



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para
Evitar Agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén,
Cajamarca.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Quispe Rodriguez, Alan (ORCID: 0000-0002-3066-0718)

ASESOR:

Dr. Alzamora Roman, Hermer Ernesto (ORCID: 0000-0002-2634-7710)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por la oportunidad de tener un día más de vida y aportar con un granito de arena para mejorar nuestras vidas.

A mis padres, por inculcarme valores que hacen de mí, mejor persona.

A mi hermana, por su apoyo incondicional

Agradecimiento

Agradezco a Dios por guiarme siempre en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo.

A mi familia, mis amigos que de una u otra manera me apoyaron y se involucraron en este proyecto.

Al ingeniero Pelayo Del Rio, de TCPavements, por el apoyo brindado.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS.....	45

Índice de Tablas

Tabla 1. Índice Medio Diario Anual (IMDA) - Calle: ZARUMILLA para vehículos ligeros.....	19
Tabla 2. Conteo y clasificación vehicular - Calle: Zarumilla.....	20
Tabla 3. Ejes Equivalentes.....	21
Tabla 4. CBR – Ensayo preliminar de compactación.....	23
Tabla 5. CBR – Compactación de moldes.....	23
Tabla 6. CBR – Cuadro para 0.1 pulgada de penetración.....	23
Tabla 7. Determinación de la capacidad de soporte del terreno de fundación.....	24

Índice de Figuras

Figura 1. Flujograma del Método AASHTO 1993.....	8
Figura 2. Flujograma del Método PCA.....	9
Figura 3. Flujograma del Método TCP.....	11
Figura 4. Criterios de largo de losa.....	12
Figura 5. Flujograma del software de diseño mecánico empírico OptiPave 2.....	14
Figura 6. Perfil Estratigráfico.....	22
Figura 7. Resultados calculados correspondiente a los datos del pavimento de geometría optimizada	25
Figura 8. Resultados calculados correspondiente al escalonamiento.....	26
Figura 9. Resultados calculados correspondientes a la transferencia de carga..	27
Figura 10. Resultados propuestos correspondientes a los datos del pavimento de geometría optimizada.....	28
Figura 11. C Resultados propuestos correspondientes al escalonamiento.....	29
Figura 12. Resultados propuestos correspondientes al IRI inicial.....	30
Figura 13. Resultados propuestos correspondientes a la transferencia de carga.	31
Figura 14. Gráfico comparativo entre diseño calculado y propuesto.....	32
Figura 15. Resultados propuestos correspondientes a la probable falla por agrietamiento.....	33

Resumen

El objetivo fue proponer el diseño de pavimento con Geometría Optimizada para evitar agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca. La metodología fue: Investigación de tipo aplicada. Según su enfoque es cuantitativo por el uso del software OptiPave 2 y según su alcance es de tipo descriptivo al especificarse los parámetros y características del proceso de diseño estructural del pavimento. El diseño es no experimental transversal descriptivo correlacional causal. La muestra es la calle Zarumilla Cuadra 17 del distrito de Jaén, Provincia de Jaén de la Región Cajamarca. La población es la infraestructura vial del distrito de Jaén; siendo una muestra no probabilística. Tenemos como resultados propuestos: En el diseño del pavimento largo de losa 1.75 m, espesor 130 mm, porcentaje de losa agrietada 4.16% al finalizar la vida útil del pavimento, escalonamiento 0.07 mm e IRI 2.44 m/km. Conclusión: Se acepta la hipótesis general “el pavimento con Geometría Optimizada evitará el agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca”.

Palabras clave: Diseño, suelo, geometría, optimización.

Abstract

The objective was to propose a pavement design with Optimized Geometry to avoid cracking in Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca. The Methodology was: Applied research. According to its approach, it is quantitative due to the use of the OptiPave 2 software and according to its scope it is descriptive by specifying the parameters and characteristics of the pavement structural design process. The design is non-experimental cross-sectional descriptive correlational causal. The sample is the street Zarumilla Cuadra 17 of the district of Jaén, Province of Jaén of the Cajamarca Region. The population is the road infrastructure of the district of Jaén; being a non-probabilistic sample. The proposed results are: In the design of the pavement slab length 1.75 m, thickness 130 mm, percentage of cracked slab 4.16% at the end of the useful life of the pavement, staggering 0.07 mm and IRI 2.44 m / km. Conclusion: The general hypothesis "the pavement with Optimized Geometry will prevent cracking in Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca" is accepted.

Keywords: Design, floor, geometry, optimization.

I. INTRODUCCIÓN

Referente a la realidad problemática a nivel mundial, podemos mencionar que es sinónimo de desarrollo: La interconexión vial al tener gran influencia en la economía del país y el progreso del mismo (Lavado, 2018, p. 18) debido a que se abaratan costos de distribución y logística por ejemplo en agricultura y otras actividades y a esto también están vinculados los conceptos de importación y exportación, dado que las ciudades producen y también consumen productos producidos por otros, nacional o internacionalmente y para agregar datos fidedignos (Mendoza, 2015, p. 1) es en treinta países alrededor del mundo que ya se encuentra patentado este tipo de diseño de pavimento a saber en: Estados Unidos, Sud África, Australia entre otros, otro aspecto relevante es la promoción del desarrollo sustentable haciendo consumo de recursos en el presente sin comprometer el futuro con el agotamiento de los mismos (ONU, 1987. Citado por Pari, 2019, p. 13) con lo que nuestro trabajo de investigación se ve sustentado al pretender reducir la afectación económica de los pueblos con la optimización de materiales, personal y tiempo de vida útil.

A nivel de Latinoamérica es el crecimiento de las ciudades como Guayas en Ecuador lo que determina el desarrollo vial de los pueblos, dado que a mayor tránsito se requerirá mayores esfuerzos de vialidad y es por desconocimiento que no se utilizan métodos alternativos como el TCP, esto según Delgado y Rivera (2018, p. 1, 2) por ello se planteó la construcción de la vía Intersección Virgen de Fátima – Naranjal (Km 11) – Taura con el método TCP; con un tramo de vía de 15km aproximadamente, proponiéndose para ello un análisis comparativo de pavimentos rígidos y flexibles según un óptimo índice de servicialidad, teniendo como uno de los resultados resaltantes que el espesor de las losas según el programa OptiPave 2 debía tener 125 mm con un largo de 1.8 m. dando solución, de esta manera, al diseño del pavimento en esta zona de Latinoamérica; otro caso es el de Covarrubias (2012, p. 190-193): A los 21 días de terminada la obra fue puesta en servicio al tráfico, resultando en más de 75% de losas agrietadas, esto en Chile en el proyecto Ruta 60 Chile que conecta Los Andes de Chile con Mendoza en Argentina, con altitud de 2 mil y 3.5 mil metros, fallando en menos de una semana al 100% de grietas en las losas mientras que las losas construidas con el método TCP a nueve meses no presentó grietas. Y según la metodología

alternativa TCP el espesor necesario habría sido 17 cm. Este problema suscitado en Chile nos llama a la reflexión respecto a la metodología pertinente a ser utilizada para el diseño de pavimento. En Guatemala (Covarrubias, 2012, p. 196) “han sido construidos más de 3 millones de m² de pavimentos de hormigón con el método de geometría optimizada”, lo que es un sustento de peso para llevar adelante el presente trabajo de investigación. Según el Ministerio de Transporte de Colombia (2016. Citado por Anaya, 2020, p. 1-3) es un criterio de medición en materia de competitividad el transporte de carga de ahí surge un problema que incide en la dinámica económica del país, por lo que una búsqueda del desarrollo vial es requerida para dar impulso a otros sectores como el turístico y comercial y un aspecto importante fueron los costos en la construcción de vías por lo que el método TCP presenta grandes aportes en este aspecto, por lo que en Colombia se propone el uso de este método en el área metropolitana de Santa Marta. En los 42 países de latino américa y tierras caribeñas, el 80% corresponde a pasajeros y 60% a carga, en relación al flujo de transportación (Lavado, 2018, p. 18) por lo que se enfatiza la necesidad de investigar temas como el nuestro en donde la implementación de métodos alternativos a los ya conocidos y autorizados ayuden en la reducción de costos sin necesariamente afectar la calidad y durabilidad en el tiempo de la infraestructura diseñada.

A nivel nacional en Perú según Anaya (2020, p. 17) esta metodología ha sido empleada en Vía de calle Villa Jesús el año 2016 en Lima, con un tipo de pavimento de urbanizaciones, 90 mm de espesor de pavimento, 1 m de espaciado entre juntas, con 4,5 de MOR (Mpa), sin refuerzo de fibra, y con un tipo de base granular. Lavado (2018, p. 19) señala que en Lima se presenta el problema en la observación del tránsito pesado y la buena compactación para la construcción de vías. A nivel local en Jaén se aprecia que son varias calles las que presentan agrietamiento, unas en mayor escala que otras, entre las cuáles podemos mencionar: Calles Sucre, Huamantanga, Mariscal Ureta, Simón Bolívar, San José, Raymondi, Iquitos, Tahuantinsuyo, Mariscal Castilla, Ejército, Francisco Orellana, Lambayeque, Santa Rosa, Quiñones, Villanueva Pinillos, Manco Cápac, entre las más importantes vías; problema que propició que Díaz y Hoyos (2019, p.42,43) propongan la comparación técnica y económica de los métodos TCP y AASHTO, encontrando diferencias en cuanto al espesor y dimensiones de la losa, tensiones

menores en TCP, daño calculado, costo de construcción y observación climática, lo que inclina la decisión por el empleo del método TCP, planteando además este método para rehabilitación y mantenimiento de vías. Por su parte Guerrero y Hoyos (2020, p. 1) señalan como problema en la ciudad de Jaén el incremento de obras civiles entre ellas los proyectos de construcción como puentes, pistas y veredas, por lo que se hace patente la necesidad de realizar estudios para la optimización de métodos de construcción como el que se propone en el presente proyecto.

Siendo además, temas de preocupación los costos tanto en la ejecución de la obra como en mantenimiento, fallas a edad relativamente corta, pérdida de servicialidad entre otros factores que están relacionados directamente al diseño de pavimentos con métodos tradicionales. Quedando definida la formulación del problema así: ¿Cuál será la Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para evitar Agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca? La justificación está dada por calles que presentan fisuras y grietas en la ciudad de Jaén y que precisamente han sido diseñadas y ejecutadas con métodos convencionales distintos del que estamos proponiendo; para mayor constancia se adjuntan fotos recientes que corroboran lo descrito líneas arriba, en el anexo 8, por lo que se considera relevante las soluciones técnicas que se presentarán con este trabajo de investigación, para el diseño de pavimentos urbanos. Se plantea como objetivo general: Proponer el diseño de pavimento con Geometría Optimizada para evitar agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca; de tal manera que los objetivos específicos son: a) Realizar los estudios de tráfico vial, b) Ejecutar los estudios de mecánica de suelos, c) Realizar el diseño del pavimento con el software OptiPave 2, d) Determinar la probable falla por agrietamiento del pavimento, con el software OptiPave 2. Finalmente se plantea como hipótesis general de trabajo: El pavimento con Geometría Optimizada evitará el agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de trabajos previos

Hemos encontrado como antecedentes a nivel nacional a Díaz y Hoyos (2019, p. 42) quienes en su tesis de titulación sobre: Comparación técnica y económica, cuyo objetivo principal fue realizar una comparación técnica y económica de pavimentos según los métodos TCP y AASHTO. Concluyeron que la estructura tendría “el espesor de 14 cm con dimensiones de losa de 1.75mX1.65m con el método TCP y con el método AASHTO las dimensiones de losa sería de 3.5mX3.5m y un espesor de 20 cm”, y habría menores tensiones con TCP que con AASHTO, según el análisis por fatiga del método PCA el daño calculado es 97.25% menor con TCP que con AASHTO, la probabilidad de falla calculada es menor a 50% en ambos 37.21 en AASHTO y 1.03 en TCP, el costo se reduce a un 15.04% con TCP, menor importancia a condiciones climáticas por menor alabeo y aumento de transferencia de carga y mejor desempeño en clima extremo. Este antecedente aporta a nuestro tema del diseño de pavimentos utilizando la geometría optimizada señalando que con el método TCP hay reducción en las dimensiones, espesor de la losa, en las tensiones y en el daño por agrietamiento, costo de construcción y mejor desempeño en clima extremo en comparación con el método AASHTO.

Otro autor es Gómez y Rivero (2019, p. 83) quien en su tesis de titulación sobre: La comparación analítica del diseño de los pavimentos rígido de losa corta y rígido tradicional, plantearon como objetivo principal: Comparar ambos diseños de pavimentos rígido según métodos de losa corta y el tradicional. Concluyendo que “con AASHTO 93 el grosor sería 0.20m y de subbase de 0.15m y con TCP se obtuvo un espesor de losa de concreto de 0.12m y de subbase de 0.15m”, diseñar con el método TCP es más conveniente según los factores: Económico y tiempo de ejecución. Este antecedente aporta a nuestro tema en el sentido que al compararse ambos métodos AASHTO 93 y TCP y según los factores: Económico y tiempo de ejecución se recomienda al método TCP.

Otro autor es Lavado (2018, p. 113) quien en su tesis de titulación acerca de: Innovar tecnológicamente en la construcción de pavimento rígido a través de Método Losas Cortas, su objetivo principal fue la evaluación del método de losas cortas en la construcción de pavimentos rígidos. Concluyó que hay influencia al

construir pavimentos; debido a que se considera esfuerzo a compresión y a flexión como factor de cálculo de resistencia y espesor, a los 28 días el esfuerzo a compresión ensayada en losas cortas es de 346kg/cm² y de 324kg/m² según AASHTO, en el esfuerzo a flexo tracción se logró un módulo de rotura de 56.6kg/cm² en el método de losas cortas y en AASHTO se logró un módulo de rotura de 49.5kg/cm², la influencia del método de losas cortas en el desplazamiento lateral es menor por lo que habrá menos fisuramiento y deformación en la losa en el desplazamiento en el eje x = 0.466 cm con el método de losas cortas y sin él el eje x = 0.636 y en la dirección y = 0.197 con el método de losas cortas y sin él el eje y = 0.313. Este antecedente aporta a nuestro tema del diseño de pavimentos utilizando la geometría optimizada incidiendo, en la factibilidad del uso del método de losas cortas TCP debido a su resistencia, espesor, módulo de rotura favorable y menor desplazamiento lateral.

Como antecedentes a nivel internacional tenemos en Colombia a Anaya (2020, p. 33) quien en su trabajo de investigación sobre: Evaluación de la carpeta de rodadura en pavimento hidráulico, a través del cambio de geometría convencional a losas cortas, cuyo objetivo principal fue evaluar a través del dimensionamiento el comportamiento de las losas cortas (TCP) en relación a las carpetas de rodaduras convencionales en pavimentos rígidos. Concluye que el método de geometría optimizada reduce el espesor de las mismas por soporte de carga menor, se redujo el costo en un 11% debido a la reducción de 3 cm en el espesor esto según los resultados de la simulación del software SAP2000 que demostró variación de la tensión según longitud de junta usada en el pavimento, la metodología de geometría optimizada es alternativa viable en el diseño de pavimentos de bajo tránsito por su capacidad de respuesta no siendo necesario el uso de barras de transferencia. Este antecedente aporta a nuestro tema del diseño de pavimentos utilizando la geometría optimizada, las bases teóricas, que indican la pertinencia del uso de TCP, esto según los resultados de la simulación del software SAP2000 que demostró variación de la tensión según longitud de junta usada en el pavimento, además de la reducción del presupuesto en un 11% debido a la reducción de 3 cm en el espesor.

También hemos considerado a Cogollo y Silva (2018, p. 55,56) de Colombia, quienes en su tesis de titulación referida a: Modelar numéricamente el pavimento rígido según modulación convencional y losas cortas, cuyo objetivo principal fue hacer una modelación mediante el software EverFE 2.25 losas cortas según varianza de espesor. Concluyeron que hay reducción de la tensión máxima con el método TCP y el espesor de la losa puede alcanzar 8 cm, el costo de construcción se reduce en un 20% en comparación con el método AASHTO, disminuye la observación del factor clima debido al menor alabeo por lo que tienen un mejor desempeño en este aspecto, al no tener dovelas instaladas en las juntas de las losas no hay aumento de deformaciones verticales por el menor espesor. Este antecedente aporta a nuestro tema del diseño de pavimentos utilizando la geometría optimizada que existe reducción en un 20% del costo de construcción en comparación con el método AASHTO.

También hemos considerado a Delgado y Rivera (2018, p. 44, 45) de Ecuador, quienes en su tesis de titulación acerca de: Proponer un diseño para pavimento rígido, cuyo objetivo principal fue la elaboración del pavimento rígido con el método de geometría optimizada. Concluyen que este método alternativo o de geometría optimizada es de poca aplicación por desconocimiento en Ecuador, que presenta alto rendimiento, bajo costo y espesor, se debe obtener buena calidad de la subrasante y debe tener buena granulometría con un mayor CBR, el espesor de la losa disminuye de 10% a 30% debido al uso de fibra en el diseño con un requerimiento de cemento de 300kg/m³, el parámetro del clima no es relevante en el método TCP por el alabeo en las losas que pueden agrietarse, en su mantenimiento es menor. Este antecedente aporta a nuestro tema del diseño de pavimentos utilizando la geometría optimizada: Debe haber buena granulometría de la subrasante, con este método hay disminución de 10% a 30% en el costo de construcción por el uso de fibra.

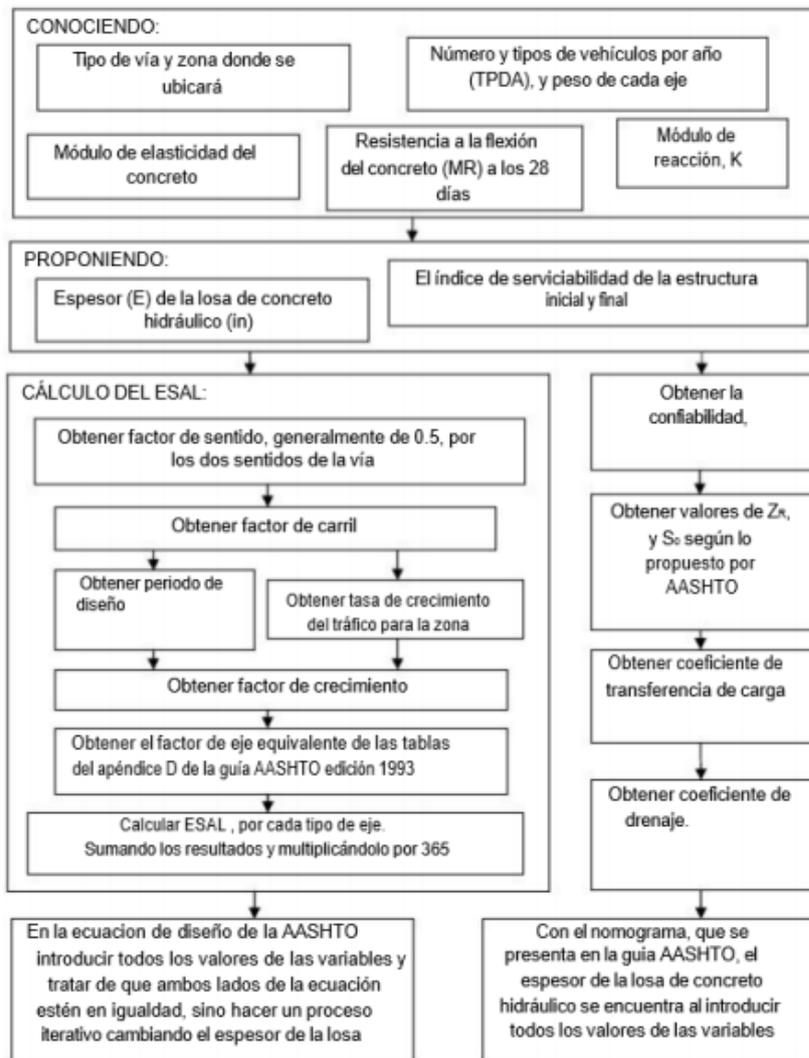
2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Definición de Pavimentos rígidos: Es una clasificación debido al comportamiento del pavimento de concreto de cemento hidráulico y que pueden ser “losas de concreto simple y reforzado con juntas, suelo cemento, etc.”. (MVCS, 2010, p. 38). Para Sánchez (2014, p. 14) son pavimentos rígidos aquellas superficies de rodamientos edificadas con concreto de cemento Portland. Para Espinoza y Sandoval (2008. Citados por Anaya, 2020, p. 9) su estructura finaliza con un espesor compuesto por concreto hidráulico con una resistencia diseñada en función a parámetros como las solicitaciones de carga.

2.2.2. Estructura y tipos de pavimentos rígidos: La estructura de un pavimento rígido está conformada por: “Sub rasante, sub base, y superficie de rodadura”. Su clasificación es según el material de la capa de rodadura (Pueden ser pavimentos de tierra, piedra, adoquines, de concreto hidráulico y de concreto asfáltico) y “según la forma en que la estructura de éstos atiende y transmite las cargas aplicadas sobre la superficie (Pueden ser flexibles y rígidos). Los pavimentos rígidos se clasifican en pavimento de concreto hidráulico”: Simple (JPCP), “con refuerzo discontinuo distribuido sin función estructural (JRCP)”, reforzado continuo sin función estructural (CRCP) y compactado con rodillo (CCR). (Sánchez, 2014, p. 13-18).

2.2.3. Métodos de diseño de pavimentos convencionales: Se describen dos métodos que son AASHTO y PCA. Acerca de la Metodología de diseño AASHTO 93: Tenemos como factores de diseño a: Espesor (D), tráfico, coeficiente de confiabilidad (R), módulo de reacción de la sub rasante - sub base (k), pérdida de servicialidad ($\Delta PSI = P_0 - P_t$), propiedades del concreto (Módulos de elasticidad y ruptura), factor de transferencia de carga (J), factor de drenaje (Cd). El flujograma del método AASHTO 93 es el siguiente:

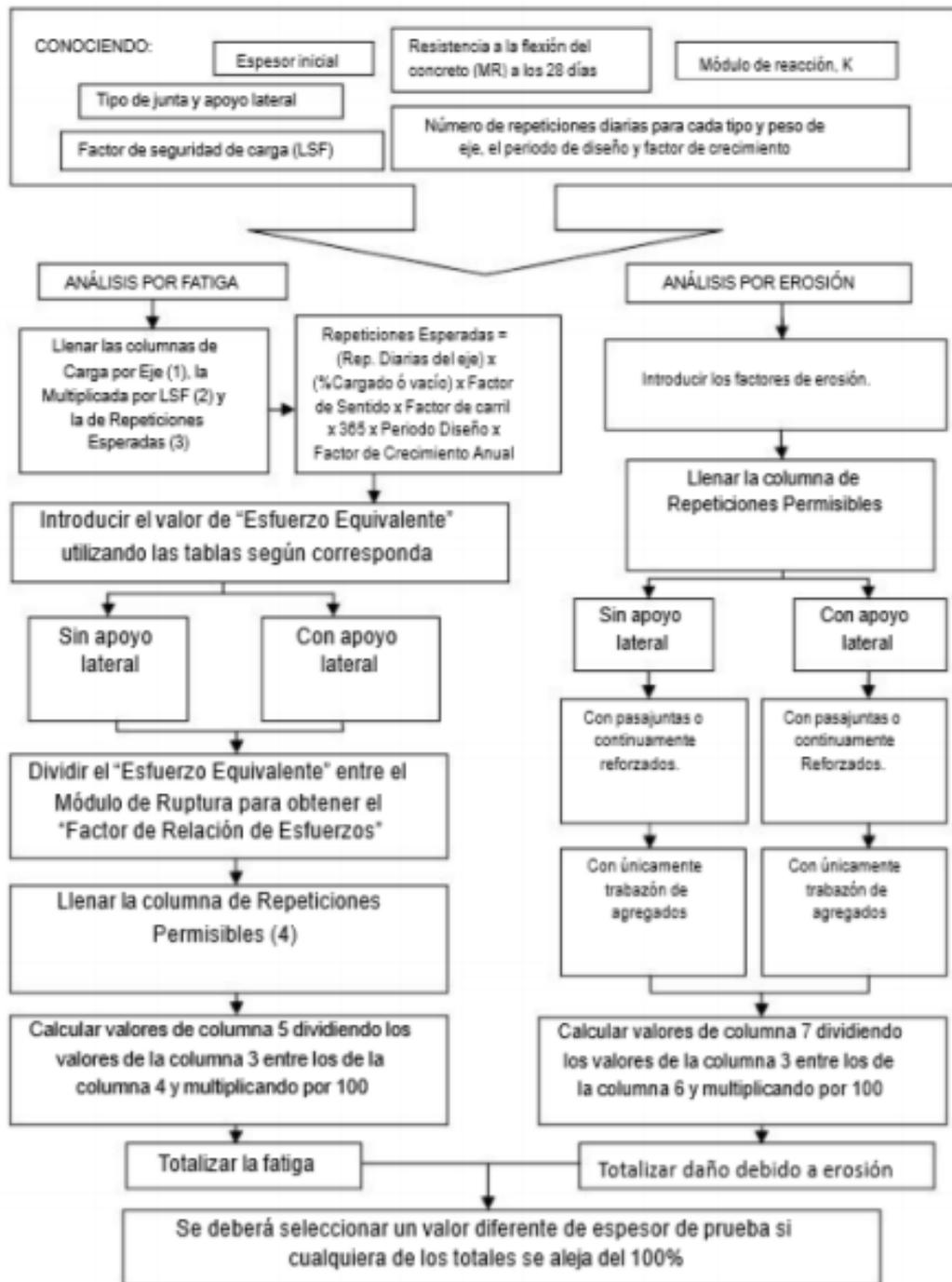
Figura 1. *Flujograma del Método AASHTO 1993.*



Fuente: Sánchez Campos (2014, p. 72)

Sobre el Método Portland Cement Association (PCA): Tenemos como “elementos de delineación: Firmeza a la flexibilidad (MR), soporte de la subrasante – sub base (K), tiempo de bosquejo, pesos, periodicidades, modalidad de tráfico de vehículos mayores, factor de seguridad para cargas (FS)”. El flujograma de diseño PCA es el siguiente:

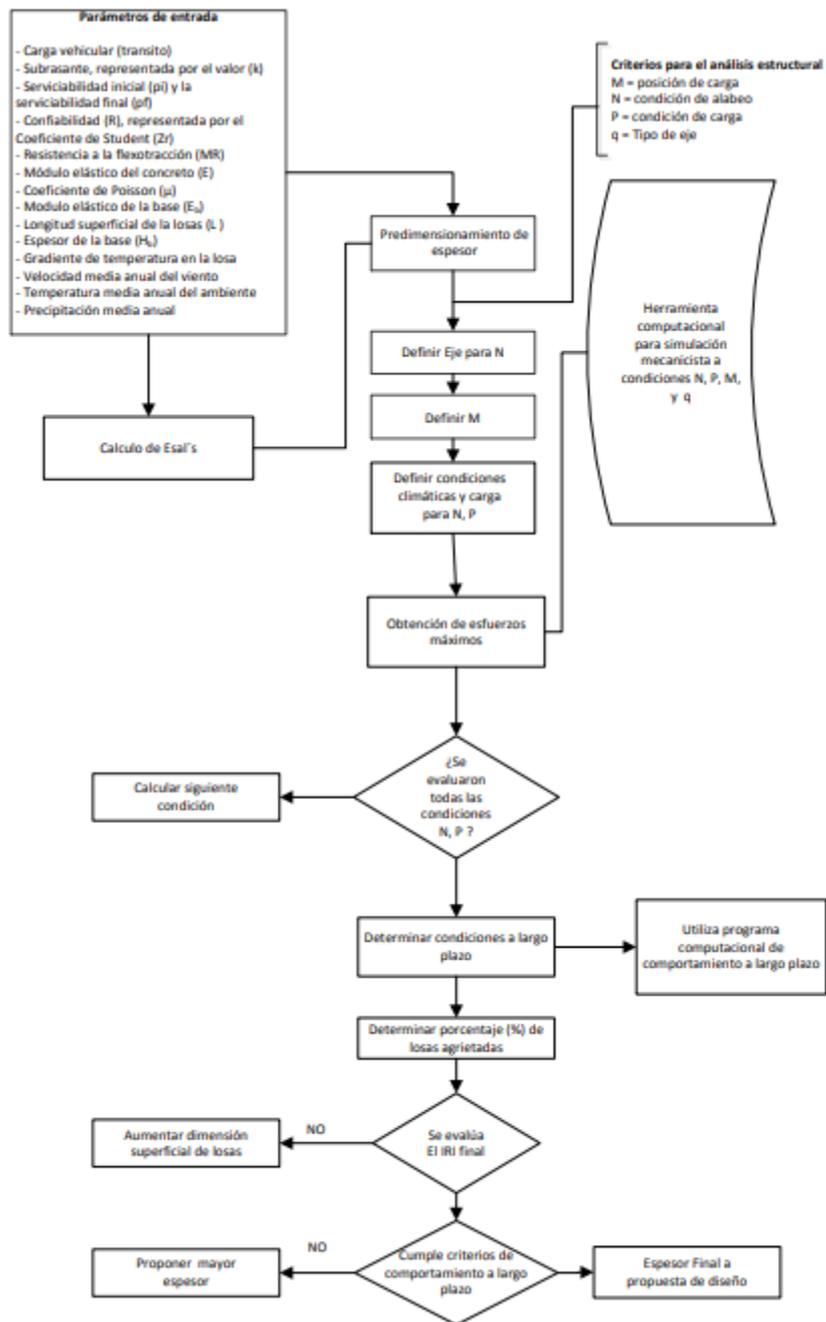
Figura 2. *Flujograma del Método PCA.*



Fuente: Sánchez Campos (2014, p. 87)

2.2.4. Metodología de diseño TCP (Thin Concrete Pavements): En relación a los parámetros de diseño de la losa tenemos a: Modulaci3n de la losa (Psi/Mpa), Factor Poisson para concreto, Factor t3rmico de expansivo, M3dulo de ruptura (Psi/Mpa), Factor de roce de losa y base, espacio entre junta (ft/m), densidad de la losa (kg/m³), gradiente de temperatura (°C). En relaci3n a las propiedades de la base tenemos a: M3dulo de flexibilidad de la base (Psi/Mpa), grosor de la basa (Plg), M3dulo el3stico efectivo para soporte de la sub base (Psi/Pulg)/(MPa/m), Coeficiente Poisson de la base, Coeficiente de expansi3n t3rmica. “Sobre las propiedades de barras de amarre tenemos a M3dulo de elasticidad del acero (MPa), Coeficiente de Poisson del acero. Sobre las condiciones clim3ticas consideramos a: Velocidad anual del viento (Mph), temperatura anual (°F), precipitaci3n anual (Plg)”. Acerca de los criterios de comportamiento: 3ndice de servicialidad preliminar (pi), y conclusiva (pf), confianza (R) constituida por el factor Student (Zr), desv3o convencional del sistema, IRI preliminar (m/km)”. Adem3s de cargo de veh3culos (Tr3fico), subrasante de valor K, resistencia a la flexotracci3n (MR). An3lisis estructural de las losas con el software de elementos finitos. (S3nchez, 2014, p. 183, 184, 193) utilizando los par3metros de la hoja de c3lculo AASHTO 98 adem3s de: Datos del dise1o de mezcla de concreto y datos clim3ticos de temperatura, humedad y velocidad del viento.

Figura 3. *Flujograma del Método TCP.*



Fuente: Sánchez Campos (2014, p. 182)

2.2.5. Diseño del pavimento con el software de diseño mecánico empírico OptiPave 2. Para TCPavements (2011, p. 2) es un software mecánico – práctico, cuya calibración a través de distancias de ensayo instrumentado, estableciendo las invariables de graduación. El principio es que al tener varias losas entonces éstas soportarán pesos separados de los neumáticos. En su segundo prototipo emplea mallas de neuronas para prever resistencias, agotamiento en periodos de uso, etc. Según el Gobierno Regional de Piura (2018, p. 1-8) está respaldado en analizar en cantidad el elemento finito

Largo de losa

En la siguiente figura se presentan los criterios para determinar el largo de losa.

Figura 4. *Criterios de largo de losa*



140 cm: Caso donde el eje tándem queda en losas distintas

140 cm: Caso donde el eje tándem queda en la misma losa

220 cm: Caso donde el eje tándem queda en el centro de una losa y en borde de otra

Fuente: Guzmán y Soncco (2014, p. 29)

Los parámetros de diseño que el software OptiPave2 considera son: Vida de diseño, largo de losa, espesor de losa, tipo de borde, losa exterior con sobrecancho, barras de transferencia de carga, interfaz pavimento base, índice internacional de rugosidad. Siendo los umbrales máximos admisibles de diseño: Porcentaje de losas agrietadas, IRI, escalonamiento promedio. Los parámetros de tráfico que el software OptiPave2 requiere son: Tipificación del tipo de tránsito vial, tasa de crecimiento anual, EE totales en pista de diseño, entre otros. También requiere parámetros del hormigón, del suelo y del clima (Ver anexo 3).

2.2.6. Parámetros de diseño del método TCP

Estos parámetros son: “Diseño del tipo de pavimento, diseño del tráfico, propiedades del hormigón, parámetros del suelo y clima” (Díaz y Hoyos, 2019, p. 28-31)

- Diseño de los tipos de pavimentos

Tenemos como parámetros a: Vida de diseño (En veinte años), largo de losa (Lo recomendado por el software son dimensiones entre 1,4 m y 2,3 m), espesor (Expresado en mm de sesenta a doscientos cincuenta), tipo de borde (Tenemos cuatro que son: Libre, berma granular o asfáltica, de hormigón y vereda), índice internacional de rugosidad inicial del diseño (Se recomienda 1,8 m/km), porcentaje de losas agrietadas (Para rutas local y calles en un porcentaje que va de treinta a cincuenta, calle principal y de mediano tráfico en un porcentaje de diez a treinta y vías interurbanas y tráfico alto en un porcentaje de 10), índice internacional de rugosidad final del diseño (Con un valor máximo permitido de 3,5 m/km), escalonamiento promedio final del diseño (Con valor permitido de cinco milímetros), confiabilidad (Vías interurbanas y vías con alto tránsito vehicular en un porcentaje entre ochenta y cinco a noventa y siete. Calles principales y mediano tránsito vehicular urbano en un porcentaje de entre ochenta y noventa y cinco. Calles de bajo tránsito vehicular urbano en un porcentaje de entre setenta y cinco y ochenta y cinco. Pasajes urbanos en un porcentaje de entre cincuenta y setenta y cinco).

- Diseño de tráfico

Tenemos como parámetros: Tráfico (Ejes equivalentes), y tasa de crecimiento anual.

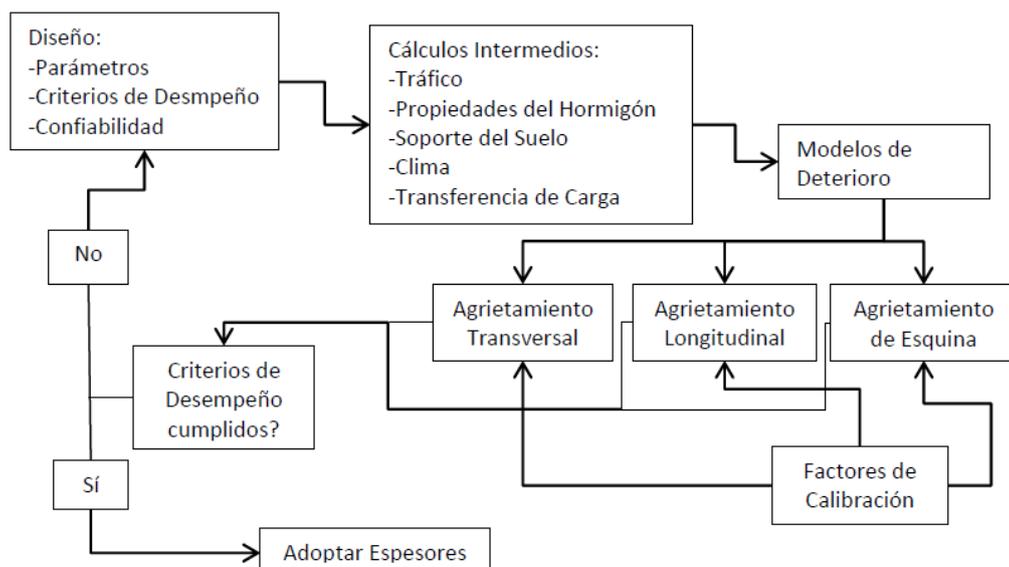
- Propiedades del concreto

Son sus parámetros: Resistencia (Compresión), confiabilidad de la mezcla (Recomendada en un porcentaje de ochenta), desviación estándar de diseño (Dado en Mpa), aumento de resistencia 28-90 días (Valor recomendado en un porcentaje de diez), módulo de elasticidad (Es la resistencia a la compresión), peso específico de hormigón (Cantidad recomendada de 2.400 kg/m³), módulo de poisson (Razón entre deformación unitaria lateral y unitaria axial con causa de carga en sentido

axial), coeficiente de expansión térmica (Expansión o contracción por cambios de temperatura), retracción del concreto a 365 días, diseño mediante el software OptiPave 2 (Cuyos resultados se logran con los parámetros antes descritos).

Finalmente, en la ventana de resultados de diseño OptiPave 2, se puede apreciar un resumen de diseño que contiene: Espesor de losa, EE totales en pista de diseño, resistencia media a los 90 días, gradiente equivalente de construcción, tipo de borde, losa exterior con sobrecanto y valor K combinado. Teniendo como resultados: Espesor de losa, porcentaje total de losas agrietadas, escalonamiento promedio final e IRI final.

Figura 5. *Flujograma del software de diseño mecánico empírico OptiPave 2*



Fuente: TCPavements (2011, p. 21)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: Es de aplicación porque para iniciar con la ejecución del trabajo de investigación se tiene que elaborar el marco teórico que incluye a las teorías en las que estará basado como lo es el método TCP para luego proceder con la aplicación del mismo al objeto de investigación seleccionado y nos interesa resolver problemas prácticos. (Lozada, 2014; p.34). Además, según su enfoque es cuantitativo ya que se trabajará con el software OptiPave 2 para el procesamiento de la información y según su alcance es descriptiva porque se determinarán parámetros para realizar la propuesta del diseño del pavimento. (Díaz y Hoyos, 2019, p. 18)

3.1.2. Diseño de investigación: El diseño es de no experimentación transverso descriptivo con correlación causal. Esto debido a que se describirá cada una de las variables en un primer momento para luego verificar la correlación entre ellas y finalmente determinar la causalidad de una sobre la otra, en este caso de la variable independiente sobre la dependiente. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 163)

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

Variable independiente: Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada.

Variable dependiente: Agrietamiento del Pavimento.

3.2.2. Operacionalización

En el anexo 3 se encuentra la operacionalización de variables.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Infraestructura vial del distrito de Jaén, Provincia de Jaén de la Región Cajamarca.

3.3.2. Muestra

La muestra está conformada por la calle Zarumilla Cuadra 17.

3.3.3. Muestreo

Es una muestra no probabilística ya que no todos los integrantes de la población han tenido la misma oportunidad de ser seleccionados para participar en este estudio, no fue al azar, fue un proceso de toma de decisión por parte del

investigador, ya que no todas las calles del distrito de Jaén presentan grietas; esto según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 176)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Observación directa (Referida a observaciones realizadas durante el trabajo de campo como el estudio de tráfico), análisis documental (Tiene la finalidad de obtener los parámetros de diseño del pavimento con el método de geometría optimizada y para los procedimientos de geotecnia y análisis (Proceso a realizarse con el software OptiPave 2).

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos son: Guía de observación de campo para la técnica de observación directa y ficha de investigación para las técnicas de análisis documental y análisis de datos. **La validez y confiabilidad** de los instrumentos están dados por la estandarización universal y normativa con que cuentan los estudios de los que derivan los resultados como son: Tráfico vial y mecánica de suelos. Las mismas características tiene el software: OptiPave 2. Por lo que no requieren cumplir criterios de validez y confiabilidad adicionales.

3.5. Procedimientos

La recolección de información se realizó a través de los procedimientos específicos de cada uno de los estudios a realizarse y que detallamos a continuación: Estudios de tráfico vial, suelos, concreto y clima. En los estudios de tráfico vial tenemos los siguientes procedimientos: Conteo vehicular, determinar los ejes equivalentes (ESAL). En los estudios de suelos tenemos los siguientes procedimientos: Medida granular, contenido de agua, CBR, consistencia posible, límites de consistencia, proctor modificado. Con respecto al concreto se asigna tipo de ensayo en el concreto, confiabilidad, contenido de aire, entre otros. En relación al clima tenemos temperatura media en invierno y verano, número de días al año con precipitaciones e índice de congelamiento de la base.

La manipulación o control de variables en nuestro trabajo de investigación por ser no experimental no se realizó la manipulación de variables. Sólo se realizó el control de la variable independiente, también denominado TCP (Thin concrete pavements) por sus siglas en inglés. Esta manipulación se observará en los procesos de los estudios a realizarse que son: Tráfico vial y mecánica de suelos.

Las coordinaciones institucionales requeridas para la ejecución del presente trabajo de investigación fueron realizadas formalmente ante la Municipalidad Provincial de Jaén, a fin de lograr los permisos requeridos, cuyo documento de trámite se encuentra en el anexo 5.

3.6. Método de análisis de datos

Proporcionado por cada uno de los estudios que se realizarán: En el estudio de tráfico tenemos procesos como la ejecución del conteo vehicular, determinación del índice medio diario anual, análisis de la demanda de proyección vehicular y determinación de los ejes equivalentes. El objetivo general del estudio fue de conocer las características actuales del flujo vehicular, así como; cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que se desplazan por la calle Zarumilla cuadra 17 específicamente, y sobre la base de la información obtenida en campo, analizar el tráfico existente y proyectar el tráfico futuro y los ejes equivalentes para uso de estos datos en el software de diseño; y los específicos: Conteo y clasificación vehicular del tránsito que circula en la calle en estudio, procesar la información primaria obtenida en campo, determinar el IMD Anual, sobre la base de los resultados del conteo y el factor de corrección estacional, establecer la composición del tráfico vehicular. La metodología del trabajo de campo desarrollada en el presente estudio se basó en las observaciones realizadas en la zona de trabajo, durante el desarrollo de los trabajos de ingeniería básica y las recomendaciones del “Manual para Estudio de Tráfico”, dichos trabajos consistieron en conteos de tránsito vehicular. El desarrollo normal del estudio contempla las siguientes etapas: Etapa de recopilación de la información, etapa de tabulación de la información, etapa de análisis de la información y obtención de resultados. La recopilación de la información consistió en: Trabajo de Gabinete (Consistió en el diseño de los formatos para el conteo de tráfico, a ser utilizados en las estaciones de control preestablecidas en el trabajo de campo), Trabajo de Campo (El conteo volumétrico se realizó en 01 estación previamente identificada y seleccionada, durante un periodo de siete (07) días consecutivos de la semana y durante las 7.00 am hasta las 7.00 pm, horas en que se produce el tráfico crítico del día, desde el 24 hasta el 30 de mayo del 2017.) y Análisis de la Información y obtención de Resultados (Los conteos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la superficie de la

calle en estudio, así como la composición vehicular, y variación diaria y horaria). En el estudio de suelos específicamente los parámetros a evaluar fue el diseño de Pavimento para la vía de acceso y tuvo como objetivos: Evaluar los procesos de geodinámica externa y la estabilidad de estructuras, evaluación cualitativa del estado de la plataforma existente, clasificar los suelos a lo largo del camino, basado en un programa de exploración de campo y ensayos de laboratorio, determinar el C.B.R. para tramos típicos, y determinar el espesor de la estructura del pavimento a nivel de pavimento rígido, tramos de mejoramiento de la subrasante. El programa de trabajo consistió en: Reconocimiento del área de estudio (Terreno, ubicación y ejecución de las calicatas para el estudio de suelos del área, que involucra a las obras de pavimentación, registro de las excavaciones, toma de muestras alteradas e inalteradas, ensayos estándar y especiales de laboratorio para definir los parámetros físicos y mecánicos del sub suelo, perfiles estratigráficos, análisis de la pavimentación y cimentación, conclusiones y recomendaciones. Y también el procedimiento para analizar datos está dado por el protocolo de OptiPave 2.

3.7. Aspectos Éticos

Se sustenta en el código de ética de la UCV, según RC N° 0262-2020UCV, referente a la autenticidad de los datos recolectados, derechos de autor (Citas en formato APA) y políticas anti plagio, cuyo índice de similitud será verificado por el sistema internacional Turnitin. Respecto a la beneficencia, ésta se basó en valores éticos y morales reconocidos universalmente ya que se determinó solicitar el permiso ante la autoridad competente, se realizaron los estudios de campo necesarios para obtener la información requerida, estudios que fueron realizados por terceros información que fue procesada por el software seleccionado y llegando de este modo a resultados transparentes, limitando con este procedimiento cualquier atisbo de maleficencia en nuestro estudio, y estableciendo plena autonomía de los terceros responsables de procesar los estudios de campo; y sobre la justicia, quedó demostrada al habernos propuesto desarrollar un proyecto con el objetivo de cerrar brechas y mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la comunidad.

IV. RESULTADOS

4.1 Ejecutar los estudios de tráfico vial, siendo sus resultados los siguientes:

Tabla 1. Índice Medio Diario Anual (IMDA) - Calle: ZARUMILLA para vehículos ligeros

DÍA	FECHA	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	COMBI MINIBUS	CAMIONETAS			TOTAL
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi	
LUNES	24/05/2021	231	323	8	1	5	3	5	576
MARTES	25/05/2021	212	327	8	1	8	2	5	563
MIÉRCOLES	26/05/2021	225	323	6	0	8	3	4	569
JUEVES	27/05/2021	229	336	9	1	8	4	3	590
VIERNES	28/05/2021	238	378	10	0	9	6	6	647
SÁBADO	29/05/2021	295	342	8	1	6	5	7	664
DOMINGO	30/05/2021	312	483	6	1	7	6	5	820
IMDA		278	401	8	0	8	4	5	704
PORCENTAJE		39.41 %	56.82 %	1.20 %	0.06 %	1.13 %	0.61 %	0.77 %	100

Fuente: Estudios de tráfico.

Interpretación: El IMD Anual obtenido es de 704 vehículos ligeros.

Tabla 2. *Conteo y clasificación vehicular - Calle: Zarumilla*

TIPO DE VEHÍCULO		PROMEDIO SEMANAL/DIA	COMPOSICIÓN (%)
MOTO LINEAL		249	39.18
MOTO TAXI		359	56.50
AUTO		8	1.19
COMBI MINIBUS		0	0.06
CAMIONETAS	PICK UP	7	1.13
	PANEL	4	0.61
	RURAL Combi	5	0.77
CAMIÓN	2 E	4	0.57
TOTAL		710	100

Fuente: Estudios de tráfico.

Interpretación: El porcentaje de vehículos livianos representa el 99.43 % conformado por motos lineales, moto taxis, autos, pick up y camionetas rurales. El porcentaje de vehículos pesados representa el 0.57 % constituido por camiones 2E.

Tabla 3. Ejes Equivalentes

Tipo de VEH	IMDa	Fc	FACTOR DE PRESIÓN DE LLATAS	EE	FACTOR DIRECCIONAL	FACTOR CARRIL	EE día carril	Fact. Crecimiento	N° rep. EE	
MOTO LINEAL	278	1.1182	1	310.91	0.5	0.8	127.36	26.87	1219706.18	
MOTO TAXI	401	1.1182	1	448.28	0.5	0.8	179.31	26.87	1758611.41	
AUTO	8	1.1182	1	9.47	0.5	0.8	3.79	26.87	37151.00	
COMBI MINIBUS	0	1.1182	1	0.45	0.5	0.8	0.18	26.87	1765.36	
CAMIONETAS	PICK UP	8	1.1182	1	8.93	0.5	0.8	3.57	26.87	35032.57
	PANEL	4	1.1182	1	4.82	0.5	0.8	1.93	26.87	18908.956
	RURAL Combi	5	1.1182	1	6.07	0.5	0.8	2.43	26.87	23812.731
CAMIÓN	2E	4	1.0668	1	4.31	0.5	1.72	26.87	16908.216	
								TOTAL	3,111,896.38	

Fuente: Estudios de tráfico.

Interpretación: La cantidad de ejes equivalentes es de 3'111,896.00 según nuestro estudio de tráfico realizado.

4.2. Ejecutar los estudios de mecánica de suelos, cuyos resultados son:

Ausencia de napa freática en la calicata, y de filtración a 1.60 m.

Figura 6. Perfil Estratigráfico



Fuente: Estudios de suelos.

Interpretación: El perfil estratigráfico presenta suelos clasificados, según el sistema de clasificación S. U. C. S. como material tipo I: Arena Arcillosa con Grava (SC), clasificación AASHTO = A - 2 - 4.

Tabla 4. CBR – Ensayo preliminar de compactación

Metodo	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.84
Optimo Contenido de Humedad (%)	7.67

Fuente: Estudios de suelos.

Tabla 5. CBR – Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.84	1.75	1.66
Comtenido de Humedad	7.67	7.29	6.90

Fuente: Estudios de suelos.

Tabla 6. CBR – Cuadro para 0.1 pulgada de penetración

MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0.1	321	1000	32.1
II	0.1	170	1000	17
III	0.1	70	1000	7

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	32.1
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	15.1

Fuente: Estudios de suelos.

Interpretación: Se obtuvo un resultado del CBR al 95% = 15.10 y al 100% = 32.10.

Tabla 7. Determinación de la capacidad de soporte del terreno de fundación

CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION AASHTO	VALOR DE CBR ESPERADO EN (%)	CALIDAD COMO SUB RASANTE
GW	A-1,A-2	40.0 @ 60.0	Excelente a muy buena
GC	A-2	40.0	Excelente a muy buena
GP	A-1,A-2	30.0 @ 40.0	Excelente a muy buena
GM	A-2	30.0 @ 40.0	Excelente a muy buena
SW	A-2,A-3	20.0 @ 40.0	Muy buena
SP	A-2,A-3	20.0 @ 30.0	Buena
SC	A-3	15.0 @ 30.0	Buena a Regular
SM	A-5,A-6,A-7	15.0 @ 30.0	Buena a Regular
ML	A-4	5.0 @ 15.0	Regular a Pobre
CL	A-5,A-6,A-7	5.0 @ 15.0	Regular a Pobre
OL	A-6,A-7	5.0 @ 10.0	Pobre
MH	A-5	5.0 @ 10.0	Pobre
CH	A-6,A-7	5.0	Muy Pobre
OH	A-7	5.0	Muy Pobre

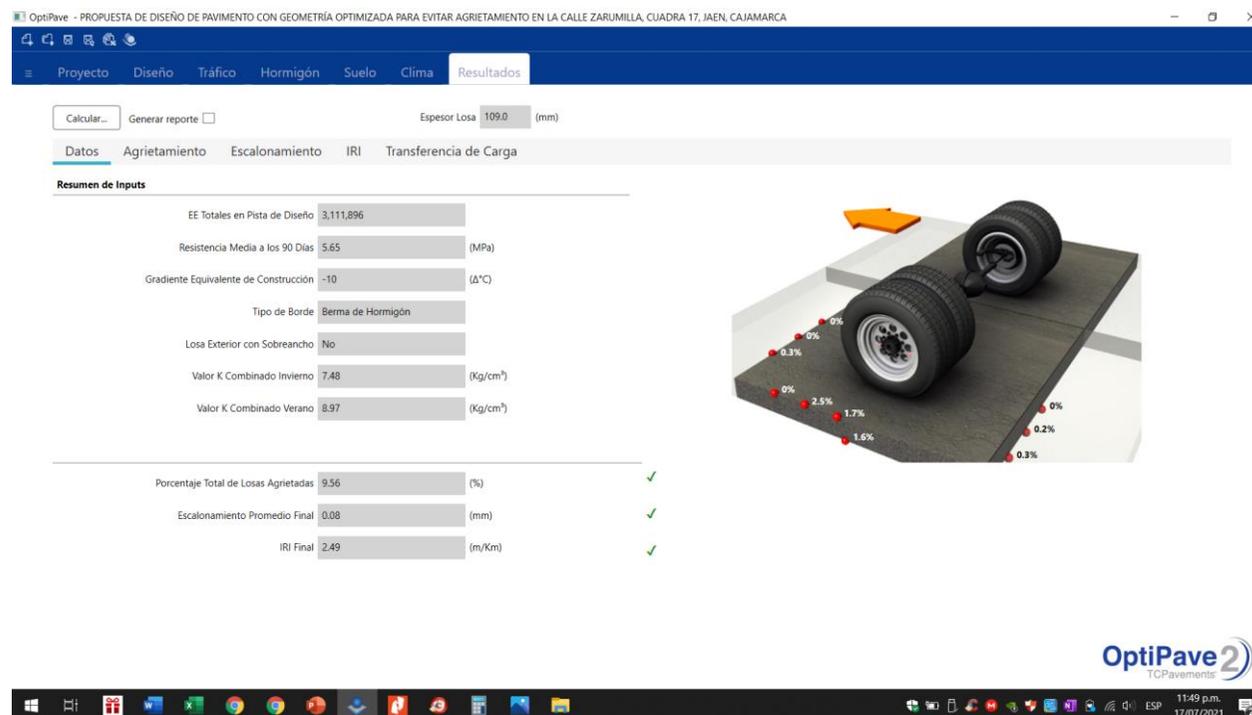
Fuente: Estudio de suelos.

Interpretación: Determinando la Capacidad de Soporte del Terreno de Fundación; se tiene en mayor proporción una Calidad de Sub Rasante muy buena.

En la clasificación de Material para excavación, se tiene un Terreno Normal o Suelo Suelto. Por lo tanto, las varillas de acero y la cimentación del proyecto serán recubiertas usando el Cemento Portland Tipo I.

4.3. Realizar el diseño del pavimento con el software OptiPave 2, tenemos como resultados calculados:

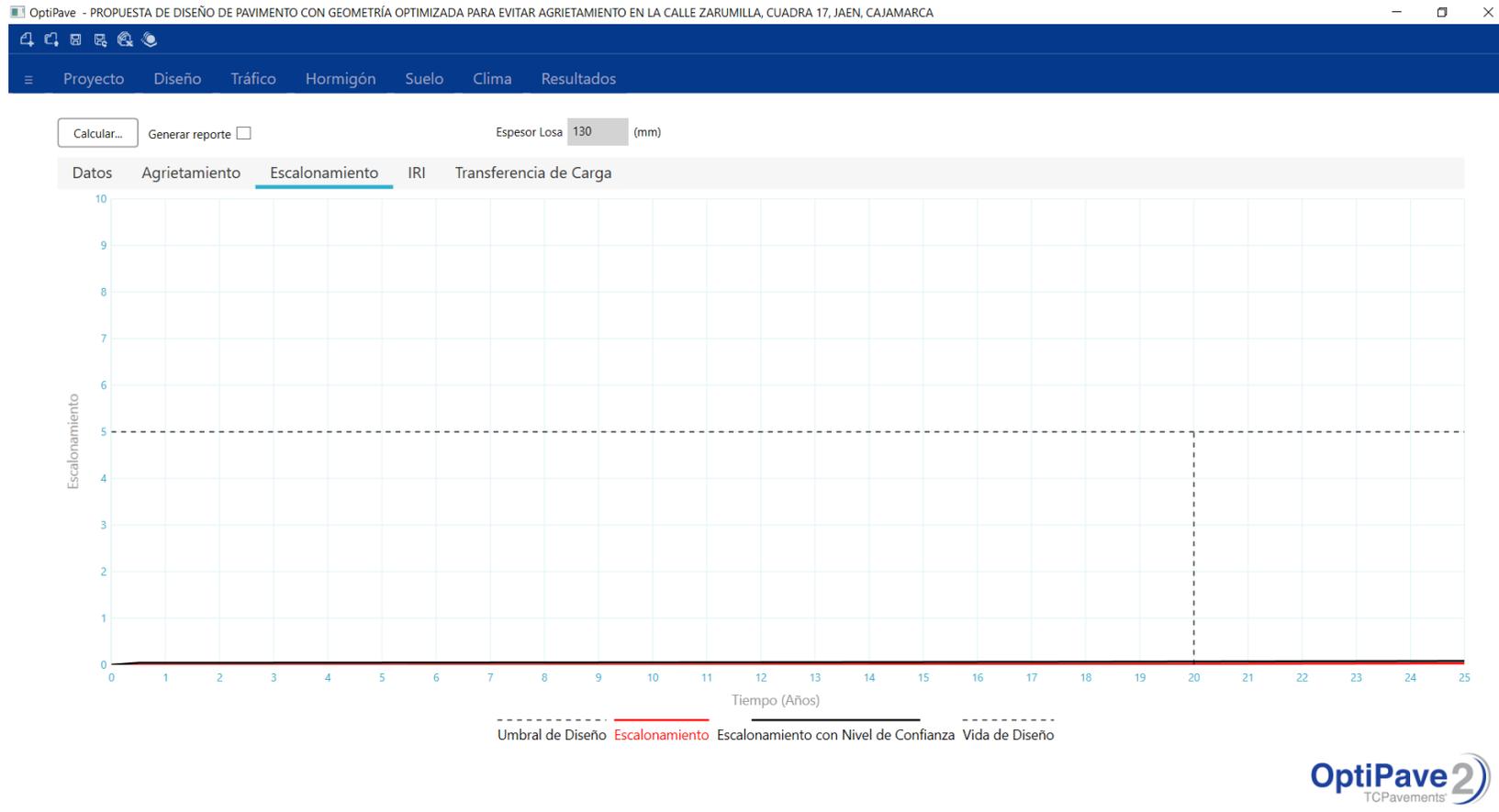
Figura 7. Resultados calculados correspondiente a los datos del pavimento de geometría optimizada



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: De acuerdo a los parámetros ingresados al software, obtuvimos como resultados calculados correspondientes a los datos del pavimento de geometría optimizada para una vida de diseño de veinte años con un largo de losa de 1.75 m; espesor de losa: 109 mm, un porcentaje de losa agrietada: 9.56 % al finalizar la vida útil del pavimento, un escalonamiento: 0.08 mm y un IRI: 2.49 m/km.

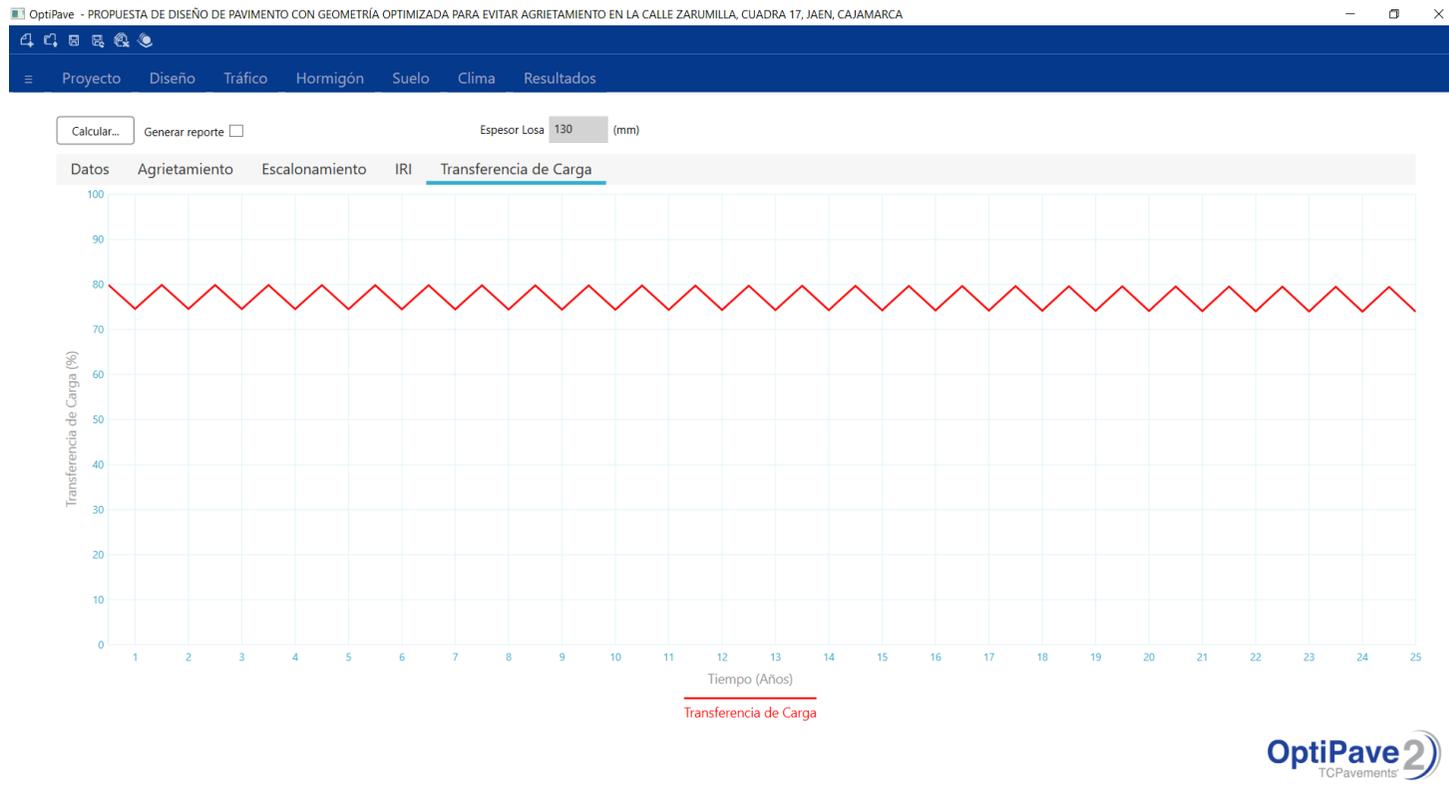
Figura 8. Resultados calculados correspondiente al escalonamiento



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Los resultados calculados correspondientes al escalonamiento promedio final de las losas del pavimento es de 0.08mm. Siendo el umbral máximo de diseño de 5mm.

Figura 9. Resultados calculados correspondientes a la transferencia de carga

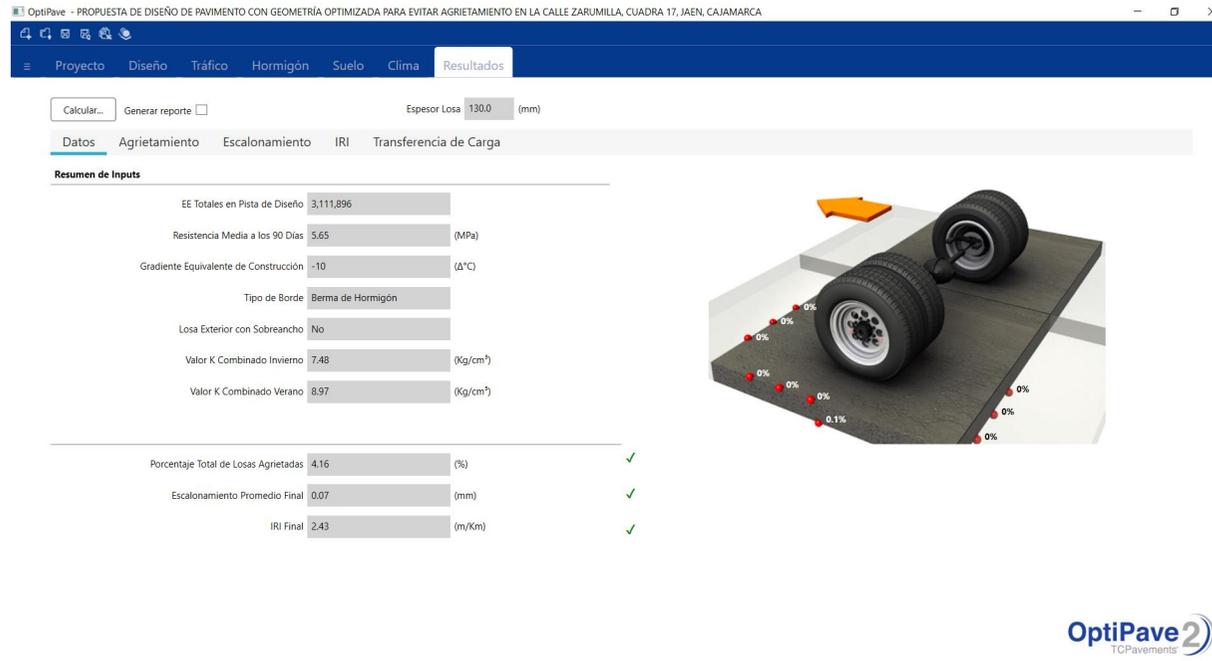


Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Los resultados calculados correspondientes a la transferencia de carga es uniforme en las losas de concreto hasta el final de su vida útil.

Siendo los **resultados propuestos**:

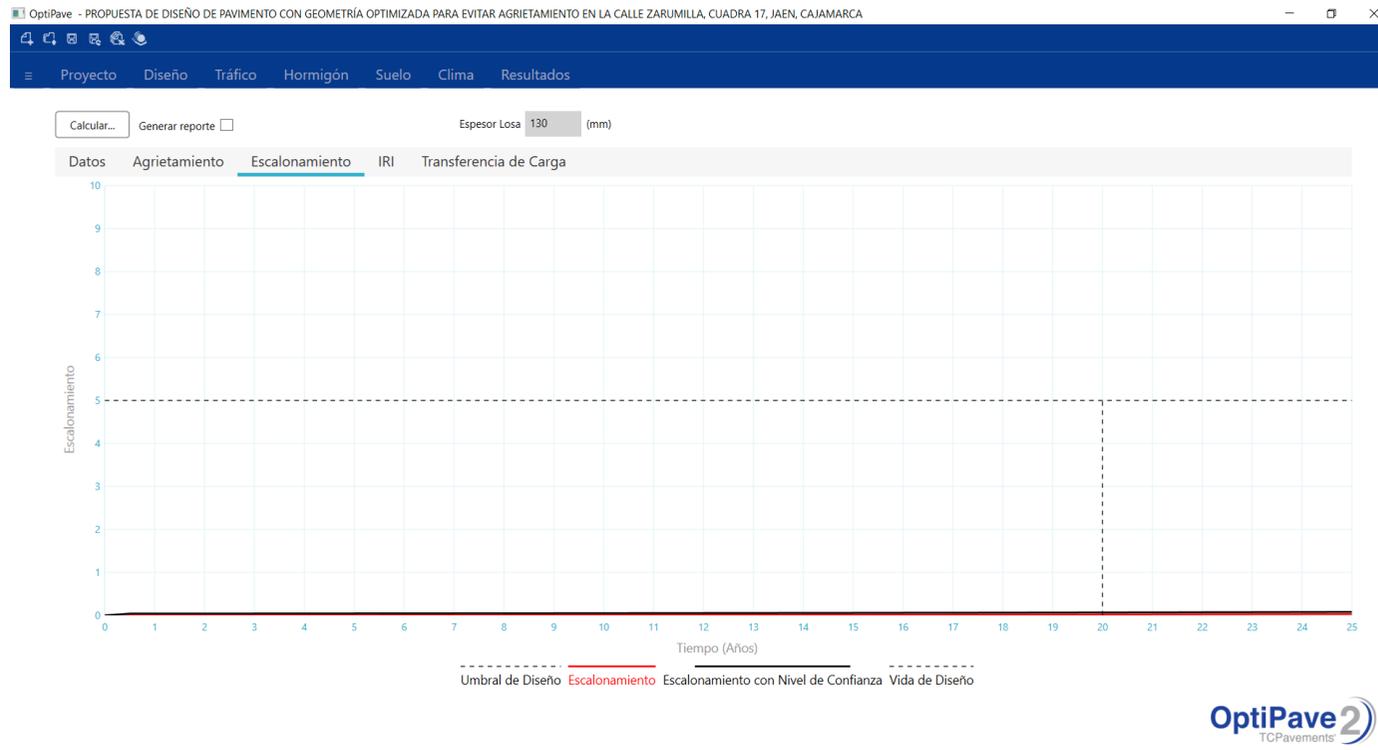
Figura 10. Resultados propuestos correspondientes a los datos del pavimento de geometría optimizada



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Obtuvimos como resultados propuestos correspondientes a los datos del pavimento de geometría optimizada para una vida de diseño de veinte años con un largo de losa de 1.75 m; espesor de losa: 130 mm, un porcentaje de losa agrietada: 4.16 % al finalizar la vida útil del pavimento, un escalonamiento: 0.07 mm y un IRI: 2.44 m/km.

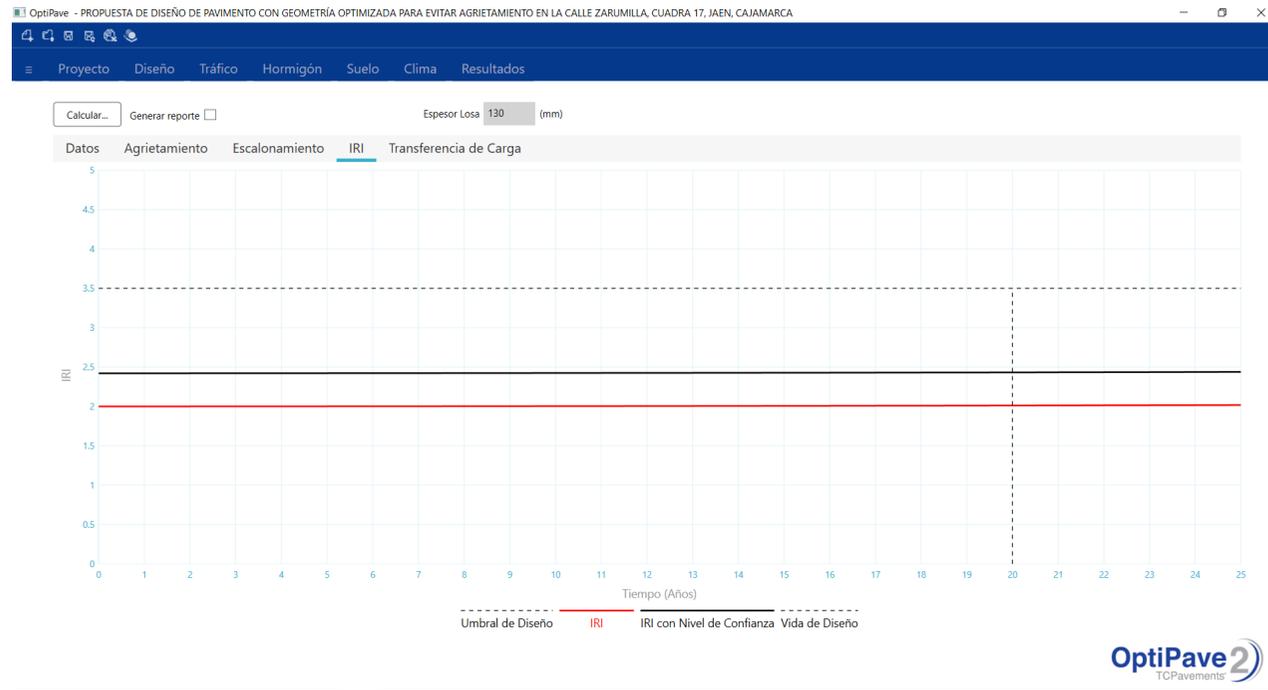
Figura 11. Resultados propuestos correspondientes al escalonamiento



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Obtuvimos como resultados propuestos correspondientes al escalonamiento, que el promedio final de las losas del pavimento es de 0.07mm. Siendo el umbral de diseño de 5mm.

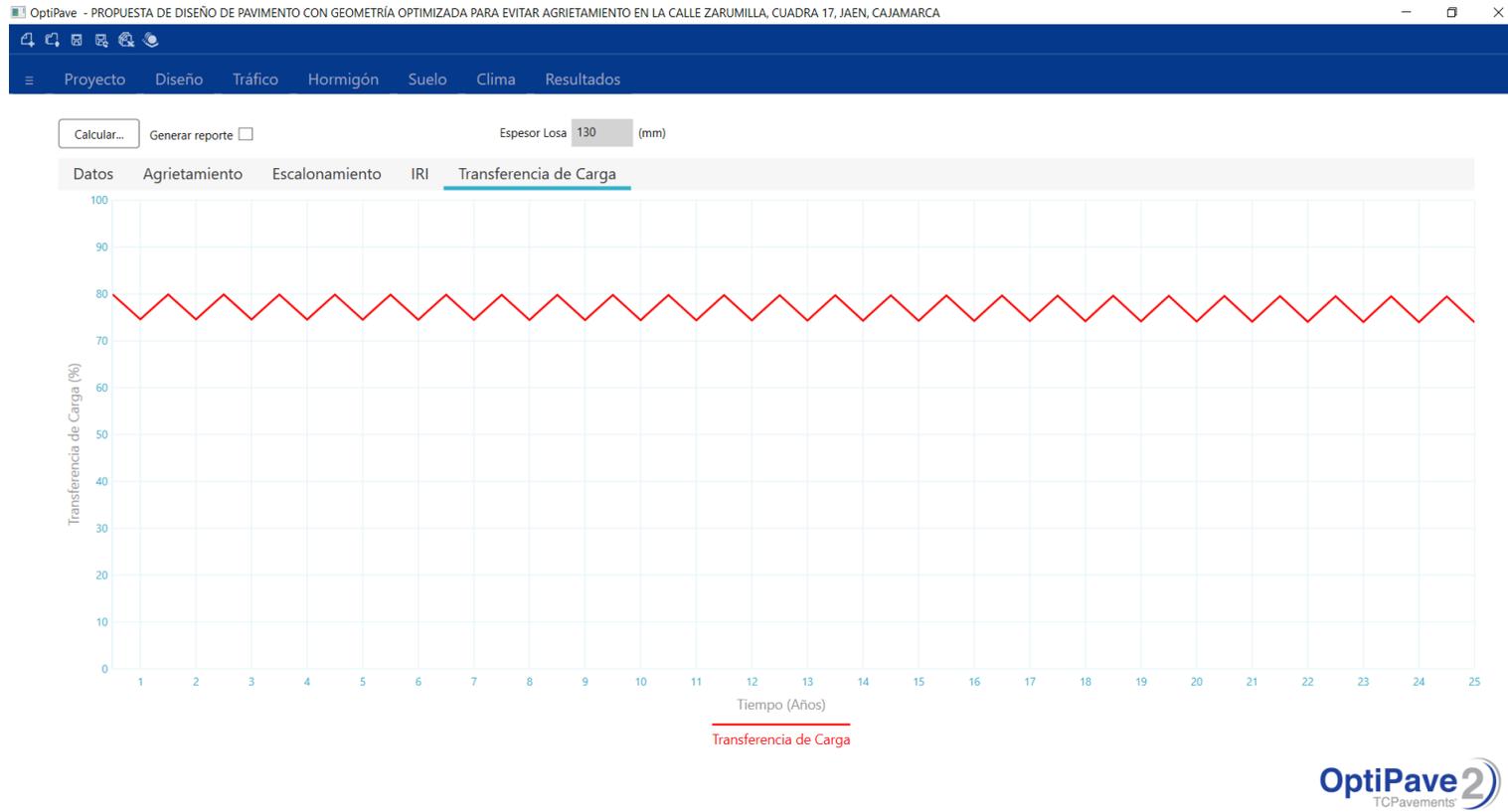
Figura 12. Resultados propuestos correspondientes al IRI inicial



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Obtuvimos como resultados propuestos con un IRI inicial de 2m/km a la puesta del pavimento al tráfico y un umbral máximo admisible de diseño de 3.5 m/km al término de su vida útil el diseño tiene un resultado muy favorable, llegándose a obtener 2.43 m/km de IRI.

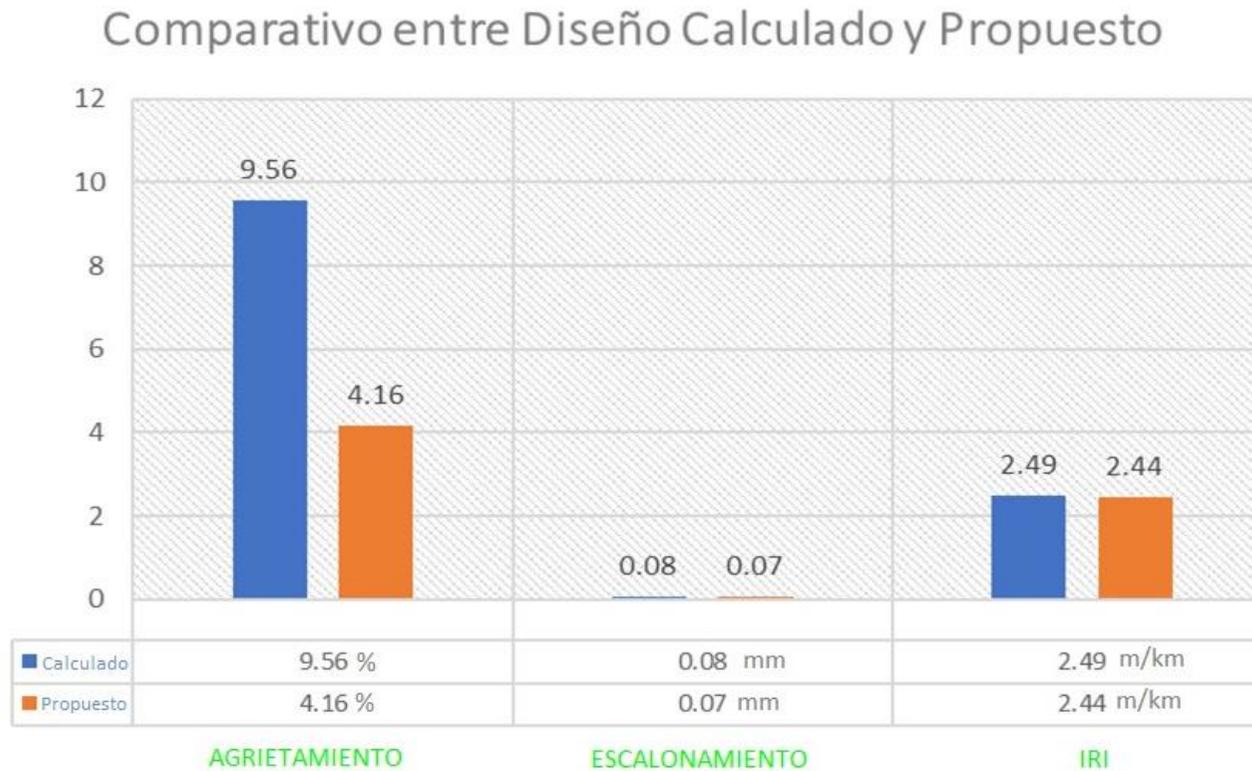
Figura 13. Resultados propuestos correspondientes a la transferencia de carga



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Obtuvimos como resultados propuestos correspondientes a las transferencia de carga, que es uniforme en las losas de concreto hasta el final de su vida útil.

Figura 14. Gráfico comparativo entre diseño calculado y propuesto

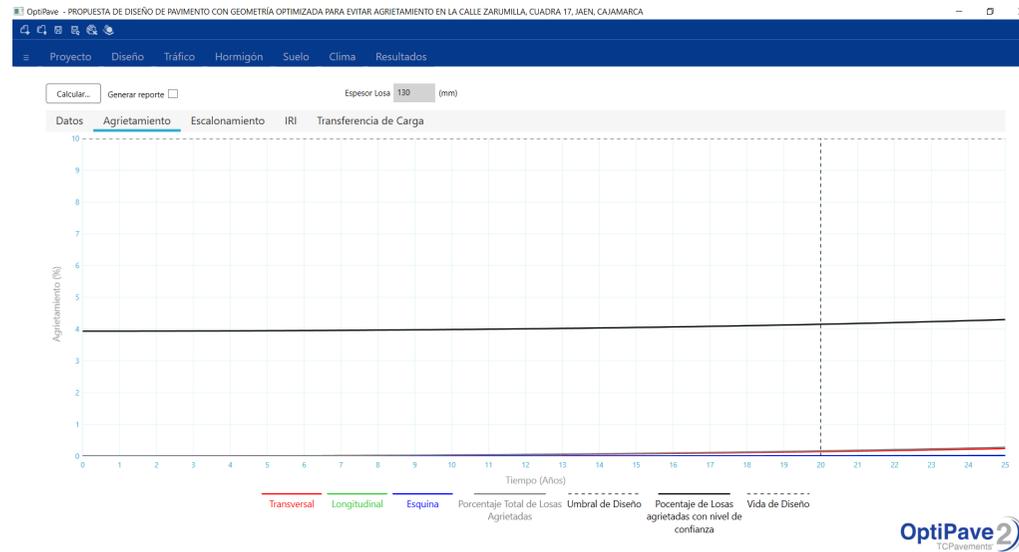


Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: De la comparación entre el diseño calculado y propuesto tenemos que el agrietamiento calculado fue de 9.56% y el propuesto 4.16%, el escalonamiento calculado fue de 0.08 mm y el propuesto 0.07 mm, el IRI calculado fue de 2.49 m/km y el propuesto de 2.44 m/km.

4.4. Determinar la probable falla por agrietamiento del pavimento, con el software OptiPave 2, siendo sus resultados propuestos:

Figura 15. Resultados propuestos correspondientes a la probable falla por agrietamiento



Fuente: Resultados del software OptiPave 2.

Interpretación: Se obtuvo un Total de Losas Agrietadas de 4.16% con un Umbral Máximo de Diseño de 10%. Las Grietas Transversales se originan en la parte inferior de la losa con 0.1%, no originándose en la parte superior, lo cual no afecta al diseño del pavimento. Las Grietas Longitudinales no se originan, tanto en la parte superior como en la parte inferior de la losa. Con respecto a las Grietas de Esquina se observa que el porcentaje de agrietamiento es igual a cero.

V. DISCUSIÓN

En relación a los estudios de tráfico vial, tenemos que: El IMD Anual obtenido es de 710 vehículos, el porcentaje de vehículos livianos representa el 99.43 % conformado por motos lineales, moto taxis, autos, pick up y camionetas rurales. El porcentaje de vehículos pesados representa el 0.57 % constituido por camiones 2E, la cantidad de ejes equivalentes es de 3'111,896.00 según nuestro estudio de tráfico realizado. Los autores Delgado y Rivera (2018, p. 27) en sus estudios de tráfico encontraron para un espectro de tráfico típico residencial un promedio de camiones por día de 69, una tasa de incremento de circulación vial de 3,0% por año, con una distribución direccional de 50% y con una distribución de carril de diseño de 100%. Con un promedio de camiones por día en el carril de diseño durante la vida útil de 46 y con un total de camiones en carril de diseño durante la vida útil de 338,597; la información precedente tuvo su origen en: Buses con un tráfico diario de 12, tasa de crecimiento anual de 3%, factor de proyección de 1.3, para un tránsito diseño de 20 años 56490; camión C2 con un tráfico diario de 11, tasa de crecimiento anual de 3%, factor de proyección de 1.3, para un tránsito diseño de 20 años 52195; camión C3 con un tráfico diario de 46, tasa de crecimiento anual de 3%, factor de proyección de 1.3, para un tránsito diseño de 20 años 218270. Díaz y Hoyos (2019, p. 35) hallaron con el método AASHTO para un periodo de diseño de veinte años: Circulación vial 420067.15 EE, factor de sentido (Fs): 0.50, Factor Carril (Fe): 0.80, Confiabilidad (Ro/o): 90%, error estándar combinado (So): 0.35, servicialidad (O PSI): 2.5. Gómez y Rivero (2019, p. 60) encontraron en su estudio de tráfico, con un planteamiento de un porcentaje de crecimiento del 4%: Clasificación del tráfico según la American Concrete Pavement Association (ACPA) como Streetpave Minor Arterial, siendo tipo de vía colectora con IMD de 1824 vehículos por día y una desviación estándar por defecto de distribución lateral de tráfico sería de 205mm. Y con un número de ejes equivalentes de 5'416,298.510. Mendoza (2015, p. 84) obtuvo en la distribución porcentual del conteo vehicular por tipo de vehículo: Automóvil 30%, camioneta 20%, camioneta rural en un porcentaje de seis punto sesenta y siete, micros B2 30%, buses grandes B3-1 0% camión 2E 10% y camión 3E 3.33%. Pari (2019, p. 49) obtuvo como resultados diarios: Automóvil 46%,

estacion 12%, camionetas picks ups 8%, camionetas paneles 2%, camionetas rurales 14%, camiones 2E 12% y camiones de 3E 5%, resultando en un IMD de 36 vehículos mixtos por día, se estimó un canon de aumento anualizado en el porcentaje de cuatro punto siete. Sánchez (2014, p. 186) obtuvo los siguientes resultados: Autos 39%, pick ups 12%, microbuses 10%, buses 13%, C2 7%, C3 6%, T2-S2 5%, T3-S2 4%, T3-S3 4%, teniendo como total de vehículos 12734. Los resultados de Tapia y Muñoz (2020, p. 19) fueron: Tasa de crecimiento vehicular de 2.5% con un factor de crecimiento del 25.54%, el tiempo estimado del ESAL es de 20 años.

Acerca de los estudios de mecánica de suelos, tenemos: Ausencia de napa freática en la calicata, y ausencia de filtración a 1.60 m, el perfil estratigráfico presenta suelos clasificados, según el sistema de clasificación S. U. C. S. como material tipo I: Arena Arcillosa con Grava (SC), clasificación AASHTO = A – 2 – 4, se obtuvo un resultado del CBR al 95% = 15.10 y al 100% = 32.10, determinando la Capacidad de Soporte del Terreno de Fundación; se tiene en mayor proporción una Calidad de Sub Rasante muy buena, en la clasificación de Material para excavación, se tiene un Terreno Normal o Suelo Suelto, por lo tanto, las varillas de acero y la cimentación del proyecto serán recubiertas usando el Cemento Portland Tipo I. Gómez y Rivero (2019, p. 3) en sus estudios determinaron que es un suelo que contiene grava, arena, limos, obteniendo un CBR de diseño de 58.43%. Pari (2019, p. 118) en los ensayos de la sub rasante tuvo como resultados: El promedio de contenido de humedad en C1 a una profundidad de 0.85-1.55 fue de 19.46%, en C2 a una profundidad de 0.80-1.55 fue de 29.73%, en C2 a una profundidad de 0.85-1.55 fue de 19.46%, en C2 a una profundidad de 0.85-1.55 fue de 25.34%; según el análisis granulométrico por tamizado el % de grava es 3.74%, de arena es 78.54% y % que pasa el tamiz 200 es 17.72%; Tapia y Muñoz (2020, p.20) encontraron un territorio de greda de baja flexibilidad, CBR de 95%, siendo un suelo regular; Santa Cruz (2018, p. 75) encontró una humedad de entre 8.06% y 26.98% siendo suelos arcillosos de baja humedad en las 18 calicatas del estudio realizado. Isidro y Cañi (2017, p. 61) encontraron en sus estudios de suelos típicos a 3m de profundidad se observa grumos de arena

de hasta 2", limo y sales que según la clasificación SUCS es arena limosa (SM) no plástica.

Referente al diseño del pavimento con el software OptiPave 2, tenemos como resultados calculados: Correspondiente a los datos del pavimento de geometría optimizada para una vida de diseño de veinte años con un largo de losa de 1.75 m; espesor de losa: 109 mm, un porcentaje de losa agrietada: 9.56 % al finalizar la vida útil del pavimento, un escalonamiento: 0.08 mm y un IRI: 2.49 m/km. El escalonamiento promedio final de las losas del pavimento es de 0.08mm. Siendo el umbral máximo de diseño de 5mm. Con un IRI inicial de 2m/km a la puesta del pavimento al tráfico y un umbral máximo admisible de diseño de 3.5 m/km al término de su vida útil, el diseño tiene un resultado muy favorable, llegándose a obtener 2.49 m/km de IRI. La transferencia de carga es uniforme en las losas de concreto hasta el final de su vida útil.

Siendo los resultados propuestos: Correspondiente a los datos del pavimento de geometría optimizada para una vida de diseño de veinte años con un largo de losa de 1.75 m; espesor de losa: 130 mm, un porcentaje de losa agrietada: 4.16 % al finalizar la vida útil del pavimento, un escalonamiento: 0.07 mm y un IRI: 2.44 m/km. El escalonamiento promedio final de las losas del pavimento es de 0.07mm. Siendo el umbral de diseño de 5mm. Con un IRI inicial de 2m/km a la puesta del pavimento al tráfico y un umbral máximo admisible de diseño de 3.5 m/km al término de su vida útil el diseño tiene un resultado muy favorable, llegándose a obtener 2.43 m/km de IRI. La transferencia de carga es uniforme en las losas de concreto hasta el final de su vida útil.

Guzmán y Soncco (2014, p. 73) obtuvieron como resultados: El espesor determinado por el programa OptiPave fue de 10cm, siendo las dimensiones óptimas de las losas de 1.65x1.75. Cruz y Jurado (2019, p. 136), asumieron un resultado final de 12.0 cm siendo la disminución del espesor del pavimento 17.01% aproximadamente, en escalonamiento el valor del diseño con reforzamiento con fibras de acero es 0.065 cm y con el valor sin reforzamiento sin fibras de acero es 0.075 cm, la transferencia de cargas es óptima en ambos casos. Para Gonzales y Núñez (2020, p. 153) en contraste las metodologías AASHTO 93 y PCA 84 con la geometría optimizada se optimizan recursos de mano de obra 15.27%, 22.04%, demostrando así ser más favorable. Albino y

Enciso (2020, p. 23) obtuvieron los siguientes resultados con el mismo software de diseño: Espesor de losa de 17cm, largo 1,80 m y ancho 1.80 m. Sanhueza (2016, p.184) Obtuvo como resultados del programa: Espesor de losa de 238 mm, EE totales en pista de diseño 100.000.000, resistencia media los 90 días 6,42. Gradiente equivalente de construcción -10 °C, tipo de borde, berma granular / asfáltica, losa exterior con sobrecancho sí, valor K combinado para verano 10,76 y para invierno 8,96 kg/cm³, porcentaje total de losas agrietadas 7%, IRI final 3,99 m/km. Finalmente, sobre la probable falla por agrietamiento del pavimento, con el software OptiPave 2: Se obtuvo un Total de Losas Agrietadas de 4.16% con un Umbral Máximo de Diseño de 10%. Las Grietas Transversales se originan en la parte inferior de la losa con 0.1%, no originándose en la parte superior, lo cual no afecta al diseño del pavimento. Las Grietas Longitudinales no se originan, tanto en la parte superior como en la parte inferior de la losa. Con respecto a las Grietas de Esquina se observa que el porcentaje de agrietamiento es igual a cero. Según Covarrubias (2012, p. 196) con losas cortas de entre 1,4 y 2,5 m se vio reducida considerablemente la tensión máxima, por lo que con este método los espesores pueden llegar a 8 cm soportando un tránsito de camiones bajo, esto sobre base granular, evitando así el agrietamiento. Mientras que Ordoñez (2015, p. 18) apela a la casuística para validar el nulo o mínimo agrietamiento producido en pavimentos diseñados con geometría optimizada citando a la carretera Rio Blanco – Puerto Cabezas en Nicaragua en el periodo de uso entre los años 2008 y 2012 donde aunque hubo losas fisuradas requiriendo mantenimiento rutinario consistente en sello de fisuras, el reemplazo total de losas agrietadas no superó el 5%, mostrando aceptable comportamiento estructural y estabilidad del pavimento. Vásquez y Prado (2016, p. 54, 62, 69) el índice de las condiciones del pavimento (PCI) en el tramo uno es el siguiente: Grieta lineal 27.27%, con daño medio, grieta lineal 4.55% con daño bajo, descascamiento de junta 4.55%, desconchamiento 31.82%, grieta de esquina 9.08%, retracción 22.73%. En el tramo dos: Grieta de esquina 8%, grieta lineal 4%, escala 4%, desconchamiento 36% y retracción 32%. En el tramo tres: Grieta lineal 20.83%, escala 4.17%, desconchamiento 45.83%, retracción 25% y descascamiento de esquina 4.17%.

VI. CONCLUSIONES

6.1 Según el objetivo que buscaba determinar la probable falla por agrietamiento del pavimento, con el software OptiPave 2, concluimos: Se obtuvo un Total de Losas Agrietadas de 4.45% con un Umbral Máximo de Diseño de 10%. Las Grietas Transversales se originan en la parte inferior de la losa con 0.1%, no originándose en la parte superior, lo cual no afecta al diseño del pavimento. Las Grietas Longitudinales no se originan, tanto en la parte superior como en la parte inferior de la losa. Con respecto a las Grietas de Esquina se observa que el porcentaje de agrietamiento es igual a cero.

6.2 La hipótesis general que se planteó fue: El pavimento con Geometría Optimizada evitará el agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca; teniendo como conclusión la aceptación de esta hipótesis dado que así lo determinan los resultados de los estudios antes señalados, además de los resultados del software, tanto para los resultados calculados como para los resultados propuestos para el diseño del pavimento, como para la determinación de la probable falla por agrietamiento.

VII. RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta un buen estudio de tráfico vial para determinar un número de EE más aproximado a la realidad.
- A las autoridades del Gobierno Regional de Cajamarca se recomienda tomar en cuenta el método de diseño de pavimento con geometría optimizada (TCP) en la gestión y administración de la infraestructura de la red vial; específicamente en los aspectos técnicos como la planificación y estudios a nivel de las vías urbanas y de evitamiento.
- A las autoridades de la Municipalidad Provincial de Jaén, considerar en el mantenimiento vial al método de diseño de pavimento con geometría optimizada (TCP) en la administración de la infraestructura de la red vial de su ámbito territorial.
- A las autoridades de la Municipalidad Provincial de Jaén hacer una buena gestión del tránsito vehicular según tipo de vehículos o camiones (2E o 3E) para mantener la funcionalidad del pavimento.
- A las autoridades de las instituciones de formación superior de la provincia de Jaén, sobre la malla curricular de formación de futuros ingenieros fomentar el empleo de métodos alternativos para el diseño de pavimento, además de los convencionales; esto a fin de optimizar costos y recursos; sobre todo el método de geometría optimizada.
- Que se continúe con la investigación de pavimentos con geometría optimizada, ya que en la actualidad en nuestro país no existe mucha investigación acerca de este tipo de diseño.

REFERENCIAS

- ALBINO Machuca, Kevin y ENCISO Hidalgo, Marcela. Rehabilitación de pavimentos flexibles mediante sistema whitetopping con Losas Cortas de Geometría Optimizada en la Av. La Unión – Manchay, 2020. (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo. Lima, 2020. 114 pp.
- ANAYA Palacio, Juan. Evaluación de la carpeta de rodadura en pavimentos hidráulicos, por medio del cambio de geometría convencional a losas cortas, aplicadas en las vías del área metropolitana de la ciudad de Santa Marta D.T.C.H con base en los diseños empleados en los países de Chile, Colombia y Perú entre los años 2015-2020. (Título de Ingeniero Civil). Santa Marta: Universidad Cooperativa de Colombia, 2020. 45 pp.
- ASENJO Cajusol, Donald. Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida Mariscal Castilla, mediante la metodología del PCI – Jaén 2016. (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017. 205 pp.
- AYA Guillén, Jean. Estudio de suelos con fines de cimentación en las Asociaciones de Vivienda San Cristóbal, San Juan Bosco y San Fernando del Sector VII del Distrito Alto de la Alianza – Región Tacna. (Título de Ingeniero Civil). Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2015. 259 pp.
- COGOLLO Forero, María y SILVA Bernal, Angie. Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas. (Título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018. 57 pp.
- COVARRUBIAS, Juan. Diseño de losas de hormigón con geometría optimizada. Revista Ingeniería de Construcción [en línea]. 11 de setiembre de 2012, n.º 3. [Fecha de consulta: 03 de marzo de 2021]. Disponible en: www.ricuc.cl

- CRUZ Boza, Juan y JURADO Martínez, Daker. Influencia de las fibras de acero en el diseño del concreto para la optimización del espesor en pavimentos de losas cortas (TCP) en la ciudad de Huancavelica. (Título de Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2019. 191 pp.
- DELGADO Andrade, César y RIVERA De la Cruz, Livingston. Propuesta de diseño de pavimento rígido de la vía Virgen de Fátima-Naranjal (Km 11) – Taura. (Título de Ingeniero Civil). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2018. 98 pp.
- DÍAZ Zamora, Keyla y HOYOS Fernández, Tito. Comparación técnico y económico de pavimentos optimizados (TCP) y pavimentos rígidos (AASHTO 93), de acuerdo con las condiciones locales de Jaén. (Título de Ingeniero Civil). Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2019. 115 pp.
- GÓMEZ Benites, Wilmer y RIVERO Avila, Bryan. Análisis comparativo del diseño de pavimento rígido de losa corta y el pavimento rígido tradicional en la zona El Trópico, distrito de Huanchaco, Trujillo- La Libertad. (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019. 157 pp.
- GOBIERNO Regional de Piura. Memoria de cálculo de pavimentos. Mejoramiento de a Av. Sánchez Cerro tramo Av. Gullman- Av. Chulucanas – Distrito de Piura – Provincia de Piura – Piura, Perú, 2018. 64 pp.
- GUERRERO Sánchez, Antony y HOYOS Muñoz, Ledis. Influencia del material fino que pasa por el tamiz N°200 (74 μ m) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. (Título de Ingeniero Civil). Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2018. 118 pp.
- GONZALES Apaza, Randy y NÚÑEZ Ccama, Saúl. Optimización de recursos en el diseño y construcción de pistas y veredas, aplicando la metodología de Losas Cortas en la ciudad de Puno. (Título de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2020. 157 pp.

- GRANDA, Carol. Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco – 2018. (Título de Ingeniero Civil). Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019. 160 pp.
- GUZMÁN Ariste, Jhon y SONCCO Bendezú, Alex. Aplicación de la tecnología de pavimento TCP en el Barrio de Santa Rosa, distrito de Lircay – Angaraes. (Título de Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014. 152 pp.
- HERNÁNDEZ, Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ, Collado, Carlos, BAPTISTA, Lucio, Pilar. Metodología de la investigación. 6ta Edición. México: Mc Graw Hill, 2014. 634 pp.
ISBN: 9781456223960
- ISIDRO Mamani, Adaluz y CAÑI Nina, Alex. Determinación de las propiedades físico-mecánicas del suelo de la zona de Piedra Blanca – Asociación El Centinela, distrito de Calana, Departamento de Tacna. (Título de Ingeniero Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2017. 69 pp.
- LAVADO Pisco, Raúl. Innovación tecnológica en la construcción de pavimentos rígidos con utilización del Método Losas Cortas en la av. 26 noviembre, VMT 2018. (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2018. 201 pp.
- LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. Centro de Investigaciones en Mecatrónica y Sistemas Interactivos. Revista Cienciamérica [en línea]. Diciembre 2014. n.º 3. [Fecha de consulta 2 de marzo de 2021]. Disponible en <http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/32>
ISSN: 1390-9592
- MENDOZA García, Hamilton. Evaluación del diseño de losas cortas (TCP) en pavimentos según tensiones. (Título de Ingeniero Civil). Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2015. 210 pp.
- MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010. Perú, 2010. 75 pp.

- PÁEZ Fajardo, María y SALAZAR Ortega, Borys. Diseño de Pavimento Industrial para un Patio de Contenedores del Grupo TransEstiba. (Título de Ingeniero Civil). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2018. 77 pp.
- PARI Mamani, Jenrry. Aplicación de la metodología de losa con geometría optimizada en diseño de pavimento rígido en el centro poblado de Jayllihuaya – Puno. (Título de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2019. 165 pp.
- PEREDA Huamán, Cinthia. Índice de condición de pavimento de la carretera Cajamarca – La Colpa. (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014. 192 pp.
- RAMÍREZ Carrasco, Herver. Análisis patológico de las losas de concreto, alrededor del tanque elevado y de la zona de juegos de ciencia-recreación del Parque Infantil Miguel Cortez de la ciudad de Piura – septiembre 2015. (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2015. 106 pp.
- SÁNCHEZ Montenegro, Cynthia. Incidencia de las patologías del concreto en la obtención del índice de integridad funcional y estructural del pavimento rígido de la Av. San Martín de Porres, entre la Av. Atahualpa y Jr. Los Geranios, de la ciudad de Cajamarca. (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. 184 pp.
- SÁNCHEZ Campos, Pablo. Método de diseño de losas de dimensiones superficiales optimizadas, en pavimentos de concreto hidráulico. (Título de Ingeniero Civil). San Salvador: Universidad de El Salvador, 2014. 223 pp.
- SANTA CRUZ Perales, Dennis. Zonificación de la capacidad portante del suelo de la localidad de Soritor del distrito de Soritor – Provincia de Moyobamba – Región San Martín. (Título de Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín, 2018. 135 pp.
- SANHUEZA Mejías, Carlos. Aplicación del análisis del costo del ciclo de vida es la toma de decisiones para la selección del tipo de pavimento en Chile. (Título de Ingeniero Civil). Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María, 2016. 205 pp.

- TAPIA Ramírez, Jorge y MUÑOZ Curihuaman, Juan. Diseño de la ampliación de infraestructura vial y peatonal para transitabilidad en el sector Nor Oriente, Jaén, Cajamarca – 2018. (Título de Ingeniero Civil). Jaén: Universidad César Vallejo, 2020. 158 pp.
- VÁSQUEZ D'azevedo, Piero y PRADO Escudero, Joy. Patología del pavimento rígido en la calle Pablo Rosell en el año 2016. (Título de Ingeniero Civil). Iquitos: Universidad Científica del Perú, 2016. 108 pp.
- ZEVALLOS Gamarra, Rafael. Identificación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017. (Título de Ingeniero Civil). Barranca: Universidad César Vallejo, 2018. 102 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de las Variables

Tabla 1. Matriz de Operacionalización de Variables, Variable Independiente.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala De Medición
Variable independiente: Diseño de pavimento con geometría optimizada.	Es el diseño de pavimentos de concreto hidráulico también denominado losas cortas, modificándose la geometría de las losas en tamaño y espesor para lograr similares esfuerzos en tracción decreciendo así los esfuerzos y el espesor de la losa. (Anaya, 2020: 13)	Es el diseño de pavimento con geometría optimizada teniendo en cuenta: Parámetros del diseño, análisis estructural y el comportamiento estructural. (Sánchez, 2014: 72-182)	Diseño de la estructura del pavimento (Diseño TCP)	Propiedades de la losa	De razón
				Propiedades de la base	
				Propiedades de barras de amarre	
				Condiciones climáticas	
			Análisis estructural	Criterios del comportamiento	De razón
				Posición de carga (M)	
				Condición de alabeo (N)	
				Condición de carga (P)	
			Comportamiento estructural	Tipo de eje (q)	De intervalo
				Agrietamiento longitudinal	
				Agrietamiento transversal	
				Rugosidad o regularidad internacional (IRI)	
				Escalonamiento	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Matriz de Operacionalización de Variables, Variable Dependiente

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala De Medición
Variable dependiente: Agrietamiento del pavimento.	Son las fallas que se presentan en el pavimento que pueden tener como origen el factor tránsito, las características físico mecánicas de las capas de su estructura, naturaleza del terreno de apoyo o sub rasante. (Montejo, 2006. Citado por Vásquez y Prado, 2016: 29) Esto también se produce principalmente en diseños con métodos tradicionales, por la carga generada por los vehículos que se concentra en toda la losa, mientras que con el método TCP ésta carga se distribuye en todas las losas.	Es la verificación del comportamiento estructural del pavimento además de los factores intervinientes. (Vásquez y Prado, 2016: 29).	Mecanismos de falla de un pavimento (GRP, 2018: 9)	Agrietamiento longitudinal	De Intervalo y de razón
				Agrietamiento transversal en el tercio central de la losa	
				Agrietamiento en la esquina	
				Rugosidad o regularidad internacional (IRI)	
				Escalonamiento	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de consistencia

Tabla 1. Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<p>¿Cuál será la Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para evitar Agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca?</p>	<p>Objetivo general: Proponer el diseño de pavimento con Geometría Optimizada para evitar agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Realizar los estudios de tráfico vial.</p> <p>b) Ejecutar los estudios de mecánica de suelos.</p> <p>c) Realizar el diseño del pavimento con el software OptiPave 2.</p> <p>d) Determinar la probable falla por agrietamiento del pavimento, con el software OptiPave 2.</p>	<p>El pavimento con Geometría Optimizada evitará el agrietamiento en la calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca.</p>	<p>Tipo y diseño: el tipo es aplicada y el diseño es de no experimentación transversal descriptivo con correlación causal.</p> <p>Población: Infraestructura vial del distrito de Jaén, Provincia de Jaén de la Región Cajamarca.</p> <p>Muestra: Calle Zarumilla Cuadra 17 del distrito de Jaén, Provincia de Jaén de la Región Cajamarca.</p> <p>Muestreo: Es una muestra no probabilística ya que no todos los integrantes de la población han tenido la misma oportunidad de ser seleccionados para participar en este estudio, no fue al azar, fue un proceso de toma de decisión por parte del investigador, ya que no todas las calles del distrito de Jaén presentan grietas; esto según Hernández, Fernández y Baptista (2014: 176)</p>

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada.	Es el diseño de pavimentos de concreto hidráulico de geometría optimizada, también denominado losas cortas, modificándose la geometría de las losas en tamaño y espesor para lograr similares esfuerzos en tracción decreciendo así los esfuerzos y el espesor de la losa. (Anaya, 2020: 13)	Es el diseño de pavimento con geometría optimizada teniendo en cuenta: Parámetros del diseño, análisis y comportamiento. (Sánchez, 2014: 72-182)	Parámetros del diseño	Propiedades de la losa	De razón
				Propiedades de la base	
				Propiedades de barras de amarre	
				Condiciones climáticas	
				Criterios del comportamiento	
			Análisis estructural	Posición de carga (M)	De razón
				Condición de alabeo (N)	
				Condición de carga (P)	
				Tipo de eje (q)	
			Comportamiento estructural	Agrietamiento longitudinal	De intervalo
				Agrietamiento transversal	
				Índice de rugosidad o regularidad internacional (IRI)	
				Servicialidad	
Escalonamiento					
Variable dependiente: Agrietamiento del Pavimento.	Son las fallas que se presentan en el pavimento que pueden tener como origen el factor tránsito, las características físico mecánicas de las capas de su estructura, naturaleza del terreno de apoyo o sub rasante. (Montejo, 2006. Citado por Vásquez y Prado, 2016: 29).	Es la verificación del comportamiento estructural del pavimento además de los factores intervinientes. (Vásquez y Prado, 2016: 29).	Comportamiento estructural	Agrietamiento longitudinal	De Intervalo y de razón
				Agrietamiento transversal	
				Índice de rugosidad o regularidad internacional (IRI)	
				Servicialidad	
				Escalonamiento	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Instrumentos de Recolección de Datos

Tabla 1. Instrumentos de Recolección de Datos

DIMENSIONES	INDICADOR	TÉCNICA E INSTRUMENTO
Parámetros del diseño	Propiedades de la losa	Software de diseño mecánico empírico OptiPave 2.
	Propiedades de la base	
	Propiedades de barras de amarre	
	Condiciones climáticas	
	Criterios del comportamiento	
Análisis estructural	Posición de carga (M)	
	Condición de alabeo (N)	
	Condición de carga (P)	
	Tipo de eje (q)	
Comportamiento estructural	Agrietamiento longitudinal	
	Agrietamiento transversal	
	Índice de rugosidad o regularidad internacional (IRI)	
	Servicialidad	
	Escalonamiento	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Estudio de Tráfico vial

ÍNDICE

ESTUDIO DE TRÁFICO

1. GENERALIDADES

2. OBJETIVOS

- 2.1. Objetivo General
- 2.2. Objetivos específicos

3. EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO EXISTENTE

4. METODOLOGIA EN EL DESARROLLO DEL ESTUDIO DE TRÁFICO

- 4.1. Recopilación de la Información
- 4.2. Análisis de la Información y obtención de Resultados

5. CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

- 5.1. Resultados Directos del Conteo Vehicular
- 5.2. Factores de Corrección Estacional
- 5.3. IMD Anual Tramo
- 5.4. Variación
- 5.5. Resumen del conteo

6. CONCLUSIONES

7. ANEXOS

ESTUDIO DE TRÁFICO

1. GENERALIDADES

La calle en estudio se encuentra ubicada en la de Provincia de Jaén, región de Cajamarca. Esta calle, dada su ubicación, permite el mejoramiento del transporte, vehicular y peatonal. Por esta vía en mayoría circulan vehículos livianos, así como: motos lineales, moto taxis, autos y camionetas, y en menor escala camiones tipo C2 en ambos sentidos.

El presente estudio de tráfico se realiza como parte del Proyecto de investigación denominado: **"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA 17, JAÉN, PERÚ"**

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

El objetivo del estudio es el de conocer las características actuales del flujo vehicular, así como; cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que se desplazan por la calle Zarumilla cuadra 17 específicamente, y sobre la base de la información obtenida en campo, analizar el tráfico existente y proyectar el tráfico futuro y los ejes equivalentes para uso de estos datos en el software de diseño.

2.2. Objetivos específicos

Obtener información de campo a través de las siguientes actividades:

- Conteo y clasificación vehicular del tránsito que circula en la calle en estudio.
- Procesar la información primaria obtenida en campo.
- Determinar el IMD Anual, sobre la base de los resultados del conteo y el factor de corrección estacional.
- Establecer la composición del tráfico vehicular.

3. EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO EXISTENTE

El tránsito vehicular existente en la Calle Zarumilla, ubicada en el Distrito de Jaén, Provincia Jaén - Cajamarca. Está compuesto en su mayoría por el paso de vehículos ligeros: Motos lineales, Moto taxis, Autos, camionetas y en menor escala camiones tipo C2.

El flujo vehicular en esta vía es principalmente de pasajeros que se movilizan en moto taxis, autos, que tienen sus horas variables por lo general en las mañanas, y el tránsito pesado es en menor escala.

4. METODOLOGIA EN EL DESARROLLO DEL ESTUDIO DE TRÁFICO

La metodología del trabajo de campo desarrollada en el presente estudio se basó en las observaciones realizadas en la zona de trabajo, durante el desarrollo de los trabajos de ingeniería básica y las recomendaciones del “Manual para Estudio de Tráfico”, dichos trabajos consistieron en conteos de tránsito vehicular.

El desarrollo normal del estudio contempla las siguientes etapas:

- Etapa de recopilación de la información.
- Etapa de tabulación de la información.
- Etapa de análisis de la información y obtención de resultados.

4.1. Recopilación de la Información

a. Trabajo de Gabinete.

Consistió en el diseño de los formatos para el conteo de tráfico, a ser utilizados en las estaciones de control preestablecidas en el trabajo de campo.

- Formato del Conteo Volumétrico de Tráfico.

Considera la identificación de los requisitos para la toma de información en las estaciones de control establecidas.

Tales requisitos son la estación de conteo, el tramo correspondiente, las características de los vehículos, la fecha y hora del conteo.

b. Trabajo de Campo.

El conteo volumétrico se realizó en 01 estación previamente identificada y seleccionada, durante un periodo de siete (07) días consecutivos de la semana y durante las 7.00 am hasta las 7.00 pm, horas en que se produce el tráfico crítico del día, desde el 24 hasta el 30 de mayo del 2017. El conteo se efectuó a todos los vehículos (en ambos sentidos), en forma simultánea y continua.

Para el siguiente estudio se han considerado dos estaciones que tiene la siguiente ubicación:

ESTACIÓN (E-01) – CALLE ZARUMILLA

4.2. Análisis de la Información y obtención de Resultados

Los conteos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la superficie de la calle en estudio, así como la composición vehicular, y variación diaria y horaria. Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo en índice Medio Diario Anual (IMD) se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{IMDA} = \frac{(V_{DL1} + V_{DL2} + V_{DL3} + V_{DL4} + V_{DL5} + V_{DSab} + V_{DDom})}{7} \times \text{F.C.E.}$$

Donde:

$V_{DL1} + V_{DL2} + V_{DL3} + V_{DL4} + V_{DL5}$ Volúmenes de tráfico registrados en los días laborables

$V_{D sab}$ Volumen de tráfico registrado sábado

$V_{D Dom}$ Volumen de tráfico registrado domingo

FCE..... Factor de corrección estacional

IMD Anual..... Índice Medio Diario Anual

5. CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR.

5.1. Resultados Directos del Conteo Vehicular

Luego de consolidar y dar consistencia a la información obtenida del conteo en la estación, se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico en la vía por tipo de vehículo.

El **cuadro N° 01** muestran el promedio del tráfico de la semana de la calle Zarumilla.

CUADRO N° 01
PROMEDIO SEMANAL DEL TRÁFICO VEHICULAR – CA. ZARUMILLA

DÍA	FECHA	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	COMBI MINIBUS	CAMIONETAS			CAMIÓN			TOTAL
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	4 E	
LUNES	24/05/2021	231	323	8	1	5	2.5	5	4	0	0	574
MARTES	25/05/2021	212	327	8	1	8	2	5	3.5	0	0	562
MIÉRCOLES	26/05/2021	225	323	6	0	8	3	4	3	0	0	568
JUEVES	27/05/2021	229	336	9	1	8	3.5	3	3	0	0	588
VIERNES	28/05/2021	238	378	10	0	9	6	5.5	5	0	0	646
SÁBADO	29/05/2021	295	342	8	1	6	4.5	6.5	3.5	0	0	663
DOMINGO	30/05/2021	312	483	6	1	7	5.5	5	4.5	0	0	818
PROMEDIO		249	359	8	0	7	4	5	4	0	0	4417

5.2. Factores de Corrección Estacional

Considerando que los volúmenes de tráfico varían cada mes de acuerdo a las épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales, estaciones del año, vacaciones, festividades, etc., es necesario afectar los valores obtenidos durante un periodo de tiempo, por un factor de corrección que lleve a estos valores al índice Medio Diario Anual.

Este factor fue estimado relacionando el IMD del mes de octubre para cada uno de los años señalados en el cuadro mostrado (de lo cual se obtuvo un IMD promedio) y toman como base la información existente en Provias Nacional correspondiente al peaje de Pucará (localizado en el distrito de Pomahuaca) el más próximo de la zona de estudio. De esa manera se obtuvo el siguiente factor.

CUADRO N° 02

Factor de corrección estacional: Peaje Pucará (Mes de mayo)

Mes	Ligeros	Pesados
Enero	0.9296631	1.0674410
Febrero	0.96891222	1.0579530
Marzo	1.08197395	1.1161250
Abril	1.10689494	1.0513190
Mayo	1.11822623	1.0668380
Junio	1.06081011	1.0045070
Julio	0.92335252	0.9513600
Agosto	0.90988279	0.9461140
Septiembre	1.03651314	0.9726680
Octubre	1.07122651	1.0033900
Noviembre	1.03033096	0.9700480
Diciembre	0.93750106	0.9593830

5.3. IMD Anual Tramo

El Índice Medio Diario Anual (IMDA), se obtiene multiplicando el promedio diario de la semana (obtenido del aforo en campo), por el factor de corrección de Noviembre (mes en el que se realizó el trabajo de campo).

En el Cuadro N° 03, se muestra el resumen del IMD Anual promedio de la calle Zarumilla.

CUADRO N° 03

Índice Medio Diario Anual (IMDA) - Calle: ZARUMILLA

PARA VEHÍCULOS LIGEROS

DÍA	FECHA	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	COMBI MINIBUS	CAMIONETAS			TOTAL
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi	
LUNES	24/05/2021	231	323	8	1	5	3	5	576
MARTES	25/05/2021	212	327	8	1	8	2	5	563
MIÉRCOLES	26/05/2021	225	323	6	0	8	3	4	569
JUEVES	27/05/2021	229	336	9	1	8	4	3	590
VIERNES	28/05/2021	238	378	10	0	9	6	6	647
SÁBADO	29/05/2021	295	342	8	1	6	5	7	664
DOMINGO	30/05/2021	312	483	6	1	7	6	5	820
IMDA		278	401	8	0	8	4	5	704
PORCENTAJE		39.41%	56.82%	1.20%	0.06%	1.13%	0.61%	0.77%	100

PARA VEHÍCULOS PESADOS

DÍA	FECHA	CAMIÓN			TOTAL
		2 E	3 E	4 E	
LUNES	24/05/2021	4	0	0	4
MARTES	25/05/2021	3.5	0	0	3.5
MIÉRCOLES	26/05/2021	3	0	0	3
JUEVES	27/05/2021	3	0	0	3
VIERNES	28/05/2021	5	0	0	5
SÁBADO	29/05/2021	3.5	0	0	3.5
DOMINGO	30/05/2021	4.5	0	0	4.5
IMDA		4	0	0	4
PORCENTAJE		100.00 %	0.00 %	0.00 %	100

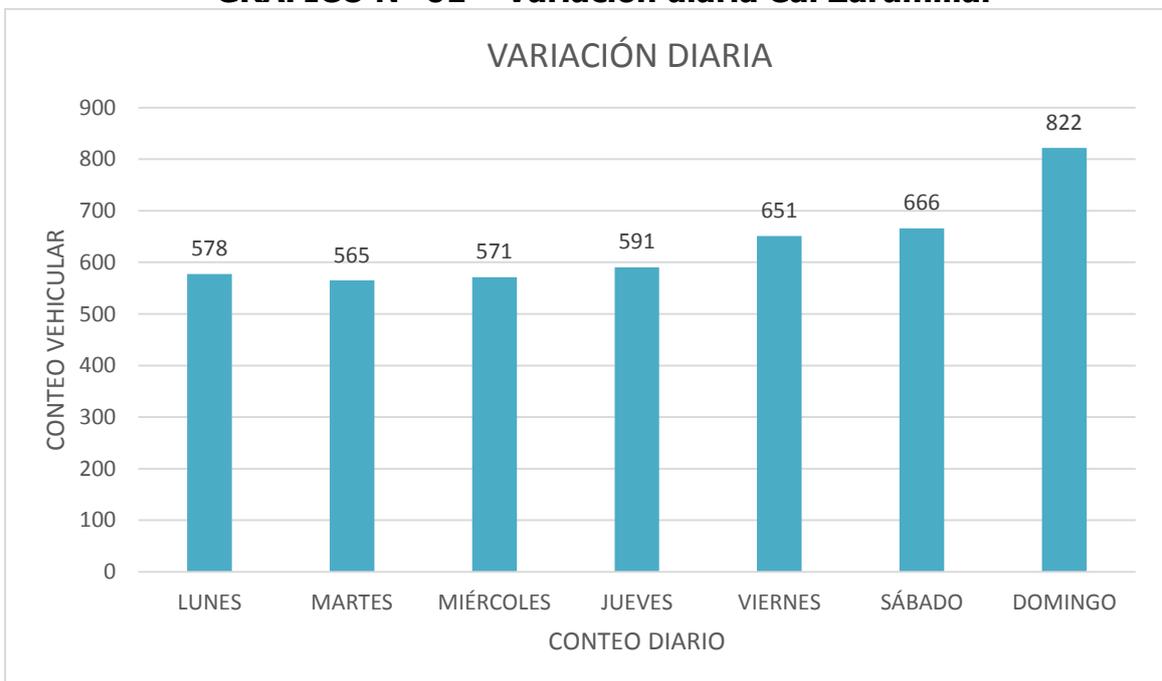
5.4. Variación.

a. La Variación Diaria

Ca. Zarumilla:

El mayor volumen de tráfico por día se presenta el domingo con 822 de los cuales el 99.43% corresponde a vehículos ligeros y el 0.57 corresponde a vehículos pesados. El día de menor volumen de tráfico es el lunes con 578 vehículos. Estos resultados se muestran en el siguiente **gráfico N° 01**.

GRÁFICO N° 01 – Variación diaria Ca. Zarumilla.



5.5. Resumen del conteo

a. Promedio semanal diario

En los **cuadros N° 4**, se presenta el resumen del conteo y clasificación vehicular promedio semanal diario por tipo de vehículo, expresados en cifras absolutas y relativas (%).

Ca. Zarumilla:

El flujo de vehículos ligeros (motos lineales, moto taxis, autos, pick up, camionetas y combi rurales) representa el 99.43%. Mientras tanto el flujo de vehículos pesados (camión 2E) representa el 0.57%.

CUADRO N° 04

Conteo y clasificación vehicular - Calle: Zarumilla

TIPO DE VEHÍCULO		PROMEDIO SEMANAL/DIA	COMPOSICIÓN (%)
MOTO LINEAL		249	39.18
MOTO TAXI		359	56.50
AUTO		8	1.19
COMBI MINIBUS		0	0.06
CAMIONETAS	PICK UP	7	1.13
	PANEL	4	0.61
	RURAL Combi	5	0.77
CAMIÓN	2 E	4	0.57
TOTAL		710	100

b. Índice Medio Diario Anual (IMDA).

El resumen de los resultados del IMD Anual obtenido sobre la base de los cuadros N° 5, afectado por el factor de corrección, se puede apreciar en el cuadro N° 02.

CUADRO N° 05

Índice Medio Diario Anual (IMDA) - Calle: Zarumilla

TIPO DE VEHÍCULO		PROMEDIO SEMANAL/DIA	COMPOSICIÓN (%)
MOTO LINEAL		278	39.18
MOTO TAXI		401	56.50
AUTO		8	1.19
COMBI MINIBUS		0	0.06
CAMIONETAS	PICK UP	8	1.13
	PANEL	4	0.61
	RURAL Combi	5	0.77
CAMIÓN	2 E	4	0.57
TOTAL		710	100

6. CONCLUSIONES

Ca. Zarumilla

- El IMD Anual obtenido es de 704 vehículos.

- El porcentaje de vehículos livianos representa el 99.43 % conformado por motos lineales, moto taxis, autos, pick up y camionetas rurales. El porcentaje de vehículos pesados representa el 0.57 % constituido por camiones 2E.

- La cantidad de ejes equivalentes es de 3'111,896.00 según nuestro estudio de tráfico realizado.

7. ANEXO
ESTUDIOS DE TRÁFICO VIAL
CUADRO N° 06

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA
CONTROL LUNES 24 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodriguez

SENTIDO:

HORA	PERÍODO		MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	COMBI MINIBUS	CAMIONETAS			CAMIONES 2E	SUB TOTAL	TOTAL
	INICIO	SENTIDO					PICK UP	PANEL	RURAL			
PERIODO (Horas)												
1	7:00 a.m.		12	18	1						31	61
	8:00 a.m.		14	15							30	
2	8:00 a.m.		12	30				1		2	45	91
	9:00 a.m.		11	32	2		1				46	
3	9:00 a.m.		17	21						1	39	90
	10:00 a.m.		19	29	1		2				51	
4	10:00 a.m.		11	23						2	36	71
	11:00 a.m.		15	19				1			35	
5	11:00 a.m.		18	22							40	83
	12:00 a.m.		24	16	2					1	43	
6	12:00 a.m.		22	33							55	109
	13:00 p.m.		15	37		1	1				54	
7	13:00 p.m.		21	25	2					2	50	94
	14:00 p.m.		14	29	1						44	
8	14:00 p.m.		23	27			1				51	110
	15:00 p.m.		25	32	2						59	
9	15:00 p.m.		24	36				2		2	64	117
	16:00 p.m.		21	27			3		2		53	
10	16:00 p.m.		27	35							62	106
	17:00 p.m.		19	25							44	
11	17:00 p.m.		33	38							71	132
	18:00 p.m.		27	29	3				2		61	
12	18:00 p.m.		21	25			2	1		1	50	91
	19:00 p.m.		16	22	1				1	1	41	
TOTAL			461	645	15	1	10	5	10	8		1155

CUADRO N° 07

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA
CONTROL MARTES 25 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodriguez

SENTIDO:

HORA	PERÍODO		MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	COMBI MINIBUS	CAMIONETAS			CAMIONES 2E	SUB TOTAL	TOTAL
	INICIO	SENTIDO					PICK UP	PANEL	RURAL			
1	7:00 a.m.		15	25							40	88
	8:00 a.m.		18	22	2		1	1	2	2	48	
2	8:00 a.m.		21	47							68	133
	9:00 a.m.		19	38	3		4		1		65	
3	9:00 a.m.		15	25							40	86
	10:00 a.m.		12	32			2				46	
4	10:00 a.m.		17	23							40	84
	11:00 a.m.		14	28	1					1	44	
5	11:00 a.m.		11	22							33	81
	12:00 a.m.		16	26		1	2	2	1		48	
6	12:00 a.m.		22	31							53	125
	13:00 p.m.		30	40	2						72	
7	13:00 p.m.		27	23							50	105
	14:00 p.m.		21	28	2		3			1	55	
8	14:00 p.m.		12	19							31	80
	15:00 p.m.		22	26			1				49	
9	15:00 p.m.		18	24							42	83
	16:00 p.m.		13	22	3			1	2		41	
10	16:00 p.m.		19	27							46	86
	17:00 p.m.		16	21			1			2	40	
11	17:00 p.m.		14	26							40	89
	18:00 p.m.		18	31							49	
12	18:00 p.m.		21	21	2		2		4	1	51	90
	19:00 p.m.		13	26							39	
TOTAL			424	653	15	1	16	4	10	7		1130

CUADRO N° 08

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA

CONTROL MIÉRCOLES 26 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodriguez

SENTIDO:

HORA	PERÍODO		MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	COMBI MINIBUS	CAMIONETAS			CAMIONES 2E	SUB TOTAL	TOTAL
	INICIO	SENTIDO					PICK UP	PANEL	RURAL			
1	7:00 a.m.											
	8:00 a.m.											
2	8:00 a.m.											
	9:00 a.m.											
3	9:00 a.m.											
	10:00 a.m.											
4	10:00 a.m.											
	11:00 a.m.											
5	11:00 a.m.											
	12:00 a.m.											
6	12:00 a.m.											
	13:00 p.m.											
7	13:00 p.m.											
	14:00 p.m.											
8	14:00 p.m.											
	15:00 p.m.											
9	15:00 p.m.											
	16:00 p.m.											
10	16:00 p.m.											
	17:00 p.m.											
11	17:00 p.m.											
	18:00 p.m.											
12	18:00 p.m.											
	19:00 p.m.											
TOTAL			449	645	12	0	16	6	8	6		1142

CUADRO N° 09

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA

CONTROL JUEVES 27 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodríguez

SENTIDO:

HORA	PERÍODO		MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	COMBI MINIBUS	CAMIONETAS			CAMIONES 2E	SUB TOTAL	TOTAL
	INICIO	SENTIDO					PICK UP	PANEL	RURAL			
1	7:00 a.m.		17	14							31	76
	8:00 a.m.		15	21	3		2		2	2	45	
2	8:00 a.m.		16	27							43	96
	9:00 a.m.		16	33	2	1	1				53	
3	9:00 a.m.		24	24							48	91
	10:00 a.m.		17	21	1			2	1	1	43	
4	10:00 a.m.		11	25							36	63
	11:00 a.m.		9	16			2				27	
5	11:00 a.m.		21	28							49	92
	12:00 a.m.		15	23	2		1	2			43	
6	12:00 a.m.		22	38							60	134
	13:00 p.m.		29	37	3		4		1		74	
7	13:00 p.m.		36	39							75	124
	14:00 p.m.		22	26				1			49	
8	14:00 p.m.		19	23	1						43	88
	15:00 p.m.		14	29			2				45	
9	15:00 p.m.		22	31							53	105
	16:00 p.m.		16	36							52	
10	16:00 p.m.		22	27					2		51	100
	17:00 p.m.		13	32	3					1	49	
11	17:00 p.m.		27	42			3				72	138
	18:00 p.m.		31	33				2			66	
12	18:00 p.m.		11	28						2	41	74
	19:00 p.m.		13	18	2						33	
TOTAL			458	671	17	1	15	7	6	6		1181

CUADRO N° 10

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA CONTROL VIERNES 28 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodriguez

SENTIDO:

HORA	PERÍODO		MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	COMBI MINIBUS	CAMIONETAS			CAMIONES 2E	SUB TOTAL	TOTAL
	INICIO	SENTIDO					PICK UP	PANEL	RURAL			
1	7:00 a.m.		15	27							42	91
	8:00 a.m.		18	21	3		2		3	2	49	
2	8:00 a.m.		17	31				2			50	101
	9:00 a.m.		14	30	2		2		1	2	51	
3	9:00 a.m.		11	23							34	86
	10:00 a.m.		17	31			1	3			52	
4	10:00 a.m.		23	45	2						70	119
	11:00 a.m.		16	29	1		2		1		49	
5	11:00 a.m.		19	22						1	42	82
	12:00 a.m.		17	22	1						40	
6	12:00 a.m.		17	43			3	1			64	148
	13:00 p.m.		28	56							84	
7	13:00 p.m.		30	38							68	117
	14:00 p.m.		18	29	2						49	
8	14:00 p.m.		20	28			2			2	52	97
	15:00 p.m.		13	31					1		45	
9	15:00 p.m.		15	28							43	81
	16:00 p.m.		13	21	3		1				38	
10	16:00 p.m.		21	41							62	104
	17:00 p.m.		13	26				3			42	
11	17:00 p.m.		27	33	2		2		2	1	67	145
	18:00 p.m.		36	38			1	1		2	78	
12	18:00 p.m.		33	28					2		63	131
	19:00 p.m.		25	35	3		2	2	1		68	
TOTAL			476	756	19	0	18	12	11	10		1302

CUADRO N° 11

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA

CONTROL SÁBADO 29 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodríguez

SENTIDO:

HORA	PERÍODO		MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	COMBI MINIBUS	CAMIONETAS			CAMIONES 2E	SUB TOTAL	TOTAL
	INICIO	SENTIDO					PICK UP	PANEL	RURAL			
1	7:00 a.m.		28	31	2		2			2	65	119
	8:00 a.m.		19	27	2		1	2	3		54	
2	8:00 a.m.		18	38							56	108
	9:00 a.m.		22	29	1						52	
3	9:00 a.m.		25	26			2	1	2	1	57	99
	10:00 a.m.		21	21							42	
4	10:00 a.m.		31	19	2						52	97
	11:00 a.m.		25	18					2		45	
5	11:00 a.m.		22	28						1	51	105
	12:00 a.m.		20	32			1	1			54	
6	12:00 a.m.		19	45							64	125
	13:00 p.m.		29	29	3						61	
7	13:00 p.m.		15	36			1				52	94
	14:00 p.m.		18	22		1			1		42	
8	14:00 p.m.		21	24	2			1			48	91
	15:00 p.m.		24	19							43	
9	15:00 p.m.		26	27			2			2	57	118
	16:00 p.m.		31	29	1						61	
10	16:00 p.m.		19	21				1	2		43	95
	17:00 p.m.		25	23				2	2		52	
11	17:00 p.m.		35	36			2				73	158
	18:00 p.m.		41	44							85	
12	18:00 p.m.		32	33	2					1	68	123
	19:00 p.m.		24	27	1		1	1	1		55	
TOTAL			590	684	16	1	12	9	13	7		1332

CUADRO N° 12

VOLUMEN DE TRÁFICO CLASIFICADO EN HORA CONTROL DOMINGO 30 DE MAYO DE 2021 – CA. ZARUMILLA – ESTACIÓN 01 – CUADRA 17

TESISTA: Alan Quispe Rodriguez

SENTIDO:

HORA	PERÍODO		MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	COMBI MINIBUS	CAMIONETAS			CAMIONES 2E	SUB TOTAL	TOTAL
	INICIO	SENTIDO					PICK UP	PANEL	RURAL			
1	7:00 a.m.		13	25					2	1	41	89
	8:00 a.m.		18	24	1		2	2		1	48	
2	8:00 a.m.		21	42					2		65	140
	9:00 a.m.		26	43	2		1	1		2	75	
3	9:00 a.m.		22	31							53	117
	10:00 a.m.		26	38							64	
4	10:00 a.m.		31	49	1		1				82	156
	11:00 a.m.		22	52							74	
5	11:00 a.m.		25	49				1			75	149
	12:00 a.m.		25	48					1		74	
6	12:00 a.m.		30	53	1					1	85	171
	13:00 p.m.		32	51	2	1					86	
7	13:00 p.m.		35	36			2	1			74	133
	14:00 p.m.		24	33			2				59	
8	14:00 p.m.		32	44	3						79	142
	15:00 p.m.		26	37							63	
9	15:00 p.m.		27	42				2			71	134
	16:00 p.m.		21	39			1			2	63	
10	16:00 p.m.		31	41	1				3		76	151
	17:00 p.m.		29	46							75	
11	17:00 p.m.		28	39				3			70	153
	18:00 p.m.		35	44			3	1			83	
12	18:00 p.m.		23	32	1				2	2	60	109
	19:00 p.m.		21	27			1				49	
TOTAL			623	965	12	1	13	11	10	9		1644

CUADRO N° 13

EJES EQUIVALENTES

TIPO DE VEH		IMDa	Fc	FACTOR DE PRESIÓN DE LLANTAS	EE	FACTOR DIRECCIONAL	FACTOR CARRIL	EE dia carril	Fact. Crecimiento	N° rep. EE
MOTO LINEAL		278	1.1182	1	310.91	0.5	0.8	124.36	26.87	1219706.15
MOTO TAXI		401	1.1182	1	448.28	0.5	0.8	179.31	26.87	1758611.41
AUTO		8	1.1182	1	9.47	0.5	0.8	3.79	26.87	37151.00
COMBI MINIBUS		0	1.1182	1	0.45	0.5	0.8	0.18	26.87	1765.36
CAMIONETAS	PICK UP	8	1.1182	1	8.93	0.5	0.8	3.57	26.87	35032.57
	PANEL	4	1.1182	1	4.82	0.5	0.8	1.93	26.87	18908.956
	RURALCombi	5	1.1182	1	6.07	0.5	0.8	2.43	26.87	23812.731
CAMIÓN		4	1.0668	1	4.31	0.5	0.8	1.72	26.87	16908.216
									TOTAL	3,111,896.38

Registro Fotográfico del Estudio de Tráfico Vial











Anexo 5. Estudios de mecánica de suelos



ADRIICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20601325811
00099487
942 904 210
info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA 17, JAÉN, CAJAMARCA

TESISTA: ALAN QUISPE RODRIGUEZ

ELABORADO POR:

ADRIICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos

Junio, 2021

JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Romerillos N° 136 930 639 923 jaen@adricorpsac.com
CLERVO (CAJAMARCA): J. Oroso N° 557 942 477 839 / 912 785 935 clervo@adricorpsac.com
CHOLAYO (AMBAYQUE): Av. Los Incas N° 1047 942 904 210 cholayo@adricorpsac.com

INFORME N° INGENIO - J- 021-21

INFORME TÉCNICO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE
CIMENTACIÓN

PROYECTO:

"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON
GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR
AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA
17, JAÉN, CAJAMARCA"

SOLICITANTE:

TESISTA: ALAN QUISPE RODRIGUEZ

UBICACIÓN:

DISTRITO : JAEN
PROVINCIA : JAEN
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA

PROFESIONAL RESPONSABLE:

ADRIANZÉN REGALADO, ALEX RONY
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 215014



ADRIANZÉN REGALADO, ALEX RONY
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 215014

JUNIO - 2021

INDICE

I.	GENERALIDADES
1.1.	Objetivo del Estudio
1.2.	Normatividad
1.3.	Ubicación y Descripción del Área en Estudio
1.4.	Acceso al Área de Estudio
1.5.	Condición Climática y Altitud de la Zona
II.	ASPECTUS LEIOLIOLIS
2.1.	Geomorfología
2.2.	Suelos
III.	INSPECTACION DE CAMPO
3.1.	Trabajos de Campo
3.1.1.	Excavación de Calicatas
3.1.2.	Muestreo de Suelo
3.1.3.	Registro de Calicatas
IV.	ENSAYOS DE LABORATORIO
4.1.	Características Físicas
4.2.	Características Mecánicas
V.	PERFILES ESTRATIGRAFICOS
5.1.	Conformación del Sub Suelo
5.2.	Mapa Freática
5.3.	Clasificación de Materiales con Fines de Excavación
VI.	ANALISIS DE LA FAYMENTACION
6.1.	Determinación de la Capa de Soporte del Terreno de Fundación
6.2.	Diseño del Pavimento Rígido
6.3.	Propuesta del Pavimento Rígido
VII.	ACERVIANAN AL SIERO DE PAVIMENTACIÓN
VIII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
8.1.	Conclusiones
8.2.	Recomendaciones
IX.	REFERENCIAS



ADRICORP S.A.C.
 Alex A. Luján
 Ingeiero Geotécnico

X. ANEXOS

10.1. Figuras & Láminas

- ◆ F. Temperatura Promedio Anual
- ◆ F. Precipitación Total Anual
- ◆ F. Sismicidad Histórica del Norte del Perú
- ◆ L. Mapa de Temperatura Máxima Promedio
- ◆ L. Mapa de Precipitación Acumulada
- ◆ L. Mapa Geológico del Perú
- ◆ L. Mapa de Suelos
- ◆ L. Mapa de Rocas
- ◆ L. Mapa de Zonificación Sísmica
- ◆ L. Mapa de Intensidades Sísmicas
- ◆ L. Mapa de Distribución de Isoaceleraciones Sísmicas

10.2. Tablas

- ◆ T. Suelos
- ◆ T. Químicos
- ◆ T. Material Afirmado

10.3. Cuadros

- ◆ C. Resumen Investigación en Campo
- ◆ C. Resumen Registros Estratigráficos
- ◆ C. Resumen Ensayos Estándar
- ◆ C. Resumen Ensayos Especiales
- ◆ C. Resumen Clasificación de Material para Excavación

10.4. Registro de Excavaciones

10.5. Ensayos de Laboratorio

10.6. Panel Fotográfico


ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
R.M. 20601325811



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

2001325611 WWW.ADRICORPSAC.COM
00099487
942 904 210
info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
Av. Nicolás Díaz N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

I GENERALIDADES


ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Hacia el Mejoramiento del Medio Ambiente
S.R.L. - 2001325611

JAÉN (CAJAMARCA): Cr. Los Romeros N° 136
CUPERYO (CAJAMARCA): Jr. Otisco N° 557
CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Irises N° 1047

930 629 925 jaen@adricorpsac.com
942 477 639 / 912 785 935 cuperyo@adricorpsac.com
942 904 210 chiclayo@adricorpsac.com

1. GENERALIDADES

1.1. Objetivo del Estudio

Se ha efectuado el presente Informe Técnico de Mecánica de Suelos a solicitud del TESISISTA: ALAN QUISPE RODRIGUEZ; el objetivo fundamental es la determinación de las características físico-mecánicas del suelo de fundación, para el proyecto: **PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA 17, JAÉN, CAJAMARCA**, con el propósito de poder diseñar la estructura del pavimento.

Dichos parámetros a evaluar son: Diseño de Pavimento para la vía de acceso y, entre los principales objetivos, para la ejecución del proyecto **RESERVA**:

- Evaluar los procesos de geodinámica externa y la estabilidad de estructuras.
- Evaluar las condiciones del estado de la plataforma existente.
- Clasificar los suelos a lo largo del camino, basado en un programa de exploración de campo y ensayos de laboratorio, determina el C.B.R para tramos típicos.
- Determinar el espesor de la estructura del pavimento a nivel de pavimento rígido, tramos de mejoramiento de la subrasante.

El programa de trabajo realizado con este propósito ha consistido en:

- Reconocimiento del área de estudio (Terreno).
- ✓ Ubicación y ejecución de las calicatas para el estudio de suelos del área, que involucra a las obras de pavimentación.
- ✓ Registro de las excavaciones.
- ✓ Toma de muestras alteradas e inalteradas.
- ✓ Ensayos estándar y especiales de laboratorio para definir los parámetros físicos y mecánicos del Subsuelo.
- ✓ Diseño estructural.
- ✓ Análisis de la pavimentación y cimentación.
- ✓ Conclusiones y recomendaciones.





1.4. Acceso al Área de Estudio

El acceso a la zona de estudio es por cualquier tipo de medio de transporte público o privado, debido a que se encuentra dentro del Casco Urbano.

1.5. Condición Climática y Altitud de la Zona

El clima es templado, seco y soleado en el día y frío en la noche. Las precipitaciones se dan de diciembre a marzo y se presentan con el fenómeno del Niño en forma cíclica, que es un fenómeno climatológico del norte peruano tropical. Su temperatura media anual es de 15.8 °C.

La media anual de temperatura máxima media y mínima media es 15.4 °C y 14.4 °C. (Ver Fig. 01)

La precipitación media acumulada anual para el periodo 2001-2015 es 737.0 mm (Ver Fig. 02)

El Área de estudio se encuentra aproximadamente a una Altitud de 729.0 m.a.s.n.m.



ADRI CORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos

2. ASPECTOS GEOLOGICOS

Geológicamente en la ciudad y su entorno inmediato se distinguen tres grandes bloques litológicos:

- **Rocas Volcánicas del Terciario:** Se presentan en dirección SO - NE, está constituido por rocas andesíticas y areniscas rojas, continuadas secuencialmente por tobas mayormente traquíticas de color beige.
- **Rocas Sedimentarias:** Este tipo de rocas se encuentran en un rango cronoestratigráfico comprendido entre el cretáceo inferior y cretáceo superior. Está compuesta por una secuencia consistente de areniscas y cuarcitas con intercalaciones de horizontes laticaos y calcáreos delgados, denotando fases intermitentes de la cuenca geosinclinal.
- **Depósitos Cuaternarios:** Este tipo de depósitos es la base de cimentación de la ciudad de Cajamarca y es la litología de mayor presencia. Presenta depósitos semiconsolidados o no consolidados, los que se encuentran en una secuencia estratigráfica infrayaciendo los depósitos morrénicos y fluvio-glaciáricos, hasta encontrar en las partes superficiales los depósitos fluviales modernos. Este tipo de formación se localiza al Sureste - Noroeste de la ciudad.

La ciudad de Cajamarca y su entorno inmediato se desarrollan básicamente sobre depósitos aluviales, lagunares, y en parte de las formaciones Sasta, Carhuaz, Inca, Chulec y sobre un pequeño sector del Volcánico Huambos.

2.1. MORFOLOGIA

La ciudad de Cajamarca y su entorno inmediato se desarrollan sobre la unidad morfoestructural más importante dentro del contexto geomorfológico de la cuenca del río Crisnejas. Está emplazada dentro de la cordillera occidental, originada por procesos epi-orogénicos y por la acción erosiva de los diferentes ciclos morfoestructurales.

ALBERICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Ingeniería de Consultoría y Asesoría
Ingeniería de Proyectos y Ejecución
Ingeniería de Mantenimiento y Operación



Existe una relación estructural en toda la cuenca del río Cajamarquino, desde sus nacientes hasta su desembocadura en el río Crismejas. La reactivación de fallamientos verticales del mioceno, modificaron el drenaje antiguo del río, hasta constituir un fuerte control estructural del mismo, teniendo especial connotación la formación de un lago en el mioceno, el cual estaba limitado al Norte por la parte alta de la cuenca y al Sur hasta el área en donde se desarrolla la actual ciudad de Huamachuco. Esta condición ha dado lugar a la formación de los Depósitos lagunares a lo largo de toda la cuenca, concentrándose este tipo de depósitos al Este y Sureste de la ciudad de Cajamarca y extendiéndose estas formaciones hacia el distrito de Los Baños del Inca.

El Estudio de Mapa de Peligros de la ciudad de Cajamarca - Octubre - 2003 - INDECI, para fines de análisis ha zonificado el área de estudio en cinco zonas geomorfológicas. Observándose que la ciudad de Cajamarca se desarrolla básicamente sobre las unidades geomorfológicas denominadas Zona I y II.

Estribaciones: En la zona de estudio las estribaciones andinas presentan una geometría elipsoidal, se desarrollan en forma continua al Sureste, Noroeste y Norte de la ciudad. Litológicamente constituyen afloramientos areniscos, cuarcíticos, lutáceos, margosos y materiales volcánicos, todos ellos presentan buenas resistencias para las cimentaciones.

Cauces Fluviales: Están constituidos por los drenajes de las lomas pluviales, el drenaje es mayormente desdítico y se desarrolla con dirección Oeste-Este, desde las partes altas de las estribaciones hasta su desembocadura en el río Mashcón.

ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
Dr. E. Alejandro Argandoña
GERENTE GENERAL



Santa Apolonia, San Vicente, La Esperanza, Pachacutec, El Estanco, Nuevo de Octubre, Vista Bella, Santa Elena; al Noroeste los sectores de Urubamba, Lucmacucho y Chontapaccha; y al Suroeste el sector de Calispupajo, parte del sector Quebrada Blanca y las estrificaciones del cerro Carabayo.

• **Zona III**

Se encuentra comprendida entre las cotas 2,900 y 3,100 m.s.n.m. Se desarrolla inmediata a la zona II, presenta un uso predominantemente agrícola. Litológicamente está constituida por las mismas formaciones geológicas que la zona II. Sus pendientes fluctúan en el rango de 15° a 20°.

• **Zona IV**

Se encuentra comprendida entre las cotas 3,100 y 3,300 m.s.n.m. y se desarrolla al Suroeste de la ciudad, presentando altas pendientes que fluctúan entre los 20° hasta 26°. Litológicamente está constituida por las formaciones Chimú, Santa Cruz, Farrá, Inca, Chuluc, Paríalambó, Yumaguá y en menor proporción se presenta la unidad volcánica Huambos.

• **Zona V**

Comprendida entre las cotas 3,300 y 3,440 m.s.n.m. Se encuentra en las afueras de la ciudad, al Suroeste en las partes más altas de las estrificaciones de la cuenca, esta zona pertenece a una de las superficies de erosión regional, resultado de la erosión y meteorización. Litológicamente está constituido sobre rocas de las formaciones Chimú,

[Firma manuscrita]
Alfonso A. Adrián Registrado
Ingeniero Geotécnico
C.O.T. N° 12345



Santa, Carhuaz y Parat, asimismo muestra pequeños afloramientos de la unidad Volcánica San Pablo. La pendiente promedio es de 15°.

Sú: Suelos

Los suelos de la región Cajamarca son un reflejo de su diversidad climática, la estructura geológica, el relieve, la vegetación y la intervención antrópica. En sentido edáfico el suelo construye un cuerpo tridimensional formado por elementos minerales con arcillas, limos, arenas, aire y agua a estos se agregan los organismos vivos lo que origina un cuerpo dinámico.

Una primera aproximación que permite agrupar en órdenes los diversos tipos de suelos podemos hacerlo siguiendo el sistema clásico para la clasificación de los suelos en los siguientes tipos:

Suelos zonales, suelos azonales y suelos intrazonales.

- a. **Suelos Zonales:** Son los suelos que se extienden a lo largo de la región predominantemente al Norte, Este y Sureste. Expuestos a grandes variaciones de temperaturas y fuertes precipitaciones en donde el tiempo húmedo se prolonga por períodos prolongados. La baja humedad, poca labriación y el poco desarrollo de los horizontes edáficos son características que determinan la presencia de suelos predominantemente *aridosoles o intridosoles y los psudsolos o intridosoles* (Ver Fig. C-07). En términos generales son suelos ubicados en zonas cálidas o tibiafenas no presentan potencial para el desarrollo agropecuario siendo su aptitud forestal o para cultivos permanentes.
- b. **Suelos Azonales:** Son los suelos que cubren pequeñas extensiones de territorio de nuestra región su distribución es aleatoria encontrándose comúnmente cerrada dentro de los suelos zonales. Son considerados

ADRI CORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
R.M. Morales Duran
Cercado de Lima - Lima



suelos moderados ocupan los valles aluviales, y las antiguas cuencas lacustre de nuestra región.

Son suelos en donde un manejo adecuado hace posible la realización de cultivos en limpio y permanentes.

- e. **Suelos Intrazonales:** Comprende suelos que se desarrollan a partir de particularidades micro climáticas presentes en nuestra región. Son destacables los suelos hidromórficos, los cuales se caracterizan por encontrarse embalsados o sujetos a inundaciones periódicas a lo largo del año. Se ubican asociadas a los diferentes tipos de humedades presentes en esta región desde las llanuras aluviales hasta las planicies alto andinas. El aprovechamiento de estos suelos requiere de especies adaptadas y planes adecuados de manejo.

Juan E. Valdivia Aguado
Ingeniero Ambiental

3. INVESTIGACION DE CAMPO

3.1. Trabajos de Campo

Se presenta la descripción de los trabajos realizados en campo, desde la ubicación e inspección de la Calicata, su respectivo muestreo y descripción de los materiales encontrados.

3.1.1. Excavación de Calicatas

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico se realizó un programa de exploración geotécnica en el área de estudio, que consistió en realizar calicatas o pozos en las ubicaciones probables de las estructuras proyectadas hasta la profundidad activa de cimentación; para este fin se ejecutó **01 calicata o pozo a cielo abierto**.

Exploración	Profundidad (m)	Ubicación
C-1	1.60	Calle Zarumilla Cuadra 17 / Coord. E/82803-R.9388812

3.1.2. Muestreo de Suelo

De la calicata se tomaron muestras alteradas e inalteradas representativas, para ser enviadas al laboratorio y poder identificar el tipo de suelo y características físicas-mecánicas.

A. Muestreo Disturbado o Alterado

Se tomaron muestras disturbadas representativas, en bolsas de plástico (**Mob**), de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos estándar, acondicionados cuidadosamente intentando en lo posible preservar el contenido de humedad óxido.

B. Muestreo Inalterado

Se extrajo muestras inalteradas en tubos de pared delgada (**MT**) y en forma de bloque cúbico (**MB**) de dimensiones 0.300x0.300x0.300 DE LAS CALICATAS, PARA SUS ENSAYOS RESPECTIVOS. Corte Directo, Químicos, Peso Volumétrico, Peso Específico; las cuales fueron debidamente acondicionadas para su traslado al laboratorio.

ADRICORP S.A.C.
 Inge. A. Jaramilla Regalado
 Inge. L. ...
 Inge. ...

3.1.3. Registro de Excavación

Conjuntamente con el muestreo se efectuó el registro de cada una de las Calicatas de forma manual y visual, en las cuales se tomó nota de las principales características geotécnicas de los diferentes tipos de suelos encontrados, tales como: Espesor del estrato, Color, Consistencia, Humedad, Plasticidad, Presencia de Nivel Freático, etc.

El Resumen de las Exploraciones en Campo y el Tipo de muestreo, se indica en el Cuadro 0 = 01.



ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Ing. R. Adán Romero Regalado
Ingeniero Geotécnico
Nº 11001

IV ENSAYOS DE LABORATORIO



ADICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
Tony R. Adamez Regalado
INGENIERO GEOTÉCNICO
REGISTRADO Nº 11112



4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas del subsuelo fueron enviadas al Laboratorio de Suelos y Concreto ADRI CORP SAC para los ensayos estándar y especiales.

4.1. Características Físicas (Ensayos Estándar)

Los ensayos estándar para la identificación del tipo del suelo se realizaron según la norma:

- ✦ ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, ASTM - D422
- ✦ Contenido de humedad, ASTM D - 2216
- ✦ Límite líquido y plástico, ASTM D - 4318
- ✦ Clasificación S.U.C.S. ASTM D - 2407
- ✦ Clasificación A.A.S.H.T.O. M - 145
- ✦ Descripción Visual, Manual ASTM D 8188

Las muestras han sido clasificadas utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO).

4.2. Características Mecánicas (Ensayos Especiales)

Los ensayos especiales se realizaron según la norma:

- ✦ California Bearing Ratio (C.B.R.), ASTM D - 1883
- ✦ Proctor Modificado, ASTM D - 1557
- ✦ Porcentaje de Cloruros, ASTM D - 512
- ✦ Porcentaje de Sulfatos, ASTM D - 516
- ✦ Sales Solubles Totales, ASTM D - 1689

El programa y resultado de las Investigaciones Geotécnicas se acompaña en el **Cuadro G - 03**; en él se indica la profundidad alcanzada y resultados de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos de cada calicata ejecutada.

ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
1998 01 01 del Comercio y Registro
RUC: 20601325831
12-15-2017

V

PERFILES ESTRATIGRAFICOS


ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
Dr. R. Adriano Espinoza
INGENIERO GEOTÉCNICO
N.º 10000000000000000000

5. PERFILES ESTRATIGRAFICOS

En base a los registros de las calicatas, inspección superficial del terreno se define la siguiente descripción:

5.1. Conformación del Sub Suelo

IDENTIFICACIÓN CALICATA Nº 1

Calle Zambrilla Cuadra 17 / Coord. E.742400-N.9368812

Se realizó la excavación de Calicata a Cielo Abierto a una profundidad de 1.6 m. El Método de Exploración permitió encontrar los siguientes estratos:

0.00 - 0.10 m : Suelo Orgánico

M - 1 0.10 - 1.60 m : Se tiene una Clasificación SUCS "SC" y AASHTO "A-2-4 IG(0)"; concerniente a un Material de Arena Arcillosa con Grava; de Resistencia Suelta Ligeramente plástica; Ligeramente húmeda; de Consistencia Friable. Su Color es Marrón. Presenta Bloques Mayores a 20" en un 40%. También Presenta Bolsones Mayores de 12" a 20" en un 10%. Asimismo Presenta Cantos Rodados Mayores de 3" a 12" un 5%. El **ÍNDICE MÍNIMO DE LAS PARTÍCULAS GRANES ES DE 10".** Finalmente, Presenta Finos, Arenas y Gravas Menos a 3" un 45%. Las Partículas Gruesas Tiene la forma Subangulosas.

5.2. Napa Freática

En la excavación a cielo abierto no se encontró la Napa Freática, ni presencia de filtración en la Calicata.

El Resumen de Exploraciones en Campo se acompaña en el Cuadro G - 02; en el se indica los Tipos de Puntos Recorridos y el Tipo de Método de cada calicata ejecutada.

5.3. Clasificación de Materiales con Fines de Excavación

Para los fines del proyecto es de suma importancia la evaluación de los materiales existentes considerando el grado de dificultad para su excavación. Para tal efecto se consideró la resistencia del material ante la excavación con herramientas manuales y mediante la observación general de sus características tomando como referencia especificaciones para excavaciones en obras de agua potable, los resultados de las

ADICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

Alc. A. Valenzuela Rojas
Ingeniero Geotécnico
M. Sc. 1995

agrupado en los siguientes tipos de terreno considerando el grado de dificultad ante la excavación:

A. Terreno Normal

Conformado por materiales sueltos tales como: arena, limo, arena limosa, gravilla, etc. y terrases consolidadas como materiales granulares, afirmado o mezcla de ellos, etc. los cuales pueden ser excavados sin dificultad con herramientas manuales y / o equipo mecánico.

En este grupo se ha considerado además, los materiales de relleno que pueden ser excavados sin dificultad.

B. Terreno Semi Rocoso

Conformado por el terreno normal descrito en el ítem anterior, pero que está mezclado con fragmentos del tipo "bolonería" de diámetro de 8" (20 cm.) hasta 20" (51cm.) cuando la extracción se realiza con mano de obra y a pulso ó hasta 30" (76 cm) cuando la extracción se realiza con cargador frontal u equipo similar.

De igual forma, se considera terreno semirocoso a la roca fragmentada o intemperizada para cuya extracción no se requiere el empleo de equipos de rotura o explosivos. Por lo general, los terrenos semirocosos son aquellos masas rocosas en pleno proceso de alteración por intemperismo y presenta matriz de material fino proveniente de la desintegración de la roca madre.

C. Terreno Rocoso

Está conformado por roca fija, y/o roca descompuesta, y/o fragmentos del tipo "bolonería" mayores de 30", para cuya extracción se requiere necesariamente la utilización de equipos de rotura y/o explosivos.

La Clasificación de los Materiales para Excavación ubicado en los perfiles bajo este criterio, se indica en el Cuadro G - 06.





ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 0601 325811 WWW.ADRICORPSAC.COM
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

VI ANALISIS DE LA PAVIMENTACION


ALICIA JOHNSON REGALADO
INGENIERA GEOTÉCNICA
Alicia Johnson Regalado
INGENIERA GEOTÉCNICA
MÉMBRO Nº 1047

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romerillos N° 136
📍 CUTervo (CAJAMARCA): Jr. Orosco N° 557
📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incaes N° 1047

☎ 930 639 923 ✉ jaen@adricorpsac.com
☎ 942 477 839 / 912 786 936 ✉ cutervo@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com



6. ANALISIS DE LA PAVIMENTACION

Se presenta a continuación el análisis de la pavimentación, que incluye recomendaciones para su diseño. Realizado en base a las características del terreno y tipo de pavimento a construir.

6.1. Determinación de la Capacidad Soporte del Terreno de Fundación

La capacidad de soporte de los suelos en función del Índice CBR, para la Construcción de la vía de acceso, es variada.

De acuerdo a los resultados de los ensayos ejecutados a las muestras extraídas de las calicatas aperturadas y según la clasificación de suelos del sistema ASSTHO para sub rasante de Pavimentos, es posible asignar rangos esperados de capacidad de soporte CBR teniendo en cuenta el cuadro siguiente:

CLASIFICACION SCS	CLASIFICACION AASHTO	VALOR DE CBR ESPERADO (%)	CALIDAD COMO SUB RASANTE
SH	A-1, A-2	40.0 a 60.0	Excelente a muy buena
SL	A-1	40.0	Excelente a muy buena
SP	A-1, A-2	30.0 a 40.0	Excelente a muy buena
SM	A-1	30.0 a 40.0	Excelente a muy buena
SH	A-2, A-3	20.0 a 40.0	Muy buena
SL	A-2, A-3	20.0 a 30.0	Buena
CL	A-4	10.0 a 15.0	Buena a Regular
SH	A-1, A-6, A-7	15.0 a 10.0	Buena a Regular
SL	A-4	5.0 a 15.0	Regular a Pobre
CL	A-5, A-6, A-7	5.0 a 15.0	Regular a Pobre
OL	A-6, A-7	5.0 a 10.0	Pobre
ML	A-1	5.0 a 10.0	Pobre
OH	A(6), A(7)	5.0	Muy Pobre
OS	A-7	5.0	Muy Pobre

Según los datos obtenidos en el Cuadro G - 04, se tiene que en una mayor proporcionalidad se tiene una Calidad como Sub Rasante de Buena a Regular.

ADICORP S.A.C.
Ingeniería Consultora

Alvaro José Rodríguez
Ingeniero Civil

6.2. Diseño de Pavimento Rígido

La metodología empleada para el diseño del pavimento rígido, es A.A.S.H.T.O. 93.

El método, estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño.

Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación A.A.S.H.T.O. 93, llega al equilibrio. El espesor de concreto calculado finalmente debe de soportar el peso de un número determinado de cargas sin que se produzca un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado.

$$\log W_{18} = Z \cdot S_o + 7.75 \log W_{18} + 11.07 - 0.06 \left[\frac{4.5 - 1.5}{1 + 0.000078 D^2} + 0.21 - 0.32 S_c + 1.82 \left(\frac{F_w / D^{0.75} - 1.133}{101.6 / D^{0.75} - 1} \right) \frac{m \cdot m}{(k \cdot d)^{0.2}} \right]$$

Dónde:

- W₁₈** : Número de aplicaciones de carga de 18 kips
- Z_R** : Área bajo la curva de distribución estandarizada para una confiabilidad R
- S_o** : Desviación estándar de las variables
- ΔPSI** : Pérdida de la serviciabilidad prevista en el diseño
- D** : Espesor de la losa en pulgadas
- S_c** : Módulo de rotura del concreto
- C_d** : Coeficiente de drenaje
- E_c** : Módulo de elasticidad del concreto





El cálculo del espesor se puede desarrollar utilizando directamente la fórmula A.A.S.H.T.O. 93, con una hoja de cálculo, mediante el uso de nomogramas o mediante el uso de nomogramas de cómputo especializados.

No obstante, en el presente proyecto, trabajamos con el **Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos)**, Item: **Capítulo XIV (Pavimentos Rígidos)**.

Nota: En el cuadro adjunto del Cálculo del Número de Repeticiones del Eje Equivalente de 8.2 Tn, cuyo valor está muy por debajo del mínimo especificado para Caminos Pavimentados (**150,000 EE**).

Parámetros que intervienen en el diseño:

Periodo de Diseño	20 años
Tipo Tráfico Pesado	$T_{10} > 150,000 EE / < 300,000 EE$
Índice de Serviciabilidad Inicial (PI)	4.10
Índice de Serviciabilidad Final (PF)	2.00
Diferencia de Serviciabilidad (ΔPSI)	2.10
Factor estadístico de confiabilidad (Z_r)	0.30
Nivel de Confiabilidad (R)	70 %
Desviación Estándar Normal (Z_r)	-0.524

Valores recomendados de resistencia del concreto, según rango de IIRU (LÍMITE: 10%):

- Resistencia Mínima a la Flexotracción del concreto (MR) : 40 Kg/cm²
- Resistencia Mínima equivalente a Compresión del concreto (F'c) : 210 Kg/cm²
- Calidad de Drenaje (50 % saturación en 1 día) : Bueno
- Valor de Coeficiente de Transmisión de Carga (I) : 3.8 (Pavimento Rígido, sin pasadores)


 Ing. E. [Nombre] Propietario
 ADRICOFP S.A.C.

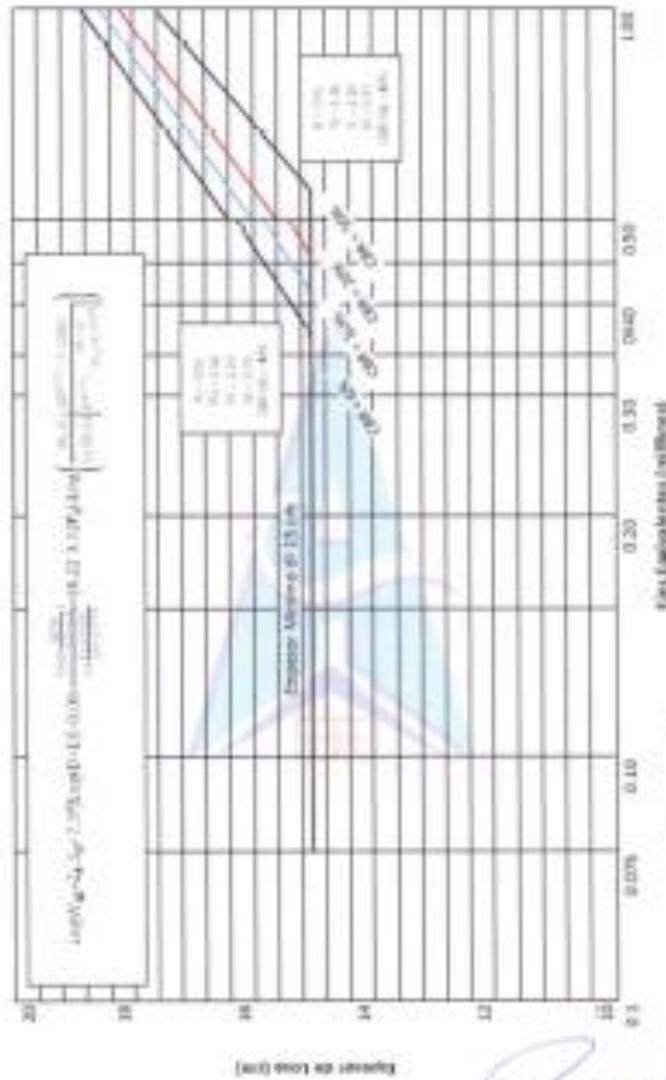


ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20601326811
00066467
942 904 210
info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
Av. Martín Duceat N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM

ESPESOR DE LOSA PARA PAVIMENTO RÍGIDO J = 3.8



Nota: El espesor se toma en base al tamaño M&S-PTO 93.

ALLEN CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
ALLEN CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

Alfonso R. Rodríguez Rodríguez
Ingeniero Geotécnico
N° 1047

① IAJN (CAJAMARCA): Ca. Los Riosillos N° 134
② CUSCO (CACHAPALCA): Ca. Uchire N° 667
③ CUSCO (SAMBAYESQUE): Av. Los Incas N° 1047

④ 931 659 923
⑤ 041 477 650 / 917 766 926
⑥ 942 904 210

⑦ alen@adricorpsac.com
⑧ www.adricorpsac.com
⑨ alen@adricorpsac.com



CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO RIGIDO EN PASADORIZOS Y CON BERMAS DE CONCRETO Y PARA UN FACTOR F=3.0
PERIODO DE DISEÑO 30 AÑOS

ES	13.000 - 20.000	20.000 - 25.000	25.000 - 30.000	30.000 - 35.000	35.000 - 40.000	40.000 - 45.000
1.2000 1.2000 1.2000	15 cm 15 cm 15 cm					
1.2000 1.2000 1.2000	15 cm 15 cm 15 cm					
1.2000 1.2000 1.2000	15 cm 15 cm 15 cm					
1.2000 1.2000 1.2000	15 cm 15 cm 15 cm					
1.2000 1.2000 1.2000	15 cm 15 cm 15 cm					

- Nota:
1. El Espesor "E" de las bermas debe ser de 15 cm, cuando el tráfico sea menor a 1000 vehículos/año.
 2. El Espesor de los Pavimentos de Concreto debe ser de 15 cm, cuando el tráfico sea menor a 1000 vehículos/año.
 3. El Espesor de los Pavimentos de Concreto debe ser de 15 cm, cuando el tráfico sea menor a 1000 vehículos/año.
 4. El Espesor de los Pavimentos de Concreto debe ser de 15 cm, cuando el tráfico sea menor a 1000 vehículos/año.
 5. El Espesor de los Pavimentos de Concreto debe ser de 15 cm, cuando el tráfico sea menor a 1000 vehículos/año.
 6. El Espesor de los Pavimentos de Concreto debe ser de 15 cm, cuando el tráfico sea menor a 1000 vehículos/año.
 7. El Espesor de los Pavimentos de Concreto debe ser de 15 cm, cuando el tráfico sea menor a 1000 vehículos/año.
 8. El Espesor de los Pavimentos de Concreto debe ser de 15 cm, cuando el tráfico sea menor a 1000 vehículos/año.
 9. El Espesor de los Pavimentos de Concreto debe ser de 15 cm, cuando el tráfico sea menor a 1000 vehículos/año.
 10. El Espesor de los Pavimentos de Concreto debe ser de 15 cm, cuando el tráfico sea menor a 1000 vehículos/año.

ADICORP S.A.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
ING. V. DOMESTICO MULLA
RESPONSABLE TÉCNICO

6.3. Propuesta del Pavimento Rígido

Ail Tinimóo:

6.3.1. Sub Rasante

Se compactará la sub rasante, luego humedecida y compactada hasta alcanzar el 95 % de la Máxima Densidad Seca, del Proctor Modificado (A.A.S.H.T.O. T 180), con el objetivo de lograr una sub rasante compacta y preparada para recibir la capa de mejoramiento de sub rasante (Over T.M. 3'), y la sub base.

6.3.2. Estabilizar el Terreno (OVER)

El material será gravas de tipo Canto Rodado; deberá ajustarse a un tamaño dimensional de 6" a 8" como máximo.

6.3.3. Sub Base y Base Granular

El material granular seleccionado será de tipo A-1-a [0], y deberá ajustarse a la gradación "A", para materiales de Sub Base y Base Granular propuestos por el M.T.C. La compactación del material a utilizar como sub base, se deberá tener en cuenta el óptimo contenido de humedad, obtenido del ensayo del Proctor Modificado (A.A.S.H.T.O. T 180). Además, se recomienda realizar ensayos de densidad de campo (A.A.S.H.T.O. T 191), para evaluar el grado de compactación, recomendándose un valor mínimo de 100 % de su densidad seca máxima obtenida del ensayo de Proctor Modificado.

6.3.4. Losa de Concreto

El pavimento rígido es solicitado a flexión, utilizar la resistencia a flexotracción del concreto o módulo de ruptura [MR], que deberá tener un valor mínimo de 40 Kg/cm², a los 28 días; por lo que la Resistencia a Compresión mínima del concreto será de F'c 210 Kg/cm², a los 28 días. Además, Será de Concreto Simple, el asentamiento (slump) medido en el Cono de Abrams tendrá un valor comprendido entre 4" (máximo) 2" (mínimo).



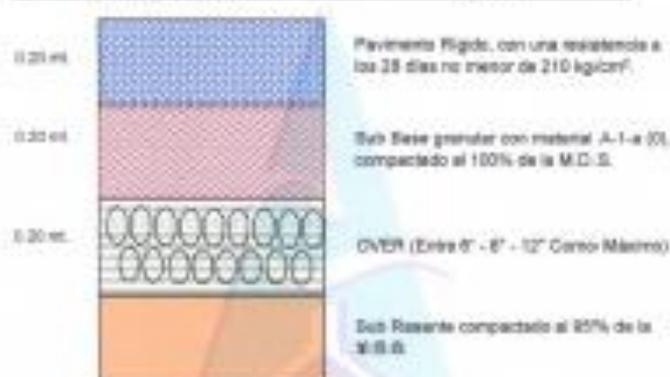
ADICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
C/ta Morotea Base N° 2027 - Distrito de Lima - Lima

Los factores de diseño para el espesor de pavimentos rígidos se según a la siguiente conclusión para las siguientes calles con cbr pobre:

Diplomática	Ubicación
C-1	Calle Zarumilla Cuadra 17 / Coord. E.742400-N.9368912

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA TRANSITO

Con Dowells	Sin Pasadores
Espesor Total	
	60 cm




ADICORP S.A.C.
 Inge. *[Signature]*
 Max B. Arcevaldo Regalado
 INGENIERO GEOTÉCNICO
 N° 11111



7. AGRESIVIDAD AL SUELO DE PAVIMENTACION

El suelo bajo el cual se construye toda estructura, tiene un efecto directo a la pavimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos (sulfatos y cloruros principalmente), que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzos, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las superficies.

Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro se genera siempre bajo el nivel freático, zona de ascenso capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías lluvias extraordinarias, inundaciones, etc).

TABLA N° 01

ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA PAVIMENTACION

PRESENCIA EN EL SUELO DE	PARTES POR MILLON (ppm)	GRADO DE ALTERACION	consecuencias
* SULFATOS	0 - 1.000	Insignificante	Ocasiona un ataque químico al concreto de la pavimentación
	1.000 - 2.000	Modificado	
	2.000 - 20.000	Severo	
	> 20.000	Muy Severo	
** CLORUROS	> 4.000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
** SALES SOLUBLES	> 15.000	Perjudicial	Ocasiona problemas de DEBILIDAD DE FRAGILIDAD mecánica por problemas de hinchazón.

* Cuesté 318-83 ACL

** Experiencia Existente

De los resultados de los análisis químicos obtenidos para efectos de este informe; se ha seleccionado las muestras representativas de los sondeos de cada calicata, a la profundidad de cimentación. En el Cuadro N° 9 se muestra los resultados de Análisis Químicos.

ADRICORP S.A.C.
 Inge. N. Guillermo Aguilar
 Av. Morales Duárez N° 2537
 Cercado de Lima - Lima

CUADRO N° 9
RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS.

CALIC.	MUEST.	PROF. (m)	CLASIF. SUCS	ANALISIS QUIMICOS		
				S.S.T. (ppm)	CL. (ppm)	SO4* (ppm)
C-1	M-1	0,00 - 1,60	SC	524,00	64,61	306,24

Se concluye que el material de estudio que forma parte del cemento dando lugar desplazada la cimentación contiene concentraciones No Perjudiciales de Sulfatos, Cloruros y Sales Solubles Totales, que podrán atacar el concreto y la armadura de la cimentación; así mismo, no producirá pérdida de resistencia por hidratación.

Por lo tanto, estando los valores obtenidos por debajo de los límites permisibles, se recomienda para la Cimentación, usar el Cemento **Tipo I**, de uso general.




 Ing. E. Apolonia Rodríguez
 Profesional



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20603325611 WWW.ADRICORPSAC.COM
00099487
942 904 210
info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
Av. Nicolás Duque N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



[Handwritten Signature]
Ing. E. Alejandro Espinoza
www.adricorpsac.com

● JIÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Romeros N° 136
● CUSCO (CAJAMARCA): A. Orco N° 557
● CHILAYO (AMBOSQUE): Av. Los Incas N° 1047

● 930 639 923 ● joen@adricorpsac.com
● 542 477 839 / 913 766 935 ● cusco@adricorpsac.com
● 942 904 210 ● chilayo@adricorpsac.com

B. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

B.1. CONCLUSIONES

- a) El presente informe técnico se ha elaborado en base a la Norma Técnica E-CE-010 de Pavimentos Urbanos; Asimismo, teniendo referencia sobre el Manual de Carreteras, Diseño Geométrico - DG 2018 del MTC, con Plines de Pavimentación del Proyecto: "Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para Evitar Agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca". El área de estudio donde se construirá se encuentra ubicada en la Calle Zarumilla Cuadra 17, del Distrito de Jaén, Provincia de Jaén y Departamento de Cajamarca.
- b) Con el propósito de identificar las características físicas y mecánicas del suelo de fundación se registró **01 Calicata** a una profundidad de **1.60m**. Esto nos permite identificar e interpretar las características y resistencia del terreno en la zona en estudio, evaluar y determinar el perfil estratigráfico.
- c) El perfil estratigráfico, en el área de estudio, nos presenta suelos clasificados (según el sistema de clasificación S.U.C.S.) como Material:
 - Tipo I: Arena Arcillosa con Grava (SC)
- d) No se encontró la presencia de la Zona Frías en la calicata, ni presencia de filtración a 1.60 mts.
- e) Determinando la Capacidad de Soporte del Terreno de Fundación; se tiene que en una mayor proporcionalidad se tiene una Calidad como Sub Rasante de: Buena a Regular.



ADICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Ing. J. [Signature]
[Stamp]



- g) El Diseño del Pavimento Rígido se empleó con la metodología **A.A.S.H.T.O. 93**. Para dar servicio a un nivel alto. Asimismo se trabajó con el Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos) Item: Cap. XIV (Pavimentos Rígidos); Obteniendo los siguientes parámetros:

Periodo Diseño	20 años
Tipo Tráfico Pesado	Tp1
Pi	4.10
Pt	2.00
ΔPSI	2.10
So	0.95
R	70%
Zr	-0.524

- a) Para determinar el Diseño del Pavimento se ha considerado los Parámetros indicados en el **Catálogo de Estructuras de Pavimento Rígido sin Pasadores y con Bermas de Concreto**, considerándose a partir del EE, MR y CSR.
- b) Debido a que el pavimento rígido es colitado a flexión, utilizar la resistencia a flexotracción del concreto o módulo de ruptura (MR), que deberá tener un valor mínimo de 40 Kg/cm², a los 28 días, por lo que la resistencia a compresión mínima del concreto será de 210 Kg/cm², a los 28 días, y está estipulado en el Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos). Item: Capítulo XIV (Pavimentos Rígidos), versión 2013, Cuadro 14.7.

8.2. Recomendaciones

a) En el Diseño de la Fortificación se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ♦ Se tendrá cuidado con los rellenos que se puedan encontrar en la zona en proyecto.
- ♦ Se recomienda que la sub rasante será cortada hasta la cota de subrasante, luego se descalcificará, humedecerá, se batirá, luego se confinará y se compactará hasta alcanzar el 95 % de la Máxima Densidad Seca, del Proctor Modificado (A.A.S.H.T.O. T 180), con el objetivo de lograr una sub rasante compacta y preparada para recibir, en algunos de los casos, la capa de mejoramiento de sub rasante (Over T.M. 4'), y la sub base.
- ♦ Para estabilizar el terreno de fundación, debido a sub rasantes pobres, se hará con hornigones gruesos, material de tipo OVER de diámetro tamaño máximo de 4".
- ♦ En la compactación del material a utilizar como sub base, se deberá tener en cuenta el óptimo contenido de humedad, obtenido del ensayo del Proctor Modificado (A.A.S.H.T.O. T 180). Además, se RECOMIENDA REALIZAR ENSAYOS DE COMPACTACIÓN (R.R.T.M.I.U. 1191), para evaluar el grado de compactación, recomendándose un valor mínimo de 100 % de su densidad seca máxima obtenida del ensayo de Proctor Modificado, realizado en laboratorio.
- ♦ LA LONA DE LIXIVIADO SERÁ DE UN P.E. 2100 G/LIBRO, SEGUN USUO ESPECIFICA EN LA NORMA TÉCNICA; Y SU COMPOSICIÓN DEL MORTERO SERÁ HECHO DE Piedra Chancada y Arena Gruesa sin impurezas, con agua limpia de seguridad potabilizada.
- ♦ El Afrosado deberá cumplir ciertas granulometrías propuestas por el MTC (VER anexo Tabla).
- ♦ Con la finalidad de lograr una mezcla de concreto acorde a las necesidades, se recomienda la utilización de aditivos plastificantes reductores de agua de rango medio e incorporadores de aire, garantizando el ahorro económico por m³ y la durabilidad de la

ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
R. Adriaen Espinoza
Ingeniero Geotécnico

estructura, y se deberá utilizar una relación Agua/Material Cementante mínimo de 0.50.

- ✦ Considerar la construcción de estructuras que evacuen las aguas superficiales y aguas de precipitación (drenaje pluvial urbano) con el objetivo de no causar el posterior colapso de la estructura de pavimento, como cunetas, que tendrán que estar en red con el colector de aguas pluviales.
- b) Teniendo en cuenta los resultados químicos realizados a los suelos encontrados en el área en estudio, se puede concluir que el ataque del suelo al concreto es **INSIGNIFICANTE**. Pero considerando la humedad natural que presenta el área en estudio se deberá utilizar en la fabricación de concreto **Cemento Portland Tipo I**.
- c) Según estos parámetros el ingeniero definirá la mejor estructura.
- d) A solicitud del YESISTA: **ALÁN QUISPE RODRIGUEZ**, se hizo la calicata para determinar tipo de suelo, estratigrafía, contenido de humedad natural, CBR y Proctor Modificado.
- e) El presente informe es presentado sólo para la zona evaluada y para el Proyecto: **Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para Evitar Agrietamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jesús, Cajamarca**, y no respalda ningún otro lugar y tipo de obra diferente a las estudiadas.



ADRICORP S.A.C.
Ingeniero Geotécnico
Ing. **Alán Quispe Rodríguez**
C. 10000000000000000000



ADRI CORP S.A.S.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 00601326811 WWW.ADRI CORP S.A.S.COM
☎ 00099467
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Mariscal Duross N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

IX REFERENCIAS


ADRI CORP S.A.S.
Ingenieros Geotécnicos
Rep. & Apoderado Registrad.
www.adricorpsac.com

☎ JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Romelios N° 136
☎ CUERO (CAJAMARCA): J. Oroco N° 537
☎ CHICLAYO (LAMAYEGUE): Av. Los Inca N° 1047

☎ 930 639 923 ☎ jaen@adricorpsac.com
☎ 942 477 839 / 912 785 925 ☎ cuero@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ☎ chiclayo@adricorpsac.com

9. REFERENCIAS

- Alva Hurtado J.E. (1992). "Mecánica de Suelos Aplicada a Cimentaciones". Capítulo de Estudiantes, ACD-UNI, Lima.
- Alva Hurtado J., Meneses J. y Guzmán V. (1984). "Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna.
- Lambe T.W. y Whitman R.V. (1969). "Soil Mechanics". John Wiley, New York.
- Terzaghi K. y Peck R.B. (1967). "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley, New York.
- Vesic A. (1973). "Análisis de la Capacidad de Carga de Cimentaciones Superficiales", [SMPD. ASCE, Vol. 99.
- INGEMMET (2010). "Geología de los Cuadrángulos de Armatongo 11-g y Boga Grande 12-g. Boletín N° 142. Servicio de Geología y Minería.
- De 42Rodríguez G.A. 1982. "Clasificaciones Geomecánicas Aplicadas a los taludes de Roca Tecnificada S-300".
- Goodman, Richard E. "Introduction to Rock Mechanics" John Wiley & Sons, 1989.
- Genóleos de Vallejo, Luis "Ingeniería Geológica" Prentice hall, 2002.
- Hoek E., Bray J.W. 1977. "Rock Slope Engineering", London, 2da. Edición.
- Martínez A. (1995) "Geotecnia para Ingenieros - Principios Básicos". Lima-Perú.
- Rodríguez G.J.M y Otero C. "Curso aplicado a cimentaciones", COAM.



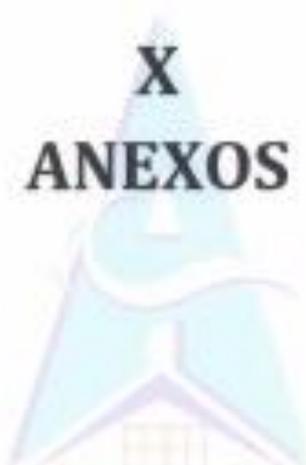
ADICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Tercera División Regional
Lima



ADICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 2060132581 | WWW.ADICORPSAC.COM
☎ 00009487
☎ 942 904 210
✉ info@adicopeac.com / adicopeac@gmail.com
📍 Av. Morales Duarte N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

X ANEXOS




ADICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
R.O.U. N° 14603
R.O.C. N° 14603
R.O.C. N° 14603
R.O.C. N° 14603

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romeros N° 136
📍 CUTervo (CAJAMARCA): A. Diezco N° 557
📍 CHICLAYO (AMBAYESE): Av. Los Inca N° 1047

☎ 530 639 923 ✉ jaen@adicopeac.com
☎ 942 477 839 / 912 786 935 ✉ cuterro@adicopeac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adicopeac.com



ADRICOOP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 2060132981 | WWW.ADRICORPSAC.COM
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricopac.com / adricopac@gmail.com
📍 Av. Morales Duarte N° 2839 – Cercado de Lima – Lima

10.1

FIGURAS

&

LAMINAS:


PERSONA EN
CARGO
Ing. *[Nombre]*
Ingeniero Geotécnico

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Rómulo Nº 136
📍 CUERO (CAJAMARCA): J. Oroco Nº 557
📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Inca Nº 3047

☎ 930 609 923 ✉ jaen@adricopac.com
☎ 942 477 839 / 712 786 935 ✉ cuervo@adricopac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricopac.com



FIGURA N° F - 01

TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL, SEGUN DEPARTAMENTO, 2009-2019

Departamento	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Promedio	Desviación
Arequipa	15.1	15.0	15.2	15.1	15.1	15.0	15.1	15.0	15.1	15.0	15.1	15.1	0.1
Ayacucho	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	12.9	13.0	13.1	12.7	0.2
Cajamarca	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	11.7	0.1
Cusco	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	10.7	0.1
Huancavelica	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	13.7	0.1
Huancayo	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	14.7	0.1
Ica	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	16.7	0.1
Junín	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	17.7	0.1
La Libertad	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1	18.7	0.1
Lima	19.1	19.2	19.3	19.4	19.5	19.6	19.7	19.8	19.9	20.0	20.1	19.7	0.1
Moravia	20.1	20.2	20.3	20.4	20.5	20.6	20.7	20.8	20.9	21.0	21.1	20.7	0.1
Nuñoa	21.1	21.2	21.3	21.4	21.5	21.6	21.7	21.8	21.9	22.0	22.1	21.7	0.1
Piura	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.1	15.7	0.1
Tarma	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	16.7	0.1
Tarma	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	17.7	0.1
Tarma	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1	18.7	0.1
Tarma	19.1	19.2	19.3	19.4	19.5	19.6	19.7	19.8	19.9	20.0	20.1	19.7	0.1
Tarma	20.1	20.2	20.3	20.4	20.5	20.6	20.7	20.8	20.9	21.0	21.1	20.7	0.1
Tarma	21.1	21.2	21.3	21.4	21.5	21.6	21.7	21.8	21.9	22.0	22.1	21.7	0.1
Tarma	22.1	22.2	22.3	22.4	22.5	22.6	22.7	22.8	22.9	23.0	23.1	22.7	0.1
Tarma	23.1	23.2	23.3	23.4	23.5	23.6	23.7	23.8	23.9	24.0	24.1	23.7	0.1
Tarma	24.1	24.2	24.3	24.4	24.5	24.6	24.7	24.8	24.9	25.0	25.1	24.7	0.1
Tarma	25.1	25.2	25.3	25.4	25.5	25.6	25.7	25.8	25.9	26.0	26.1	25.7	0.1
Tarma	26.1	26.2	26.3	26.4	26.5	26.6	26.7	26.8	26.9	27.0	27.1	26.7	0.1
Tarma	27.1	27.2	27.3	27.4	27.5	27.6	27.7	27.8	27.9	28.0	28.1	27.7	0.1
Tarma	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	28.7	0.1
Tarma	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6	29.7	29.8	29.9	30.0	30.1	29.7	0.1
Tarma	30.1	30.2	30.3	30.4	30.5	30.6	30.7	30.8	30.9	31.0	31.1	30.7	0.1
Tarma	31.1	31.2	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7	31.8	31.9	32.0	32.1	31.7	0.1
Tarma	32.1	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.8	32.9	33.0	33.1	32.7	0.1
Tarma	33.1	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	33.9	34.0	34.1	33.7	0.1
Tarma	34.1	34.2	34.3	34.4	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	34.7	0.1
Tarma	35.1	35.2	35.3	35.4	35.5	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0	36.1	35.7	0.1
Tarma	36.1	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6	36.7	36.8	36.9	37.0	37.1	36.7	0.1
Tarma	37.1	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6	37.7	37.8	37.9	38.0	38.1	37.7	0.1
Tarma	38.1	38.2	38.3	38.4	38.5	38.6	38.7	38.8	38.9	39.0	39.1	38.7	0.1
Tarma	39.1	39.2	39.3	39.4	39.5	39.6	39.7	39.8	39.9	40.0	40.1	39.7	0.1
Tarma	40.1	40.2	40.3	40.4	40.5	40.6	40.7	40.8	40.9	41.0	41.1	40.7	0.1
Tarma	41.1	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6	41.7	41.8	41.9	42.0	42.1	41.7	0.1
Tarma	42.1	42.2	42.3	42.4	42.5	42.6	42.7	42.8	42.9	43.0	43.1	42.7	0.1
Tarma	43.1	43.2	43.3	43.4	43.5	43.6	43.7	43.8	43.9	44.0	44.1	43.7	0.1
Tarma	44.1	44.2	44.3	44.4	44.5	44.6	44.7	44.8	44.9	45.0	45.1	44.7	0.1
Tarma	45.1	45.2	45.3	45.4	45.5	45.6	45.7	45.8	45.9	46.0	46.1	45.7	0.1
Tarma	46.1	46.2	46.3	46.4	46.5	46.6	46.7	46.8	46.9	47.0	47.1	46.7	0.1
Tarma	47.1	47.2	47.3	47.4	47.5	47.6	47.7	47.8	47.9	48.0	48.1	47.7	0.1
Tarma	48.1	48.2	48.3	48.4	48.5	48.6	48.7	48.8	48.9	49.0	49.1	48.7	0.1
Tarma	49.1	49.2	49.3	49.4	49.5	49.6	49.7	49.8	49.9	50.0	50.1	49.7	0.1
Tarma	50.1	50.2	50.3	50.4	50.5	50.6	50.7	50.8	50.9	51.0	51.1	50.7	0.1
Tarma	51.1	51.2	51.3	51.4	51.5	51.6	51.7	51.8	51.9	52.0	52.1	51.7	0.1
Tarma	52.1	52.2	52.3	52.4	52.5	52.6	52.7	52.8	52.9	53.0	53.1	52.7	0.1
Tarma	53.1	53.2	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7	53.8	53.9	54.0	54.1	53.7	0.1
Tarma	54.1	54.2	54.3	54.4	54.5	54.6	54.7	54.8	54.9	55.0	55.1	54.7	0.1
Tarma	55.1	55.2	55.3	55.4	55.5	55.6	55.7	55.8	55.9	56.0	56.1	55.7	0.1
Tarma	56.1	56.2	56.3	56.4	56.5	56.6	56.7	56.8	56.9	57.0	57.1	56.7	0.1
Tarma	57.1	57.2	57.3	57.4	57.5	57.6	57.7	57.8	57.9	58.0	58.1	57.7	0.1
Tarma	58.1	58.2	58.3	58.4	58.5	58.6	58.7	58.8	58.9	59.0	59.1	58.7	0.1
Tarma	59.1	59.2	59.3	59.4	59.5	59.6	59.7	59.8	59.9	60.0	60.1	59.7	0.1
Tarma	60.1	60.2	60.3	60.4	60.5	60.6	60.7	60.8	60.9	61.0	61.1	60.7	0.1
Tarma	61.1	61.2	61.3	61.4	61.5	61.6	61.7	61.8	61.9	62.0	62.1	61.7	0.1
Tarma	62.1	62.2	62.3	62.4	62.5	62.6	62.7	62.8	62.9	63.0	63.1	62.7	0.1
Tarma	63.1	63.2	63.3	63.4	63.5	63.6	63.7	63.8	63.9	64.0	64.1	63.7	0.1
Tarma	64.1	64.2	64.3	64.4	64.5	64.6	64.7	64.8	64.9	65.0	65.1	64.7	0.1
Tarma	65.1	65.2	65.3	65.4	65.5	65.6	65.7	65.8	65.9	66.0	66.1	65.7	0.1
Tarma	66.1	66.2	66.3	66.4	66.5	66.6	66.7	66.8	66.9	67.0	67.1	66.7	0.1
Tarma	67.1	67.2	67.3	67.4	67.5	67.6	67.7	67.8	67.9	68.0	68.1	67.7	0.1
Tarma	68.1	68.2	68.3	68.4	68.5	68.6	68.7	68.8	68.9	69.0	69.1	68.7	0.1
Tarma	69.1	69.2	69.3	69.4	69.5	69.6	69.7	69.8	69.9	70.0	70.1	69.7	0.1
Tarma	70.1	70.2	70.3	70.4	70.5	70.6	70.7	70.8	70.9	71.0	71.1	70.7	0.1
Tarma	71.1	71.2	71.3	71.4	71.5	71.6	71.7	71.8	71.9	72.0	72.1	71.7	0.1
Tarma	72.1	72.2	72.3	72.4	72.5	72.6	72.7	72.8	72.9	73.0	73.1	72.7	0.1
Tarma	73.1	73.2	73.3	73.4	73.5	73.6	73.7	73.8	73.9	74.0	74.1	73.7	0.1
Tarma	74.1	74.2	74.3	74.4	74.5	74.6	74.7	74.8	74.9	75.0	75.1	74.7	0.1
Tarma	75.1	75.2	75.3	75.4	75.5	75.6	75.7	75.8	75.9	76.0	76.1	75.7	0.1
Tarma	76.1	76.2	76.3	76.4	76.5	76.6	76.7	76.8	76.9	77.0	77.1	76.7	0.1
Tarma	77.1	77.2	77.3	77.4	77.5	77.6	77.7	77.8	77.9	78.0	78.1	77.7	0.1
Tarma	78.1	78.2	78.3	78.4	78.5	78.6	78.7	78.8	78.9	79.0	79.1	78.7	0.1
Tarma	79.1	79.2	79.3	79.4	79.5	79.6	79.7	79.8	79.9	80.0	80.1	79.7	0.1
Tarma	80.1	80.2	80.3	80.4	80.5	80.6	80.7	80.8	80.9	81.0	81.1	80.7	0.1
Tarma	81.1	81.2	81.3	81.4	81.5	81.6	81.7	81.8	81.9	82.0	82.1	81.7	0.1
Tarma	82.1	82.2	82.3	82.4	82.5	82.6	82.7	82.8	82.9	83.0	83.1	82.7	0.1
Tarma	83.1	83.2	83.3	83.4	83.5	83.6	83.7	83.8	83.9	84.0	84.1	83.7	0.1
Tarma	84.1	84.2	84.3	84.4	84.5	84.6	84.7	84.8	84.9	85.0	85.1	84.7	0.1
Tarma	85.1	85.2	85.3	85.4	85.5	85.6	85.7	85.8	85.9	86.0	86.1	85.7	0.1
Tarma	86.1	86.2	86.3	86.4	86.5	86.6	86.7	86.8	86.9	87.0	87.1	86.7	0.1
Tarma	87.1	87.2	87.3	87.4	87.5	87.6	87.7	87.8	87.9	88.0	88.1	87.7	0.1
Tarma	88.1	88.2	88.3	88.4	88.5	88.6	88.7	88.8	88.9	89.0	89.1	88.7	0.1
Tarma	89.1	89.2	89.3	89.4	89.5	89.6	89.7	89.8	89.9	90.0	90.1	89.7	0.1
Tarma	90.1	90.2	90.3	90.4	90.5	90.6	90.7	90.8	90.9	91.0	91.1	90.7	0.1
Tarma	91.1	91.2	91.3	91.4	91.5	91.6	91.7	91.8	91.9	92.0	92.1	91.7	0.1
Tarma	92.1	92.2	92.3	92.4	92.5	92.6	92.7	92.8	92.9	93.0	93.1	92.7	0.1
Tarma	93.1	93.2	93.3	93.4	93.5	93.6	93.7	93.8	93.9	94.0	94.1	93.7	0.1
Tarma	94.1	94.2	94.3	94.4	94.5	94.6	94.7	94.8	94.9	95.0	95.1	94.7	0.1
Tarma	95.1	95.2	95.3	95.4	95.5	95.6	95.7	95.8	95.9				



FIGURA N° F - 03

SISMICIDAD HISTÓRICA DEL NORTE DEL PERÚ			
AÑO	REG	INTENSIDAD	EPICENTRO
1606	Mar-23	—	Lambayeque (Cañal)
1614	Feb-14	VI	Trujillo
1725	Ene-06	—	Trujillo
1784	septiembre 22	VI	Lambayeque
1814	Feb-15	VI	Piura
1887	Ago-20	—	Piura
1877	Nov-26	—	Chachapoyas
1906	septiembre 28	VI - VII	Noreste del Perú (Trujillo - Cajamarca)
1907	Jul-26	VI	SIERRA DE PARI
1912	Jul-24	IX / X	Piura
1917	May-23	VI	Trujillo
1928	May-14	X	Chachapoyas
1937	Jun-21	VI	Noreste del Perú
1951	May-08	IV	Noreste del Perú
1953	Dic-12	VI - VII	Noreste del Perú - Sur Ecuador
1956	Mar-09	—	Cajamarca (San Ignacio)
1956	May-13	V	Lima
1957	Ago-08	V - VI	Noreste del Perú
1960	Nov-30	—	Noreste del Perú
1963	Ago-30	VII	Noreste del Perú
1969	Feb-03	VI	Noreste del Perú
1970	Dic-06	VI	Noreste del Perú
1971	Jul-12	—	Sullana

FUENTE: Mapa de Pulgari, Ariz, Cordero & Caporaso - 1997 - Perú - PERUSUR - Versión 1.04

ELABORADOR: Equipo Técnico-INGEC, Versión 2.00.

ADICORP S.A.S.
 Inge. J. Alejandro Arguedas
 INGE. J. ALEJANDRO ARGUEDAS
 INGENIERO GEOTECNICO

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romeros N° 136
 📍 CUSCO (CAJAMARCA): J. Oroco N° 357
 📍 CHILAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incas N° 1047

☎ 930 639 923 📧 joeni@adicoepsac.com
 ☎ 942 477 639 / 912 756 935 📧 culeyo@adicoepsac.com
 ☎ 942 904 210 📧 chclayo@adicoepsac.com



ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601325811 WWW.ADRICORPSAC.COM
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima



FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMIG), 2008.

ADRI CORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Rafael Adrián Rodríguez
Ingeniero Geotécnico

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Romeros N° 356
📍 CUSCO (CAJAMARCA): J. Orisco N° 557
📍 CHICLAYO (LAMAYBUEQUE): Av. Los Incas N° 1087

☎ 030 539 923 ✉ jaen@adricorpsac.com
☎ 942 477 839 / 912 766 936 ✉ cusco@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com



ADRICOOP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20601325811
00099887
942 904 210
info@adricoop.com / adricoop@gmail.com
Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICOOP.SAC.COM



FUENTE: (INAMRI), 2016. Lluvias acumuladas en el período climático diciembre - Mayo.

ADRICOOP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Max E. Alvarado Rodríguez
Max E. Alvarado Rodríguez
Ingeniero Geotécnico
C.O.T. N° 10000

① JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Rincónes N° 136
② CUTervo (CAJAMARCA): J. Orosco N° 557
③ CHICLAYO (LAMBAEQUE): Av. Los Incas N° 1047

④ 932 639 923 ⑤ jaen@adricoop.com
⑥ 942 477 839 / 912 786 935 ⑦ cutervo@adricoop.com
⑧ 942 904 210 ⑨ chiclayo@adricoop.com



ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601325811
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morales Duárez N° 2839 – Cercado de Lima – Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM



FUENTE: INEGI, 1999.

ADRI CORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
R. L. Luján Ríos
R. L. Luján Ríos

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Somelleros N° 136
📍 CUTRVO (CAJAMARCA): Jr. Ocaña N° 557
📍 CHICLAYO (LAMBAYEGUA): Av. Los Inca N° 1067

☎ 930 639 923 ✉ jaen@adricorpsac.com
☎ 942 477 839 / 912 786 935 ✉ cutrvo@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20501326811
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morúa Duque N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM



FUENTE: KISHIKI, 2009.

INGENIEROS GEOTÉCNICOS
Asesoría y Asesoría Regional
S.A.C.

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Ca. Los Ramerillos N° 136
📍 CUTervo (CAJAMARCA): A. Otisco N° 557
📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incas N° 1047

☎ 930 639 923 ✉ jaen@adricorpsac.com
☎ 942 477 839 / 912 766 936 ✉ cutervo@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com

10.2

TABLAS:



ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos



Tabla N° 5-81

ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIDOS PARA LA CIMENTACIÓN

PRESENCIA EN EL SUELO DE	g/cm ³	GRADO DE ALTERACIÓN	CONSEJOS
SULFATOS (*)	0-1.000 1.000-2.000 20.000-120.000	Insignificante Moderado Severo Muy severo	Evitar un exceso químico al contacto de la cimentación.
CLORURO (**)	<0.200	Poco dañino	Evitar problemas de corrosión de armaduras y estructuras metálicas.
SALOS SOLUBLES TERTIARIOS (**)	<0.200	Poco dañino	Evitar problemas de pérdida de resistencia por hinchazón.

(*) Según EN 196-20
(**) Espectroscopía Fotoacústica

Tabla N° 5-82

TIPO DE CEMENTO REQUERIDO PARA EL CONCRETO EXPUESTO AL ATAQUE DE LOS SULFATOS

EXPOSICIÓN A SULFATOS	DEFECTO SUJETO EN AGUJERO PRESENTE EN EL SUELO PORCENTAJE EN SUELO	SULFATOS (SO ₄) ²⁻ (g/g) (p.p.m.)	TIPO DE CEMENTO	RELACION NORMAL AGUA-CEMENTAL (CEMENTO/AGUA) PARA CONCRETOS DE PESO NORMAL	F ₁ CEMENTO (kg/m ³) PARA CONCRETOS DE PESO NORMAL Y LIGERO
Insignificante	0.0 + 0.0, + 0.0	0.00 + 0.0, + 1.00	—	—	—
Moderado *	0.1 + 0.0, + 0.20	1.00 + 0.0, + 1.00	5 (PULC. SUAVE PARA EFECTOS VIGILADOS)	0.80	37
Severo	0.2 + 0.0, + 0.30	1.00 + 0.0, + 1.00	4	0.80	37
Muy Severo	1.00 + 0.0,	10.00 + 0.0,	3 (Tipo 5 + "Resistente")	0.45	37

F.C.A. Asociación Ecuatoriana de Cementos
* Se recomienda el uso del tipo de cemento con exposición moderada
** Pautado que se ha comprobado por medio de ensayos, o por experimentos que muestra el deterioro a largo plazo en las estructuras que contienen cemento tipo 4.

Fuente: Tabla 5.8.2 Norma E-060, Comisión Nacional, NBS, 2014

INGENIERO GEOTÉCNICO
Max B. Jaramán Aguilar
M.Sc. en Geotecnia, M.Sc. en Ingeniería Civil

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romeros N° 136
📍 CUTervo (CAJAMARCA): A. Oroso N° 557
📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incaes N° 1047

☎ 930 639 923 ✉ jaen@adicoepsac.com
☎ 942 477 839 / 012 786 935 ✉ cutervo@adicoepsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adicoepsac.com

TABLA N° B - 03
CAPÍTULO : SUB - BASES Y BASES
SECCIÓN : BASE GRANULAR

Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Tamaño	Porcentaje que Pasa en Pasa			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
75 mm (3")	100	100	100	100
50 mm (2")	—	75 - 100	100	100
4.75 mm (No. 40)	30 - 55	40 - 75	30 - 55	30 - 100
0.75 mm (No. 200)	20 - 35	30 - 50	20 - 35	20 - 45
0.425 mm (No. 35)	10 - 40	20 - 40	20 - 30	10 - 30
0.25 mm (No. 60)	5 - 20	10 - 30	10 - 20	10 - 20
0.15 mm (No. 100)	2 - 8	5 - 15	5 - 10	5 - 10

Fuente: Sección 304 de la E0-2020 del MTC.

(1) La curva de gradación "A" deberá ajustarse de modo que el área que se quede superior a 100% sea cero.

TABLA N° B - 04
Valor Relativo de Soporte, CSR

Uso Local y Colección	Tiempo Ligero a Medio	Valor CSR (%)
Vías Arteriales y Expansas	Tiempo Largo	100 - 150 %

TABLA N° B - 05
CAPÍTULO : SUB - BASES Y BASES
SECCIÓN : BASE GRANULAR

Requerimiento de Agregado Grueso

Material	Norma MTC	Den. Espec. (kg/m³)	Den. Abs. (kg/m³)	Den. Rel. (kg/m³)	Requerimientos	
					Gravimétrico (kg/m³)	Gravimétrico (kg/m³)
Perforadas con una cara perforada	MTC E 210	0.9921	—	—	—	80 % M ₅₀
Perforadas con dos caras perforadas	MTC E 210	0.9921	—	—	—	40 % mín. / 50 % máx.
Abridos Los Angeles	MTC E 207	0.121	7.90	400.018.2080	—	40 % máx.
Pedruzcos Estrechos y Angostos (1)	MTC E 202	0.139	—	—	—	15 % máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 139	0.1689	—	338.152.2080	—	0.5 % máx.
Pedras con defectos de fondo	MTC E 206	0.98	7.704	400.018.1999	—	12 % máx.
Pedras con defectos de fragmento	MTC E 209	0.95	7.704	400.018.1999	—	18 % máx.

Fuente: Sección 304 de la E0-2020 del MTC.

(1) La medida de fragmentos para el laboratorio es 50% perforaciones y fragmentos.

TABLA N° B - 06
CAPÍTULO : SUB - BASES Y BASES
SECCIÓN : BASE GRANULAR

Requerimiento de Agregado Fino

Material	Norma MTC	Den. Espec. (kg/m³)	Den. Abs. (kg/m³)	Requerimientos	
				Gravimétrico (kg/m³)	Gravimétrico (kg/m³)
Indice Plastico	MTC E 111	338.152.1999	7.704	400.018.1999	25 % máx.
Influencia de arena	MTC E 114	338.152.2080	7.704	400.018.1999	40 % máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 139	338.152.2080	—	—	0.75 % máx.
Indice de estabilidad	MTC E 214	—	—	—	30 % mín.

Fuente: Sección 304 de la E0-2020 del MTC.

ADICORP S.A.E.
 Ingenieros Geotécnicos

Ing. R. Aguirre Kozlowski
 Gerente General



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20601325811
00095487
942 904 210
info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
Av. Morales Ducrest N° 2679 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM

TABLA N° A - 01
CAPÍTULO : MATERIAL DE AFIRMADO
SECCION : AFIRMADO
GRADACION DE BARRA DE AFIRMADO

PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ	GRADACIÓN C	GRADACIÓN D	GRADACIÓN E	GRADACIÓN F
60 mm (2")	---	---	---	---
37.5 mm (1 1/2")	---	---	---	---
25 mm (1")	100	100	100	100
19 mm (3/4")	---	---	---	---
12.5 mm (1/2")	---	---	---	---
8.5 mm (5/8")	50 - 85	60 - 100	---	---
4.75 mm (N° 4)	15 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
2.50 mm (N° 60)	---	---	---	---
2.0 mm (N° 75)	15 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
0.85 mm (N° 200)	15 - 30	5 - 45	20 - 50	30 - 70
75 um (N° 200)	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25
Índice de Plasticidad	4 - 9			
Límite Líquido	Máx. 35%			
Desgaste Los Angeles	Máx. 30%			
CBR [referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1"(2.5mm)]	Mín. 80%			

Fuente: ACORDO M 147

Abel R. Rodríguez Acuña
Ingeniero Geotécnico
Médico Especialista en Geotecnia

JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romeros N° 136
CUPERO (CAJAMARCA): Jr. Decora N° 557
CHICLAYO (AMBAYQUE): Av. Los Incas N° 1047

930 639 923 jaen@adricorpsac.com
942 477 839 / 912 766 936 cupero@adricorpsac.com
942 904 210 chiclayo@adricorpsac.com

TABLA N° C - 01
 CAPITULO : SUB RASANTE Y RASANTES
 SECCION : SUB RASANTE
 Controles en la Sub Rasante

TIPO DE VIA	NUMERO DE CONTROLES EN LA SUBRASANTE POR CADA 100m DE VIA PARA GRADO DE COMPACTACION Y CSR IN-SITU
Express	4
Avenidas	3
Coletores	2
Locales	1

TABLA N° C - 02
 CAPITULO : SUB - BASE Y BASES
 SECCION : SUB - BASE Y BASE GRANULAR
 Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Norma NTP	Frecuencia (1 cada)	Lugar de Muestreo
Sub-Base y Base Granular	Granulometría	MTC E 204	D 422	T 66	308.128.1998	400 m ²	Cantera
	Límites de Consistencia	MTC E 110	D 4316	T 69	308.129.1998	400 m ²	Cantera
	Desgaste Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	400.019.2002	1000 m ²	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	308.146.2000	1000 m ²	Cantera
	Salos Solubles	MTC E 219	D 1558	—	308.152.2002	1000 m ²	Cantera
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 183	308.145.1999	1000 m ²	Cantera
	Partículas Fines	MTC E 210	D 1821	—	—	1000 m ²	Cantera
	Partículas Chicas y Medias	MTC E 221	D 4791	—	—	1000 m ²	Cantera
	Perda en Sulfo de Sodio / Magnesio	MTC E 209	C 85	T 104	—	1000 m ²	Cantera
	Humedad Deseada	MTC E 115	D 1557	T 180	308.141.1999	400 m ²	Plata
	Humedad (Proctor Modificado)						
	Densidad "In Situ" (Método del Cono)	MTC E 117 MTC E 124	D 1558 D 2922	T 181 T238	—	250 m ² con un mín. de 3 controles.	Plata

Nota: 1) La frecuencia de los ensayos puede incrementarse en opinión del Supervisor, dependiendo de la variación de la estratigrafía en canteras, que puede originar cambios en las propiedades de los materiales.
 2) En caso de que los alrededores del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o Característica.

ADRI CORP S.A.C.
 INGENIEROS GEOTÉCNICOS

Miguel Ángel Rodríguez
 Ingeniero Geotécnico

📍 LIMA (CAJAMARCA): C/ Los Hornos N° 136
 📍 CUSCO (CAJAMARCA): Jr. Cusco N° 557
 📍 CHICLAYO (LAMBAYEGUE): Av. Los Incas N° 1047

☎ 930 659 925 ✉ info@adricorpsac.com
 ☎ 942 477 859 / 912 786 926 ✉ cusco@adricorpsac.com
 ☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com



ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601325811 WWW.ADRICORPSAC.COM
☎ 0000483
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morúa Duque N° 2837 - LINDAS DE LIMA - LIMA

10.3

CUADROS:

ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
Rafael A. Rodríguez Acuña
Ingeniero Geotécnico
C.O.T. N° 1047

📍 IJÉN (CAJAMARCA) - Ca. Los Romerillos N° 136
📍 CUSCO (CAJAMARCA) - J. Oroso N° 567
📍 CHILAYO (AMBOSQUE) - Av. Los Incas N° 1047

☎ 930 639 923 ✉ jain@adricorpsac.com
☎ 942 477 839 / 912 766 936 ✉ cusco@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chilayo@adricorpsac.com



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601325611
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpac.com / adricorpac@gmail.com
📍 Av. Morales Delgado N° 2835 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM



CUADRO 0 - 01
RESUMEN DE EXPLOSIONES EN CAMPO
INVESTIGACION DE CAMPO

CANTIDAD	MATERIALES			MATERIALES			MATERIALES		
	kg	litros	metros cúbicos	kg	litros	metros cúbicos	kg	litros	metros cúbicos
1	100	10	0.5	100	10	0.5	100	10	0.5
2	200	20	1.0	200	20	1.0	200	20	1.0
3	300	30	1.5	300	30	1.5	300	30	1.5
4	400	40	2.0	400	40	2.0	400	40	2.0
5	500	50	2.5	500	50	2.5	500	50	2.5
6	600	60	3.0	600	60	3.0	600	60	3.0
7	700	70	3.5	700	70	3.5	700	70	3.5
8	800	80	4.0	800	80	4.0	800	80	4.0
9	900	90	4.5	900	90	4.5	900	90	4.5
10	1000	100	5.0	1000	100	5.0	1000	100	5.0

[Handwritten Signature]
INGENIERO GEOTECNICO
N° 123456789

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Cg. Los Romeillos N° 136 ☎ 930 639 923 ✉ jaen@adricorpac.com
📍 CUSCO (CAJAMARCA): Jr. Orisco N° 657 ☎ 942 677 839 / 912 786 935 ✉ cusco@adricorpac.com
📍 CHICLAYO (LAMAYEGUJE): Ac. Los Incaes N° 1047 ☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpac.com




 Ing. J. Schneider Riquelme
 Director General

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN
1	m ³	Grava de 20mm	Grava

CUADRO G - 03
RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO
ENSAYOS ESTACION

GRUPO	VALOR	UNIDAD								
1	18.00	%	20.00	%	18.00	%	18.00	%	18.00	%



[Signature]
 ADRICORP S.A.C.
 Inge. A. Alejandra Riquelme

RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO
CUADRO E - 04
MUESTROS ESPECIALES PARA PAVIMENTACION

CANTON	MUESTRA	MATERIAL	MUESTRO	CLASIFICACION		MUESTROS ESPECIALES PARA PAVIMENTACION				
				TIPO	ADENS	M.O.D	O.C.H	W	C.B.R	
01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02
03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03
04	04	04	04	04	04	04	04	04	04	04
05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05
06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06
07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07
08	08	08	08	08	08	08	08	08	08	08
09	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601325611 WWW.ADRICORPSAC.COM
 ☎ 000994487
 ☎ 011 476 014 011
 ✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
 📍 Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima



RESUMEN DE EXPLORACIONES EN CAMPO
CUADRO D - 06

CANTIDAD	MATERIAL	MUESTRA	MUESTRO	LABORATORIO			MUESTRO
				N°	ADDRESS	TIPO DE MUESTRA	
01	Gravel	1-01	Gravel	01	ADICORP	Gravel	Gravel - Standard

[Signature]
ADRICORP S.A.C.
 Inge. **[Name]**
 Inge. **[Name]**

📍 **PIURA (CAJAMARCA):** Car. Los Rios km 100 ☎ 706 007 700 ✉ piura@adricorpsac.com
 📍 **CUSCO (CAJAMARCA):** Jr. Orcoño N° 557 ☎ 942 477 839 / 912 786 926 ✉ cusco@adricorpsac.com
 📍 **CHICLAYO (LAMBAYEQUE):** Av. Los Inca N° 1047 ☎ 942 908 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

20601325811
00099487
942 904 210
info@adricorpac.com / adricorpac@gmail.com
Av. Morales Duárez N° 2837 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPAC.COM

10.4

REGISTRO DE

EXCAVACIONES:

ADRICORP S.A.C.
Alex R. Adriaenssens
Alex R. Adriaenssens
Ingeniero Geotécnico

JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Remollos N° 136
CUSCO (CAJAMARCA): J. Ocaso N° 557
CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Inca N° 1047

930 639 923 jaen@adricorpac.com
940 477 839 / 912 786 938 cusco@adricorpac.com
942 904 210 chiclayo@adricorpac.com



ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 2060132811 WWW.ADRICORPSAC.COM
📠 00099487
📞 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morales Duárez N° 2859 - Cercado de Lima - Lima

10.5

ENSAYOS DE

LABORATORIO:

ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romerillos N° 136
📍 CUSCO (CAJAMARCA): J. Osoyo N° 557
📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incas N° 1047

☎ 950 639 923 ✉ jaen@adricorpsac.com
☎ 942 477 834 / 942 786 936 ✉ cusco@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorpsac.com

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

OBJETIVO: Programa de Pruebas de Diagnóstico con Cimentación Optimizada para Evaluar
Agricultura en la Calle Zaranilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca

UBICACIÓN: Calle Zaranilla Cuadra 17, Distrito de Jaén, Provincia de Jaén - Cajamarca

SOLICITA: TESISTA: ALAN QUINPE RODRIGUEZ

FECHA: 07 de Junio del 2021

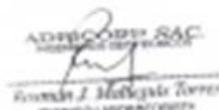
RESULTADOS DE LABORATORIO

CALCATA	PROF. (m)	SUCS	P.P.M		
			Sales Totales	Cloruros	Sulfatos
C - 1	1.60	SC	524.80	64.61	306.24

Observaciones:



ADRICORP S.A.C.
Ingeniero Geotécnico
Alan Quinpe Rodríguez



ADRICORP S.A.C.
Ingeniero Geotécnico
Alan Quinpe Rodríguez

LIMITE DE ATTERBERG	
MTC 8.150.7.8.111 - 88780488 - 4484701481148	
SOLICITANTE: TROPITA ALAN GUZMÁN BOURBONQUE	
PROYECTO: Proyecto de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para Tráfico Agrícola en la Calle Dorotea Cuadra 17, Jheta, Tarma	
UBICACIÓN: Calle Dorotea Cuadra 17, Sector de Jheta, Provincia de Jheta - Cajamarca	
DISEÑO: (C. 00.0002.00.000)	
CALCULO: C - 1	MT. MEDIDOR: LA - 100000 - 01
PLANTILLA: M - 1	MT. TOTAL:
PROF. (m): 0.00 - 1.00	LADO:
UBICACIÓN: Calle Dorotea Cuadra 17 - Jheta - Edo. Tarma - Jheta 000011	PROF. (m):

LIMITE LIQUIDO				
MT. TARRIO	g	h	i	j
TARRIO + SUELO HÚMEDO	21.20	21.80	22.10	
LIMITE + SUELO SECO	---	---	---	
AGUA	4.70	4.90	5.00	
PESO DEL TARRIO	30.30	30.90	31.10	
PESO DEL SUELO SECO	25.70	26.00	26.10	
N. DE HUMEDAD	18.28	16.00	16.40	
N. DE PLASTICIDAD	07	05	05	

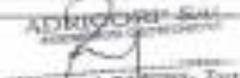
LIMITE PLASTICO				
MT. TARRIO	g	h	i	j
TARRIO + SUELO HÚMEDO	21.20			
TARRIO + SUELO SECO	21.20			
AGUA	0.00			
PESO DEL TARRIO	30.30			
PESO DEL SUELO SECO	19.90			
N. DE HUMEDAD	10.65			



CORRELACIONES FIJAS DE LA PLASTICIDAD	
Límite Líquido	21
Límite Plástico	07
Índice de Plasticidad	07

OBSERVACIONES	


 Alan Guzmán Bourbónque
 Inge. Civil - MTC


 Ricardo J. Ballesteros Torres
 Inge. Civil - MTC

HUMEDAD NATURAL (MTC 8-182)

PROYECTO : Proyecto de Diseño de Pavimento del Muestreo Estático para el Establecimiento de la Red de Obras de Saneamiento y Agua Potable en el Sector de San Ramón - Iquitos UBICACIÓN : Calle Zoraida Cuadra 17, Sector de San Ramón de San Ramón - Iquitos FECHA : 07 de Mayo del 2020	
CALICATA : 10 - 1 MUESTREA : 10 - 1 PROF. cm : 0.00 - 1.00 UBICACIÓN : Calle Zoraida Cuadra 17 - Cercado - Urb. 74360 - Norte - 08000	Nº MUESTREO : 04 - 100000 - 01 MUESTREO : LADO : PROF. (cm) :

MTC 8-182			
Peso de Envase	0.2		
Peso de Env. Humedo + Tare (g)	102.00		
Peso de Env. Seco + Tare (g)	101.00		
Peso de Tare (g)	17.00		
Peso de Agua (g)	90.00		
Peso Mue. (Seco) (g)	100.00		
Humedad Natural (%)	7.00		
Humedad de Equilibrio (%)			04

OBSERVACIONES:

[Signature]
 Ing. J. Luis...
 INGENIERO GEOTÉCNICO

[Signature]
 ADICORP S.A.S.
 INGENIEROS GEOTÉCNICOS



ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20401325811
☎ 0099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorpsac.com / adricorpsac@gmail.com
📍 Av. Morales Duárez N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICORPSAC.COM

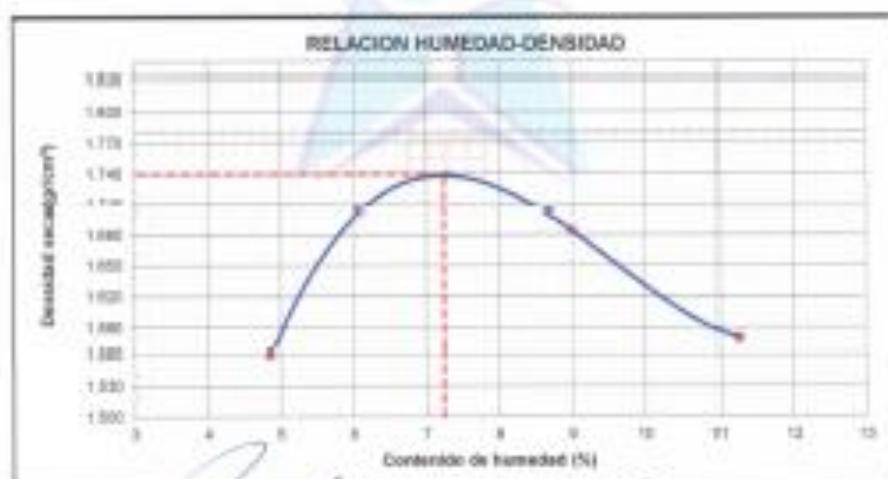
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T - 180 D

PROYECTO: Propuesta de Diseño de Pavimento con Geometría Optimizada para Evitar Agravamiento en la Calle Zarumilla Cuadro 17, Jefe. Cajamarca
UBICACIÓN: Calle Zarumilla Cuadro 17, Distrito de Jefe, Provincia de Jefe - Cajamarca
SOLICITA: TÉCNICO ALAN GABRIEL RODRIGUEZ
FECHA: 07 de Mayo del 2021
CALICATA: C - 1
MUESTRA: M - 1
PROFUND.: 0.00 - 1.00
UBICACIÓN: Calle Zarumilla Cuadro 17 - Coord. E. 742400 N. 9308812

MOLDE	I	II	III	IV
HUMEDAD	4.65	6.14	9.00	11.25
DENSIDAD SECA	1.560	1.706	1.894	1.580

DENSIDAD MÁXIMA (kg/m^3)	1.948
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	7.87



ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
Alan Gabriel Rodríguez
Técnico

ADRI CORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
Ricardo J. Manrique Ximenes
Técnico Laboratorial

📍 JABY (CAJAMARCA) - Co. Los Rorrellos N° 136
📍 CLIFERO (CAJAMARCA) - J. Oroso N° 557
📍 CHILIVO (AMBAYEGUE) - Av. Los Inca N° 1047

☎ 930 639 923 ✉ peru@adricorpsac.com
☎ 942 477 839 / 912 786 906 ✉ cuzco@adricorpsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chilibuyo@adricorpsac.com



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)

MTC E 152 - ASTM D 1583 - AASHTO T-193

PROYECTO	Proyecto de Diseño de Pavimento con Geotextil Optimizado para Cierre
UBICACIÓN	En el tramo entre Calle Dorado Oeste IT, Lima, Capatzen
SOLICITA	INGENIERO ALAN GUSTAVO RODRIGUEZ
FECHA	07 de Mayo del 2021
CAUSATA	E - 1
MUESTRA	M - 1
PROFUND.	0.60 - 1.00
UBICACIÓN	Calle Dorado Oeste IT - Cerc. S. 112000 - A. 1000112

k)- Ensayo Preliminar de Compactación

Método	C
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	1.84
Coeficiente de Variación (%)	5.00

l)- Compactación de moldeo

MOLDE Nº	I	II	III
Nº de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	80	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	1.84	1.75	1.66
Cantidad de Material	7.07	7.03	6.98

c)- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

MOLDE Nº	Penetración (mm)	Presión Aplicada (kg/cm ²)	Presión Patrón (kg/cm ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	101	1000	10.1
II	0.1	170	1000	17
III	0.1	70	1000	7

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S	22.1
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S	15.1

ADICORP S.A.C.
 Inge. Alan Gustavo Rodríguez
 Inge. Jorge Luis Rodríguez

ADICORP S.A.C.
 Inge. Alan Gustavo Rodríguez



ADICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

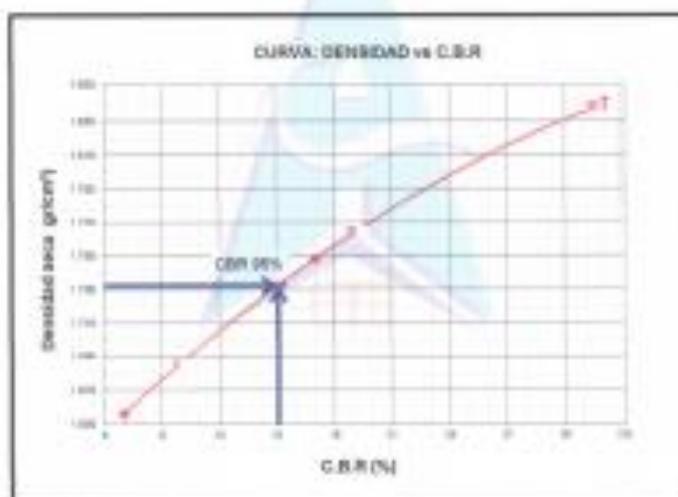
☎ 20601326811
☎ 0099467
☎ 942 904 210
✉ info@adicoepsac.com / adicoepsac@gmail.com
📍 Av. Morales Duárez N° 2839 - Cascado de Lima - Lima

WWW.ADICOEPSAC.COM

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1983

PROYECTO	Tránsito de línea de tránsito con tránsito a operación para el eje
	Agratamiento en la Calle Zarumilla Cuadra 17, Jaén, Cajamarca
UBICACIÓN	Calle Zarumilla Cuadra 17, Distrito de Jaén, Provincia de Jaén - Cajamarca
OBJETO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE CARGA
FECHA	07 de Mayo del 2021
CALCATA	C-1
MUESTRA	M-1
PROFUND.	0.90 - 1.60
UBICACIÓN	Calle Zarumilla Cuadra 17 - Coord. E. 743480 N. 938912

Optima Densidad Base (g/cm ³)	1.81
Optima Contenido de Humedad (%)	7.67
C.B.R. al 100% de la M.C.S. (%)	32.1
C.B.R. al 95% de la M.C.S. (%)	18.1



ALEX J. ADRIANO RODRÍGUEZ
INGENIERO GEOTÉCNICO

GUSTAVO J. MÁRQUEZ TORRES
INGENIERO GEOTÉCNICO

📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Sembreros N° 136
📍 CUSCO (CAJAMARCA): Jr. Ocaña N° 557
📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incas N° 1047

☎ 933 609 922 ✉ jaen@adicoepsac.com
☎ 942 477 809 / 912 786 935 ✉ cusco@adicoepsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adicoepsac.com



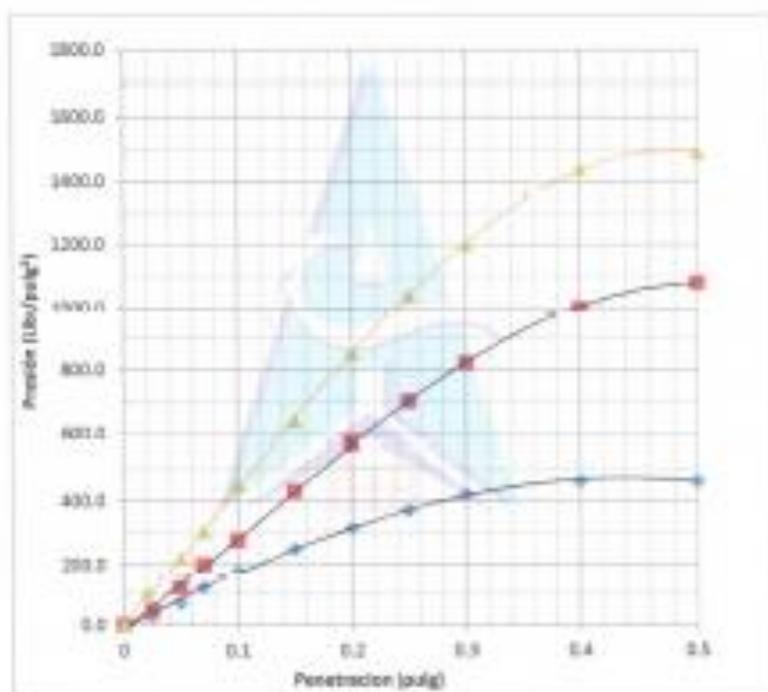
ADRICORP S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 20601329811
☎ 00099487
☎ 942 904 210
✉ info@adricorp.com / adricorp@gmail.com
📍 Av. Alameda Puacari N° 5030 - Cercado de Lima - Perú

WWW.ADRICORP.SAC.COM

ENSAYO DE SOLIFERENCIA REALIZADO EN TIPO (S.B.T.) ASTM D 1586

PROYECTO	Propuesta de Diseño de Pavimento con Base y Subbase Optimizada para Entero Agregados en la Calle Zaranda Cuadra 17, Ján, Cajamarca
UBICACIÓN	Calle Zaranda Cuadra 17, Distrito de Ján, Provincia de Ján - Cajamarca
SOLICITA	YESSICA ALAN GUSPE RODRIGUEZ
FECHA	07 de Mayo del 2021
CALICATA	C-11
MUESTRA	M-1
PROFUND.	0.00 - 0.00
UBICACIÓN	Calle Zaranda Cuadra 17 - Casco E. 74280 N. 908812



[Signature]
ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
Alex P. Adriano Rodríguez
Ingeniero Geotécnico
Nº 10117

[Signature]
ADRICORP S.A.C.
Ingenieros Geotécnicos
YESSICA ALAN GUSPE RODRIGUEZ
Ingeniera Geotécnica
Nº 10117

📍 JÁN (CAJAMARCA): Cta. Los Romaditas N° 136
📍 CUTIVO (CAJAMARCA): J. Oroso N° 557
📍 CHICLAYO (LAMBAYEQUE): Av. Los Incaos N° 1047

☎ 933 659 929 ✉ ján@adricorp.com
☎ 942 477 809 / 912 786 935 ✉ cutivo@adricorp.com
☎ 942 904 210 ✉ chiclayo@adricorp.com



ADRICO S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 2060132811 WWW.ADRICOGPSAC.COM
☎ 00099487
☎ 942 904 310
✉ info@adricopsac.com / adricopsac@gmail.com
📍 Av. Mercedes Duxet N° 2832 - Cercado de Lima - Lima

10.6

PANEL FOTOGRAFICO:



📍 JAÉN (CAJAMARCA): Co. Los Romeros N° 136
📍 CUTervo (CAJAMARCA): Jr. Deza N° 557
📍 CHILAVI (CAJAMARCA): Av. Los Hornos N° 1147

☎ 930 639 923 📧 jaeni@adricopsac.com
☎ 942 477 839 / 912 786 935 📧 cutervo@adricopsac.com
☎ 942 904 310 📧 chilavi@adricopsac.com

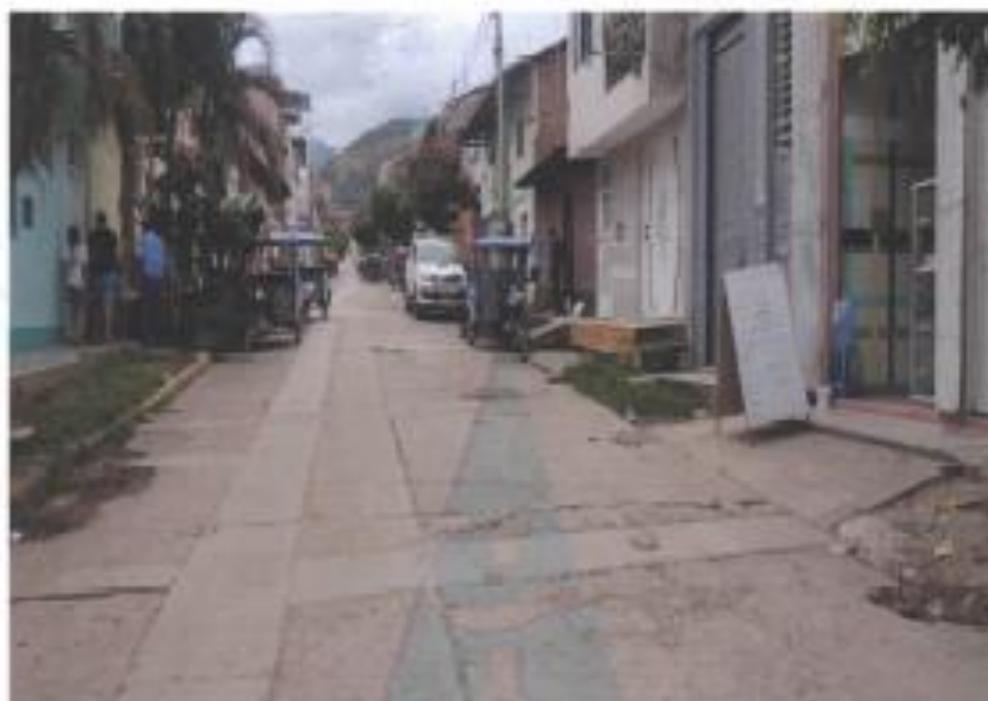


FOTO Nº 01: VISTA PANORÁMICA DONDE SE EFECTUABA EL PROYECTO OBRAS DE MEJORA DE LA CALIDAD DE LA CALLE N° 740400 N. SOMBRE

ADRI CORP S.A.C.

 Lic. R. Adrián Riquelme
 Representante Legal
 D.L. N° 281101



FOTO Nº 02: VISTA FOTOGRAFICA DE LA CALZADA Nº 02

[Handwritten Signature]
 INGENIERO GEOTECNICO
 N° 123456789
 C.O.T. N° 123456789
 C.O.T. N° 123456789
 C.O.T. N° 123456789



ADRICO S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS

☎ 2050132811
☎ 02099267
☎ 942 904 210
✉ info@adricopsac.com / adricopsac@gmail.com
📍 Av. Mercedes Ducloux N° 2839 - Cercado de Lima - Lima

WWW.ADRICOPSAC.COM



FOTO N°68: VISTA A CIELO ABIERTO DE LA CALZADA.



FOTO N°69: VISTA A CIELO ABIERTO DE LOS ESTRATOS DE LA CALZADA.

[Signature]
ADRICO S.A.C.
INGENIEROS GEOTÉCNICOS
U. G. J. Gerente General
CALLE 28 DE JULIO N° 2839
CERCADEO DE LIMA - LIMA

📍 JIÉNI (CAJAMARCA): Ca. Las Noronitas PP. 136
📍 CUERO (CAJAMARCA): J. Orisco N° 557
📍 CHILAYO (LAMBAEQUE): Av. Los Yocoe N° 1047

☎ 930 630 926 ✉ jaeni@adricopsac.com
☎ 942 477 609 / 912 786 935 ✉ cuero@adricopsac.com
☎ 942 904 210 ✉ chilayo@adricopsac.com

10.7

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS:


ADRICORP S.A.C.
Dr. Z. Abrahamo Aguado
Ingeniero Geotécnico

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA
OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE
ZARUMILLA CUADRA 17, JAÉN, CAJAMARCA"

ADRIANO SAC
Ingeniero Civil
[Signature]
R/O. E. Adriano Rodríguez
Calle 17, Jaén, Cajamarca

Anexo 6. Datos climatológicos del área de influencia del proyecto

DIRECCION REGIONAL DE AGRICULTURA CAJAMARCA																										
AGENCIA AGRARIA JAEN																										
TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL MAXIMA °C, MINIMA °C. POR AÑOS																										
ESTACION : CP JAEN																										
OFICINA DE INFORMACION AGRARIA : JAEN.																										
MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		PROMEDIO	
AÑO	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.
1996	33.00	19.80	31.50	18.30	31.30	17.70	31.70	17.00	31.70	19.30	31.50	18.50	31.50	17.90	30.80	16.00	32.70	11.80	33.10	9.10	33.70	11.50	31.70	17.20	30.81	16.18
1997	33.00	16.50	30.10	16.50	32.30	16.20	32.20	17.10	30.20	25.10	31.50	15.90	31.70	15.30	31.90	15.00	33.80	16.50	33.90	17.40	32.20	16.90	31.40	17.10	30.83	17.13
1998	31.80	19.00	32.80	22.30	32.20	22.70	32.30	22.80	31.20	21.90	31.10	21.30	32.10	20.80	33.00	20.80	33.80	20.80	33.00	21.10	33.40	20.40	34.80	20.00	31.39	21.16
1999	33.40	20.30	31.90	20.10	30.40	21.00	29.50	21.00	29.30	20.50	29.70	20.60	29.10	19.60	30.70	19.40	31.60	20.90	31.50	20.40	32.50	20.70	31.30	20.40	30.00	20.41
2000	31.60	20.20	30.10	20.40	29.00	20.20	28.60	20.30	29.50	20.80	29.50	19.10	28.60	14.70	29.40	15.10	30.50	15.50	31.40	15.90	14.30	13.80	30.90	16.30	27.40	17.69
2001	29.40	15.50	28.80	15.70	30.30	15.70	31.20	16.10	30.80	16.20	30.30	15.50	30.50	15.50	31.60	14.50	32.60	14.70	33.60	16.60	33.20	21.60	33.30	22.10	30.37	16.64
2002	32.50	21.70	31.60	21.80	31.90	21.60	31.70	21.80	30.20	21.40	31.00	20.30	30.10	20.70	32.80	20.60	34.20	21.20	32.80	21.60	31.30	21.50	31.90	21.70	30.98	21.33
2003	32.30	21.30	31.30	22.00	32.40	21.40	32.40	21.70	30.70	21.30	30.30	21.10	30.10	19.90	32.70	20.50	33.90	20.90	33.60	21.30	33.00	22.00	31.22	21.70	31.20	21.26
2004	33.30	21.20	32.30	21.30	30.90	21.80	32.10	21.20	31.30	21.60	31.30	21.60	31.30	21.60	31.80	19.60	32.50	20.30	32.40	21.40	32.10	21.00	33.00	21.50	31.07	21.18
2005	32.90	21.00	31.80	22.00	31.70	21.80	31.60	21.60	32.50	21.80	30.90	20.80	31.50	19.90	32.30	20.30	32.50	21.20	33.50	22.20	32.70	20.20	31.90	21.00	31.24	21.15
2006	31.70	20.90	30.10	21.50	30.10	21.20	32.90	19.20	31.80	20.50	31.20	19.90	31.90	20.10	32.30	20.50	34.30	21.20	34.70	20.80	33.90	21.40	31.70	21.40	31.36	20.72
2007	30.97	21.40	33.10	20.30	31.70	20.70	32.30	21.20	32.60	21.10	31.00	20.40	31.20	19.90	31.40	20.10	31.60	20.00	33.10	20.90	30.30	20.90	32.10	20.20	30.79	20.59
2008	31.30	20.90	31.80	20.20	30.90	20.50	31.10	20.90	31.00	20.70	30.40	20.20	29.90	20.20	30.90	19.40	31.43	20.24	31.91	20.91	33.27	20.95	33.65	20.20	30.34	20.44
2009	29.42	20.34	29.83	20.90	31.24	21.07	29.92	20.16	30.78	20.84	29.41	20.66	29.53	20.12	30.60	20.42	31.27	20.84	32.75	21.42	33.36	21.14	31.35	21.70	29.98	20.80
2010	30.43	21.14	27.99	19.26	32.10	21.58	30.91	20.83	30.78	20.84	29.41	20.66	20.99	27.44	30.60	20.42	31.27	20.84	32.75	21.42	33.36	21.14	31.35	21.70	29.36	21.44
2011	31.85	21.74	31.35	20.90	31.67	20.50	31.20	21.10	31.81	20.80	30.47	20.92	30.06	20.65	33.05	20.80	32.34	21.12	33.67	20.61	32.97	22.90	30.58	21.02	30.96	21.09
2012	29.64	21.92	30.17	20.52	30.48	20.97	31.15	20.87	30.49	20.30	30.33	19.78	30.18	19.84	31.65	19.98	32.89	19.60	32.17	20.78	32.90	20.95	32.05	20.53	30.22	20.50
2013	30.85	22.34	30.99	21.46	31.42	21.35	32.03	24.36	30.59	21.15	30.18	20.12	30.87	19.44	31.75	19.50	33.70	19.52	33.06	20.68	34.65	20.01	32.56	20.53	30.89	20.87
2014	29.94	22.32	29.73	20.56	30.27	20.25	30.75	20.67	30.75	20.63	30.60	20.20	30.67	19.53	30.26	19.94	31.13	20.06	32.30	20.54	33.44	20.44	31.05	20.77	30.05	20.49
2015	30.26	21.70	30.99	20.26	29.99	20.54	30.24	20.84	30.32	20.66	30.90	20.04	30.61	20.03	32.08	19.79	34.31	20.44	33.47	20.89	32.52	21.38	30.14	20.69	30.53	20.61
2016	29.99	20.54	31.5	21.16	31.02	21.1	30.88	21.33	30.56	20.94	29.6	19.84	29.96	19.91	32.76	20.08	32.89	20.55	33.81	22.51	34.69	22.48	32.49	22.95	30.88	21.116
2017	29.95	22.26	30.77	22.04	29.63	20.17	29.11	19.29	29.93	19.56	29.2	18.8	29.4	17.79	30.35	17.41	30.99	17.83	32.68	18.18	4.00	18.30	30.90	18.13	27.01	19.15
2018	29.65	21.98	29.84	17.91	29.42	17.9	30.26	17.41	30.57	17.89	29.5	17.13	29.14	17.02	29.93	17.08	32.21	17.78	32.74	19.85	32.84	19.98	29.70	18.59	29.558	18.377
2019	30.32	22.62	29.1	19.98	30.25	19.87	30.65	19.87	30.33	19.63	30.7	19.03	30.17	18.29	31.56	18.25	32.27	19.17	31.85	19.46	31.90	19.80	30.37	19.89	29.916	19.655
2020	30.08	22.2	29.66	19.74	30.86	20.12	31.11	19.83	31.24	19.72	31.3	19.25	30.02	19.2	31.45	18.59	31.36	19.3	33.52	19.63	32.55	19.47	30.01	19.55	30.225	19.717
2021	30.26	22.05	31.84	19.97	29.63	19.3																				

Fuente: Ministerio de Agricultura – Agencia Agraria Jaén.

DIRECCION REGIONAL DE AGRICULTURA CAJAMARCA

AGENCIA AGRARIA JAEN

PRECIPITACION PLUVIAL MAXIMA MENSUAL

ESTACION : CP JAEN

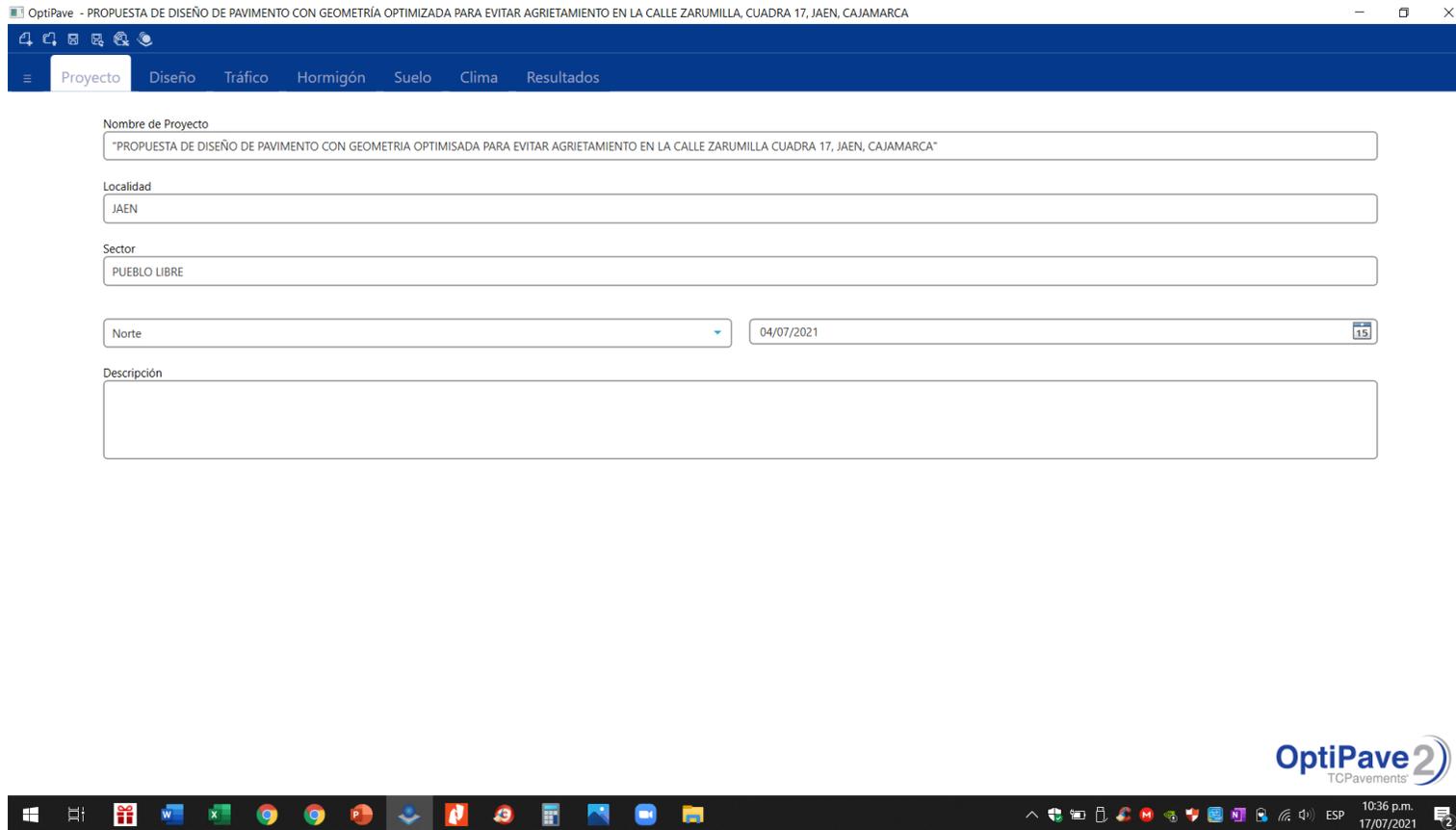
MESES AÑO	PRECIPITACION PLUVIAL (m.m) MESES DEL AÑO												TO T AL
	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	
1996	27.40	126.40	53.10	53.50	55.10	34.30	0.50	9.50	27.50	34.00	17.60	86.70	525.60
1997	36.00	76.60	44.10	78.70	67.60	46.60	35.00	30.00	6.90	47.90	72.40	20.90	562.70
1998	36.60	57.60	92.60	138.70	83.50	40.80	25.20	9.70	9.00	126.10	73.60	2.60	696.00
1999	55.80	232.40	102.90	68.40	118.80	68.50	60.30	5.90	66.00	59.60	37.50	145.20	1021.30
2000	66.00	120.60	150.20	89.80	58.40	84.00	96.80	21.80	59.60	22.60	13.80	65.40	849.00
2001	100.20	25.90	42.50	43.40	61.70	6.60	12.80	11.90	59.20	35.70	84.40	73.90	558.20
2002	34.00	101.90	40.60	105.50	111.70	15.80	75.10	2.30	23.10	134.70	77.20	40.20	762.10
2003	36.70	135.60	47.70	114.30	123.30	78.00	30.10	23.10	12.00	85.90	44.50	64.90	796.10
2004	15.30	20.70	78.80	120.80	102.70	30.10	8.40	10.90	23.50	67.80	84.70	51.80	615.50
2005	25.80	119.70	152.80	136.10	36.10	69.10	1.90	22.90	38.90	66.60	119.00	125.10	914.00
2006	62.30	176.70	135.90	19.20	31.10	75.30	1.30	19.10	13.10	43.80	87.60	45.80	711.20
2007	49.80	58.00	133.40	121.20	80.70	37.70	70.10	24.90	14.40	125.90	143.30	51.80	911.20
2008	54.40	176.60	124.70	43.80	67.10	67.40	66.80	10.70	36.70	63.10	70.40	43.00	824.70
2009	168.00	56.90	137.80	172.50	52.50	24.60	43.70	28.20	37.60	99.23	42.33	29.40	892.76
2010	35.70	67.7	25.2	121.8	42.2	24.6	50	28.2	37.6	100.2	47.5	31.4	612.10
2011	72.8	69.3	114.9	150.9	94.5	17.8	56.8	8.6	6.6	57.5	89.9	158.4	898.00
2012	77.7	87.66	78.8	104.7	20.9	23.6	19.1	8.1	13.7	101.6	81.6	82.1	699.56
2013	23.6	107.6	54.2	48.7	113.9	48.3	17.1	46.2	19.8	93.85	0.7	43.6	617.55
2014	62.9	93.5	171.17	147.2	247	35.9	38.4	34.6	22.5	20.2	87.3	90.5	1051.17
2015	161.5	108.5	283.8	83	80.4	8.7	57.6	32.6	8.4	21.5	54.2	65.5	965.7
2016	283.8	64.9	129.8	117.9	35.4	23.6	38.1	18.02	38.5	36.9	15.10	89.9	891.92
2017	96.1	34.9	192.4	95.5	76.2	58.40	23.10	36.50	8.80	81.10	33.80	97.80	834.60
2018	75.2	111.2	30.1	69.1	88.4	28.4	34	14.7	2.6	23.6	161.9	32.6	671.8
2019	37.3	127	46.8	74.9	66.7	36.5	111.7	7.9	26.2	41.7	56.5	119.3	752.5
2020	110.8	85.7	85.6	60.5	51.7	43.4	22.3	7.7	11.6	13.5	138.2	143	774
2021	79.37	37.3	227.6										

Jaén, Marzo del 2021

Fuente: Ministerio de Agricultura – Agencia Agraria Jaén.

Anexo 7. Resultados Calculados del diseño del pavimento con el software OptiPave 2

Creación del proyecto en el software OptiPave2.



The screenshot displays the OptiPave 2 software interface. The title bar reads "OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA". The main menu includes "Proyecto", "Diseño", "Tráfico", "Hormigón", "Suelo", "Clima", and "Resultados". The "Proyecto" tab is active, showing a form with the following fields:

- Nombre de Proyecto:** "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA"
- Localidad:** "JAEN"
- Sector:** "PUEBLO LIBRE"
- Orientation:** "Norte" (dropdown menu)
- Date:** "04/07/2021" (calendar icon)
- Descripción:** (empty text area)

The Windows taskbar at the bottom shows the time as 10:36 p.m. on 17/07/2021. The OptiPave 2 logo is visible in the bottom right corner of the application window.

Datos a ingresar para el diseño del pavimento.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Vida de Diseño (años)

Largo de Losa (m)

Espesor Losa (mm)

Calcular Espesor

Tipo de Borde

Losa Exterior con Sobreancho

Barras de Transferencia de Carga

Dren Lateral

Interfaz Pavimento-Base

IRI (m/Km)

Umbrales Máximos Admisibles de Diseño

Porcentaje de Losas Agrietadas (%)

IRI (m/Km)

Escalonamiento Promedio (mm)

Confiabilidad del Diseño (%)

OptiPave²
TCPavements

10:37 p.m.
17/07/2021

Ingreso de datos con las características del estudio de tráfico realizado en el proyecto.



Input de Tráfico

Clasificación de Tráfico ?

Grupo de Tráfico

Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico (%)

Método de Análisis de Tráfico

EE Totales en Pista de Diseño

Opciones Avanzadas

Ingreso de datos correspondientes a las características del concreto.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Projecto Diseño Tráfico **Hormigón** Suelo Clima Resultados

Fibra Estructural

Tipo de Ensayo de Resistencia

Edad de Ensayo

Flexotracción (MPa)

Confiabilidad (%)

Opciones Avanzadas

Coefficiente de Dilatación Térmico (10^6) ($1/^\circ\text{C}$) ?

Retracción del Hormigón a los 365 Días (microstrain)

Contenido de Aire (%)

Relación Agua-Cemento

Opciones Avanzadas

Desviación Estándar Diseño de Hormigón (MPa)

Aumento de Resistencia 28 a 90 Días

Resistencia Media a los 90 Días (MPa)

Modulo de Elasticidad del Hormigón (MPa)

Peso Especifico del Hormigón (Kg/m^3)

Módulo de Poisson

Registro de datos correspondientes a los ensayos del laboratorio de suelos.

N° de Capas 1

	Tipo de Suelo	Módulo Resiliente Invierno (MPa)	Módulo Resiliente Verano (MPa)	Módulo de Poisson	Espesor (mm)
Base	A-1-a	179	179	0.35	200
Subrasante	A-2-4	100	120	0.35	

Propiedades de la base

Resistencia a la erosión (Capa Bajo el Pavimento)	4
Coefficiente de Fricción Pavimento-Base	0.65
Material Fino Bajo Malla N° 200 (Capa Bajo el Pavimento)	14.1 (%)

Ingreso de datos del clima correspondientes al área de influencia del estudio y clima.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo **Clima** Resultados

País	Genérico
Zona	Húmedo No-heladizo
Gradiente Equivalente de Construcción	-10 (Δ°C) ?
Temperatura Media de Invierno	20.47 (°C)
Temperatura Media de Verano	31.3 (°C)
Temperatura de Fraguado del Hormigón	35 (°C)
Número de Días al Año con Precipitaciones	45
Índice de Congelamiento de la Base	0 (%)

Resultados calculados correspondiente a los datos del pavimento de geometría optimizada como el espesor de losa: 130 mm, un porcentaje de losa agrietada: 9.56 % al finalizar la vida útil del pavimento, un escalonamiento: 0.08 mm y un IRI: 2.49 m/km.

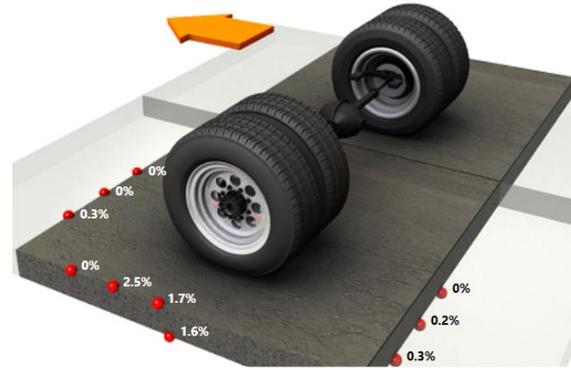


Calcular... Generar reporte Espesor Losa 109.0 (mm)

Datos Agrietamiento Escalonamiento IRI Transferencia de Carga

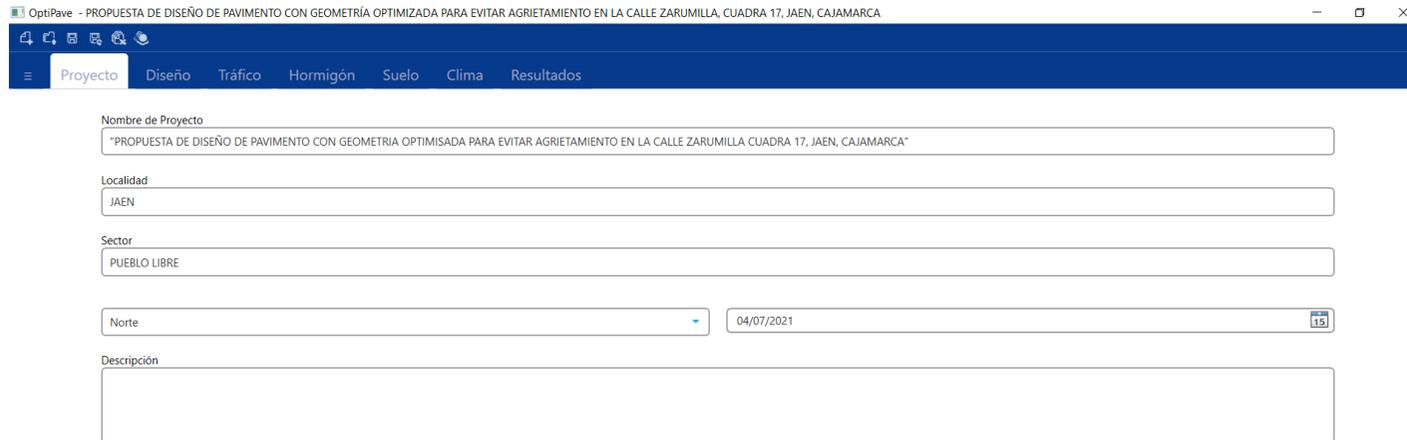
Resumen de Inputs

EE Totales en Pista de Diseño	3,111,896	
Resistencia Media a los 90 Días	5.65	(MPa)
Gradiente Equivalente de Construcción	-10	(Δ°C)
Tipo de Borde	Berma de Hormigón	
Losa Exterior con Sobrecancho	No	
Valor K Combinado Invierno	7.48	(Kg/cm³)
Valor K Combinado Verano	8.97	(Kg/cm³)
<hr/>		
Porcentaje Total de Losas Agrietadas	9.56	(%) ✓
Escalonamiento Promedio Final	0.08	(mm) ✓
IRI Final	2.49	(m/Km) ✓



Anexo 8. Resultados Propuestos del diseño del pavimento con el software OptiPave 2

Creación del proyecto en el software OptiPave2.



The screenshot displays the OptiPave 2 software interface. The title bar reads "OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA". The main menu includes "Proyecto", "Diseño", "Tráfico", "Hormigón", "Suelo", "Clima", and "Resultados". The "Proyecto" tab is active, showing a form with the following fields:

- Nombre de Proyecto:** "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMISADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA"
- Localidad:** "JAEN"
- Sector:** "PUEBLO LIBRE"
- Orientation:** "Norte" (dropdown menu)
- Date:** "04/07/2021" (calendar icon)
- Descripción:** (empty text area)

Datos a ingresar para el diseño del pavimento.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA



Proyecto **Diseño** Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Vida de Diseño (años)

Largo de Losa (m)

Espesor Losa (mm)

Calcular Espesor

Tipo de Borde

Losa Exterior con Sobreancho

Barras de Transferencia de Carga

Dren Lateral

Interfaz Pavimento-Base

IRI (m/Km)

Umbral Máximo Admisibles de Diseño

Porcentaje de Losas Agrietadas (%)

IRI (m/Km)

Escalonamiento Promedio (mm)

Confiabilidad del Diseño (%)

Ingreso de datos con las características del estudio de tráfico realizado en el proyecto.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Projecto Diseño **Tráfico** Hormigón Suelo Clima Resultados

Input de Tráfico

Clasificación de Tráfico ?

Grupo de Tráfico

Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico (%)

Método de Análisis de Tráfico

EE Totales en Pista de Diseño

Opciones Avanzadas

Ingreso de datos correspondientes a las características del concreto.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Proyecto Diseño Tráfico **Hormigón** Suelo Clima Resultados

Fibra Estructural

Tipo de Ensayo de Resistencia

Edad de Ensayo

Flexotracción (MPa)

Confiabilidad (%)

Opciones Avanzadas

Coefficiente de Dilatación Térmico (10^6) (1/ $^{\circ}$ C) ?

Retracción del Hormigón a los 365 Días (microstrain)

Contenido de Aire (%)

Relación Agua-Cemento

Opciones Avanzadas

Desviación Estándar Diseño de Hormigón (MPa)

Aumento de Resistencia 28 a 90 Días

Resistencia Media a los 90 Días (MPa)

Modulo de Elasticidad del Hormigón (MPa)

Peso Especifico del Hormigón (Kg/m³)

Módulo de Poisson

Registro de datos correspondientes a los ensayos del laboratorio de suelos.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Projecto Diseño Tráfico Hormigón **Suelo** Clima Resultados

N° de Capas 1

	Tipo de Suelo	Módulo Resiliente Invierno (MPa)	Módulo Resiliente Verano (MPa)	Módulo de Poisson	Espesor (mm)
Base	A-1-a	179	179	0.35	200
Subrasante	A-2-4	100	120	0.35	

Propiedades de la base

Resistencia a la erosión (Capa Bajo el Pavimento)	4
Coefficiente de Fricción Pavimento-Base	0.65
Material Fino Bajo Malla N° 200 (Capa Bajo el Pavimento)	14.1 (%)

Ingreso de datos del clima correspondientes al área de influencia del estudio y clima.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo **Clima** Resultados

País

Zona

Gradiente Equivalente de Construcción (Δ°C) ?

Temperatura Media de Invierno (°C)

Temperatura Media de Verano (°C)

Temperatura de Fraguado del Hormigón (°C)

Número de Días al Año con Precipitaciones

Índice de Congelamiento de la Base (%)

Resultados propuestos correspondiente a los datos del pavimento de geometría optimizada como el espesor de losa: 130 mm, un porcentaje de losa agrietada: 4.16 % al finalizar la vida útil del pavimento, un escalonamiento: 0.07 mm y un IRI: 2.43 m/km.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

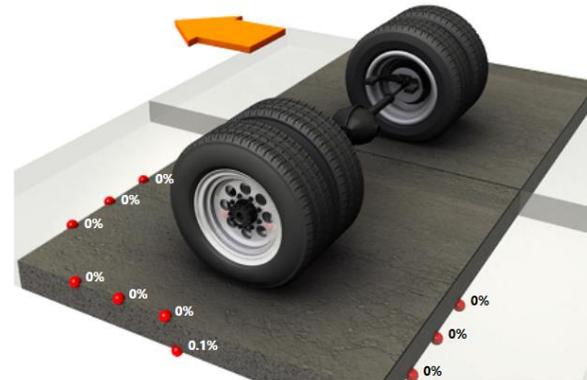
Calcular... Generar reporte Espesor Losa 130.0 (mm)

Datos Agrietamiento Escalonamiento IRI Transferencia de Carga

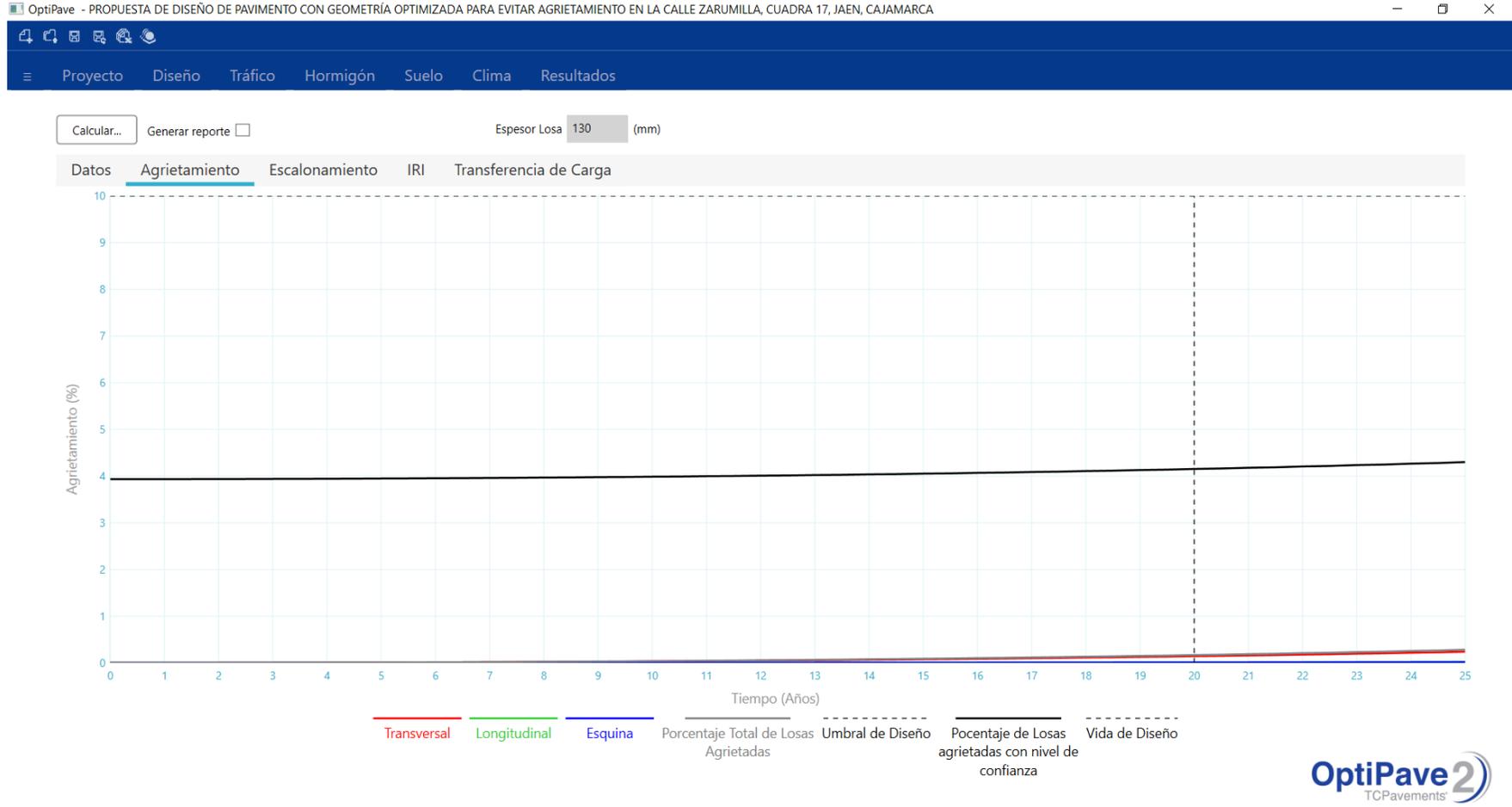
Resumen de Inputs

EE Totales en Pista de Diseño	3,111,896	
Resistencia Media a los 90 Días	5.65	(MPa)
Gradiente Equivalente de Construcción	-10	(Δ°C)
Tipo de Borde	Berma de Hormigón	
Losa Exterior con Sobreecho	No	
Valor K Combinado Invierno	7.48	(Kg/cm³)
Valor K Combinado Verano	8.97	(Kg/cm³)

Porcentaje Total de Losas Agrietadas	4.16	(%)	✓
Escalonamiento Promedio Final	0.07	(mm)	✓
IRI Final	2.43	(m/Km)	✓



Resultados propuestos correspondientes al agrietamiento con un porcentaje de losa agrietada: 4.16 % al finalizar la vida útil del pavimento

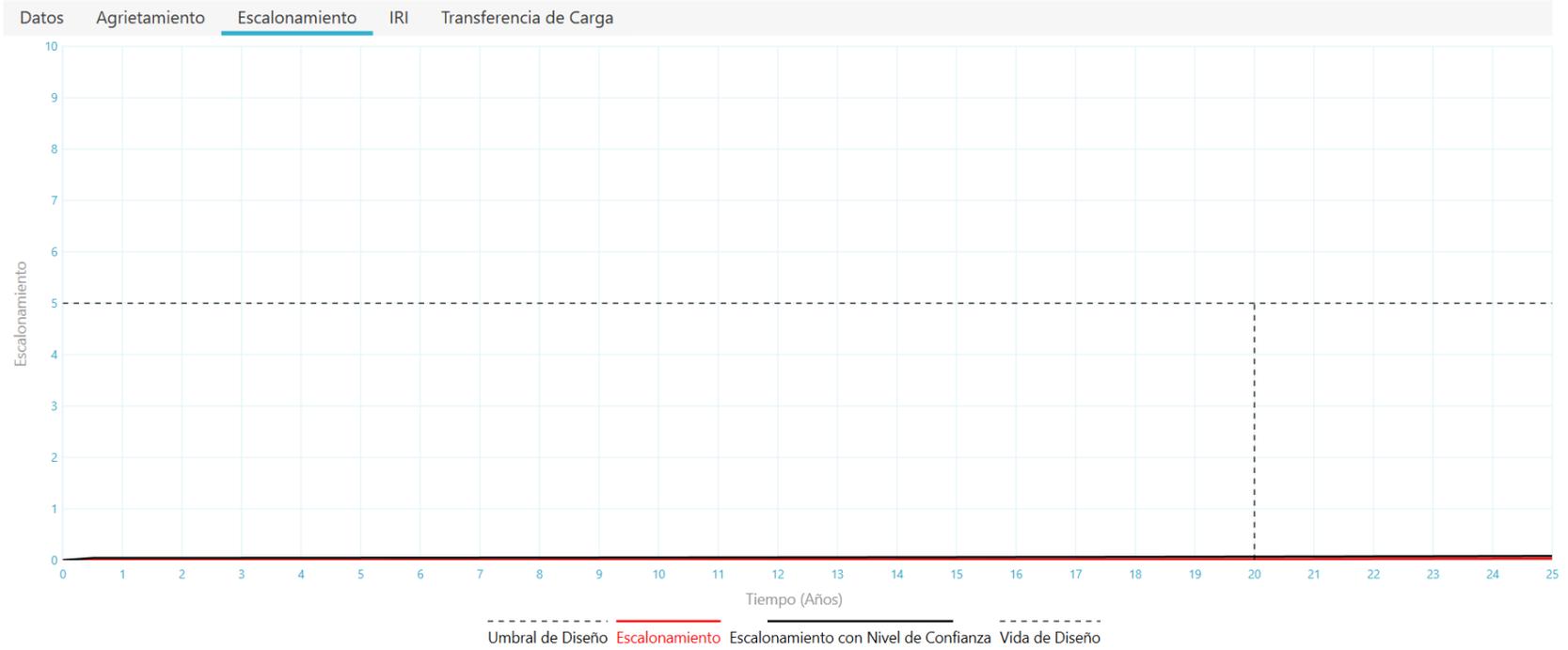


Resultados propuestos de escalonamiento: 0.08 mm y un IRI: 2.43 m/km.

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

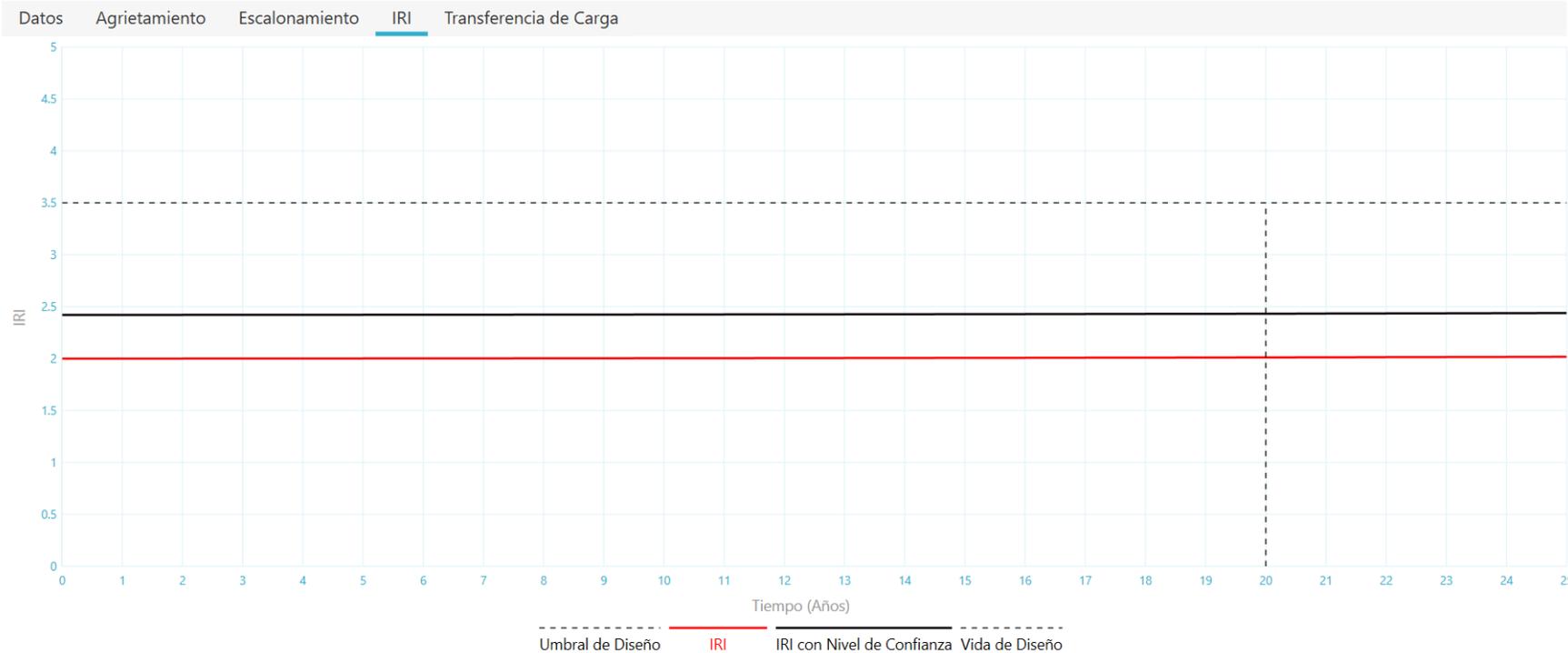
Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Calcular... Generar reporte Espesor Losa 130 (mm)



Resultados propuestos correspondiente al IRI: 2.43 m/km.

Calcular... Generar reporte Espesor Losa 130 (mm)



Resultados propuestos correspondiente a la transferencia de carga

OptiPave - PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON GEOMETRÍA OPTIMIZADA PARA EVITAR AGRIETAMIENTO EN LA CALLE ZARUMILLA, CUADRA 17, JAEN, CAJAMARCA

— □ ×

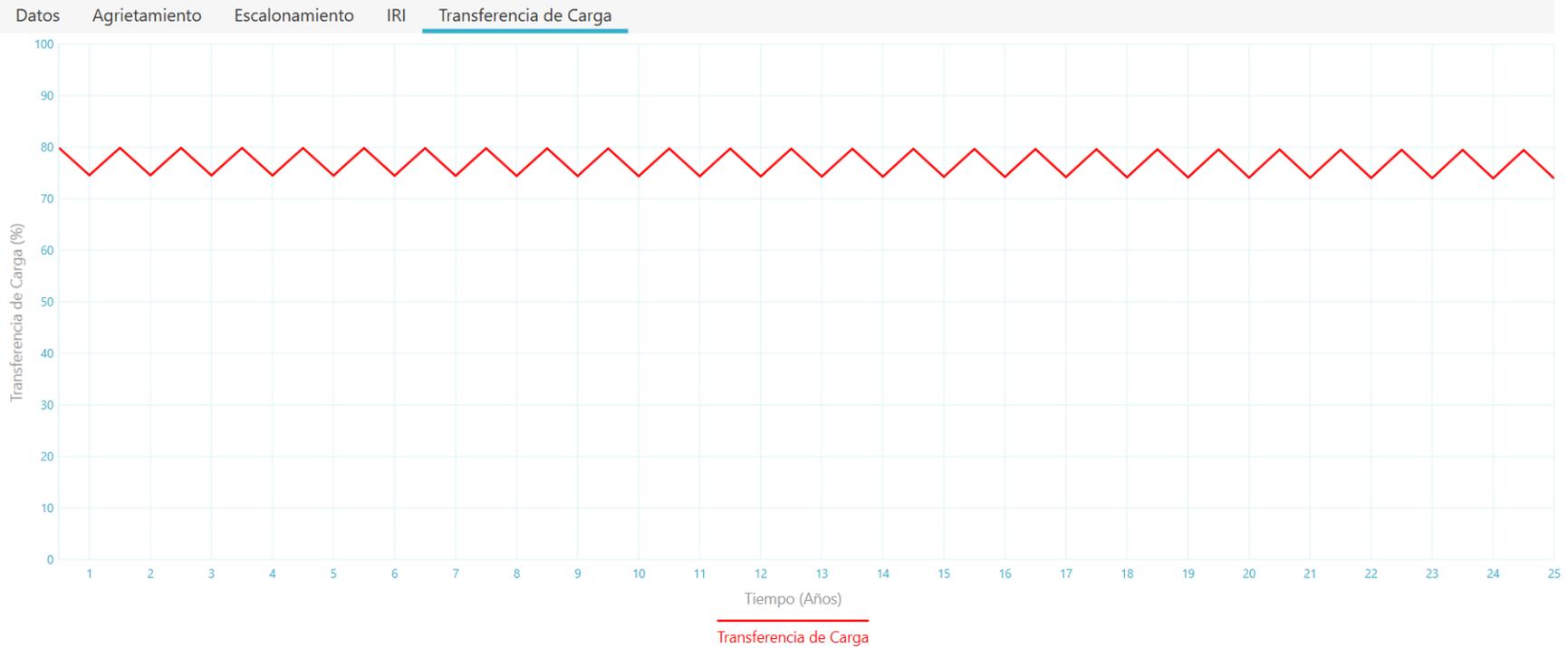


☰ Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Calcular...

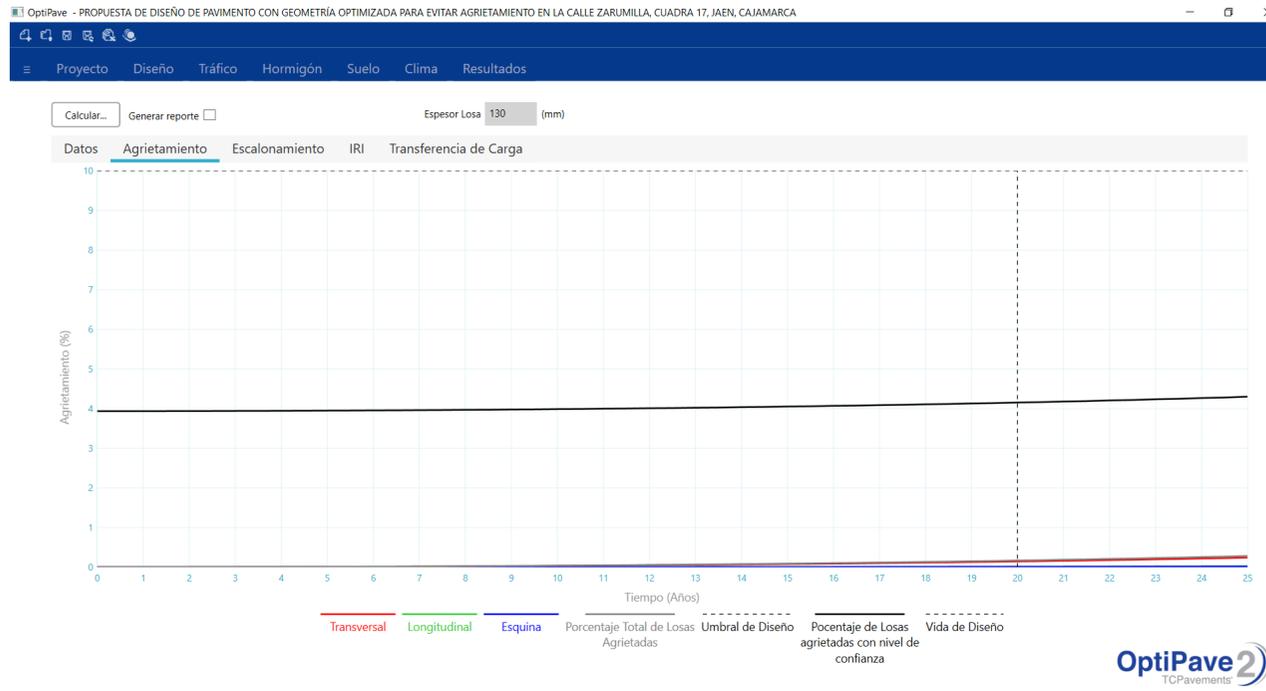
Generar reporte

Espesor Losa 130 (mm)



Anexo 9. Determinar la probable falla por agrietamiento del pavimento en los resultados propuestos, con el software

OptiPave 2.



- Agrietamiento, del gráfico, se proyectó un umbral máximo de diseño de 10% al final de la vida útil de nuestro pavimento, el cual se encuentra dentro del rango con un 4.45%.
- Grietas Transversales: llegando a un 0.1% de agrietamiento, se originan en la parte inferior mas no en la parte superior, lo cual no afecta al diseño del pavimento.
- Grietas Longitudinales: no se originan en la parte superior ni en la parte inferior.
- Grietas de Esquina: No existe porcentaje de agrietamiento.

Anexo 10. Solicitud de permiso ante la Municipalidad Provincial de Jaén

FORMATO UNICO DE TRAMITACION MULTIPLE 20
(Original y Copia)

JAEN - PERU

I. DENOMINACION DEL PROCEDIMIENTO A SOLICITAR

SOLICITO: PERMISO PARA POTURA DE PAUIMENTO

II. DATOS DEL SOLICITANTE

Quiere volver a ver a Alan COD. CONTRIBUYENTE N°

3. Apellidos y nombres o Razón Social

4. Nro. de DNI o C.E. 5. correo electrónico/ e-mail 6. Nro. Teléfono 7. RUC

8. Av. Alr./Ca./Pje. 9. Nro. Int. Mz. Lt.

10. Urb., AA.HH. otros 11. Distrito 12. Provincia 13. Departamento

III. REPRESENTANTE LEGAL (completar sólo en el caso de personas jurídicas que son representadas por un tercero)

14. Apellidos y nombres 15. Nro. de DNI o C.E. 16. Nro. Partida P. (SUNARP) 17. Nro. Teléfono

IV. FUNDAMENTACION DEL PEDIDO

SOLICITO: PERMISO PARA POTURA DE PAUIMENTO PARA EXTENDER NUESTRO SUELO

V. ESPECIFICAR DOCUMENTOS ADJUNTOS

1.- COPIA DNI 4.-
2.- 5.-
3.- 6.-

18. DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

- Los datos consignados anteriormente expresan la verdad y que la documentación presentada es veraz.
- Tengo conocimiento que la presente declaración y la documentación presentada está sujeta a verificación posterior de su veracidad y en caso de haber proporcionado información, documentación y/o declaración que no respondan a la verdad, se me aplicarán las sanciones administrativas y/o penales correspondientes, REVOCÁNDOSE AUTOMÁTICAMENTE las autorizaciones que se otorguen como consecuencia de esta solicitud.
- Brindaré las facilidades necesarias para las acciones de fiscalización y control de las autoridades municipales competentes.

Jaén, 03 de Junio del 2021

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAÉN

EXP. N° 15099

03 JUN 2021

HORA: 17 FOLIOS: 02

FIRMA: DP

DOCUMENTARIO

Firma del solicitante, representante legal o apoderado

DNI/C.E.

Telf. N°

Anexo 11. Calles del distrito y provincia de Jaén que presentan fallas por agrietamiento



Foto 1: Calle Iquitos Cuadra 16; se observa agrietamiento en la losa de concreto.



Foto 2: Calle Raymondi Cuadra 01, se observa agrietamiento



Foto 3: Calle San José Cuadra 01; se aprecia agrietamiento del concreto y por consiguiente desprendimiento del mismo.



Foto 4: Calle Zarumilla Cuadra 17 (considerada para el estudio); se aprecia agrietamiento en la mayoría de las losas, también se observa desprendimiento del concreto.



Foto 5: Calle Zarumilla Cuadra 17; agrietamiento del pavimento



Foto 6: Calle Zarumilla Cuadra 18, la estructura de concreto presenta agrietamiento paralelo al eje de la vía como perpendicular.



Foto 7: Calle Sucre Cuadra 18; de igual manera se aprecia la falla de agrietamiento del concreto.



Foto 8: Calle Huamantanga Cuadra 18; se puede observar el agrietamiento en la losa de concreto.



Foto 9: Calle Lambayeque Cuadra 03; de la misma manera se aprecia el agrietamiento del concreto.



Foto 10: Calle Huamantanga Cuadra 19; observamos la falla del concreto (agrietamiento).



Foto 11: Calle Orellana Cuadra 04; se observa agrietamiento.



Foto 12: Calle Sucre Cuadra 16; agrietamiento del pavimento con una losa de dimensiones 3.5m*4.0m



Foto 13: Calle capitán Quiñones Cuadra 01; agrietamiento de losa de concreto con diseño tradicional.



Foto 14: Calle Mariscal Ureta Cuadra 15; agrietamiento en pavimentos relativamente nuevos.



Foto 15 Calle Villanueva Pinillos Cuadra 04; pavimento nuevo (3 años) con indicios de agrietamiento.



Foto 16: Calle Villanueva Pinillos Cuadra 04; pavimento nuevo (3 años) con indicios de agrietamiento.



Foto 17: Calle Huamantanga Cuadra 12; agrietamiento paralelo y perpendicular al eje de la vía.

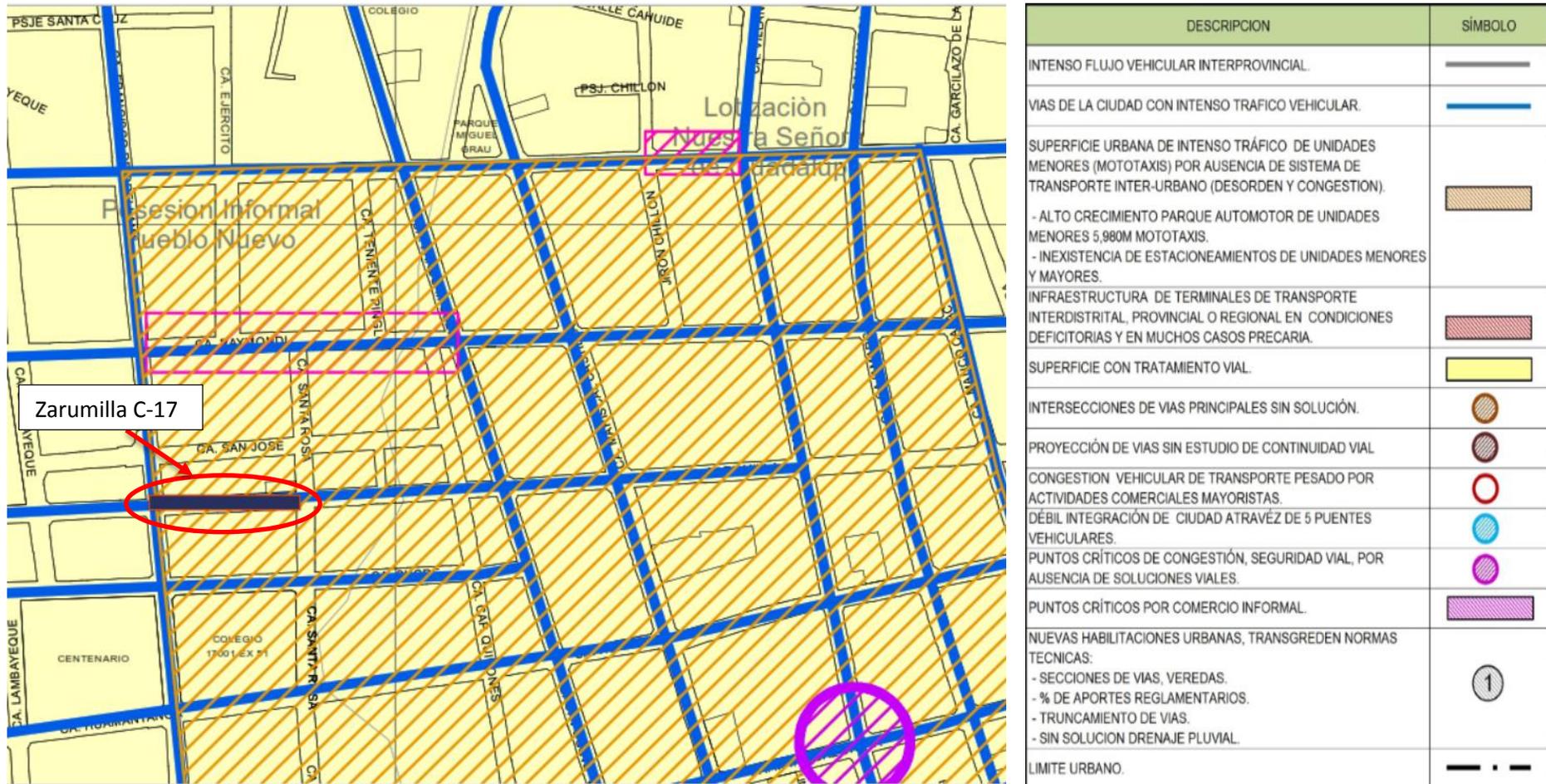


Foto 18: Calle Manco Cápac Cuadra 04; agrietamiento en losa de concreto.



Foto 19: Calle Quiñones Cuadra 1. Se observa que, a un lado de la calzada, de alguna manera se realizó la construcción de losas de menor tamaño a las tradicionales y también se puede apreciar que, a comparación con el carril paralelo no presenta agrietamiento alguno, demostrando de esa manera la importancia del diseño de pavimento con geometría optimizada.

Anexo 12. Criterio de inclusión y grado de servicialidad y transitabilidad de la vía en estudio



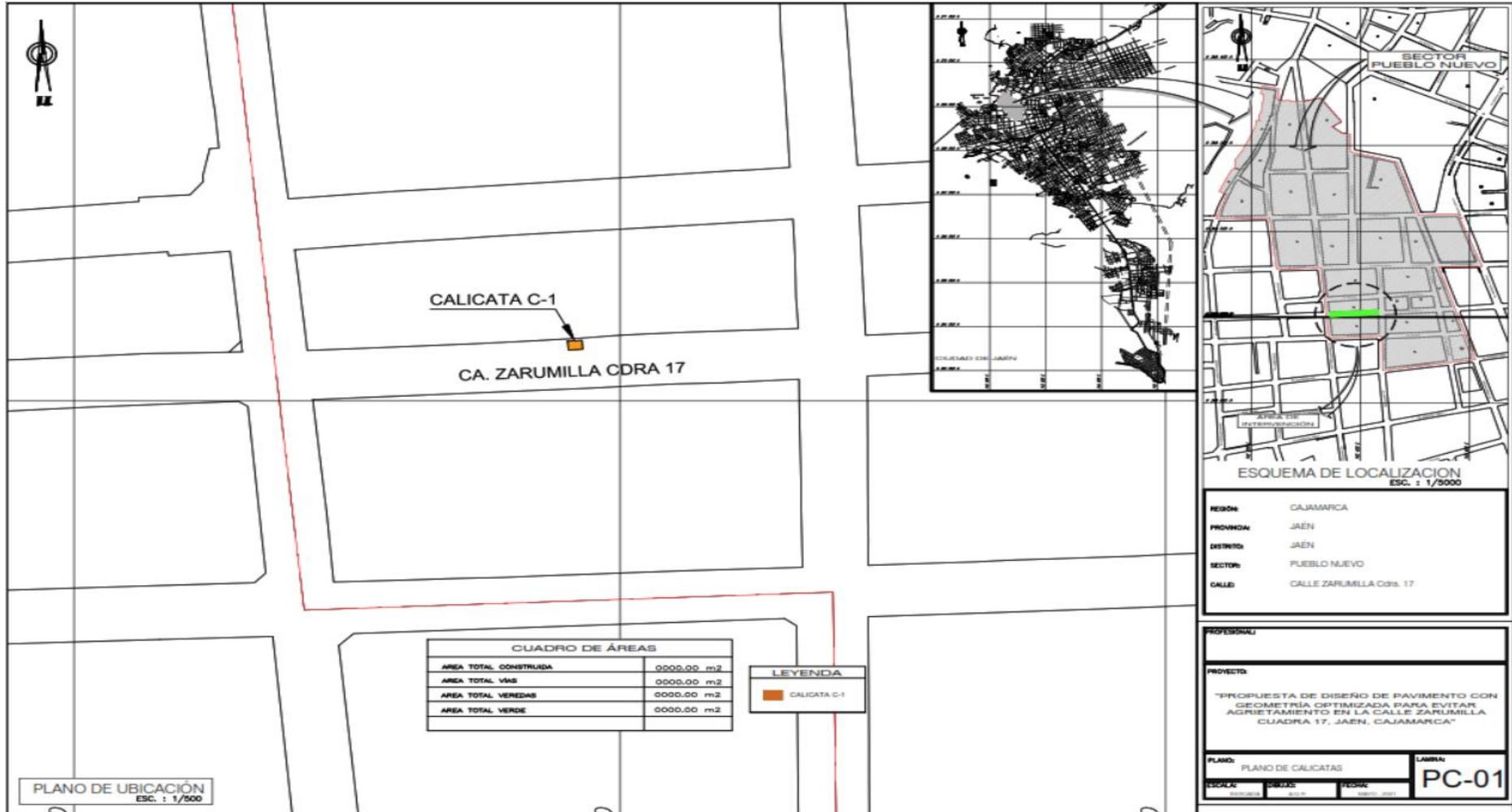
Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Ciudad de Jaén 2013- 2025 – MPJ.

Anexo 13. Ubicación y Localización del Proyecto.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14. Plano de Calicatas.



Fuente: Elaboración Propia.