

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RIGIDO CON
LA METODOLOGIA PCA, EN LA AV. PRIMAVERA
(CUADRAS DEL 14 AL 20), CALLERIA – UCAYALI
2022”.**

**PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

**PUCALLPA – PERÚ
2022**

INDICE

I. GENERALIDADES.....	4
1.1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.2. TESIS(TA(S).....	4
1.3. AÑO CRONOLÓGICO.....	4
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA	5
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
2.2.1. PROBLEMA GENERAL	8
2.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	8
2.3. OBJETIVOS	9
2.3.1. OBJETIVO GENERAL	9
2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	9
2.5. LIMITACIONES Y ALCANCES.....	11
2.5.1. LIMITACIONES	11
2.5.2. ALCANCES	11
2.6. HIPÓTESIS.....	11
2.6.1. HIPÓTESIS GENERAL	11
2.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	12
2.7. SISTEMA DE VARIABLES- DIMENSIONES E INDICADORES	12
2.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	12
2.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE	12
2.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADOR	13
III. MARCO TEÓRICO.....	15
3.1. ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS	15
3.1.1. Antecedentes Internacional	15
3.1.2. Antecedentes Nacional	17
3.1.3. Antecedentes Local	19
3.2. BASES TEÓRICAS.....	19
3.2.1. Características de la vía.....	19
3.2.2. Espesor de Pavimento Rígido	27

3.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS	34
IV. METODOLOGIA O MARCO METODOLOGICO	45
4.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	45
4.1.1. TIPO DE INVESTIGACION.	45
4.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	45
4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION – ESQUEMA DE LA INVESTIGACION.	45
4.3. DETERMINACION DEL UNIVERSO/ POBLACION	46
4.4. MUESTRA.	46
4.5. TECNICAS DE RECOLECCION Y TRATAMIENTOS DE DATOS	46
4.5.1. FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.	46
4.5.2. PROCESAMIENTO Y PRESENTACION DE DATOS	47
V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES.	48
5.1. POTENCIAL HUMANO	48
5.2. RECURSOS MATERIALES.....	48
5.3. RECURSOS FINANCIEROS	48
5.4. CRONOGRAMA DE GANTT	49
5.5. PRESUPUESTO.....	49
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	50
6.1. BIBLIOGRAFIA FISICA.	50
6.2. BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA.....	51
ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	53
ANEXOS.....	55

I. GENERALIDADES.

1.1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

“DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RIGIDO CON LA METODOLOGIA PCA, EN LA AV. PRIMAVERA (CUADRAS DEL 14 AL 20), CALLERIA – UCAYALI 2022”.

1.2. TESISISTA(S)

TESISTA

1.3. AÑO CRONOLOGICO

2022

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCION Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

La falta de pavimentos rígidos en su mayoría a nivel mundial ha constituido un problema en los sistemas y vías de transporte tanto para los conductores como los transeúntes por la inexistencia de redes de carreteras bien construidas y conservadas ocasionando un retroceso en el desarrollo económico de un país. En países de primer mundo como Estados Unidos, Francia, Alemania y Japón han adaptado políticas de pavimentación de sus principales redes de carreteras, por lo que este problema es mínimo, en los países de tercer mundo es otra la realidad ya que la mayoría de pavimentos construidos “han alcanzado vidas útiles menores al 50% del tiempo esperado o su reparación en algunos de los casos, ocasionando la falta de conectividad en las calles y carreteras afectando significativamente el desarrollo socioeconómico de los pueblos” (Ospina, 2002, p. 4).

En Colombia: se viene aplicando este método del Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del espinal - Departamento del Tolima, Ibagué: Universidad cooperativa de Colombia, 2018. Los resultados del diseño permitieron concluir, que el método más adecuado para la realización del proyecto teniendo en cuenta la carga vehicular que circulará por la zona es el del PCA. Se obtuvieron como resultado los siguientes espesores de capas por el método del PCA: concreto hidráulico de 25 cm, subbase granular 22.5 cm. (Ospina Camacho, 2018, p. 52)

En Chile se realizó un Análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para la ruta S/R: Santa Elvira - El Arenal, en la comuna de Valdivia, Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2014. :

El análisis y posterior estudio sobre el pavimento rígido y el flexible realizado en el presente trabajo de titulación, está enfocado en dos aspectos principales, el funcional, en el cual tiene gran preponderancia el diseño, y por otro lado el económico, donde interviene el costo inicial de cada alternativa y el costo de conservación durante su vida de servicio. (Burgos Vásquez, 2014, p. 117)

NACIONAL

El Perú ocupó el puesto en los indicadores de conectividad de vías (102) y calidad de infraestructura en carreteras (110) lo que refleja la alarmante situación del país en términos de infraestructura vial. En nuestro país, el sistema vial está estructurado en tres niveles: la Red Vial Nacional (27,109 km), competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC); la Red Vial Departamental (27,505 km), responsabilidad de los Gobiernos regionales, y la Red Vial Vecinal (113,857 km), competencia de los Gobiernos municipales. En cuanto a la primera, los avances en calidad de carreteras pavimentadas han sido notorios. Según cifras del MTC, el porcentaje de red vial nacional pavimentada pasó del 59.9% en 2012 al 79.1% en 2018. Sin embargo, la tendencia no es la misma en cuanto a la red departamental que, con un total de 3,623 km, alcanzó un 13.2% de vías pavimentadas en 2018.

Los departamentos que lideran este último indicador son Áncash (39.6%), Arequipa (32.8%), Lambayeque (31.2%), Loreto (30.3%) y Piura (28.4%). Por otro lado, los departamentos que registraron menores porcentajes fueron Ucayali (0.4%), Madre de Dios (0.7%), Apurímac (0.7%), Huancavelica (1.1%) y Huánuco (2.2%). Estos resultados no son muy alentadores si se considera la importancia de la conectividad vial departamental para la

integración de los mercados, más aún para las zonas con difícil acceso geográfico.

En la ciudad de Trujillo se realizó una comparación en el diseño de pavimento rígido, se aplicó los métodos de AASHTO y PCA; y para el diseño de pavimento flexible se usaron los métodos AASHTO e Instituto del Asfalto. La propuesta seleccionada fue la de pavimento rígido diseñado por la metodología del PCA, por presentar la alternativa más económica y cumplir con los requerimientos necesarios para funcionar correctamente durante todo el periodo de diseño del proyecto. M.D.P. GALLARDO FIGUEROA y M.D: PESCORAN Campos. Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido para la avenida Larco tramo avenida Huamán y Avenida Fátima de la ciudad de Trujillo, Trujillo: UPAO, 2019.

Local

En la ciudad de Pucallpa “La Municipalidad Provincial de Coronel Portillo tiene a su cargo la ejecución, el mantenimiento, rehabilitación, remodelación, ampliación o ensanche de vías, prolongación de vías, tránsito, señalización horizontal y vertical, semaforización, ornato, publicidad y mobiliario urbano” (MPCP, 2018, p. 48).

Por lo que el presente trabajo de investigación contempla otro método de diseño para estructuras de pavimento rígido, tal como el desarrollado por la Asociación de Cemento Portland (PCA) edición 1984, el mismo que es reglamentado en la NORMA TÉCNICA CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS: “Se podrá utilizar cualquier método de diseño estructural sustentado en teorías y experiencias a largo plazo, tales como las metodologías AASHTO-93 y PCA, comúnmente empleadas en el Perú”

Actualmente, las calles no pavimentadas de la Av. Primavera (Cuadras del 14 al 20), donde se ha proyectado nuestro trabajo de investigación se encuentra a nivel de terreno natural, por lo que se presentara una propuesta de diseño de pavimento rígido con la metodología PCA, la cual cumpla con garantizar la resistencia de cargas de los vehículos y mejorar la transitabilidad vehicular, mejorando el desarrollo económico, social y satisfaciendo las necesidades básicas a los usuarios como acceso a bienes y servicios públicos, educación y salud de los usuarios e interconectar a una vía principal para su integración comercial.

2.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

2.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál será el espesor de pavimento rígido con la metodología PCA que garantice la resistencia de cargas del tráfico de vehículos en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022?.

2.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS

1.- ¿Cuál será el nivel de resistencia del suelo (CBR) y el módulo de reacción del suelo (K) para el diseño estructural del pavimento rígido con la metodología PCA de la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.

2.- ¿De qué manera será el estudio de tráfico para el nivel bajo; para el diseño estructural del pavimento rígido con la metodología PCA de la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.

3.- ¿Cual será la alternativa de solución del diseño estructural de pavimento rígido con la metodología PCA, con el análisis por fátiga de bajo tránsito en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el espesor de pavimento rígido con la metodología PCA que garantice la resistencia de cargas del tráfico de vehículos en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.- Determinar el nivel de resistencia del suelo (CBR) y el módulo de reacción del suelo (K) para el diseño estructural del pavimento rígido con la metodología PCA de la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.

2.- Determinar el estudio de tráfico para el nivel bajo; para el diseño estructural del pavimento rígido con la metodología PCA de la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.

3.- Determinar las alternativas de solución del diseño estructural de pavimento rígido con la metodología PCA, con el análisis por fatiga de bajo tránsito en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.

2.4. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

La presente investigación se justifica en la necesidad de saber qué tipo de pavimento es el más adecuado y rentable para la Av. Primavera y realizar un diseño adecuado. Siendo los beneficiarios directos los pobladores y usuarios que transitan por esta vía de interconexión a una vía principal como lo es la Av. Tupac Amaru, así mismo los beneficiarios indirectos serán los

pobladores de las zonas aledañas, al ver incrementado su nivel de comercio e interconexión, gracias a la nueva infraestructura vial.

Justificación Práctica

Los resultados que se lleguen a este estudio servirán para el conocimiento del Diseño de Pavimento Rígidos con una metodología diferente a la que comúnmente se emplea en la Región como lo es la metodología PCA y ello a su vez servirá para que el Gobierno Local tome como referencia esta metodología diferente a las tradicionales en la construcción de pavimentos rígidos.

La finalidad es proporcionar un eficiente y rápido desarrollo constructivo en las pavimentaciones dentro de la localidad así como en sectores adyacentes y/o con similares características como la Av. Primavera.

Justificación Social

En la justificación social mencionaremos que en la Región de Ucayali existen aproximadamente 416 Asentamientos Humanos de los cuales solo 126 están registrados formalmente”. Por ende la demanda de infraestructura vial, como son la construcción de pistas y veredas, de pavimento rígido constituyen un factor primordial para los gobiernos locales. (Municipalidad Provincial de Coronel Portillo, [MPCP], 2017, p. 4).

Al estar en el límite entre los distritos de Manantay y Calleria, donde existen más de 9 asentamientos humanos de los cuales sus moradores utilizan la Av. Primavera para acudir a diferentes Instituciones Educativas como son de Nivel Inicial, Primario, Secundario, la Morgue Central de Pucallpa y conectar todos estos Asentamientos con una Avenida Principal como es la Av. Tupac Amaru que conlleva a los Mercados Minorista, Mayorista,

Terminales de Transporte, Instituto Superior y Universidad, los cuales serán en beneficio de sus estudiantes, usuarios y público en general, beneficiando así a los diferentes sectores de la población.

2.5. LIMITACIONES Y ALCANCES

2.5.1. LIMITACIONES

La investigación se desarrollara solo en pavimentos rígidos en la zona urbana del distrito de Calleria aplicando el reglamento por la Norma Técnica de Edificaciones (NTE) CE.010 Pavimentos Urbanos del 2010.

Solo se va emplear el método de diseño PCA 84 para proponer una nueva estructura del pavimento rígido.

Debido al límite distrital, ya que hasta la cuadra 20 es considerada como perteneciente al Distrito de Calleria, y las siguientes son consideradas como parte del Distrito de Manantay, por lo que será considerada para tráfico liviano porque es una vía de interconexión no principal.

2.5.2. ALCANCES

El alcance de esta investigación abarca en conocer una metodología diferente a las que comúnmente realiza el diseño de pavimento rígido, para así tener otros tipos de resultados más favorables, los cuales repercutirán en nuestra ciudad y específicamente en el distrito de Calleria.

2.6. HIPOTESIS

2.6.1. HIPOTESIS GENERAL

El espesor de pavimento rígido con la metodología PCA podría garantizar la resistencia de las cargas de tráfico

de vehículos en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20),
Calleria – Ucayali 2022.

2.6.2. HIPOTESIS ESPECÍFICAS

1.- Los niveles de resistencia de los suelo (CBR) y el módulo de reacción del suelo (K) para el diseño estructural del pavimento rígido, podría garantizar el buen desempeño de la metodología PCA en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.

2.- El estudio de tráfico con el nivel bajo mejorara el diseño estructural del pavimento rígido con la metodología PCA de la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.

3.- Las alternativas de solución del diseño estructural de pavimento rígido con la metodología PCA, será la adecuada en el análisis por fatiga de bajo tránsito en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.

2.7. SISTEMA DE VARIABLES- DIMENSIONES E INDICADORES

2.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Calles no pavimentadas.

2.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Espesor del pavimento rígido con la metodología PCA

2.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADOR

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	SUB-DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	INSTRUMENTO
Variable Independiente Calles no pavimentadas	Las características geométricas de las vías urbanas se definen por su sección (ancho) su pendiente y su longitud libre (tramo).	Sección	Ancho	Ancho	m.	Cuantitativa	De razón continua	Wincha
		Pendiente	Pendiente	Pendiente	%	Cuantitativa	De razón continua	Teodolito
		Longitud	Tramo	Tramo	m.	Cuantitativa	De razón continua	Wincha
Variable Dependiente Espesor del pavimento rígido	El método PCA,: Fatiga: Diseño de pavimentos de tráfico ligero (calles residenciales y caminos secundarios).	Estudio de trafico	Nivel de trafico	Demanda tráfico Clasificación vehículos Tasa de crecimiento	Unidad	Cuantitativa	Veh/Dia	Conteo de tráfico - Manual MTC D.G. 2018
		Estudio de Mecánica de suelos	Sub rasante	Ensayo granulometría	%	Cuantitativa	100% al 5%	Ensayos de laboratorio
				Ensayo de compactación Proctor modificado	%	Cuantitativa	Humedad optima – Densidad	Ensayos de laboratorio ASTM D-1557 o UNE 103-501-94
				Ensayo de valor de soporte de California o CBR	%	Cuantitativa	EG 2013 – Tabla 403-02 (min 80%, min 100%)	Ensayo de laboratorio
				Limites de atterberg	%	Cuantitativa	4% máximo	Ensayo de laboratorio
		Base		Agregado grueso	%	Cuantitativa	EG 2013- Tabla 403-03 (<3,000 msnm, >3,000msnm)	Ensayo de laboratorio
				Agregado fino	%	Cuantitativa	EG 2013- Tabla 403-03 (<3,000 msnm,	Ensayo de laboratorio

							>3,000msnm)	
				Valor de soporte CBR	%	Cuantitativa	EG 2013 – Tabla 403-02 (min 80%, min 100%)	Ensayo de laboratorio
				Granulometría	%	Cuantitativa	100% al 5%	Ensayos de laboratorio
		Concreto rígido	Losa de Concreto	F'c = 280 kg/cm ²	Kg/cm ²	Cuantitativa	ACI	Ensayos de laboratorio
		Estudio Hidrológico	Precipitaciones	Soporte lateral	M2	Cuantitativa	De razón continua	Manual de Hidrología MTC
				Cuenca	M2	Cuantitativa	Forma	Manual de Hidrología MTC
				Intensidad	Precipitación	Cuantitativa	Mm/h	Manual de Hidrología MTC
				Caudal	Masa por tiempo	Cuantitativa	Lt/seg	Manual de Hidrología MTC

III. MARCO TEORICO

3.1. ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS

El marco teórico del proyecto de tesis, está conformado por la revisión de investigaciones que se realizaron basados en el tema, donde se tomaron como referencia los siguientes.

3.1.1. Antecedentes Internacional

Mora y Argüelles (2015) en su tesis titulada "Diseño de Pavimento rígido para la Urbanización Caballero y Gongora, Municipio de Honda - Tolima". Colombia; Llegan a las siguientes conclusiones:

La metodología PCA 84 garantiza un análisis más específico y conveniente para el espesor de losa de pavimento cumpliendo con los parámetros de fatiga y erosión.

El análisis de fatiga que se efectúa por la metodología de la PCA, controla los diseños de pavimentos delgados para bajo tránsito, independientemente del tipo de transferencia de carga en las juntas transversales.

Se recomienda considerar la variable clima (estado del tiempo atmosférico) para el proceso constructivo, teniendo en cuenta el régimen de lluvias que se presenta en la zona. Cuando se presente lluvias se debe cubrir el concreto a fin que no se presente el lavado de la superficie que posteriormente comprometa la durabilidad del concreto.

Se recomienda utilizar en losas con espesores menores de 20 cm, concreto que tenga asentamiento entre 7 y 10 cm. (pág. 84-86).

Galeano J. y León J. (2016), trabajo de grado para optar el título de tecnólogo en obras civiles: "Propuesta de diseño para la construcción de pavimento rígido para la Carretera 28 Entre Calle 2 Barrio 1 de Mayo Ocaña Norte de

Santander”. Colombia; en sus conclusiones nos indica lo siguiente:

En este trabajo que consistió en presentar una propuesta de diseño emplearon el método simplificado de la PCA (Canadian Portland Cement Association), esta metodología condesce a estudiantes de Tecnología de Obras Civiles realizar diseños de modo fácil y efectivo cuando no se cuenta con datos de carga por eje, el procedimiento admite el uso de tablas, además de efectuar determinaciones del suelo o rasante de la vía, también de desplegar un estudio de TPD que accede deducir consecutivamente el TPDC (transito promedio diario de vehículos comerciales) exceptuando los camiones tipo pesado y de más de dos ejes todo esto para desplegar las variables del diseño; las cuales establecerán el espesor del pavimento mediante la usanza de las tablas propuestas en el método. (pág. 46).

El esbozo de juntas admite la mejor distribución de los esfuerzos del pavimento a través de las extensiones de las losas con juntas transversales y longitudinales, las cuales se cimentan para impedir que ocurra la fisuración del pavimento. Por lo tanto, no se debe olvidar que las juntas son partes primordiales del pavimento.

La recomendación para procesos de construcción garantiza la edificación de dicho pavimento de acuerdo a contextos técnicos adecuados; ayudando a los futuros Tecnólogos de Obras Civiles las consideraciones a tener en cuenta para su cimentación certificando la calidad de la misma.

En lo referido a la parte económica debe realizarse mediante un presupuesto de obra permitiendo estar al tanto del costo para la cimentación del pavimento; esta área es

esencial para agenciarse de recursos que ayuden a su construcción en las entidades competentes.

3.1.2. Antecedentes Nacional

Solano, et al (2021) en su trabajo de Investigación para obtener el grado académico de Bachillera en Ciencias con mención en Ingeniería Civil denominado “Análisis comparativo del diseño de espesor de la capa de Rodadura de pavimentos rígidos según las metodologías AASHTO 93 y PCA 84”.

Debido a que con el uso del método PCA 84 se obtienen espesores de carpeta de rodadura, se puede considerar que este método es más económico en la práctica que el AASHTO 93 debido a la reducción en el material a usar en la construcción. (Pág. 34).

Godoy M. (2014), en su tesis para optar el título de ingeniero civil: “Análisis de sensibilidad de las variables de diseño de pavimentos rígidos del Método de la Asociación del Cemento Portland en el Distrito de Cajamarca”. Perú; en sus conclusiones:

-Este trabajo permitió realizar el análisis de sensibilidad de las variables de delineación de pavimentos rígidos del Método de la Asociación del Cemento Portland (PCA), comprobando que la variable más incidente en la determinación del grosor de la losa es la firmeza a la compresión del concreto ($f'c$). (Pág. 46).

Se utilizaron para los diseños de pavimentos rígidos disímiles valores para las variables de evaluación, habiendo elaborado 45 diseños de pavimentos, 15 diseños para cada variable en estudio, consiguiendo hacer con estos resultados las iteraciones correspondientes y consecutivamente el estudio de sensibilidad.

Determino que la resistencia a compresión del concreto ($f'c$), es la variable más incidente con respecto al C.B.R. y el tráfico para el establecimiento del grosor de la losa, puesto que a medida que se van alterando los valores iniciales de diseño en representación porcentual en intervalos de 5%, se consiguió que el espesor de la losa manifestó más diferenciación con el aumento del $f'c$, que con el aumento de las otras dos variables.

Lupaca (2013), en su tesis “Estudio definitivo de la pavimentación de la avenida Túpac Amaru de la Municipalidad Distrital de Llalli – Melgar Puno”, para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Antiplano – Puno. En las conclusiones menciona: La Norma Técnica CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS (aprobado por D.S. N°001-2010-VIVIENDA de fecha 14 de enero de 2010), utiliza la metodología de diseño de pavimento rígido método PCA. Los espesores finales hallados mediante este método son de las siguientes dimensiones: espesor de Losa 20cm, sub base granular de 20cm, acumulando un espesor total de 40cm. (Pág. 172).

CEMEX, (2010): “Pavimentos de concreto CEMEX”; Manual de pavimentos de concreto. En dicha publicación se presenta un resumen sobre el método de diseño espesores de la AASHTO edición 1993 y de la PCA edición 1984, donde hace un breve análisis comparativo entre ambos métodos, destacando sus ventajas y desventajas.

María Fernanda García Aladín. “Catálogo de Diseño de Pavimentos Rígidos de la PCA Adaptado a las Condiciones del Tránsito Colombiano”; Popayán. Publicación en la cual se presenta el método simplificado de diseño de pavimentos rígidos de la PCA.

3.1.3. Antecedentes Local

Ayala M. (2021) en su Trabajo de Investigación “Propuesta Técnico-Económica de un Diseño con pavimento reforzado con geomalla para garantizar estabilidad y transitabilidad vehicular en suelos tropicales tramo villa el pescador Masisea-Coronel Portillo- Ucayali”, para obtener el grado Académico de Bachiller en Ingeniería Civil.

En el numeral 3 de sus conclusiones: “al usar pavimento tradicional se garantiza la estabilidad del suelo tropical conforme se incrementa la profundidad a la que se coloca, al usar pavimento rígido se garantiza la estabilidad en los suelos tropicales ya que al mejorar el suelo tiene una mayor capacidad estructural, menores deformaciones por ello los esfuerzos que transmiten al suelo son de magnitud reducida. (Pág. 84).

3.2. BASES TEORICAS

3.2.1. Características de la vía

CBR.

Al hallar el valor CBR para un diseño de subrasante, se procede a lo siguiente: En áreas donde se obtienen 6 (Mayores valores CBR) para cada clasificación del suelo típico, (%) propiedades uniformes del suelo, los valores se determinan con base en el diseño CBR. Una subclase que toma en cuenta el promedio de los valores totales analizados por la industria con características uniformes. (MTC, 2016, p.40).

Para áreas con valores CBR de menos de 6 logrados por una fracción de cada clase del terreno típico y sus características homogéneas, el valor CBR de diseño del lecho de la carretera se determina con base en los siguientes criterios: (MTC, 2016, p.40).

Si los valores son iguales o casi iguales, tome el valor promedio. Si los valores no son similares, tome el valor crítico (más bajo) o subdivida las partes para asociar ámbitos con tarifas CBR semejantes y establezca un término medio. Las subdivisiones pueden tener más de 100 metros de largo. (MTC, 2016, p.40).

Los valores CBR semejantes son valores que están comprendidos por un cierto parámetro según la subrasante.

Luego de haber encontrado el CBR, cada sección tiene propiedades semejantes, se subdividirá en donde se encuentra con el fin de tener una idea más clara. (MTC, 2016, p.40).

Tráfico vial para diseño.

Las encuestas de tráfico brindan datos acerca del índice anual promedio (IMDA) en cada segmento de carretera encuestada, además la demanda de tráfico actual debe estar clasificado por cada tipo de vehículo.

Los cálculos de IMDA requieren información mantenida y proporcionada por MTC sobre la base de índices de volatilidad mensuales, registros obtenidos en estaciones de pesaje y casetas de peaje existentes e información correspondiente a contratos de franquicia de carreteras.

Por regla general, el segmento IMDA es la información directa necesaria para los levantamientos de tránsito, comenzando por el volumen actual de demanda de circulación comprendido por la clase vehicular de cada rumbo de viaje para excluir las necesidades para fines específicos, más precisos o diferentes. (MTC, 2016, p.62).

Módulo de reacción de la subrasante (K).

Numéricamente, es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (PSI). (Manual AASHTO93).

Puesto que la prueba de carga sobre placa requiere tiempo y es costosa, el valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte california (CBR) o las pruebas de valores R. (Manual AASHTO93). Asimismo, se eligió una sub base granular de 15 cm, ya que así lo recomienda el MTC.

Pavimento: (MEF, p.13). Un pavimento es una estructura construida sobre el pavimento para resistir y dispersar las presiones de los vehículos, al tiempo que mejora la seguridad y la comodidad del tráfico. Por lo general, consta de capas de banda de rodamiento, base y subgraves.

Pavimento rígido:(MEF, p.13). Se trata de una estructura de pavimento especialmente formulada a partir de una base granular, que también puede ser granular, hormigón, asfalto o cal y aglutinantes, agregados y aditivos, si los hubiera. Los pisos duros tienen tres capas: losa de concreto, cimentación y sub rasante.

Estabilización de suelos: (MEF, p.14). La estabilidad natural del suelo incluye la mejora de propiedades básicas, como por ejemplo: resistencia al esfuerzo cortante, deformación, compresión, estabilidad volumétrica en presencia de agua, en todo caso, teniendo en cuenta la parte

líquida. Gracias a la tensión y deformación del suelo y las estructuras colocadas en él, su vida útil.

Ensayo CBR: Prueba para definir el límite de resistencia del terreno. (DPN-2017).

Drenaje Superficial: Armazón diseñado para acarrear y drenar agua directamente en la superficie del pavimento. (DPN-2017).

Juntas: Son fundamentales en un piso rígido, está diseñado para controlar la contracción y dilatación del material, así como sus tensiones que ocurren en el concreto debido a cambios de temperatura y humedad. (DPN-2017)

Eje Simple: Formado por 2 o 4 neumáticos conectados a revoluciones. (DPN-2017)

Eje Tándem: El eje consta de dos bobinas y está equipado con una suspensión que permite la compensación de carga, con una distancia de 1,00 a 1,60 metros. (DPN-2017)

Eje Tridem: El eje consta de tres pistas giratorias con suspensión de carga y las distancias entre las bobinas son de 2,00 a 3,20 metros. (DPN-2017)

Vías Locales: Los corredores viales proporcionan acceso local a diferentes partes de la ciudad en comparación con otras redes viales. (DPN-2017)

Tránsito Promedio Diario: Cantidad de máquinas que se esparcen por el corredor vial en 1 día. (DPN-2017)

Período de Diseño: En esta etapa, se estima que la estructura del pavimento funciona al nivel de servicio apropiado sin la necesidad de actividades de restauración. (DPN-2017)

Carril de Diseño: Carril, donde se proyecta que el tráfico de maquinaria pesada sea de suma importancia. (DPN-2017)

Subrasante: Suelo natural o artificial sometido a carga transmitido por medio de la cubierta principal del esqueleto. (DPN-2017)

Sub - Base: Es la capa primaria del armazón del piso, se encuentra entre la capa secundaria y desgaste. Su determinación es dispersar completamente la fuerza generada por la carga. (DPN-2017)

A. Sub-rasante:

(MVCyS, 2010) La Sub rasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y/o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

Según el RNE la sub rasante debe cumplir las siguientes tolerancias:

a) La humedad de compactación no deberá variar en $\pm 2\%$ del Optimo Contenido de Humedad a fin de lograr los porcentajes de compactación especificados.

b) Se comprobará la compactación según lo indicado en la Tabla 1. El grado de compactación requerido será del 95% de su Máxima Densidad Seca Teórica Proctor Modificado (NTP 339.141:1999) en suelos granulares y del 95% de su Máxima Densidad Seca Teórica Proctor Estándar (NTP

339.142:1999) en suelos finos. Se tolerará hasta dos puntos porcentuales menos en cualquier caso aislado, siempre que la media aritmética de 6 puntos de la misma compactación sea igual o superior al especificado

c) Se determinará el CBR in-situ según lo indicado en la Tabla 1. Esta información, conjuntamente con la densidad de campo, se usará para verificar el CBR de diseño.

También el RNE en el anexo B Pavimentos Urbanos CE-010 clasifica a la sub rasante según sus características de acuerdo a la tabla 2 de elaboración propia.

d) Respecto de las cotas del proyecto, se permitirá una tolerancia de ± 20 milímetros.

e) La tolerancia por exceso en el bombeo será de hasta 20%. No se tolerarán errores por defecto en la flecha del bombeo.

f) Donde se haya estabilizado la sub-rasante, se verificará los valores propuestos por el personal responsable en el Proyecto para el agente estabilizador utilizado, con un mínimo de tres verificaciones por cada tipo de agente estabilizador.

B. Sub-base:

(MVCyS, 2010) Capa de materiales granulares, natural o procesados, colocadas sobre una superficie preparada. En los pavimentos rígidos cumple las siguientes funciones:

a) Impedir la acción de bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento.

b) Sirve como capa de transición, suministra apoyo uniforme, estable y permanente del pavimento.

c) Mejora el drenaje y reduce la acumulación de agua bajo el pavimento.

d) Ayuda a controlar los cambios volumétricos de la sub-rasante.

e) Mejora la capacidad de soporte de la sub-rasante.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2010) la sub base debe cumplir las siguientes tolerancias:

a) El grado de compactación de Base y Sub-base, será como mínimo del 100 % de la Máxima Densidad Seca obtenida en el ensayo Proctor Modificado (Método C). Se tolerará hasta dos puntos porcentuales menos en cualquier caso aislado, siempre que la media aritmética de 6 puntos de la misma compactación sea igual o superior al especificado. Los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de la densidad.

b) Respecto de las cotas del proyecto, se permitirá una tolerancia de ± 10 mm. La tolerancia por exceso en el bombeo será de hasta 20 %. No se tolerarán errores por defecto en la flecha del bombeo.

c) Para fines de diseño de pavimentos urbanos es necesario saber las condiciones de CBR que cumplirán cada capa. La sub-rasante debe tener un CBR de entre 8 % a 17% y la sub-base debe tener en CBR mínimo de 30%.

C. Base

(MILLA VERGARA, 2015) Es la capa de materiales granulares, pueden ser naturales o procesados, con inclusión o no de algún tipo de estabilizador o ligante, que se colocan sobre una subbase, afirmado o sub rasante cuyo CBR según el Reglamento Nacional de Edificaciones CE-010 debe ser para vías locales y colectora de mínimo 80% y para vías arteriales y expresas de mínimo 100%.

D. Superficie de rodadura:

La superficie de rodadura para el caso de pavimentos urbanos se conforma por una capa de concreto hidráulico.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones CE-010: "Pavimentos Urbanos" (2010), las características que deben cumplir los materiales que conforman el concreto hidráulico aplicado en pavimentos rígidos en calles urbanas son los que se detallan en la tabla 5. Los agregados a usarse en la elaboración de concreto hidráulico que va a estar sujeto a ciclos de congelación y deshielo, deben cumplir los requisitos de resistencia a la desagregación por medio de ataque de soluciones, indicados en la Tabla 7. Según el RNE el concreto hidráulico debe cumplir las siguientes tolerancias:

a) Previamente a la colocación de la mezcla de concreto hidráulico, se realiza un Diseño de Mezcla para obtener la resistencia de diseño y estos serán controlados en cantidades de agregados, agua y cemento.

b) Se harán controles directos de la consistencia de la mezcla y de la calidad de los materiales, para cumplir con el Modulo de Rotura (resistencia a la tracción por flexión) especificado en el proyecto, pudiendo hacerse paralelamente ensayos a compresión que permitan correlacionar flexo-tracción y compresión.

c) El control de la mezcla en obra se podrá hacer mediante ensayos de compresión de probetas cilíndricas.

d) La superficie acabada no podrá presentar irregularidades mayores de tres milímetros (3mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja la Supervisión.

e) La resistencia a flexo-tracción a los 28 días, no será menor que la resistencia de diseño. En probetas prismáticas, se tolerará hasta 3,5 kg/cm² por debajo de la resistencia de

diseño, siempre que al menos el 80% de los ensayos realizados sean iguales o superiores a la resistencia de diseño. f) La verificación del espesor la efectuará el Contratista cada trescientos cincuenta metros cuadrados (350 m²) o fracción, debiendo extraerse al menos dos (2) testigos cilíndricos mediante equipos provistos de brocas rotativas. Los testigos se extraerán después de transcurridos siete (7) días desde la colocación del concreto.

g) Si el espesor promedio de los dos (2) testigos resulta inferior al espesor teórico de diseño (e_d) en más de quince milímetros (15 mm), se extraerán cuatro (4) testigos adicionales.

Perú Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras Diseño Geométrico. (2018).

Carreteras de tercera clase, son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

3.2.2. Espesor de Pavimento Rígido

Distribuye la carga sobre un área relativamente grande del suelo por la rigidez y alto módulo de elasticidad de sus componentes; una gran parte de la capacidad estructural lo proporciona la capa superior. En su comportamiento influye notablemente la resistencia del concreto. Variaciones pequeñas del suelo de fundación tienen poca incidencia en la capacidad estructural del pavimento.

Un pavimento es una estructura construida sobre el suelo de un terreno destinado a la circulación de tránsito de vehículos. El objetivo de un correcto diseño de pavimentos

es proporcionar una circulación segura y confortable a los usuarios de las vías en un tiempo eficiente. Además, contribuye a distribuir la carga proporcionada por el tráfico para mantener la estructura del pavimento en buen estado en el tiempo para el que ha sido planificado (Menéndez, 2009).

Etapas de Diseño

Según Menéndez, J. (2009), para tener un correcto diseño de pavimentos, inicialmente se debe estudiar el suelo sobre el cual se va a construir. A continuación, es necesario definir el tipo de superficie de rodadura deseada y los componentes estructurales para seleccionar los materiales requeridos. Luego, se necesita tener conocimiento de tráfico a esperar en la zona en la actualidad y a futuro, teniendo en cuenta el ciclo de vida esperado. Con todo ello, se puede diseñar según los tipos de pavimento y elegir el más adecuado teniendo en cuenta factores como economía, mantenimiento y el tipo de ejecución.

Normativa Peruana

Norma CE.0 10 Pavimentos Urbanos

Propone, para el diseño de pavimentos, el uso de 3 metodologías más comúnmente usadas, las que son propuestas por el Instituto del Asfalto, la AASHTO-93 y la PCA. Adicionalmente, también se menciona que, para cualquier proyecto peruano, se puede diseñar ello siguiendo cualquier otro método de diseño propuesto si es que se explican los conceptos y aspectos técnicos necesarios para su aplicación al final del informe técnico.

El procedimiento de diseño de espesor de la Asociación de Cemento Portland (PCA) para carreteras y calles de concreto fue publicado en 1984, superando a la

publicada en 1966. El procedimiento puede ser aplicado a Pavimentos de Concreto simple con juntas (JPCP), Pavimentos de Concreto con juntas y con refuerzo (JRCP) y Pavimentos de concreto con refuerzo continuo (CRCP)

Laboratorios

Contenido de Humedad (NTP 339.160 - 2001).

A. Materiales y equipos.

- Material granular.
Se utilizó el agregado con la humedad natural de la cantera.
- Balanzas
Se necesita una balanza con sensibilidad 0.01gr. Para pesar el material.
- Horno (estufa).
Para secar el material que mantiene una temperatura $110\pm5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($230\pm9\text{ }^{\circ}\text{F}$).
- Taras.
Las adecuadas para el manejo y para secar el material de las muestras.

B. Procedimiento del contenido de humedad

- Pesamos las taras donde vamos poner a secar el material en el horno.
- Agregamos la muestra humedad a la tara.
- Pesamos la muestra humedad en la tara pesada anteriormente.
- Colocamos en el horno las muestras por un tiempo promedio de 24 horas.
- Luego trascurrido las 24 horas se pesó el material para obtener el peso seco y calcular el contenido de humedad.

Límites de Attenberg (NTP 339.129 – 1999)

Limite Líquido.

A. Materiales y equipos.

- Recipiente para almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.
- Espátula. De hoja flexible de unos 75 mm (3") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.
- Aparato del límite líquido (o de Casagrande).
- De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas.
- De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes.
- Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas.
- Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d", y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de 10.00 ± 0.2 mm (0.394" \pm 0.008") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos.
- Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0.01 gr.
- Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) para secar la muestra.

B. Procedimiento del Limite Líquido.

- Tómese una muestra que pese 150 - 200 g de una porción de material completamente mezclado que pase el tamiz de 0.425 mm (N° 40).
- Colóquese la muestra de suelo en la vasija de porcelana y mézclese completamente con 15 a 20 ml de agua, agitándola, amasándola y tajándola con una espátula en forma alternada y repetida. Realizar más adiciones de agua en incrementos de 1 a 3 ml.
- Cuando haya sido mezclada suficiente agua completamente con el suelo y la consistencia producida requiera de 30 a 35 golpes de la cazuela de bronce para que se ocasione el cierre.

Límite Plástico

A. Materiales y equipos

- Una porción de la mezcla preparada para el límite líquido.
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa de control de temperatura.
- Espátula
- Capsula de porcelana.
- Placa de vidrio
- Taras

B. Procedimiento del límite Plástico

- A la porción de mezcla preparada para el límite líquido agregar suelo seco de tal manera que la pasta baje su contenido de humedad.
- Enrollar la muestra con la mano sobre la placa de vidrio hasta obtener cilindros de 3mm de diámetro y que presenten agrietamientos, determinar su contenido de humedad.
- Repetir el ensayo una vez más.

- El límite plástico es el promedio de los 2 valores de contenidos de humedad, si la diferencia entre estos 2 valores es mayor que dos puntos de porcentaje, repetir el ensayo.

Índice Plástico

- Se define como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico para un suelo dado.

Proctor Modificado (NTP 339.141 – 1991).

A. Materiales y equipos

- Molde. Los moldes deben ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y las paredes sólidas, cada molde tiene un plato de base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y contruidos de modo que pueda adherir de forma segura y fácil de desmoldar. (MTC E 115 -2000).
- Pisón o Martillo. La cara del pisón debe ser plana y circular de 50.8 +- 0.127 mm de diámetro, una tolerancia de 0.13 mm (0.005") que pese 2.495 +- 0.009 kg. El pisón deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para la caída (MTC E 115 -2000).
- Extractor de muestras. Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde (MTC E 115 -2000).
- Balanza. Se utilizará una balanza para pesar los moldes de 6" con los suelos húmedos compactados y una balanza para pesar las taras con sensibilidad de 0.1 gr.
- Horno. Para secar las muestras entradas que han sido compactadas.
- Regla. Para enrazar el molde con la muestra compactada.
- Tamices. Se utilizó el tamiz de la malla ¾"
- Herramientas de mezcla. Se utilizó cucharones para mezclar el material
- Fiola. Para medir el agua para compactar el material.

B. Procedimiento.

- La muestra seca requerida para el método “C” es aproximadamente de 30 kg para la realización de compactación.
- Se tamizo por el tamiz N° 3/4” para la realización de la compactación por el método “C”.
- Se selección el molde para la realización del ensayo.
- Luego se compacto una muestra de 6 kg por punto en cual se hizo cinco puntos para formar la curva.
- Se sacó la muestra representativa compactada de cada molde para luego ponerlo al horno y sacar el contenido de humedad y la máxima densidad seca.
- Luego se realizó los cálculos en tablas del programa Excel para obtener la curva y encontrar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca.

California Bearing Ratio “CBR” (NTP 339.145 – 1999).

A. Materiales y equipos

- Muestra alterada seca
- Papel filtro
- Equipo CBR (3 moldes cilíndricos con placa de base y collar de extensión, 3 discos espaciadores, 3 placas de expansión, 3 sobrecargas cada una de 4.5 kg. de peso y 3 trípodes).
- Pisón proctor modificado.
- Balanza con precisión de 1 gr.
- 3 diales de expansión
- Estufa con control de temperatura.
- Probeta de 1000 ml.
- Recipiente de 6kg. de capacidad.
- Espátula
- Taras identificadas.

La metodología del Portland Cement Association (PCA)

Después de seleccionar el tipo de pavimento de hormigón (pavimento simple con ó sin pasa juntas, pavimento reforzado con juntas con pasa juntas, o pavimento continuamente reforzado), tipo de subbase si es necesaria, y tipo de berma (con ó sin berma de hormigón, sardinel y cuneta o sardinel integral); el espesor de diseño es determinado en base a los cuatro factores siguientes:

- Resistencia del hormigón a la flexión (módulo de rotura MR).
- Resistencia de subrasante y subbase combinadas (k).
- Los pesos, frecuencias, y tipos de cargas axiales de camión que el pavimento soportará.
- El periodo de diseño, que en éste y otros procedimientos usualmente es considerado como de 20 años, pudiendo ser más ó menos.

3.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

ADTT: Average Daily Truck Traffic – Tráfico Diario Promedio de Camiones, Es el número de vehículos de carga promedio diario proveniente del estudio de tráfico.

ADT: Average Daily Traffic – Trafico Diario Promedio, Es el número de vehículos (livianos o de carga) promedio diario procedente del estudio de tráfico.

F.S.: Factor de Seguridad. Es un parámetro que incrementa la carga por ende siempre es mayor que uno lo cual indica la capacidad en exceso que tiene el sistema por sobre sus requerimientos.

Erosión: Es el desgaste o denudación de suelos y rocas que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra. La erosión implica movimiento, transporte del material. Entre los agentes

erosivos están la circulación de agua o hielo, el viento, o los cambios térmicos.

Fatiga: Fenómeno que se produce debido a las repeticiones de carga generando agrietamientos en razón que los esfuerzos cortantes y de tensión superan a los admisibles, Es el fenómeno por el cual los materiales pierden capacidad de resistir cuando están sometidos a cargas cíclicas con variación en el tiempo; este fenómeno se asocia con la disminución de la resistencia de un material en el tiempo cuando se le aplica esfuerzos dinámicos.

SA: Single Axis – Eje Simple. Se denomina eje simple al elemento constituido por un solo eje no articulado a otro, puede ser: motriz o no, direccional o no, anterior, central o posterior.

TA: Tandem Axle – Eje Tandem. Se denomina eje Tándem al elemento constituido por dos ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados por una distancia menor a 2,4 metros. Estos reparten la carga, en partes iguales, sobre los dos ejes.

Portland Cement Association: Cement Association (PCA), fundada en 1916, es la política de primer nivel, la investigación, la educación, y la organización de inteligencia de mercado que sirve fabricantes de cemento de Estados Unidos. Los miembros de PCA representan el 92 por ciento de la capacidad de producción de cemento de Estados Unidos y tiene instalaciones en los 50 estados. La Asociación promueve la seguridad, la sostenibilidad y la innovación en todos los aspectos de la construcción, fomenta la mejora continua en la fabricación y distribución de cemento, y en general promueve el crecimiento económico y la inversión en infraestructura de sonido

Módulo de rotura: La resistencia a la flexión del concreto es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. La resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR).

Diseño: Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace. Para poder llevar a cabo un buen diseño es necesario la aplicación de distintos métodos y técnicas de modo tal que se cumplan los estándares de calidad y seguridad establecidos en la Norma.

NS: Sin bermas de concreto

WS: Con bermas de concreto

ND: Junta sin dowel o dovelas.

WD: Junta con dowel o dovela.

Dowel: Es un elemento prefabricado que consiste en una varilla de acero que se colocan al medio de la losa para esta sea más resistente en los bordes a las repeticiones de cargas evitando de esta manera la figuración de la losa.

Berma de Concreto: Las bermas son aquella parte de la corona del pavimento que se encuentra aledaña a la superficie de rodamiento y que tiene como función principal, proporcionar un espacio adecuado para la detención de vehículos en emergencia.

Pavimento: El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. (MTC. Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

Pavimento rígido: Son aquellos formados por una losa de concreto portland sobre una base, o directamente sobre la sub rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada (Centeno O. 2010).

Superficie de Concreto Asfáltico (AC): mezcla de agregados con cemento asfáltico actuando como aglomerante. Para fines de este método, este término también se refiere a superficies construidas con asfaltos derivados del carbón y asfaltos naturales. (Norma ASTM 5340-98).

Diseño de pavimento: Proceso por medio del cual se determinan los componentes estructurales de un segmento vial, teniendo en cuenta la naturaleza de la subrasante, los materiales disponibles, la composición del tránsito y las condiciones del entorno (Martínez H.2017).

Estudio de tráfico: El estudio de tráfico es el instrumento básico de la ingeniería aplicada al discernimiento del tráfico (ingeniería de tráfico) para conocer su comportamiento. Para ello se han de realizar medidas reglamentadas sobre las distintas variables que definen el comportamiento de la circulación.

Estudio topográfico: El levantamiento topográfico es el punto de origen para poder realizar toda una serie de etapas básicas dentro de la caracterización y señalamiento del terreno a edificar, como

levantamiento de planos (planimétricos y altimétricos), replanteo de planos, deslindes, asentamientos y demás.

Estudio hidrológico: El estudio hidrológico tiene por finalidad calcular el caudal máximo de la vía Evitamiento, para obtener los datos de precipitación se recurre a información proporcionada por el servicio nacional de hidrología y meteorología SENHAMI.

Estudio de suelos: La investigación del suelo es muy transcendental tanto para la valoración de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la investigación registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aún con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

Normas del PCA

Procedimientos de diseño

- Establecer tipo de junta y berma
- Determinar el módulo de rotura de concreto 28 días
- Determinar el módulo de reacción K (equivalente de la subrasante)
- Establecer el factor de seguridad de carga (LSF)
- Determinar la distribución de ejes de carga
- Calcular el número esperado de repeticiones de ejes de diseño

El análisis por fatiga usualmente controla el diseño de los pavimentos de bajo tráfico sin importar si tiene juntas con pasadores o no. El análisis de erosión usualmente controla el diseño de pavimentos para tráfico medio y pesado con juntas sin pasadores y pavimentos para tráfico pesado con juntas con pasadores.

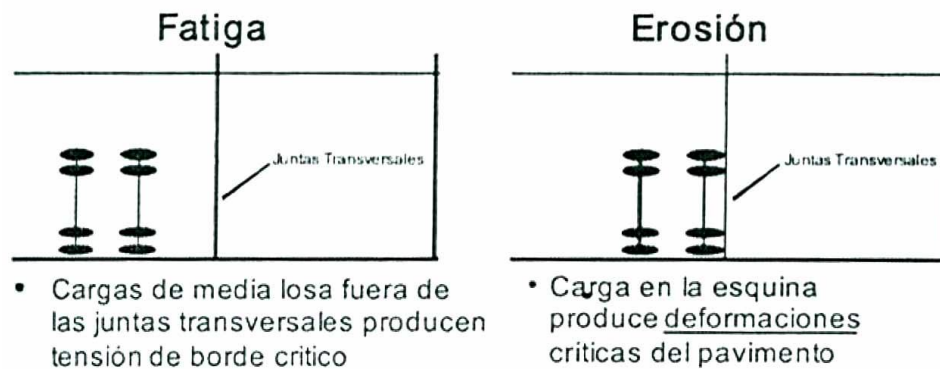


Figura x: Posición crítica de las cargas método de diseño PCA.

Módulo de reacción de la subrasante

Módulo de reacción de la subrasante compuesto para subrasantes con base granular y con base estabilizada con cemento.

Efecto de una subbase granular en el valor de k				
Valor de k de la subrasante	valores de k de la sub base (pci)			
	4 pulg	6 pulg	9 pulg	12 pulg
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Valores de diseño de k para bases tratadas con cemento				
Valor de k de la subrasante	valores de k de la sub base (pci)			
	4 pulg	6 pulg	9 pulg	12 pulg
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
300	470	640	830	-
Fuente: PCA (1984)				

Factor de Seguridad

Los valores recomendados

- 1.2. Para vías nacionales, interprovinciales o autopistas
- 1.1. Para autopistas y calles arteriales
- 1.0. Calles vías residenciales y otras calles que tienen tránsito

Criterios de falla

a) **Análisis de fatiga**

El criterio de la falla por fatiga corresponde al esfuerzo de tracción por flexión producido por una carga de borde. Se utiliza la expresión desarrollada por Miner para la acumulación del daño por fatiga. El espesor de diseño es aquel en el cual la fatiga total consumida no debe exceder del 100%.

Se determina el factor de esfuerzo equivalentes, para lo cual se requiere ingresar a las tablas de diseño con el espesor de tanteo de la losa y el módulo de reacción compuesto.

Tabla 12.1 Esfuerzo equivalente para un pavimento sin berma de concreto

Espesor de Losa, in.	K Subbase de la Subrasante, pci						
	50	100	150	200	300	500	700
4	625/679	726/585	671/542	634/516	584/486	523/457	484/443
4.5	699/586	616/500	571/460	540/435	498/406	443/378	417/363
5	502/516	531/436	493/399	467/376	432/349	390/321	363/307
5.5	525/461	464/387	431/353	409/331	379/305	343/278	320/254
6	465/416	411/348	382/316	362/296	336/271	304/245	285/232
6.5	417/380	367/317	341/286	324/267	300/244	273/220	256/207
7	375/349	331/290	307/262	292/244	271/222	246/199	231/186
7.5	340/323	300/268	279/241	265/224	246/203	224/181	210/169
8	311/300	274/249	255/223	242/208	225/188	206/167	192/155
8.5	265/281	252/232	234/208	222/193	206/174	188/154	177/143
9	254/254	232/218	216/195	205/181	190/163	174/144	163/133
9.5	245/248	215/205	200/183	190/170	176/153	161/134	151/124
10	228/235	200/193	186/173	177/160	164/144	150/126	141/117
10.5	213/222	187/183	174/164	165/151	153/136	140/119	132/110
11	200/211	175/174	163/155	154/143	144/129	131/113	123/104
11.5	188/201	165/165	153/148	145/136	135/122	123/107	116/96
12	177/192	155/158	144/141	137/130	127/116	116/102	103/89
12.5	168/163	147/151	136/135	129/124	120/111	109/97	103/89
13	159/176	139/144	129/129	122/119	113/106	103/93	97/85
13.5	152/168	132/138	122/123	116/114	107/102	98/89	92/81
14	144/162	125/153	116/118	110/109	102/98	93/85	88/78

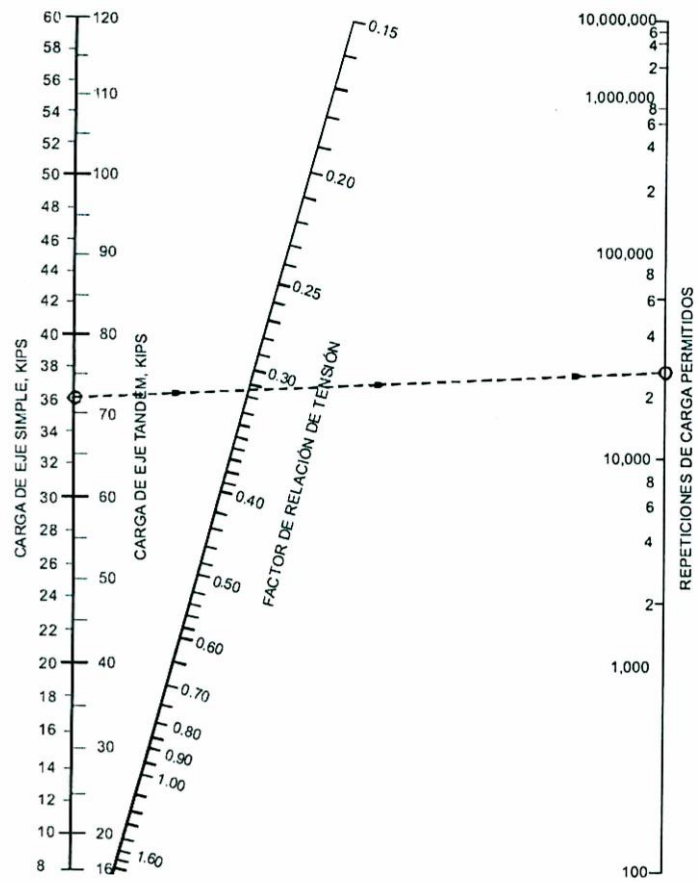


Figura 12.3 Numero admisible de repeticiones por fatiga

Tabla 12.2 Relación de esfuerzos y número admisibles de repeticiones de carga

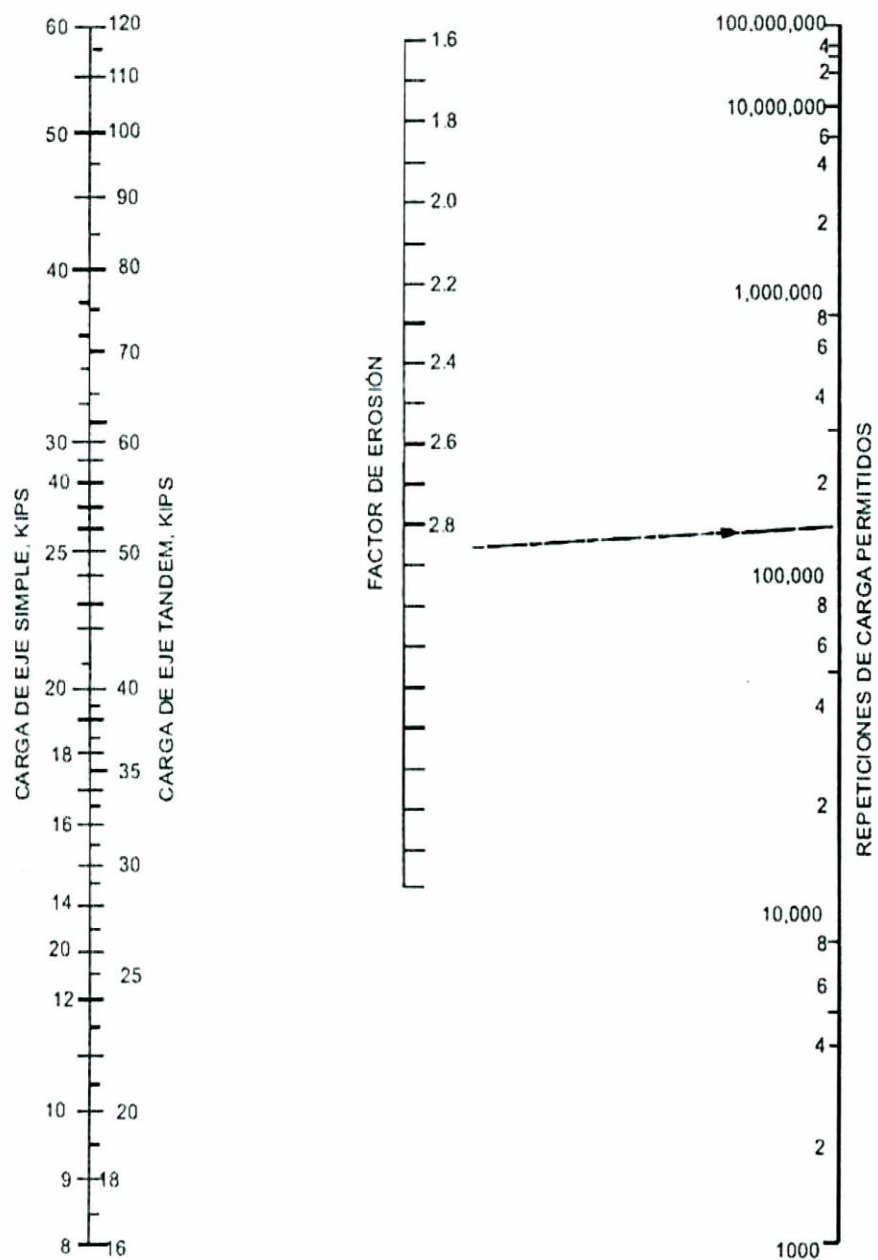
Relación de esfuerzos (*)	Nº admisible de repeticiones de carga	Relación de esfuerzos (*)	Nº admisible de repeticiones de carga
0,50	ilimitado	0,68	3.500
0,51	400.000	0,69	2.500
0,52	300.000	0,70	2.000
0,53	240.000	0,71	1.500
0,54	180.000	0,72	1.100
0,55	130.000	0,73	850
0,56	100.000	0,74	650
0,57	75.000	0,75	490
0,58	57.000	0,76	360
0,59	42.000	0,77	270
0,6	32.000	0,78	210
0,61	24.000	0,79	160
0,62	18.000	0,80	120
0,63	14.000	0,81	90
0,64	11.000	0,82	70
0,65	8.000	0,83	50
0,66	6.000	0,84	40
0,67	4.500	0,85	30

(*) Igual a la tensión de tracción por flexión dividida por la resistencia característica a tracción del concreto.

b) **Análisis de Erosión**

Espesor de Losa, in.	K Subbase de la Subrasante, pci					
	50	100	200	300	500	700
4	3.28/3.30	3.24/3.20	3.21/3.13	3.19/3.10	3.15/3.09	3.12/3.08
4.5	3.13/3.19	3.09/3.08	3.06/3.00	3.04/2.96	3.01/2.93	2.96/2.91
5	3.01/3.09	2.97/2.98	2.93/2.89	2.90/2.84	2.87/2.79	2.85/2.77
5.5	2.90/3.01	2.85/2.89	2.81/2.79	2.79/2.74	2.76/2.68	2.73/2.65
6	2.79/2.93	2.75/2.82	2.70/2.71	2.68/2.65	2.65/2.58	2.62/2.54
6.5	2.70/2.86	2.65/2.75	2.61/2.63	2.58/2.57	2.55/2.50	2.52/2.45
7	2.61/2.79	2.56/2.68	2.52/2.56	2.49/2.50	2.46/2.42	2.43/2.38
7.5	2.53/2.73	2.48/2.62	2.44/2.50	2.41/2.44	2.38/2.36	2.35/2.31
8	2.46/2.68	2.41/2.56	2.36/2.44	2.33/2.38	2.30/2.30	2.27/2.24
8.5	2.39/2.52	2.34/2.51	2.29/2.39	2.26/2.32	2.22/2.24	2.20/2.18
9	2.32/2.57	2.27/2.46	2.22/2.34	2.19/2.27	2.16/2.19	2.13/2.13
9.5	2.26/2.52	2.21/2.41	2.16/2.29	2.13/2.22	2.09/2.14	2.07/2.08
10	2.20/2.47	2.15/2.36	2.10/2.25	2.07/2.18	2.03/2.09	2.01/2.03
10.5	2.15/2.43	2.09/2.32	2.04/2.20	2.01/2.14	1.97/2.05	1.95/1.99
11	2.10/2.39	2.04/2.28	1.99/2.16	1.95/2.09	1.92/2.01	1.89/1.95
11.5	2.05/2.35	1.99/2.24	1.93/2.12	1.90/2.05	1.87/1.97	1.84/1.91
12	2.00/2.31	1.94/2.20	1.88/2.09	1.85/2.02	1.82/1.93	1.79/1.87
12.5	1.95/2.27	1.89/2.15	1.84/2.05	1.81/1.98	1.77/1.89	1.74/1.84
13	1.91/2.23	1.85/2.13	1.79/2.01	1.76/1.95	1.72/1.85	1.70/1.80
13.5	1.86/2.20	1.81/2.09	1.72/1.98	1.72/1.91	1.68/1.83	1.65/1.77
14	1.82/2.17	1.76/2.08	1.71/1.95	1.67/1.88	1.64/1.80	1.61/1.74

Figura 12.4 Número admisible de repeticiones por erosión



Análisis de Fatiga - Repeticiones de carga permitida
basados en el factor de erosión (con berma de concreto)

Tanteos de Espesor

En la siguiente figura se muestra el formato para la verificación del espesor de tanteo considerando la acción de los ejes separados por tipo (simple, tandem y tridem).

Proyecto:	
Espesor:	cm
k_{slab} :	MPa/m
$f_{\text{ctM,k}}$:	MPa
Fsc:	

Juntas con dovelas:
Bermas de concreto:
Periodo de diseño (años):

			ANÁLISIS DE FATIGA		ANÁLISIS DE EROSIÓN	
CARGA POR EJE (kN)	CARGA POR EJE x Fsc	NÚMERO REPETICIONES ESPERADAS	NÚMERO REPETICIONES ADMISIBLES	CONSUMO DE FATIGA (%)	NÚMERO ADMISIBLE DE SOLICITUDES	DAÑOS POR EROSIÓN (%)
1	2	3	4	5	6	7

EJES SENCILLOS Esf. Equivalente: Factor de erosión

Factor de relación de esfuerzos:

EJES TÁNDEM Esf. Equivalente: Factor de erosión

Factor de relación de esfuerzos:

EJES TRIDEM Esf. Equivalente: Factor de erosión

Factor de relación de esfuerzos:

TOTAL		TOTAL	
-------	--	-------	--

El espesor del pavimento es correcto si el consumo de fatiga y el daño por erosión son menores o iguales al 100%. En caso que el espesor tanteado no cumpla con los requisitos indicados se debe repetir el procedimiento incrementando el valor del espesor de la losa en 0.5 pulgadas.

IV. METODOLOGIA O MARCO METODOLOGICO

4.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION

4.1.1. TIPO DE INVESTIGACION.

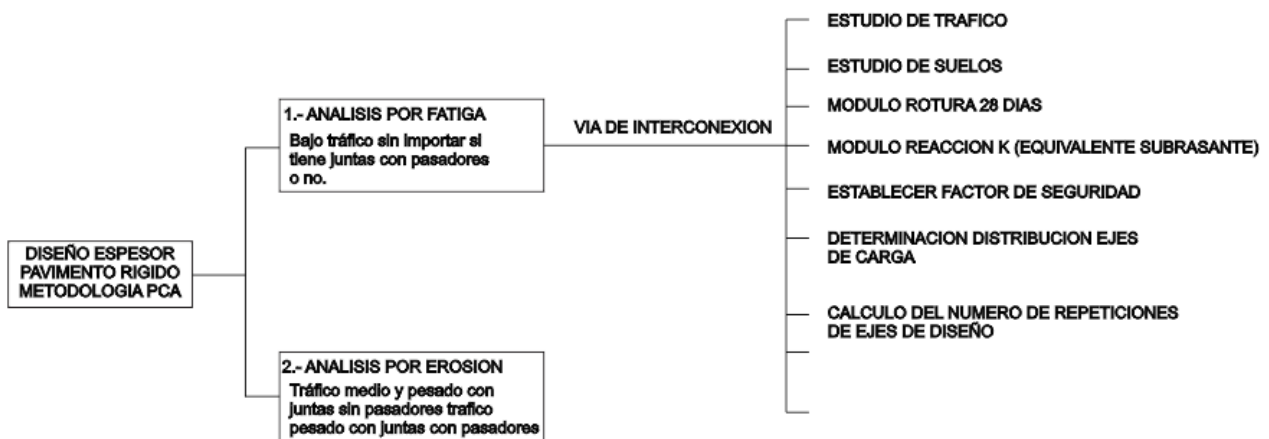
De acuerdo con el propósito de nuestra investigación el tipo será Cuantitativo.

Según Ñaupas, et al. (2018) una investigación es cuantitativa cuando hace el uso de la medición, con lo cual analiza datos y resuelve preguntas de investigación.

4.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de nuestra investigación será Aplicada – Correlacional ya que buscamos establecer la relación que existe entre las características de las calles no pavimentadas con el espesor de pavimento rígido a diseñar con la metodología PCA.

4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION – ESQUEMA DE LA INVESTIGACION.



4.3. DETERMINACION DEL UNIVERSO/ POBLACION

La población de nuestro estudio lo definimos como todas las calles no Pavimentadas de la Av. Primavera. También podemos considerar como nuestra población las calles de avenidas en ciudades similares a las de Pucallpa. Respecto a la población Tamayo (2004) dice que; “Totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto”. (pág. 176)

4.4. MUESTRA.

La Técnica de muestreo a usarse será la No probabilística por intención. Arias (2012) dice que; “en este caso los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador.”(pág. 85). En nuestro caso la muestra a usarse serán las cuadras 14 a la 20 de la Av. Primavera, Calleria – Ucayali 2022.

4.5. TECNICAS DE RECOLECCION Y TRATAMIENTOS DE DATOS

4.5.1. FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.

TECNICAS

La técnica principal que vamos a usar es la

Recolección de datos

Mediciones

Observaciones

Observación de campo ya que vamos a observar el comportamiento del flujo del tránsito en determinadas calles de la ciudad de Pucallpa. Respecto a la técnica de la observación Arias (2012) dice lo siguiente; “La observación

es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos.” (pág. 69).

INSTRUMENTOS

En nuestro estudio los instrumentos que usaremos serán:

- Wincha
- Teodolito
- Ensayos de laboratorio
- Manual Inventario Vial MTC
- Metodología PCA

4.5.2. PROCESAMIENTO Y PRESENTACION DE DATOS

En nuestro caso se hará uso de una hoja de cálculo (Excel) y para el diseño del espesor de pavimento rígido con la metodología PCA para el análisis usaremos la estadística aplicada a la investigación científica por la naturaleza de los resultados que esperamos conseguir usaremos la prueba estadística del T Student.

V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES.

5.1. POTENCIAL HUMANO

Los recursos humanos que se usaran en el desarrollo de nuestra investigación están descritos en el ítem 1.00 del cuadro incluido en el numeral 5.3

5.2. RECURSOS MATERIALES

Los recursos materiales que se usaran en el desarrollo de nuestra investigación están descritos en el ítem 2.0 del cuadro incluido en el numeral 5.3

5.3. RECURSOS FINANCIEROS

PRESUPUESTO					
"DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RIGIDO CON LA METODOLOGIA PCA, EN LA AV. PRIMAVERA (CUADRAS DEL 14 AL 20), GALLERIA – UCAYALI 2022".					
ITEM	RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
1.00	RECURSOS HUMANOS				950.00
1.01	Tesista	Meses	4	-	-
1.02	Ayudante de campo (controladores)	Meses	1	950.00	950.00
2.00	RECURSOS MATERIALES				888.00
2.01	ÚTILES DE ESCRITORIO				388.00
2.01.01	Papel Bulki A-4	Millar	2	15.00	30.00
2.01.02	Papel Bond A-4	Millar	1	20.00	20.00
2.01.03	USB	Unidad	2	35.00	70.00
2.01.04	Tipecos	Hoja	40	2.00	80.00
2.01.05	Impresiones	Hoja	120	0.50	60.00
2.01.06	Fotocopias	Hoja	40	0.20	8.00
2.01.07	Encuadernado	Unidad	3	40.00	120.00
2.02	EQUIPOS (alquiler)				500.00
2.02.01	Alquiler de teodolito	Mes	1	500.00	500.00
3.00	EQUIPOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO				1,900.00
3.01	ENSAYOS DE LABORATORIOS				
3.01.01	Estudio de Suelos	Glb	1	1,500.00	1,500.00
3.01.02	Estudio de Tráfico	Glb	1	150.00	150.00
3.01.03	Estudio Hidrológico	Glb	1	250.00	250.00
4.00	SERVICIOS				450.00
4.01	Movilidad	Días	30	5.00	150.00
4.02	Refrigerio	Menú	30	10.00	300.00
5.00	IMPREVISTOS	Global	1	500.00	500.00

5.4. CRONOGRAMA DE GANTT

		CRONOGRAMA															
TITULO DE LA TESIS		“DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RIGIDO CON LA METODOLOGIA PCA, EN LA AV. PRIMAVERA (CUADRAS DEL 14 AL 20), CALLERIA – UCAYALI 2022”.															
NOMBRE DEL TESISISTA																	
N°	ACTIVIDAD	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	ELABORACIÓN DEL PLAN DE TESIS																
2	REVISIÓN DEL PLAN DE TESIS																
3	LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES DEL PLAN DE TESIS																
4	APROBACIÓN DEL PLAN DE TESIS																
5	DESARROLLO DE LA TESIS																
6	PRESENTACIÓN DE INFORMES																
7	PRESENTACIÓN DEL BORRADOR DE TESIS																
8	REVISIÓN DEL BORRADOR DE TESIS																
9	PRESENTACIÓN FINAL DE LA TESIS																
10	ESTUDIO																
11	SUSTENTACIÓN DE LA TESIS																

5.5. PRESUPUESTO

Para la presente investigación se utilizara un presupuesto de S/. 4,688.00 soles.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

6.1. BIBLIOGRAFIA FISICA.

Hernández, L., Mejía, D., & Zelaya, C. (2016). Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador, Tesis de Grado, Universidad de El Salvador, San Miguel, El Salvador.

Rodríguez. F (1990). Los Suelos De Áreas Inundables De La Amazonia Peruana: Potencial, Limitaciones Y Estrategia Para Su Investigación

Requiz. J (2018). Aplicación de la metodología MCT en estudio de suelos tropicales con fines de pavimentación en la selva baja del Perú. Caso: caminos vecinales de Madre de Dios.

Tamayo, M. (2004). El Proceso de la Investigación Científica. (Cuarta Edición) Editor: Limusa.

Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación Introducción a la Metodología Científica. (Sexta Edición) Editor: Episteme.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). Norma técnica de edificación CE.010 Pavimentos Urbanos. Lima: El Peruano.

Diseño de Espesores de Pavimentos de Concreto para Carreteras y Calles Traducido por el Instituto para el Desarrollo de Pavimentos en el Perú (2019).

Montejo Fonseca, A. (2008). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

6.2. BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA.

<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/420935bb-2b01-47d5-a6eb-84b398561542/content>

Alva, J. (2016). "Estudio Geotécnico en la Ciudad de Pucallpa" Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de la página web: <http://www.jorgealvahurtado.com/files/EstudiosGeotecnicos/Pucallpa.pdf>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2016). Intervenciones en la Red Vial Nacional. Marzo, 2016. Recuperado de la página web: https://www.pvn.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/RVN_PERU_RTT_201601-20160311.pdf

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. "Reporte Regional de Comercio Ucayali"; 2018. Recuperado de la página web: https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/turismo/publicaciones/MEDICION_ECONOMICA_TURISMO_ALTA.pdf

MTC. Manual de carreteras, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. R.D. N° 10-2014-MTC-14; 2016.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/15363/u234276.pdf?sequence=1>

https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/160104_economia_paises_mejor_infraestructura_if

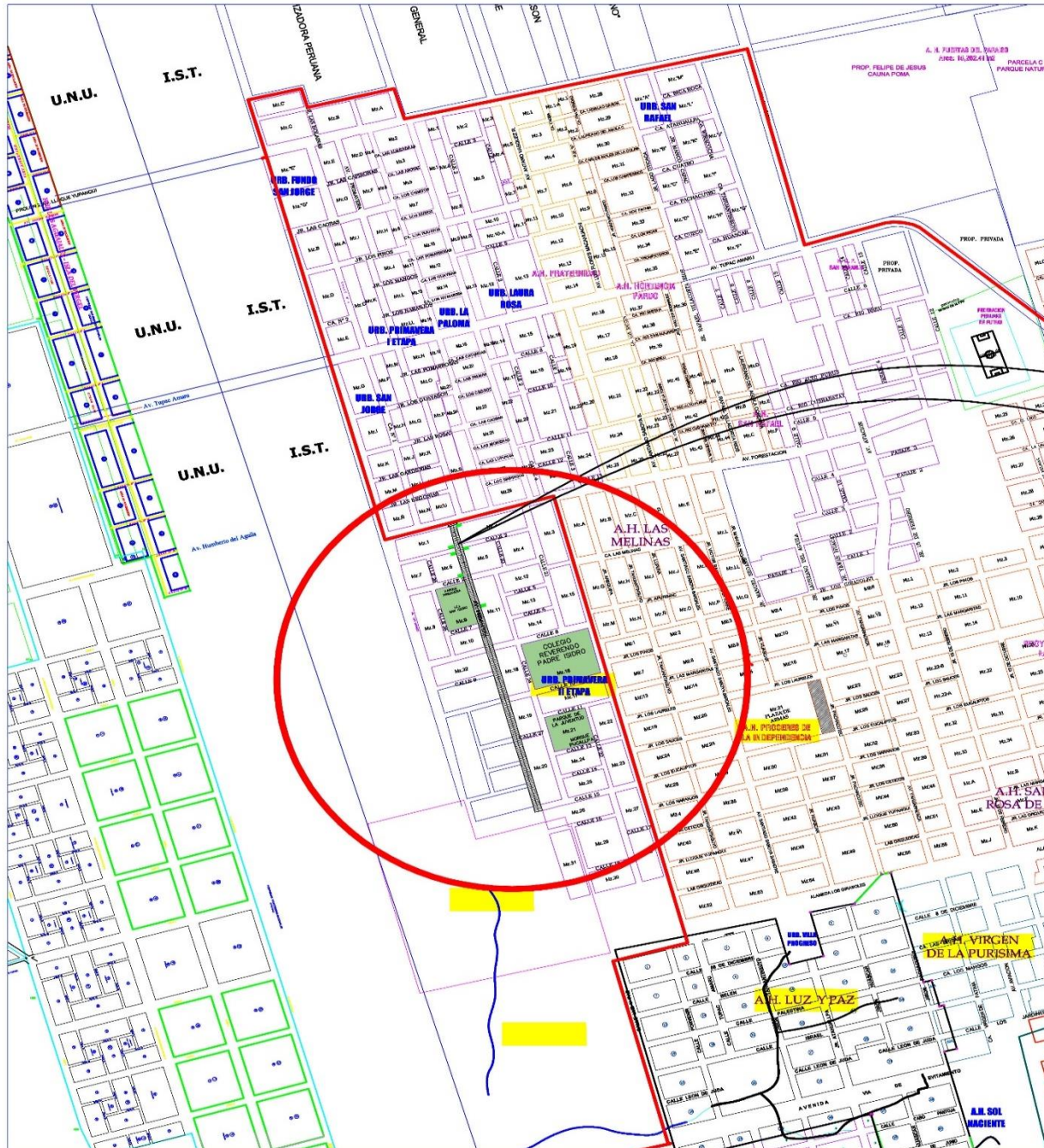
https://www.municportillo.gob.pe/images/pdf/doc2018/pdu17-27/memoriad/dp_p3.pdf

Municipalidad Provincial de Coronel Portillo, MPCP (2018). Actualización del Plan de Desarrollo Urbano de Coronel Portillo.2018. Recuperado el 10 de enero del 2019, de www.municportillo.gob.pe/images/pdf/doc2018/pdu/pdu_propuesta/p_parte42.pdf.

ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA.
“DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RIGIDO CON LA METODOLOGIA PCA, EN LA AV. PRIMAVERA (CUADRAS DEL 14 AL 20), CALLERIA – UCAYALI 2022”.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>Problema general ¿Cuál será el espesor de pavimento rígido con la metodología PCA que garantice la resistencia de cargas del tráfico de vehículos en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022?.</p>	<p>Objetivo General Determinar el espesor de pavimento rígido con la metodología PCA que garantice la resistencia de cargas del tráfico de vehículos en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.</p>	<p>Hipótesis General El espesor de pavimento rígido con la metodología PCA podría garantizar la resistencia de las cargas de tráfico de vehículos en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p>
<p>Problema específico Nº 1 1.- ¿Cuál será el nivel de resistencia del suelo (CBR) y el módulo de reacción del suelo (K) para el diseño estructural del pavimento rígido con la metodología PCA de la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.</p>	<p>Objetivo específico Nº 1 1.- Determinar el nivel de resistencia del suelo (CBR) y el módulo de reacción del suelo (K) para el diseño estructural del pavimento rígido con la metodología PCA de la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.</p>	<p>Hipótesis específica Nº 1 Los niveles de resistencia de los suelo (CBR) y el módulo de reacción del suelo (K) para el diseño estructural del pavimento rígido, podría garantizar el buen desempeño de la metodología PCA en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.</p>	<p>Tipo: Aplicada</p>
<p>Problema específico Nº 2 2.- ¿De qué manera será el estudio de tráfico para el nivel bajo; para el diseño estructural del pavimento rígido con la metodología PCA de la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.</p>	<p>Objetivo específico Nº 2 2.- Determinar el estudio de tráfico para el nivel bajo; para el diseño estructural del pavimento rígido con la metodología PCA de la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.</p>	<p>Hipótesis Específica Nº 2 El estudio de tráfico con el nivel bajo mejorara el diseño estructural del pavimento rígido con la metodología PCA de la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.</p>	<p>Nivel: Correlacional</p>
<p>Problema específico Nº 3 ¿Cuál será la alternativa de solución del diseño estructural de pavimento rígido con la metodología PCA, con el análisis por fatiga de bajo tránsito en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.</p>	<p>Objetivo específico Nº 3 Determinar las alternativas de solución del diseño estructural de pavimento rígido con la metodología PCA, con el análisis por fatiga de bajo tránsito en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.</p>	<p>Hipótesis Específica Nº 3 Las alternativas de solución del diseño estructural de pavimento rígido con la metodología PCA, será la adecuada en el análisis por fatiga de bajo tránsito en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022..</p>	<p>Diseño: No experimental, transversal</p>
<p>Problema específico Nº 4 ¿Cuáles son las alternativas de solución del diseño estructural rígido con la metodología PCA en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022?.</p>	<p>Objetivo específico Nº 4 Definir las alternativas de solución del diseño estructural rígido con la metodología PCA en la Av. Primavera (cuadras del 14 al 20), Calleria – Ucayali 2022.</p>		<p>Muestra: No probabilística por intención</p>
			<p>Prueba estadística: Descriptiva con T Student.</p>

PLANO DE LOCALIZACION



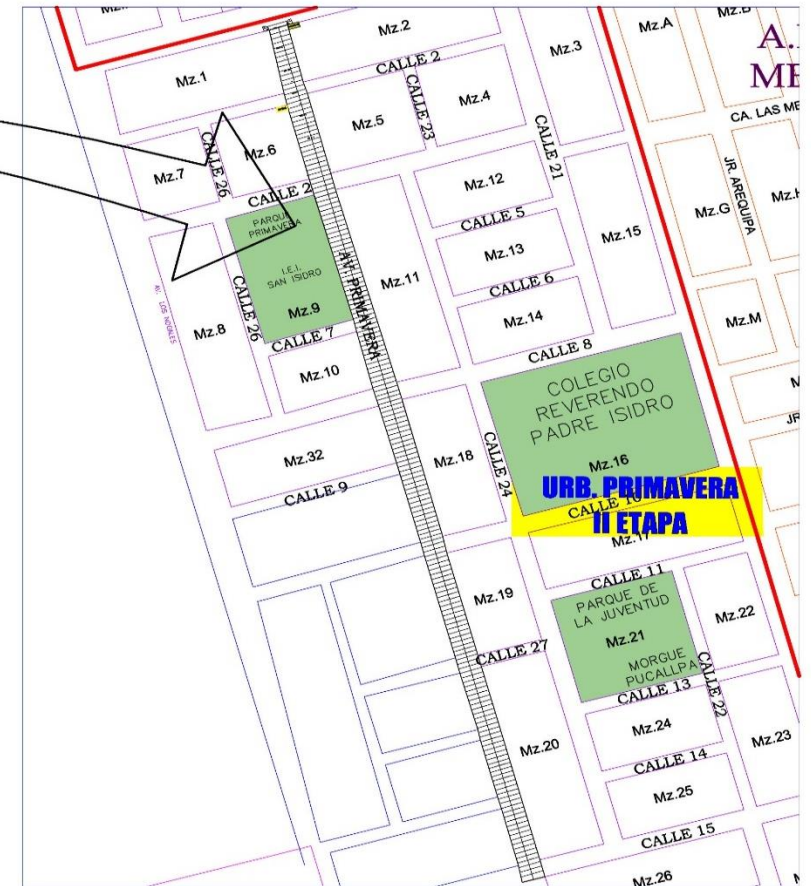
LOCALIZACION DEPARTAMENTAL



LOCALIZACION REGIONAL



LOCALIZACION DISTRITAL



LEYENDA	
ENTIDADES DEL ESTADO	
ASENTAMIENTOS HUMANOS BENEFICIADOS	
COMERCIOS BENEFICIADOS	

Proyecto: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RIGIDO CON LA METODOLOGIA PCA, EN LA URBANIZACION PRIMAVERA II ETAPA (AV. PRIMAVERA CUADRAS DEL 14 AL 26), CALLERIA - UCAYALI 2022".

Ubicación y Localización

Ubicación: ALUMNO

Provincia: CORONEL PORTILLO

Districto: ALUMNO

Fecha: 15 DE ABRIL DE 2022

U-01

ANEXOS



