (8 a 15) a comparación de un pavimento tradicional que es entre (20 a 28) según su uso. Esta tecnología ofrece durabilidad, calidad, y un diseño mejorado, es así que una recibe la carga de un set de ruedas, permitiendo que las tensiones generadas por el tránsito no dañen su estructura, y no presente agrietamiento, ahuellamiento y alabeo, que normalmente se presentan en diseños tradicionales. Los investigadores concluyen que la tecnología del pavimento con losas de geometría optimizada, económicamente muestra un ahorro a comparación del pavimento tradicional y cumple con los requerimientos mínimos, también concluyen que, de acuerdo a la reducción en el espesor de 13,2, en comparación con pavimentos de losas cortas diseñadas por el método AASHTO tradicional, reduce el costo de construcción en aproximadamente un 20% del costo inicial, con una vida de diseño similar a las losas convencionales. Además, recomienda el uso de la tecnología TCP (losas con geometría optimizada) por el buen desempeño de las losas cortas en condiciones climáticas extremas siendo

este mejor que losas convencionales. **De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación** realizada por Flores, Morales y Rodríguez (2019) en su estudio comparativo, se concuerda respecto a que en su diseño proponen la tecnología de losas cortas con los requerimientos mínimos obteniéndose resultados óptimos. Por otro lado, en la presente investigación la tecnología TCP no tiene un buen desempeño en el pavimento rígido, por lo que se ha comprobado que no se han cumplido los requerimientos mínimos de la tecnología respecto a los porcentajes de CBR donde se exige como mínimo 15 % en la subrasante y en los resultados está por debajo, donde se obtuvo 14.42% tal como se muestra en el cuadro 14 además, el grado de compactación no cumple con el requerimiento mínimo de 95% ya que solo se llegó al 86% como máximo tal como se muestra en el cuadro 15 respecto a la subrasante. Asimismo, no se llegó al 80% de CBR mínimo requerido en la base granular ya que solo se llegó a un 44.60% como máximo tal como se muestra en el cuadro 17. además, se ha obtenido un 80% de grado de compactación en la base granular sin cumplir el requerimiento mínimo de 95% de compactación en la base granular como se muestra en la tabla 18. Asimismo, se obtuvo 21.20% de finos en la base granular donde supera el 8% mínimo requerido. Por ende, se deduce que cumpliendo los requerimientos mínimos como menciona Flores, Morales y Rodríguez se tendría resultado favorables.

Con respecto a Díaz y Fernández (2019) en su trabajo de investigación “Comparación técnica y económico de pavimentos (TCP) Y pavimentos rígidos (AASHTO 93) de acuerdo con las condiciones locales de Jaén” presenta como problema general los pavimentos rígidos de la ciudad de Jaén, que presenta agrietamiento, asentamientos y baches, que va acentuando el deterioro y disminuye el servicio óptimo del pavimento, por consiguiente presenta como alternativa de solución

el diseño de un pavimento delgado TCP (losas con geometría optimizada), el cual se caracteriza en tener longitudes de menor dimensión, por lo que se reducirán los alabeos, Y consecuentemente se reducirán las tensiones, ocasionando la reducción de espesores y longitudes. El objetivo principal de esta investigación es realizar una Comparación técnica y económica de (pavimentos optimizados) TCP y pavimentos rígidos AASHTO 93. En su metodología de los investigadores mencionan que su tipo de investigación es deductivo, en el cual consiste en el diseño de una losa por TCP con un espesor de 14 cm y dimensiones de 1.75 x 1.65 m; y en el diseño de AASHTO 93 además, se determinó un espesor de 20 cm y dimensiones de losa de 3.5 x3.5 m, en tal sentido el espesor de losa del pavimento TCP difiere en 6 cm al espesor según el AASHTO 93, lo que representa el 30 % menos en espesor. En conclusión, Las tensiones obtenidas para el pavimento TCP son menores a las del pavimento con diseño de AASHTO 93. también el daño calculado para TCP es 97.25% menos que el obtenido para el diseño AASHTO 93, y respecto a la optimización de costos la tecnología de pavimentación TCP de acuerdo a las condiciones de diseño particulares en la investigación, presenta una reducción en el costo en relación con el pavimento rígido tradicional AASHTO 93 del 15.04 %. Los investigadores recomiendan realizar un estudio del progreso del deterioro de pavimentos construidos con losas de dimensiones menores a las convencionales para poder determinar la funcionalidad de estos en la práctica. **De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación** realizada por Díaz y Hoyos (2019) se concuerda, ya que respecto a su estudio comparativo realizado con un espesor de losa de 14 cm calculó que el daño para la tecnología de losas cortas es 97.25% menos que en una losa tradicional, por ende, se deduce que gracias a el espesor de la losa de 14 cm Díaz y Hoyos han llegado a tener óptimos resultados. Es así que en la presente investigación se obtenido un espesor de

losa de 10cm como se puede ver en la tabla 23 cumpliendo con los requisitos mínimos de la tecnología TCPavements y por lo tanto no se ha tenido resultados favorables.

Con respecto a Mendoza (2015) en su trabajo de investigación “Evaluación del diseño de losas cortas en pavimentos según tensiones” el investigador formula su siguiente problema ¿Cuál es la tensión generadas en las losas cortas? Considerando como objetivo principal; determinar las dimensiones y espesor adecuado de las losas cortas respecto a las tensiones generados por los ejes de acuerdo al tipo de vehículo que transita. En su metodología de investigación menciona que su tipo de investigación es descriptivo. Para lo cual realizó la recolección de información del material de préstamo, diseño de mezcla y resultados de resistencia de rotura del concreto. Además realizó cálculos para determinar el coeficiente de balasto y las variaciones de temperatura lo cual se ajustaron a la realidad de la región, además se realizó la distribución de cargas por el eje del camión c3, para el diseño se verificó que las de los materiales de préstamo, con todo los datos recabados se realizó el análisis con el software SAP2000 encontrándose resultados de tensiones para el diseño de losas cortas esto permitió que un set de ruedas actúen de manera independiente en cada losa lo cual no ocurre en el AASHTO. estas reducciones de tensiones permitieron reducir los espesores en 3 cm con ello se logró obtener tensiones semejantes a los obtenidos en losas tradicionales. en cuanto a deformaciones por carga resultaron ser mayores, mientras para las deformaciones por alabeo resultaron ser menores a los obtenidos por diseño tradicional. Es así que el investigador concluye que el alto rendimiento de colocación y la economía lograda frente a los pavimentos de concreto convencional, debido a la reducción de espesores con la misma vida útil como se demostró en la investigación, hacen del diseño losas con geometría optimizada (TCP) es una

alternativa potencial de aplicación. además, resultó que las tensiones obtenidas por cargas dinámicas y alabeos para losas con diseño TCP resultaron ser menores que el AASHTO. Además, recomienda que cuando se construya con esta tecnología el CBR del terreno debe de estar por encima del 10% ya que permitiría tener una mayor resistencia de la losa. **De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación** realizado por Mendoza (2015) no se concuerda, ya que nos dice que la tecnología de losas cortas debe tener un CBR en la subrasante mayor al 10%, sin embargo, en la presente investigación se ha tenido un CBR de 14.42% tal como se muestran en la tabla 14 siendo este mayor al 10% como menciona Mendoza dando posibilidades de trabajar con % bajos de CBR en comparación con los requerimientos mínimos de la tecnología de losas cortas en su investigación, por ende se debe tener un CBR mayor al 15% como nos indica la tecnología TCPavements además requiere que si la subrasante presenta un CBR menor de 15% se requiere un mejoramiento de subrasante con un CBR mínimo de 25%.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al análisis y evaluación, se determinó que el desempeño de la tecnología de losas cortas aplicado en el pavimento rígido es negativo debido a que no se ha cumplido con los parámetros establecidos por la tecnología TCPavements respecto a la subrasante, base granular y losa de concreto.
2. Se estableció que el desempeño de la subrasante del pavimento rígido es negativo, puesto que no se cumplió con los requisitos mínimos de la tecnología TCPavements respecto a que el CBR y grado de compactación están por debajo de los porcentajes mínimos requeridos de la tecnología.
3. Se determinó que el desempeño de la base granular del pavimento rígido es negativa, puesto que no se cumplió con los requisitos mínimos de la tecnología TCPavements respecto a que el CBR y el grado de compactación para la base están por debajo del porcentaje mínimo requerido según la tecnología, asimismo el porcentaje de la malla #200 es más de lo requerido, además la dimensión del espesor de la base granular no cumple con la dimensión mínima de 150 mm.
4. Se estableció que el desempeño de la losa de concreto del pavimento rígido es negativo, debido a que no se llegó a la resistencia a la compresión ni al módulo de rotura establecido por el diseño de la tecnología TCPavements.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los estudiantes ampliar la investigación en base a una evaluación funcional y estructural de las etapas I, II y IV de la urbanización Los Eucaliptos, para una determinación más exacta del desempeño de las losas cortas.
2. Se recomienda a los estudiantes realizar una futura investigación en base a una evaluación estructural con dispositivos de medición, para obtener información de deflexiones dándole un enfoque de análisis de diseño.
3. Se recomienda a la inmobiliaria, que en la pavimentación de futuras etapas se cambie el material de la sub rasante por un material con CBR mayor 25% con un espesor de 25cm según la tecnología TCPavements.
4. Se recomienda a la inmobiliaria que el material de la subrasante y base granular, cumplan con los porcentajes de CBR y grado compactación necesarios según la tecnología TCPavements., para el buen funcionamiento y comportamiento de la estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becerra, M. (2012). *Temas Del Pavimento De Concreto Diseño, Construcción Y Supervisión*. Lima, Perú: recuperado de https://issuu.com/flujolibreperu/docs/libro_pavimentos_al_cap_2.
- Covarrubias, J. P. (2012). Diseño de losas de hormigón con geometría optimizada. *Revista ingeniería de construcción*, 2.
- Díaz, C. (2007). *Metodología De la Investigación Científica*. Lima, Perú: San Marcos.
- Díaz, K., y Fernández, T. (2019). *Comparación técnica y económico de pavimentos (TCP) Y pavimentos rígidos (AASHTO 93) de acuerdo con las condiciones locales de Jaén*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén, Facultad de Ingeniería, Jaén.
- Earth, G. (2020). *vista de la urbanización los eucaliptos*.
- Eusebio Zenón, C. L. (2016). *teoría y práctica de la investigación científica*. (c. León, Ed.) Huancayo, Perú.
- Florez Camacho, A., Morales Cortes, W., y Roguíguez Pacheco, Y. (2019). *Estudio Comparativo De Metodología Tradicional De Diseño De Pavimentos Versus Tecnología Tpc (Geometría Optimizada) Para La Vía Entre Las Veredas La Carrera Y Leticia, Del Municipio De Agua De Dios, Cundinamarca*. CUNDINAMARCA, Colombia: CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS (UNIMINUTO).
- Florez, A., Morales, W., y Pacheco, Y. (2019). *Estudio comparativo de metodología tradicional de diseño de pavimentos versus tecnología TCP (geometría optimizada) para la vía entre las veredas la carrera y Leticia del municipio de Agua de Dios, Cundinamarca*. tesis de pregrado, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Facultad de Ingeniería, Bogotá.
- Foro Económico Mundial. (2019). Calidad de Infraestructura Vial. *Reporte Global De Competitividad*, 12.

- Hamilton Mendoza, G. (2015). *Evaluación del diseño de losas cortas en pavimentos según tensiones*. Huamanga, Peru: Universidad San Cristobal de Huamanga.
- Hinostroza, J. J. (2012). *Mapa de la Provincia de Huancayo*.
- Instituto Mexicano de Cemento y del Concreto. (2017). Construcción y Tecnología En Concreto. *revistacyt*, 17-18. Recuperado de <http://imcyc.com/revistacyt/pdf/febrero2017/febrero17.pdf>
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, w., y tanesi, j. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Estados Unidos: Recuperado de https://issuu.com/daniel0252/docs/dise_o_y_control_de_mezclas_de_con.
- Madeleine Diaz, k., y Hoyos Fernandez, T. (2019). *Comparación técnica y económico de pavimentos (TCP) Y pavimentos rígidos (AASHTO 93) de acuerdo con las condiciones locales de Jaén*. JAÉN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN.
- Maria, C., y Silva, A. (2018). *Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas*. Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería. Bogotá: tesis de grado de especialista en Ingeniería de pavimentos.
- Mendoza, H. (2015). *Evaluación del diseño de losas cortas en pavimentos según tensiones*. tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, Facultad de Ingeniería de Minas Geología y Civil, Huamanga.
- Menéndez, J. (2009). *Ingeniería de Pavimentos*. Lima, Peru: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Menéndez, J. (2016). *Ingeniería de Pavimentos* (Quinta ed., Vol. I). Perú: Fondo Editorial Instituto de Construcción y Gerencia. ISBN: 9786124280153
- Menéndez, J. (2016). *Ingeniería de Pavimentos* (segunda ed., Vol. III). Perú: Fondo Editorial Instituto de Construcción y Gerencia. ISBN: 9876124280177
- Ministerio De Obras Publicas. (2012). *Metodo de Diseño de Pavimentos de Hormigon con Losas de Espesor optimizado*. santiago, Chile: recuperado de

http://www.tcpavements.cl/docs/documentos/2609020554_MOP-Metodo-de-Diseño-de-Pavimentos-de-Hormigón-con-Losas-de-Espesor-optimizado.pdf.

MTC. (2014). *Manual De Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia Y Pavimentos* (Vol. Sección: Suelos Y Pavimentos). Lima, Perú: Disponible en https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Sección%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf.

MTC. (2018). *Reporte De Red Vial Existente Del Sistema Nacional De Carreteras*. Sistema Nacional De Carreteras.

Revista emb Construcción. (Julio de 2011). *emb.cl*. Obtenido de <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=271&ni=excelencia-en-pavimentos>

tcpavements.cl. (s.f.). *TCPavements innovación en pavimentos*. Obtenido de Documentación y Guía De Diseño Optipave2: http://www.tcpavements.cl/docs/descargas/1509070653_OptiPave_2_esp.pdf

Vásquez, L. (2002). *Pavement condition index (PCI)*. Manizales, Colombia: Recuperado de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título De La Investigación: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO					
Problema	Objetivos	Marco teórico	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el desempeño de la tecnología de losas cortas aplicado en el pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos en el distrito de El Tambo?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cuál es el desempeño de la subrasante del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo? b) ¿Cuál es el desempeño de la base granular del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo? c) ¿Cuál es el desempeño de la losa de concreto del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo?</p>	<p>Objetivo general: Analizar y Evaluar el desempeño de la tecnología de losas cortas aplicado en el pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos en el distrito de El Tambo.</p> <p>Objetivos específicos: a) Establecer el desempeño de la subrasante del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo. b) Determinar el desempeño de la base granular del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo. c) Establecer el desempeño de la losa de concreto del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo.</p>	<p>Antecedentes internacionales: a) María Isabel Cogollo Forero y Angie Yurley Silva Bernal (2018) en su trabajo de investigación “Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas” b) Angie Flores, William Morales y Yarisel Rodríguez (2019) en su trabajo de investigación “estudio comparativo de metodología tradicional de diseño de pavimentos versus tecnología TCP para la vía entre las veredas la carrera y Leticia del municipio de agua de dios, Cundinamarca”</p> <p>Antecedentes nacionales: a) Keyla Madeleine Díaz y Tito Hoyos Fernández (2019) en su trabajo de investigación “comparación técnica y económico de pavimentos (TCP) Y pavimentos rígidos (AASHTO 93) de acuerdo con las condiciones locales de Jaén” b) Hamilton Mendoza García (2015) en su trabajo de investigación “Evaluación del diseño de losas cortas en pavimentos según tensiones”</p>	<p>Hipótesis General: El desempeño de la tecnología de losas cortas aplicado en el pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos en el distrito de El Tambo es negativo.</p> <p>Hipótesis específicas: a) El desempeño de la subrasante del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo es negativo. b) El desempeño de la base granular del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo es negativo. c) El desempeño de la losa de concreto del pavimento rígido en la urbanización Los Eucaliptos del distrito de El Tambo es negativo.</p>	<p>Variable independiente (X): Desempeño de la Tecnología De Losas Cortas El cumplimiento de las propiedades de los materiales y características estructurales de la tecnología de losas cortas que consiste en optimizar el espesor de los pavimentos, considerando la relación entre la ubicación relativa de las cargas de las ruedas y la geometría de las losas del pavimento, donde cada losa solo cargue un set de ruedas (tcpavements.cl, s.f.).</p> <p>Dimensiones: - Propiedades de los materiales - Características estructurales</p> <p>Variable dependiente (Y): Pavimento Rígido Es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito (Manual de carreteras - MTC, 2014, p.18)</p> <p>Dimensiones: - Propiedades mecánicas de la Subrasante - Propiedades mecánicas de la Base granular - Propiedades mecánicas de la Losa de concreto</p>	<p>Método de investigación: Método científico</p> <p>Tipo de investigación: Investigación aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Nivel descriptivo Nivel explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: Diseño transeccionales o transversales explicativo causal</p> <p>Población: tercera etapa de la urbanización Los Eucaliptos</p> <p>Muestra: calicatas de la urbanización Los Eucaliptos</p> <p>Técnicas e instrumentos: Observación Revisión bibliográfica pruebas</p>

ANEXO 02: ENSAYOS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE CONCRETO

EXPEDIENTE N° : 957-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
 UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
 FECHA DE RECEPCIÓN : 21 DE AGOSTO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 31 DE AGOSTO DEL 2020

PASANTE POR LA MALLA N° 200 - MTC E 202-2016

CALICATA	C1-E1, COORDENADAS: N:8672230, E:474719, URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
-----------------	---

B = 5463 grs
C = 4305 grs

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100$$



21.20%

A = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200) por lavado.
 B = Peso original de la muestra seca, en gramos.
 C = Peso de la muestra seca, después de lavada, en gramos.

HC-AS-014 REV.05 FECHA: 2019/10/30

OBSERVACION : Muestra remitidas por el Personal del Laboratorio.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Resaca Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775



Registro N° LE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI



Informe de ensayo con valor oficial

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. EXPEDIENTE N° | : 958-2020-AS |
| 2. PETICIONARIO | : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR |
| 3. ATENCIÓN | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES |
| 4. PROYECTO | : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO |
| 5. UBICACIÓN | : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 21 DE AGOSTO DEL 2020 |
| 7. FECHA DE EMISIÓN | : 31 DE AGOSTO DEL 2020 |

ENSAYO:	MÉTODO:
Contenido de Humedad	NTP 339.127 1998 (REVISADA EL 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

PÁGINA 1 DE 1

CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	SONDEO	MUESTRA / PROF.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)	TIPO DE MUESTRA	CONDICIÓN DE MUESTRA	MÉTODO	% DE HUMEDAD	MÉTODO DE SECADO
P-068-2020	CALICATA	C2-E1 (0,10 m - 0,22 m)	COORDENADAS: N:8672243 E:474701 URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS	0.45	SUELO	MUESTRA ALTERADA	± 1%	8	110 °C ± 5

- *LOS RESULTADOS SE REPORTAN AL ± 1% .
- *LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON LA MASA MÍNIMA RECOMENDADA.
- *LA MUESTRA ENSAYADA NO CONTIENE MAS DE UN MATERIAL.
- *EN LA MUESTRA ENSAYADA NO SE EXCLUYO NINGÚN MATERIAL.

NOTA:

Fecha de ensayo : 2020-08-26
 Temperatura Ambiente : 22 °C
 Humedad relativa : 25 %
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Personal del Laboratorio. El laboratorio no se encuentra acreditado en muestreo de suelos ante INACAL.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra, profundidad.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y

HC-AS-001 VERSIÓN: 01 REV.01 FECHA: 2020/02/28

Fin de página

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775



Registro N° LE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS INFORME

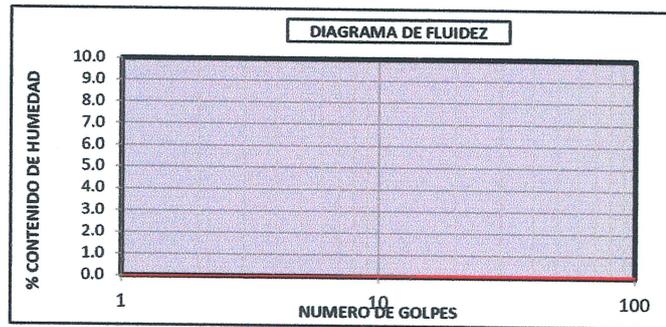
1. EXPEDIENTE N° : 959-2020-AS
2. PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
5. UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 21 DE AGOSTO DEL 2020
7. FECHA DE EMISIÓN : 31 DE AGOSTO DEL 2020

Código orden de Trabajo : P-068-2020	Sondeo : C2-E1 (0,10 m - 0,22 m)	Profundidad de calicata (m) : 0,45
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Coordenadas: N:8672243, E:474701

ENSAYOS:	MÉTODO:
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Clasificación AASHTO	NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

PÁGINA 1 DE 2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	93.77
3/4"	19.000	88.74
3/8"	9.500	76.39
N°4	4.750	62.61
N°10	2.000	50.11
N°20	0.850	39.06
N°40	0.425	30.99
N°60	0.250	26.16
N°140	0.106	21.80
N°200	0.075	21.06



FINO	ARENA	GRAVA
21.06%	41.56%	37.39%
100.00%		

MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ N°40	69.01

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
% LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
% ÍNDICE PLÁSTICO	N.P.
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-1-b (0)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	FRAGMENTOS DE ROCA, GRAVA Y ARENA
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	EXCELENTE A BUENA

Nota:

Fecha de ensayo : 2020-08-26
 Temperatura Ambiente : 19,3 C°
 Humedad relativa : 33 %
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos - Suelos II y Concreto

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Personal del Laboratorio.

*Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: Peticionario, Atención, Nombre del proyecto, Ubicación.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 ÁREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775



Registro N° LE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS INFORME

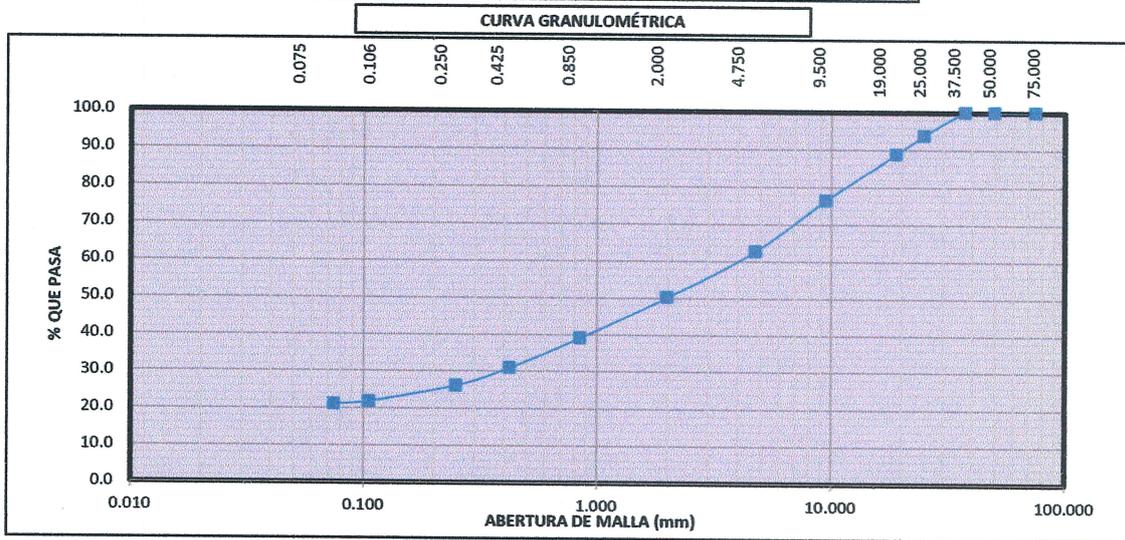
- 1. EXPEDIENTE N° : 959-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
- 5. UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 21 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 31 DE AGOSTO DEL 2020

Código orden de Trabajo : P-068-2020	Sondeo : C2-E1 (0,10 m - 0,22 m)	Profundidad de calicata (m) : 0,45
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Coordenadas: N:8672243, E:474701

ENSAYOS	MÉTODO
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Clasificación AASHTO	NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

PÁGINA 2 DE 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	11.26
	GF %	26.13
% ARENA	AG %	12.50
	AM %	19.12
	AF %	9.93
% FINOS		21.06
Tamaño Máximo de la Grava (mm)		37.5
Forma del suelo grueso		Sub Redondeada
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coeficiente de Curvatura		1.14
Coeficiente de Uniformidad		45.58



FINO	21.06%	ARENA	41.56%	GRAVA	37.39%
-------------	--------	--------------	--------	--------------	--------

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.S.
ÁREA DE CALIDAD
Ing. Ing. Janet Yescas Andújar Arías
INGENIERA CIVIL
OIP 693775

Nota:

Fecha de ensayo : 2020-08-26

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Personal del Laboratorio.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

Fin de página.

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE CONCRETO

EXPEDIENTE N° : 1004-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
 UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
 FECHA DE RECEPCIÓN : 21 DE AGOSTO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 04 DE SETIEMBRE DEL 2020

PASANTE POR LA MALLA N° 200 - MTC E 202-2016

CALICATA	C2-E1, COORDENADAS: N:8672243, E:474701 , URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
-----------------	--

B = 3101.1 grs
C = 2474.5 grs

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100$$



20.21%

A = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200) por lavado.
 B = Peso original de la muestra seca, en gramos.
 C = Peso de la muestra seca, después de lavada, en gramos.

HC-AS-014 REV.05 FECHA: 2019/10/30

OBSERVACION : Muestra remitidas por el Personal del Laboratorio.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arce
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775



Registro N° LE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Informe de ensayo con valor oficial

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

1. **EXPEDIENTE N°** : 960-2020-AS
2. **PETICIONARIO** : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
3. **ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. **PROYECTO** : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
5. **UBICACIÓN** : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
6. **FECHA DE RECEPCIÓN** : 21 DE AGOSTO DEL 2020
7. **FECHA DE EMISIÓN** : 31 DE AGOSTO DEL 2020

ENSAYO:	MÉTODO:
Contenido de Humedad	NTP 339.127 1998 (REVISADA EL 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

PÁGINA 1 DE 1

CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	SONDEO	MUESTRA / PROF.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)	TIPO DE MUESTRA	CONDICIÓN DE MUESTRA	MÉTODO	% DE HUMEDAD	MÉTODO DE SECADO
P-068-2020	CALICATA	C2-E2 (0,22 m - 0,45 m)	COORDENADAS: N:8672243 E:474701 URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS	0.45	SUELO	MUESTRA ALTERADA	± 1%	16	110 °C ± 5

- *LOS RESULTADOS SE REPORTAN AL ± 1% .
- *LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON LA MASA MÍNIMA RECOMENDADA.
- *LA MUESTRA ENSAYADA NO CONTIENE MAS DE UN MATERIAL.
- *EN LA MUESTRA ENSAYADA NO SE EXCLUYO NINGÚN MATERIAL.

NOTA:

Fecha de ensayo : 2020-08-26
 Temperatura Ambiente : 22 °C
 Humedad relativa : 25 %
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Personal del Laboratorio.

* Los datos proporcionados por el Peticionario son los siguientes: peticionario, atención, nombre del proyecto, ubicación, procedencia de la muestra, profundidad.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y

HC-AS-001 VERSIÓN: 01 REV.01 FECHA: 2020/02/28

Fin de página

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775



Registro N° LE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS INFORME

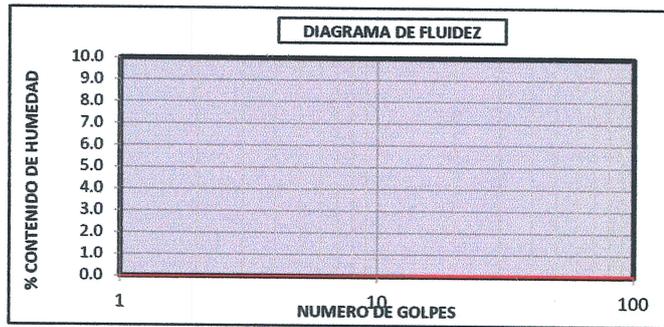
- 1. EXPEDIENTE N° : 961-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
- 5. UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 21 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 31 DE AGOSTO DEL 2020

Código orden de Trabajo : P-068-2020	Sondeo : C2-E2 (0,22 m - 0,45 m)	Profundidad de calicata (m) : 0,45
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Coordenadas: N:8672243, E:474701

ENSAYOS:	MÉTODO:
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Clasificación AASHTO	NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

PÁGINA 1 DE 2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	93.77
3/4"	19.000	88.74
3/8"	9.500	76.39
N°4	4.750	62.61
N°10	2.000	50.11
N°20	0.850	39.06
N°40	0.425	30.99
N°60	0.250	26.16
N°140	0.106	21.80
N°200	0.075	21.06



CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
21.06%	41.56%	37.39%
100.00%		

MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA
% RETENIDO EN EL TAMIZ N°40	69.01

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
% LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
% ÍNDICE PLÁSTICO	N.P.
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)		CLASIFICACIÓN AASHTO	
SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA	CLASIFICACIÓN DE GRUPO	A-1-b (0)
		TIPOS USUALES DE MATERIALES CONSTITUYENTES SIGNIFICATIVOS	FRAGMENTOS DE ROCA, GRAVA Y ARENA
		CLASIFICACIÓN GENERAL COMO SUBRASANTE	EXCELENTE A BUENA

Nota:
 Fecha de ensayo : 2020-08-26
 Temperatura Ambiente : 19,3 C°
 Humedad relativa : 33 %
 Área donde se realizó los ensayos : Suelos I y Pavimentos - Suelos II y Concreto

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Personal del Laboratorio.

*Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: Peticionario, Atención, Nombre del proyecto, Ubicación.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

UNIVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 ÁREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Vessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 89775



Registro N° LE - 141

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS INFORME

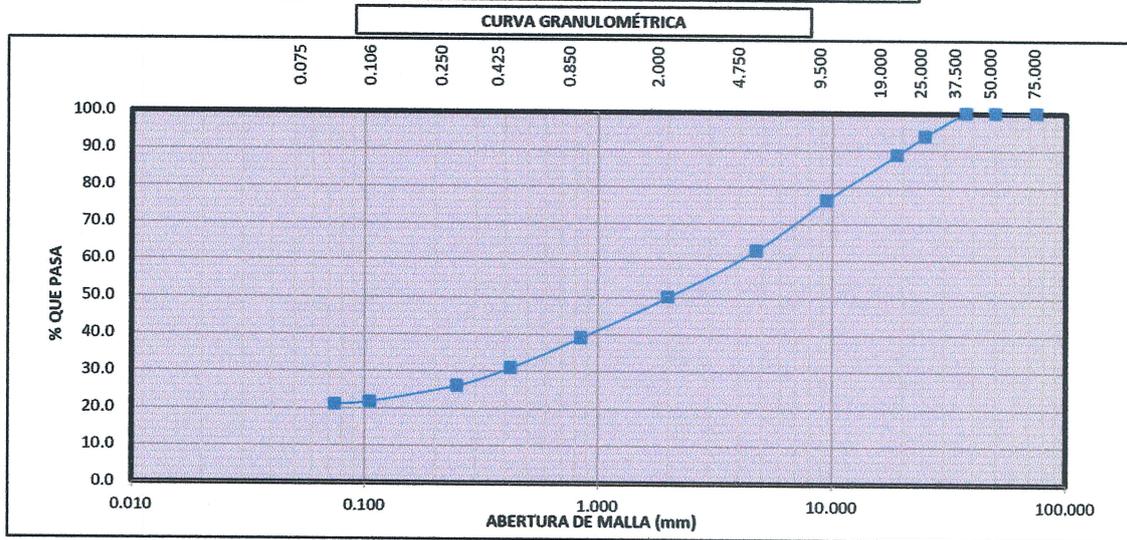
- 1. EXPEDIENTE N° : 961-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
- 5. UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 21 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 31 DE AGOSTO DEL 2020

Código orden de Trabajo : P-068-2020	Sondeo : C2-E2 (0,22 m - 0,45 m)	Profundidad de calicata (m) : 0,45
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Coordenadas: N:8672243, E:474701

ENSAYOS	MÉTODO
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Clasificación AASHTO	NTP 339.135 1999 (revisada el 2019) Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

PÁGINA 2 DE 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	11.26
	GF %	26.13
% ARENA	AG %	12.50
	AM %	19.12
	AF %	9.93
% FINOS		21.06
Tamaño Máximo de la Grava (mm)		37.5
Forma del suelo grueso		Sub Redondeada
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coefficiente de Curvatura		1.14
Coefficiente de Uniformidad		45.58



FINO	21.06%	ARENA	41.56%	GRAVA	37.39%
-------------	--------	--------------	--------	--------------	--------

Nota:

Fecha de ensayo : 2020-08-26

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Personal del Laboratorio.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-033 REV.05 FECHA: 2020/02/11

UNIVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD
[Firma]
Ing. Ing. Janet Yessica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 69775

Fin de página.

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 1038-2020-AS
PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
OBRA : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
FECHA DE RECEPCIÓN : 21 DE AGOSTO DEL 2020
FECHA DE EMISIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020

ENSAYO DE DENSIDAD NATURAL - CONTROL DEL GRADO DE COMPACTACION
NTP 339.143 / ASTM D 1556

PUNTO N°	DESCRIPCION	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	GRADO DE COMPACTACION (%)
1	C1-E1 / BASE GRANULAR - LADO IZQUIERDO - 0+40 km	17.60	1.840	80

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

CALICATA: C1-E1, BASE GRANULAR, URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO

Densidad seca máxima	2.31 gr/cm ³
Óptimo contenido de humedad	5.40 %

HC-AS-023 REV.05 FECHA: 2019/10/30

OBSERVACION : Muestra remitida por el Personal del Laboratorio.

***LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, DENSIDAD SECA MÁXIMA Y ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD.**

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
Ing. Víctor Peña Dueña
INGENIERO CIVIL
CIP. 70489

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 1039-2020-AS
PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
OBRA : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
FECHA DE RECEPCIÓN : 21 DE AGOSTO DEL 2020
FECHA DE EMISIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020

ENSAYO DE DENSIDAD NATURAL - CONTROL DEL GRADO DE COMPACTACION
NTP 339.143 / ASTM D 1556

PUNTO N°	DESCRIPCION	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)	GRADO DE COMPACTACION (%)
2	C1-E2 / SUB RASANTE - LADO IZQUIERDO - 0+40 km	15.20	1.658	86

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

CALICATA: C1-E2, SUB RASANTE, URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO

Densidad seca máxima	1.931 gr/cm3
Óptimo contenido de humedad	11.90 %

HC-AS-023 REV.05 FECHA: 2019/10/30

OBSERVACION : Muestra remitida por el Personal del Laboratorio

***LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, DENSIDAD SECA MÁXIMA Y ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD.**

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
Ing. Victor Peña Dueñas
INGENIERO CIVIL

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE SUELOS**

INFORME

EXPEDIENTE N° : 1040-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 OBRA : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
 UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
 FECHA DE RECEPCIÓN : 21 DE AGOSTO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020

**ENSAYO DE DENSIDAD NATURAL - CONTROL DEL GRADO DE COMPACTACION
NTP 339.143 / ASTM D 1556**

PUNTO N°	DESCRIPCION	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)	GRADO DE COMPACTACION (%)
3	C2-E1 / BASE GRANULAR - LADO IZQUIERDO - 0+20 km	17.60	1.839	80

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

**CALICATA: C2-E1, BASE GRANULAR, URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS -
DISTRITO DE EL TAMBO**

Densidad seca máxima	2.31 gr/cm3
Optimo contenido de humedad	5.40 %

HC-AS-023 REV.05 FECHA: 2019/10/30

OBSERVACION : Muestra remitida por el Personal del Laboratorio

***LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, DENSIDAD SECA MÁXIMA Y ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD.**

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.


 INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70485

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE SUELOS**

INFORME

EXPEDIENTE N° : 1041-2020-AS
 PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 OBRA : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
 UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
 FECHA DE RECEPCIÓN : 21 DE AGOSTO DEL 2020
 FECHA DE EMISIÓN : 07 DE SETIEMBRE DEL 2020

**ENSAYO DE DENSIDAD NATURAL - CONTROL DEL GRADO DE COMPACTACION
NTP 339.143 / ASTM D 1556**

PUNTO N°	DESCRIPCION	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm3)	GRADO DE COMPACTACION (%)
4	C2-E2 / SUB RASANTE - LADO IZQUIERDO - 0+20 km	26.00	1.569	81

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

CALICATA: C2-E2, SUB RASANTE, URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO

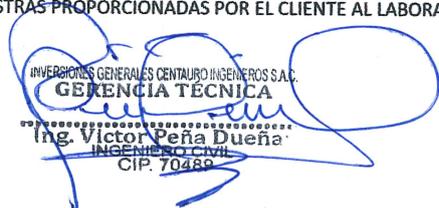
Densidad seca máxima	1.931 gr/cm3
Optimo contenido de humedad	11.90 %

HC-AS-023 REV.05 FECHA: 2019/10/30

OBSERVACION : Muestra remitida por el Personal del Laboratorio

***LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, DENSIDAD SECA MÁXIMA Y ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD.**

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.


 INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Victor Peña Dueña
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70489

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE SUELOS
INFORME

1. EXPEDIENTE N° : 965-2020-AS
 2. PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 4. PROYECTO : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
 5. UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 21 DE AGOSTO DEL 2020
 7. FECHA DE EMISIÓN : 31 DE AGOSTO DEL 2020

INFORME DE ENSAYO (PÁG..01 DE 01)

ENSAYO:	MÉTODO:
DCP	ASTM D6951/D6951M - 18: Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications

CÓDIGO DE ORDEN DE SALIDA A CAMPO: OTC-023-2020

SONDEO	: C2
PROFUNDIDAD DE NIVEL FREÁTICO	: NO PRESENTA
UBICACIÓN	: URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
CLASIFICACIÓN SUCS	: SM - ARENA LIMOSA CON GRAVA
CLASIFICACIÓN AASHTO	: A-1-b (0)
PESO DEL MARTILLO	: 8 kg

NÚMERO DE GOLPES	NÚMERO DE GOLPES ENTRE LECTURAS UNA	PÉNETRACIÓN ACUMULADA mm	PENETRACION PARCIAL	PENETRACIÓN POR GOLPE mm	FACTOR DE MARTILLO	DCP ÍNDICE mm/golpe	CBR %gramo
1	1	9	9	9	1	9	25
2	1	15	6	6	1	6	39
3	1	21	6	6	1	6	39
4	1	26	5	5	1	5	46
5	1	32	6	6	1	6	39
6	1	39	7	7	1	7	33
7	1	43	4	4	1	4	62
8	1	50	7	7	1	7	33
9	1	55	5	5	1	5	46
10	1	61	6	6	1	6	39
11	1	68	7	7	1	7	33
12	1	74	6	6	1	6	39
13	1	81	7	7	1	7	33
14	1	90	9	9	1	9	25
15	1	100	10	10	1	10	22
16	1	124	24	24	1	24	6
17	1	141	17	17	1	17	12
18	1	159	18	18	1	18	11
19	1	175	16	16	1	16	13
20	1	192	17	17	1	17	12
21	1	215	23	23	1	23	9
22	1	228	13	13	1	13	17
23	1	244	16	16	1	16	13
24	1	259	15	15	1	15	14
25	1	271	12	12	1	12	18
26	1	284	13	13	1	13	17
27	1	295	11	11	1	11	20
28	1	306	11	11	1	11	20
29	1	318	12	12	1	12	18
30	1	328	10	10	1	10	22
31	1	335	7	7	1	7	33
32	1	344	9	9	1	9	25
33	1	353	9	9	1	9	25
34	1	366	13	13	1	13	17
35	1	374	8	8	1	8	20
36	1	376	5	5	1	5	46
37	1	383	7	7	1	7	33
38	1	395	12	12	1	12	18
39	1	396	5	5	1	5	46
40	1	403	7	7	1	7	33
41	1	411	8	8	1	8	28
42	1	419	8	8	1	8	28
43	1	426	7	7	1	7	33
44	1	435	9	9	1	9	25
45	1	445	10	10	1	10	22
46	1	454	9	9	1	9	25

C2-E1
BASE

C2-E2
SUB
RASANTE

DATO:

FECHA DE ENSAYO : 2020-08-21

OBSERVACIONES: ENSAYO REALIZADO POR EL PERSONAL DEL LABORATORIO

*LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
 HC-AS-041 REV.00 FECHA: 2020/09/01

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 70483



SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS

**LABORATORIO DE SUELOS
INFORME**

- 1. EXPEDIENTE N° : 964-2020-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
- 3. ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
- 5. UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 21 DE AGOSTO DEL 2020
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 31 DE AGOSTO DEL 2020

INFORME DE ENSAYO (PÁG..01 DE 01)

ENSAYO: DCP	MÉTODO: ASTM D6951/D6951M - 18: Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications
-----------------------	--

CÓDIGO DE ORDEN DE SALIDA A CAMPO: OTC-023-2020

SONDEO	: C1
PROFUNDIDAD DE NIVEL FREÁTICO	: NO PRESENTA
UBICACIÓN	: URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
CLASIFICACIÓN SUCS	: SM - ARENA LIMOSA CON GRAVA
CLASIFICACIÓN AASHTO	: A-1-b (0)
PESO DEL MARTILLO	: 8 kg

NÚMERO DE GOLPES	NÚMERO DE GOLPES ENTRE LECTURAS UNA	PENETRACIÓN ACUMULADA mm	PENETRACION PARCIAL	PENETRACIÓN POR GOLPE mm	FACTOR DE MARTILLO	DCP ÍNDICE mm/golpe	CBR %gramo	
1	1	10	10	10	1	10	22	C1-E1 BASE
2	1	12	3	3	1	3	85	
3	1	16	4	4	1	4	62	
4	1	21	5	5	1	5	48	
5	1	24	3	3	1	3	85	
6	1	29	5	5	1	5	48	
7	1	35	6	6	1	6	39	
8	1	38	3	3	1	3	85	
9	1	42	4	4	1	4	62	
10	1	45	3	3	1	3	85	
11	1	50	5	5	1	5	48	
12	1	55	5	5	1	5	48	
13	1	60	5	5	1	5	48	
14	1	65	5	5	1	5	48	
15	1	70	5	5	1	5	48	
16	1	77	7	7	1	7	33	
17	1	83	6	6	1	6	39	
18	1	90	7	7	1	7	33	
19	1	98	8	8	1	8	28	
20	1	106	8	8	1	8	28	
21	1	118	12	12	1	12	18	
22	1	131	13	13	1	13	17	
23	1	148	17	17	1	17	12	
24	1	165	17	17	1	17	12	
25	1	173	8	8	1	8	28	
26	1	182	9	9	1	9	25	
27	1	190	8	8	1	8	28	
28	1	198	8	8	1	8	28	
29	1	206	8	8	1	8	28	
30	1	213	7	7	1	7	33	
31	1	226	13	13	1	13	17	
32	1	230	4	4	1	4	62	
33	1	243	13	13	1	13	17	
34	1	258	15	15	1	15	14	
35	1	276	18	18	1	18	11	
36	1	296	20	20	1	20	10	
37	1	315	19	19	1	19	11	
38	1	331	16	16	1	16	13	
39	1	348	17	17	1	17	12	
40	1	366	18	18	1	18	11	
41	1	387	21	21	1	21	10	
42	1	411	24	24	1	24	8	
43	1	437	26	26	1	26	8	
44	1	464	27	27	1	27	7	

Handwritten signature
 UNIVERSIDAD GENERAL CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 C.I. 70465

DATO:
 FECHA DE ENSAYO : 2020-08-21
OBSERVACIONES: ENSAYO REALIZADO POR EL PERSONAL DEL LABORATORIO
 *LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
 HC-A5-041 REV.00 FECHA: 2020/09/01

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO INFORME

1. EXPEDIENTE N° : 376-2020-AC
 2. PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
 3. ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 4. PROYECTO : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
 5. UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 27 DE AGOSTO DEL 2020
 7. FECHA DE EMISIÓN : 01 DE SETIEMBRE DEL 2020

INFORME DE ENSAYO (PÁG..01 DE 01)

ENSAYO: Resistencia a la Compresión de Especímenes Cúbicos	MÉTODO: MÉTODO DE REFERENCIA: NTP 334.051 CEMENTOS: Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cementos Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.
--	---

MUESTRA N°	CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MÁXIMA (KN)	RESISTENCIA DE ESPECIMEN (Mpa)	RESISTENCIA DE ESPECIMEN (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	% RESIS.	DEFECTOS
1	E-080-2020	MUESTRA DE LA CALICATA N°1	20/01/2016	27/08/2020	1681	100.57	100.145	103.2	10071.6	280.8	28.1	280.8	350	80%	NO
2	E-080-2020	MUESTRA DE LA CALICATA N°1	20/01/2016	27/08/2020	1681	104.28	103.35	103.2	10777.3	165.3	16.5	165.2	350	47%	NO
3	E-080-2020	MUESTRA DE LA CALICATA N°1	20/01/2016	27/08/2020	1681	102.9	104.57	102.3	10760.3	278.1	27.8	278.1	350	79%	NO

TIPO DE FRACTURA:

- CT : Cortado
 CP : Cepillado
 CAP : Capeado
 AN : Almohadillas de neopreno

DATO:

- FECHA DE ENSAYO : 2020-08-27
 TEMPERATURA AMBIENTE : 16,9 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 32%

ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO: ÁREA DE ENSAYOS ESPECIALES

OBSERVACIONES: MUESTREO REALIZADO POR EL PERSONAL DEL LABORATORIO

* LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, RESISTENCIA DE DISEÑO, ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA, FECHA DE MOLDEO, FECHA DE ROTURA.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AC-037 REV.01 FECHA:2020/08/31

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yesica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 68775

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO INFORME

1. EXPEDIENTE N° : 377-2020-AC
 2. PETICIONARIO : BACH. CYNTHIA ARACELLY AGUILAR MELGAR
 3. ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 4. PROYECTO : ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA DE LOSAS CORTAS EN LA URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS DEL DISTRITO DE EL TAMBO
 5. UBICACIÓN : URBANIZACIÓN LOS EUCALIPTOS - DISTRITO DE EL TAMBO
 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 27 DE AGOSTO DEL 2020
 7. FECHA DE EMISIÓN : 01 DE SETIEMBRE DEL 2020

INFORME DE ENSAYO (PÁG..01 DE 01)

ENSAYO: Resistencia a la Compresión de Especímenes Cúbicos	MÉTODO: MÉTODO DE REFERENCIA: NTP 334,051 CEMENTOS: Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cementos Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.
--	---

MUESTRA N°	CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO ESPECIMEN PROMEDIO (mm)	ALTURA DE ESPECIMEN (mm)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MÁXIMA (KN)	RESISTENCIA DE ESPECIMEN (Mpa)	RESISTENCIA DE ESPECIMEN (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	% RESIS.	DEFECTOS
4	E-080-2020	MUESTRA DE LA CALICATA N°2	20/01/2016	27/08/2020	1681	101.95	103.68	102.2	10570.2	298.8	29.9	298.7	350	85%	NO
5	E-080-2020	MUESTRA DE LA CALICATA N°2	20/01/2016	27/08/2020	1681	104.525	100.52	100.8	10506.9	133.9	13.4	133.8	350	38%	NO
6	E-080-2020	MUESTRA DE LA CALICATA N°2	20/01/2016	27/08/2020	1681	102.725	98.235	101.5	10091.2	354.0	35.4	353.9	350	101%	NO

TIPO DE FRACTURA:

- CT : Cortado
 CP : Cepillado
 CAP : Capeado
 AN : Almohadillas de neopreno



DATO:

- FECHA DE ENSAYO : 2020-08-27
 TEMPERATURA AMBIENTE : 16,9 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 32%

ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO: ÁREA DE ENSAYOS ESPECIALES

OBSERVACIONES: MUESTREO REALIZADO POR EL PERSONAL DEL LABORATORIO

* LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, RESISTENCIA DE DISEÑO, ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA, FECHA DE MOLDEO, FECHA DE ROTURA.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AC-037 REV.01 FECHA:2020/08/31

UNIVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 ÁREA DE CALIDAD

Mg. Ing. Janet Yésica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

ANEXO 03: EVALUACION PCI

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona

Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascamiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascamiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo

Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
23	M	7	29.17%	43
22	H	5	20.83%	40
23	H	3	12.50%	38
28	H	6	25.00%	33
25	H	3	12.50%	20
28	M	6	25.00%	17
25	M	4	16.67%	13
22	L	1	4.17%	3
39	L	3	12.50%	2
26	L	1	4.17%	2

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	43	40	38	33	20	17	13	204	7	90
2	43	40	38	33	20	17	2	193	6	91
3	43	40	38	33	20	2	2	178	5	89
4	43	40	38	33	2	2	2	160	4	86
5	43	40	38	2	2	2	2	129	3	78
6	43	40	2	2	2	2	2	93	2	85
7	43	2	2	2	2	2	2	55	1	55

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	9
CONDICION DEL PAVIMENTO	FALLADO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona

Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo

Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
23	M	1	4.17%	43
29	L	6	25.00%	40
22	M	2	8.33%	38
22	L	2	8.33%	33
28	L	1	4.17%	20

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	11	9	8	5	3	36	5	18
2	11	9	8	5	2	35	4	19
3	11	9	8	2	2	32	3	20
4	11	9	2	2	2	26	2	21
5	11	2	2	2	2	19	1	19

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	79
CONDICION DEL PAVIMENTO	MUY BUENO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
23	H	8	33.33%	63
39	H	16	66.67%	45
22	H	5	20.83%	40
23	M	4	16.67%	30
29	H	4	16.67%	25
22	L	5	20.83%	16
28	L	6	25.00%	12
24	H	1	4.17%	10
26	H	3	12.50%	8
25	L	4	16.67%	5
26	L	8	33.33%	2
37	L	3	12.50%	0

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	63	45	40	30	25	203	5	97
2	63	45	40	30	2	180	4	86
3	63	45	40	2	2	152	3	89
4	63	45	2	2	2	114	2	78
5	63	2	2	2	2	71	1	71

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	3
CONDICION DEL PAVIMENTO	FALLADO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
22	M	2	8.33%	13
26	H	10	41.67%	8
28	L	2	8.33%	5
26	L	9	37.50%	2
29	L	1	4.17%	2
37	-	2	8.33%	0

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	13	8	5	26	3	15
2	13	8	2	23	2	18
3	13	2	2	17	1	17

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	82
CONDICION DEL PAVIMENTO	MUY BUENO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
22	L	3	12.50%	10
28	L	1	4.17%	3

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS	VDT	q	VDC	
1	10	3	13	2	10
2	10	2	12	1	12

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
(PCI = 100 - MAX. VDC) 88

CONDICION DEL PAVIMENTO EXCELENTE

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluación de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
26	H	11	45.83%	8
26	M	5	20.83%	4

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS	VDT	q	VDC
1	8	4	12	9
2	8	2	10	10
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)		91		
CONDICION DEL PAVIMENTO		EXCELENTE		

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
22	L	3	12.50%	10
22	M	1	4.17%	9
28	M	2	8.33%	8
28	L	2	8.33%	5
39	L	5	20.83%	2
37	L	2	8.33%	0

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	10	9	8	5	32	4	17
2	10	9	8	2	29	3	17
3	10	9	2	2	23	2	18
4	10	2	2	2	16	1	16

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	82
CONDICION DEL PAVIMENTO	MUY BUENO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II.Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
28	L	7	29.17%	13
29	L	7	29.17%	11
22	L	1	4.17%	3
26	L	18	75.00%	2
37	-	9	37.50%	2

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	13	11	3	27	3	16
2	13	11	2	26	2	20
3	13	2	2	17	1	17

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	80
CONDICION DEL PAVIMENTO	MUY BUENO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II.Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m ²)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m ²)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
28	L	15	62.50%	21
22	L	5	20.83%	18
39	H	3	12.50%	18
37	L	9	37.50%	2

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	21	18	18	57	3	37
2	21	18	2	41	2	33
3	21	2	2	25	1	25
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)				63		
CONDICION DEL PAVIMENTO				BUENO		

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II.Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
28	H	8	33.33%	38
39	H	10	41.67%	37
37	L	12	50.00%	10

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	38	37	10	85	3	55
2	38	37	2	77	2	56
3	38	2	2	42	1	42

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	44
CONDICION DEL PAVIMENTO	REGULAR

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II.Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
26	H	7	29.17%	8
26	L	13	54.17%	2

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS	VDT	q	VDC
1	8	8	1	8

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	92
CONDICION DEL PAVIMENTO	EXCELENTE

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II.Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
23	H	2	8.33%	27
28	L	5	20.83%	11
24	L	7	29.17%	10
22	M	1	4.17%	8
26	H	7	29.17%	8
37	L	3	12.50%	0

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	27	11	10	8	8	64	5	32
2	27	11	10	8	2	58	4	37
3	27	11	10	2	2	52	3	33
4	27	11	2	2	2	44	2	35
5	27	2	2	2	2	35	1	35

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	63
CONDICION DEL PAVIMENTO	BUENO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
22	L	2	8.33%	7
26	M	2	8.33%	4
28	L	1	4.17%	4
26	L	5	20.83%	2
39	M	1	4.17%	2
37	L	1	4.17%	0

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	7	4	4	15	3	8
2	7	4	4	15	2	11
3	7	2	2	11	1	11

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
(PCI = 100 - MAX. VDC) 89

CONDICION DEL PAVIMENTO EXCELENTE

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II.Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
22	L	1	4.17%	30
28	L	9	37.50%	16
24	L	4	16.67%	6
37	L	2	8.33%	0

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	30	16	6	52	3	33
2	30	16	2	48	2	38
3	30	2	2	34	1	34

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC) 62

CONDICION DEL PAVIMENTO BUENO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona

III ETAPA

Codigo de via:

M - 16

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo

15

Numero

24

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
39	H	16	66.67%	45
22	L	1	4.17%	30
28	L	9	37.50%	16
25	H	2	8.33%	12
24	L	4	16.67%	6
37	L	2	8.33%	0

m 6.05102041

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	45	30	16	12	6	109	7	54
2	45	30	16	12	6	109	6	56
3	45	30	16	12	6	109	5	58
4	45	30	16	12	2	105	4	60
5	45	30	16	2	2	95	3	60
6	45	30	2	2	2	81	2	58
7	45	2	2	2	2	53	1	52

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
(PCI = 100 - MAX. VDC)

40

CONDICION DEL PAVIMENTO

REGULAR

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona

III ETAPA

Codigo de via:

M - 17

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo

13

Numero de losas

24

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
28	M	14	58.33%	30
23	H	2	8.33%	27
28	L	5	20.83%	11
24	L	7	29.17%	10
22	M	1	4.17%	8
26	H	7	29.17%	8
37	L	3	12.50%	0

m

7.42857

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	30	27	11	10	8	8	94	6	48
2	30	27	11	10	8	2	88	5	58
3	30	27	11	10	2	2	82	4	48
4	30	27	11	2	2	2	74	3	58
5	30	27	2	2	2	2	65	2	58
6	30	2	2	2	2	2	40	1	40

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)

42

CONDICION DEL PAVIMENTO

REGULAR

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona

Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo

Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
22	H	17	70.83%	40
28	H	7	29.17%	35
25	M	10	41.67%	32
22	L	5	20.83%	16
26	H	18	75.00%	2
37	-	9	37.50%	2

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	40	35	32	16	123	4	68
2	40	35	2	2	79	3	50
3	40	2	2	2	46	2	38
4	2	2	2	2	8	1	8

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
(PCI = 100 - MAX. VDC) 32

CONDICION DEL PAVIMENTO MALO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retracción
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluación de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
22	M	13	54.17%	54
28	L	10	41.67%	18
26	H	15	62.50%	8
29	L	5	20.83%	5
26	L	8	33.33%	2
37	-	14	58.33%	0

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	54	18	8	5	85	4	50
2	54	18	8	2	82	3	52
3	54	18	2	2	76	2	56
4	54	2	2	2	60	1	60

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	40
CONDICION DEL PAVIMENTO	MALO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
22	H	5	20.83%	40
28	H	6	25.00%	33
28	M	6	25.00%	17
25	M	4	16.67%	13
22	L	1	4.17%	3
26	L	1	4.17%	2

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	40	33	17	13	3	106	7	52
2	40	33	17	13	2	105	6	54
3	40	33	17	2	2	94	5	52
4	40	33	2	2	2	79	4	46
5	40	2	2	2	2	48	3	32

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	46
CONDICION DEL PAVIMENTO	REGULAR

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
22	M	14	58.33%	55
39	H	12	50.00%	42
28	M	19	79.17%	35
37	L	6	25.00%	0

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	55	42	35	132	4	72
2	55	42	35	132	3	80
3	55	2	2	59	2	46

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	20
CONDICION DEL PAVIMENTO	MUY MALO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
23	H	9	37.50%	72
23	M	4	16.67%	30
29	H	4	16.67%	25
28	L	6	25.00%	12
24	H	1	4.17%	10
25	L	4	16.67%	5
26	L	8	33.33%	2

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	72	30	25	12	139	6	68
2	72	30	25	2	129	5	66
3	72	30	2	2	106	4	58
4	72	2	2	2	78	3	46

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	32
CONDICION DEL PAVIMENTO	MALO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	Nº DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
39	H	12	50.00%	66
22	H	10	41.67%	32
28	L	16	66.67%	22
37	L	10	41.67%	0

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	66	32	22	120	3	72
2	66	32	2	100	2	70
3	66	2	2	70	1	70

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
(PCI = 100 - MAX. VDC) 28

CONDICION DEL PAVIMENTO MALO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retracción
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
25	M	10	41.67%	32
28	H	18	75.00%	30
39	L	8	33.33%	7
37	L	6	25.00%	0

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	32	30	7	69	3	44
2	32	30	2	64	2	48
3	32	2	2	36	1	35

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
(PCI = 100 - MAX. VDC)

52

CONDICION DEL PAVIMENTO

REGULAR

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II.Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
29	M	12	50.00%	32
28	M	10	41.67%	25
22	L	2	8.33%	5
26	M	18	75.00%	4
37	-	9	37.50%	2

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	32	25	5	4	66	4	38
2	32	25	5	2	64	3	40
3	32	25	2	2	61	2	46
4	32	2	2	2	38	1	38

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	54
CONDICION DEL PAVIMENTO	REGULAR

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II.Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
29	H	14	58.33%	56
38	M	18	75.00%	20
26	H	17	70.83%	8
26	M	15	62.50%	4

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	56	20	8	4	88	4	50
2	56	20	8	2	86	3	52
3	56	20	2	2	80	2	58
4	56	2	2	2	62	1	62

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	38
CONDICION DEL PAVIMENTO	MALO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
22	M	15	62.50%	56
28	H	10	41.67%	42
29	H	3	12.50%	30
26	H	12	50.00%	8
26	H	8	33.33%	2
37	-	2	8.33%	0

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	56	42	30	8	136	4	60
2	56	42	30	2	130	3	18
3	56	42	2	2	102	2	17
4	56	2	2	2	62	1	62

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	38
CONDICION DEL PAVIMENTO	MALO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascamiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascamiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
28	H	8	33.33%	35
22	M	13	54.17%	20
26	H	17	70.83%	8
26	L	12	50.00%	2
29	L	1	4.17%	2
37	-	2	8.33%	0

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	35	20	8	63	3	38
2	35	20	2	57	2	45
3	35	2	2	39	1	38

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	55
CONDICION DEL PAVIMENTO	REGULAR

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II. Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
22	H	5	20.83%	40
23	L	9	37.50%	32
23	M	4	16.67%	30
29	H	4	16.67%	25
39	H	2	8.33%	13

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	40	32	30	25	13	140	5	75
2	40	32	30	25	2	129	4	72
3	40	32	30	2	2	106	3	66
4	40	32	2	2	2	78	2	56
5	40	2	2	2	2	48	1	48

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	25
CONDICION DEL PAVIMENTO	MALO

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos Generales

Zona Codigo de via:

II.Codigo de Fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	losa dividida	33	Bombeo
24	grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de via ferrea
26	Sellos de Junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retraccion
28	Grieta Lineal	38	descascaramiento de esquina
29	Parche Grande (Area>0.45m2)	39	descascaramiento de junta
30	Parche Pequeño (Area<0.45m2)		

II. Evaluacion de la Condición

unidad de muestreo Numero de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
28	M	17	70.83%	32
29	L	12	50.00%	18
22	L	2	8.33%	8
26	L	18	75.00%	2
37	-	9	37.50%	2

m

NUMERO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	32	18	8	58	3	38
2	32	18	2	52	2	40
3	32	2	2	36	1	36

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI = 100 - MAX. VDC)	60
CONDICION DEL PAVIMENTO	BUENO

ANEXO 04: DISEÑO TCP

Fecha : 16 de Abril del 2014
Solicitante : Los Portales
Atención : Ing. Victor Paves
Obra : Urb. Los Eucaliptos
Tema : Diseño de Pavimentos
Correlativo : INF. 019 - 014 – Periodo de Diseño 20 años - Sin Mejoramiento

Este informe presenta, la evaluación y diseño con el método TCPavements® (Patente en Perú, INDECOPI N° 5940) de los pavimentos de concreto para la obra de la referencia.

El sistema TCP consiste en optimizar el espesor de los pavimentos, considerando la relación entre la ubicación relativa de las cargas de las ruedas y la geometría de las losas del pavimento, donde: cada losa solo cargue un set de ruedas.

Los cálculos se han ejecutado utilizando el sistema TCP, mediante el software de diseño OPTIPAVE®, que se basa en un análisis de elementos finitos, especial para análisis de pavimentos de caminos apoyados en el suelo. El software ha sido calibrado en la Universidad de Illinois, EEUU. La filosofía de la metodología utilizada en el diseño de las estructuras de pavimentos esta fundamentada en los objetivos básicos siguientes:

- Responder estructural y en forma optima a las solicitudes de carga y a la capacidad de soporte.
- Desde el punto de vista constructivo, asegurar que sea compatible con las características de las condiciones técnicas del proyecto.
- Minimizar impacto posible al medio ambiente.

Se incluyen en este documento una descripción de las diferentes variables consideradas para el diseño de la estructura de pavimento, como son:

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

Finalmente, como resultante se hace una recomendación de la estructura de pavimento mas apropiada para soportar en forma eficiente las demandas de tráfico, los cambios de temperatura, humedad e inclemencias de tiempo a que estará sujeta la vía a lo largo de la vida de servicio proyectada.

1.0 Variables de diseño que considera el Programa OPTIPAVE®

Las variables de diseño que se consideran en el programa de cálculo OPTIPAVE son las siguientes:

- Periodo de diseño
- Tráfico
- Capacidad de soporte Conjunto suelo Kc
- Propiedades del hormigón
- Confiabilidad
- Porcentaje losas fisuradas al término de la vida útil de diseño
- Clima como % de tiempos de alabeos
- Diseño del Proyecto

Cada una de estas variables incluye a su vez “sub variables” como por ejemplo:

- Clasificación de Subrasante
- %CBR Subrasante
- Clasificación de Base
- %CBR de Base
- Espesor de Base
- Resistencia del hormigón a la flexotracción
- Fibra Estructural
- Modulo Elasticidad
- Modulo Poisson
- Transferencia de Carga
- % de losas agrietadas al tiempo de diseño
- Tipo de Borde
- Largo de la losa

2.0 Criterios de Comportamiento

Análisis Elemento Finito

Metodología:

- 1 . Diseñar las dimensiones de la losa tal que, cada rueda o set de ruedas, cargue una sola losa a la vez.
- 2 . Calcular las tensiones generadas en el hormigón para diferentes condiciones (alabeo, espesor, carga, trafico, tipo de eje, etc.). Dicho cálculo se realiza en cuatro puntos críticos de la losa para evaluar la peor condición.
- 3 . Para calcular la cantidad admisible de pasadas (EE), dadas las tensiones generadas en el hormigón, se utilizó el modelo de Fatiga propuesto por Corps of Engineers y ERES Consultants, Inc. (ERES /COE). Modelo utilizado por el sistema M-EPDG (Aashto 2002).

$$\log (N) = 2 \cdot SR^{-1.22}$$

Donde:

- N numero de pasadas
- SR= (Tracción máxima en hormigón)/(C1 x (Resistencia))
- C1 Constante de calibración

4 . Suma el daño por fatiga generado en cada punto de control (Ley de Miner).

5 . Dada la cantidad de pasadas admisibles, se calcula el porcentaje calculado de losas agrietadas con el siguiente modelo (modelo utilizado por el sistema de diseño M-EPDG (Aashto 2002).

$$\%CRACK = 1/(FD^{(- 1.98)})$$

Donde:

FD = Cantidad de fatiga acumulada en todas las condiciones

6 .Iterar hasta encontrar el resultado óptimo.

3.0 Propiedades de los materiales de soporte para el diseño

Base Granular y Geotextil :

La base del pavimento deberá contar con un valor de CBR mayor a 80%, a la densidad compactada del 95% del Proctor Modificado y deberá ser granular con un porcentaje de finos inferior a 8% en malla 200.

En el caso que exista agua en la subrasante, ya sea por napa freática o por lluvias de más de 1000 mm. al año, se colocará un geotextil entre la base granular y la subrasante, esto con el fin de aislar la base de contaminación o migración de posibles finos que contenga el suelo natural.

En el caso de que no exista presencia de agua, la base se coloca directamente sobre la subrasante.

La base deberá ser de por lo menos 150 mm. con un CBR > 80% y en el caso que la subrasante en alguna zona tenga CBR < 15% deberá ser reemplazado como mínimo en 25 cm de profundidad con un material CBR > 20%.

4.0 Características Estructurales

Concreto Acorde a norma ASTM C94 y especificaciones ACI emitidas para el efecto.

La apertura al tráfico se puede realizar cuando el concreto alcance una resistencia de 250 kg/cm². En un concreto MR 4,8 Mpa. (48.0 kg./cm²), donde su resistencia es del orden de 400 kg /cm² a la compresión, esta condición se logra antes de las 72 horas utilizando frazadas para mantener el calor de hidratación.

Table 7. Strength necessary to open concrete pavement to public traffic (Based on References 14 and 15).

Slab Thickness	Foundation Support*	Opening Strength**	
		Flexural (3rd-Point) MPa (psi)	Compressive*** MPa (psi)
150 mm (6.0 in.)	Granular	3.7 (540)	24.8 (3600)
	Stabilized	2.6 (370)	11.7 (1690)
200 mm (8.0 in.)	Granular	2.3 (330)	9.3 (1350)
	Stabilized	2.1 (300)	7.6 (1100)
250 mm (10.0 in.)	Granular	2.1 (300)	7.6 (1100)
	Stabilized	2.1 (300)	7.6 (1100)

* Granular foundation assumes a Modulus of Subgrade Reaction, $k=27$ MPa/m (100 psi/in.). Stabilized foundation assumes $k=135$ MPa/m (500 psi/in.).

** Assumes there will be 500 one-way equivalent single axle load (ESAL) repetitions between time of opening and time concrete reaches design strength (28-day strength).

*** There was no compressive strength criteria in the original research (Reference 14). The values shown here were developed using the correlation equation described in this section with $C=9.0$. It is strongly recommended to develop a unique correlation between flexural and compressive strength for new mixtures.

Boletín: Concrete Paving Technology, ACPA

Es importante destacar que para abrir a tráfico en el tiempo especificado, se debe desviar el tránsito sobre la losa, de tal modo, que este no pase a menos 30 cms. del borde libre de la losa durante los primeros días, esto se puede realizar mediante la colocación de señalética, barreras, veredas o bordes.

Desarrollo Pavimento - Urb. Los Eucaliptos

Los datos a considerar están basados en la información entregada por el solicitante y serán utilizados en la metodología de diseño de pavimentos optimizados TCPavements®.

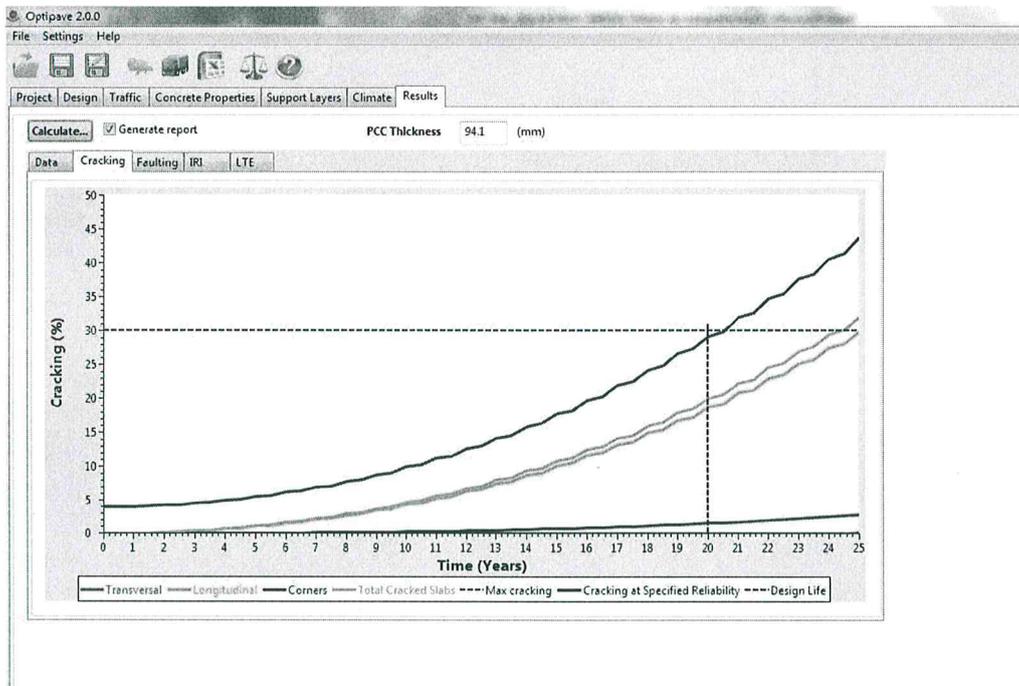
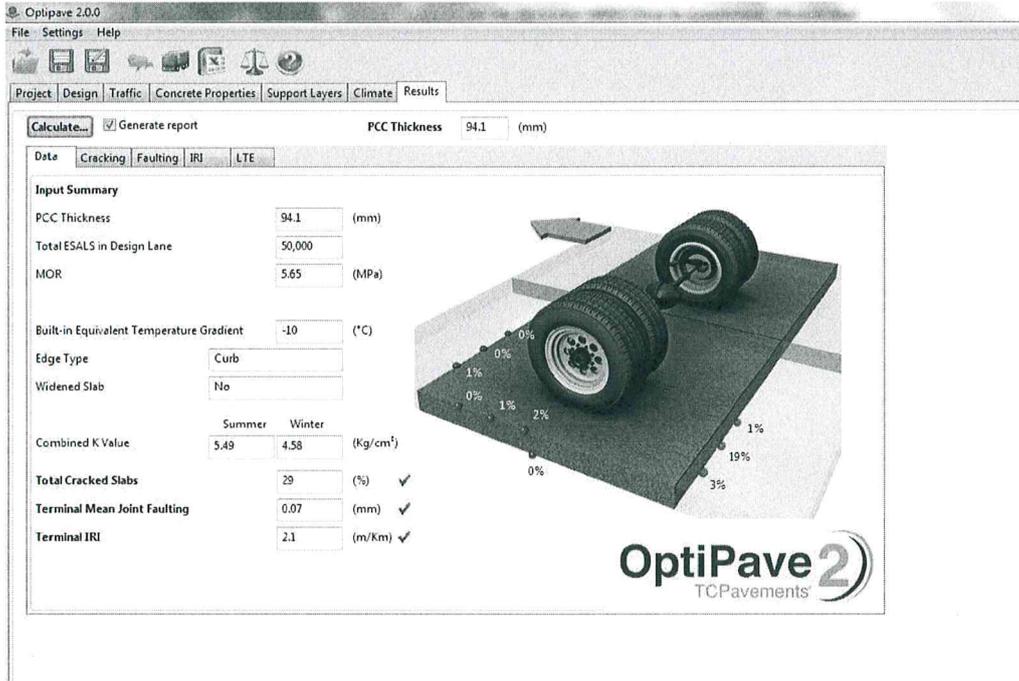
Las variables para este nuevo diseño son:

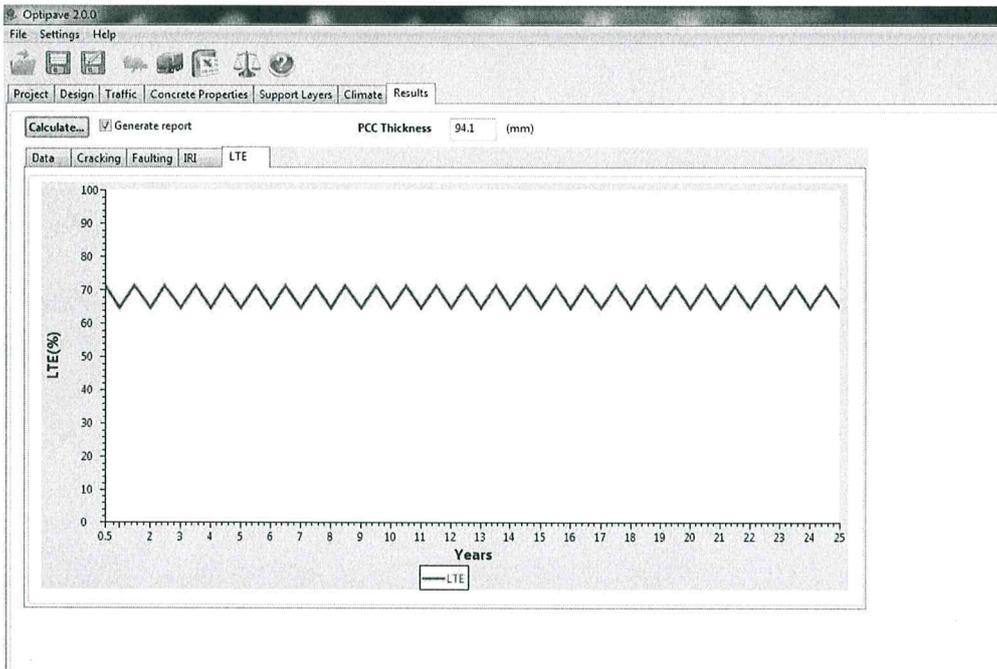
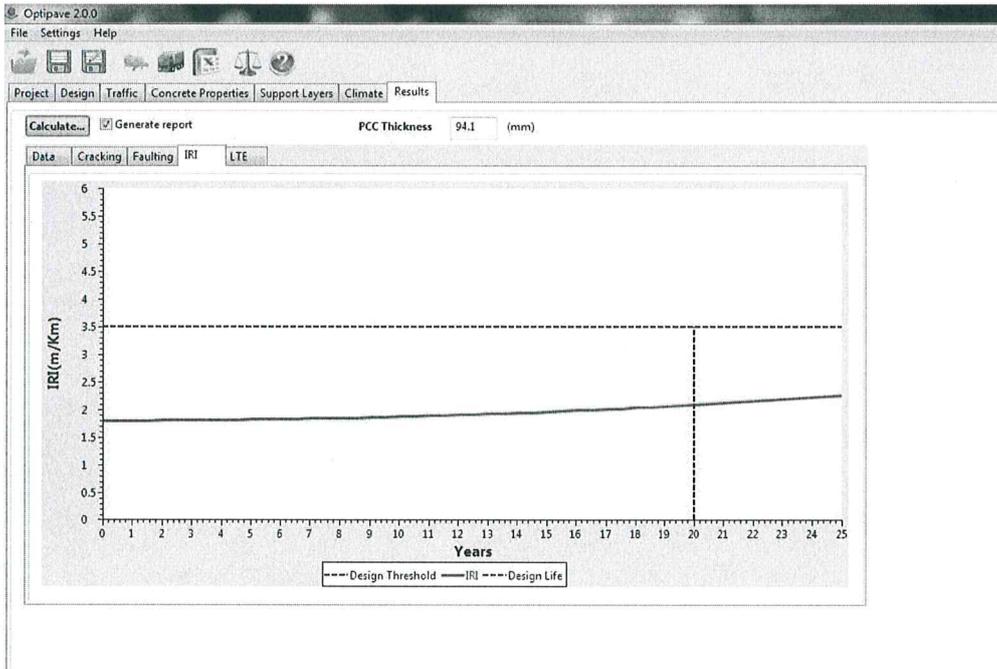
- **Periodo de diseño**
 - 20 años
- **Trafico**
 - 50,000 EE
- **Capacidad de soporte del suelo (Sub Rasante):**
 - % CBR Suelo: 6.80 %
- **Influencia del agua no afecta a la estructura (equivalente a Cd):**
 - Geotextil entre sub-rasante: NO
- **Propiedades de la Base (Afirmado):**
 - Granular finos entre $4\% \leq 8\%$: SI
 - %CBR Base (Afirmado) : > 80%
 - Espesor de la Base (Afirmado): 15 cm
 - % Coeficiente traspaso de carga (equivalente a factor J): 50
- **Propiedades del hormigón:**
 - MR (módulo de rotura) Mpa.(28días): 4,8 (80) 40
 - Nivel de confianza: 80%
 - Tamaño máximo agregado (mm): 40
 - Modulo de elasticidad del hormigón: 29.000 MPa
 - Coeficiente de retracción térmica: $1 \times 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$
 - Retracción hidráulica del hormigón : 700 micrones a 90 días
- **Confiabilidad:** 80%

- **Porcentaje losas fisuradas al término de la vida útil de diseño:** 30%

- **Agua lluvia año:** 1000 mm.

- **Clima como % de tiempos de alabeos:**
 - 0°C 15%
 - -5°C 25%
 - -10°C 30%
 - -15°C 30%
- **Sello de juntas:** No
- **Barras de traspaso de carga:** En juntas de construcción
- **Barras de amarre:** No
- **Confinamiento lateral:** Vereda
- **Espesor del Pavimento:** 10 cm
- **Fibra:** NO





CONCLUSIONES DE DISEÑO

Con esta nueva proposición, donde se apoya un set de ruedas por cada losa, las tensiones se ven disminuidas con respecto a las producidas en las losas con dimensiones tradicionales. Esto permite adelgazar el espesor de los pavimentos según los cálculos expresados en los puntos anteriores.

La proposición final para 20 años de diseño es:

- Dado las condiciones ambientales y el tipo de suelo en la zona, el óptimo de diseño son **losas con modulación de 180 cm x 180 cm y 10 cm de espesor mínimo** del concreto especificado, y una **base Granular de 150 cm**.

CONSTRUCCIÓN:

Espesor y dimensiones de losas:

Se utilizará estrictamente los espesores y dimensiones de losas indicados en este informe, calculados por el método de diseño TCP® para pavimentos de losas optimizados, (según patente de invención en Perú, **INDECOPI N° 5940**). Para todos los efectos de recepción se utilizaran los criterios descritos en los códigos de buena práctica ACI (American Concrete Institute) y/o ACPA (American Concrete Pavement Association).

Confinamiento lateral (Pines):

El pavimento no llevará barras de traspaso de carga, ni de amarre, en cambio, se colocarán 2 fierros de 16 mm de diámetro por losa de pavimento, colocados en forma vertical al costado externo de las losas, la longitud de estos fierros será de al menos 40 cm, pero de largo tal que asegure un buen anclaje en la base (la longitud dependerá del tipo de base). La ubicación será a 50 cms. de la junta pegados al concreto de la losa, estos fierros deberán enterrarse hasta que la parte superior quede 5 cms. bajo la cota superior del pavimento.

La finalidad de estos fierros es evitar el desplazamiento lateral de las losas y la berma asfáltica o granular deberá cubrir estos pines.

Curado :

Una vez terminados los trabajos de hormigonado, es decir realizado el rayado de la superficie del concreto, este se deberá curar, siendo las recomendaciones del diseño TCP* un curado como el que sigue:

1. Aplicación de curador químico de base acuosa con retención del 95% de humedad, para garantizar una retracción hidráulica lenta evitando fisuras por retracción plástica. Colocación mediante pulverizador mecánico.
2. En caso de que la temperatura en la noche sufra descensos importantes (mayor a 10°C) se recomienda complementar este curado, mediante la colocación de una aislación térmica superficial como geotextil grueso o polietileno con burbujas (las burbujas tocando la superficie del pavimento), materiales que deberán cubrir el concreto por lo menos la primera noche, colocado 1 hora después de realizada la última etapa de curado. Esta aislación permite disminuir el alabeo inicial de las losas, además de acelerar la apertura al tráfico.

Corte de Juntas:

Se deberá cortar las juntas de contracción longitudinal y transversal en el pavimento a partir del momento en que se pueda colocar una máquina de corte sobre la superficie de rodado sin dejar marcadas las huellas (aproximadamente 6 horas).

El corte debe ser de un tercio del espesor de la losa.

El contratista deberá considerar el endurecimiento del concreto y la temperatura ambiente para definir el momento cuando se debe efectuar el corte de juntas, el cual deberá realizarse lo antes posible para evitar fisuras por retraso de corte y disminuir tensiones de alabeo en las losas.

Se deberá contar con la cantidad de recursos, equipos y sierras de corte necesarios para realizar esta tarea. En el caso, de que no se pueda disponer de una cantidad suficiente de equipos, se deberá comenzar cortando la junta o juntas longitudinales más cercanas a los bordes del pavimento construido (cuando se pavimenta a dos carriles a la vez) y transversales por lo menos una por medio, y luego el corte longitudinal restante y realizándose el resto de los cortes intermedios, tan pronto como sea posible. La secuencia de los cortes es importante para el comportamiento futuro. Se deberá disponer de por lo menos 3 equipos de corte para efectuar la faena de corte del concreto.

El corte se deberá realizar con sierra delgada de 2 mm de ancho para evitar el ingreso de partículas dañinas al interior de la junta.

La junta no se sellará

Juntas de construcción

Junta de construcción longitudinal, se colocaran barras de amarre de 12 mm corrugadas con 60 cm. de largo espaciado cada 80 -100 cm. En el caso de construir el pavimento en el ancho total (2 pistas) estas barras no son necesarias. Luego se colocara el hormigón procurando vibrar el borde contiguo a la junta realizada. Se debe cortar la parte superior de la junta con la sierra descrita en el punto anterior.

Junta de construcción transversal: Llevara barras de traspaso de cargas de 60 cm y 12 mm de diámetro y de longitud lisas cada 50 cm.

Sello de Juntas

El Diseño de pavimentos TCP no contempla sello de juntas. El corte de 2 mm evita el ingreso de partículas incompresibles y la base con menor de 8% de finos es drenante, por lo que saca el agua bajo las losas. Esta base debe continuarse hasta el borde del camino y conectarla a los drenajes y en calles urbanas conectarla a las alcantarillas.

Apertura al tráfico

El pavimento se podrá abrir al tráfico cuando tenga una resistencia a compresión de 250 kg./cm² para losas de espesor igual o mayor a 12 cm y de 350 kg./ cm², para losas de espesor menor a 12 cm. La verificación de la resistencia para apertura al tráfico se puede realizar por medio de la relación madurez/resistencia del concreto.

La tecnología TCP (Thin Concrete Pavements), el método de diseño y construcción de losas delgadas de concreto perfeccionada para uso en pavimentación y demás derechos relacionados con dicha tecnología (*software, know-how, secretos industriales, marcas comerciales, manuales, instructivos, etc.*), son de propiedad exclusiva de Comercial TCPavements Ltda. y están protegidos por las leyes y tratados internacionales vigentes en materia de Propiedad Industrial e Intelectual, en particular el Estados Unidos por la patente U.S.Patent N°7.571.581 y en la República del Perú por la patente, Indecopi N° 5940