



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de un Pavimento Permeable y Drenaje Pluvial del Tramo Jr. San Lorenzo –
Mercado de Piura, 2018”

Tesis para Obtener el Título Profesional de:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Br. Rosana Noemi Rondoy Aguilar (ORCID: 0000-0002-3369-4411)

ASESOR:

Mg. Máximo Javier Zevallos Vélchez (ORCID: 0000-0003-0345-9901)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Piura – Perú

2019

Dedicatoria

A Dios en primer lugar por darme la vida y la oportunidad de culminar esta gran etapa de mi vida.

A mi familia por su cariño, apoyo incondicional; y enseñanza de ser una gran persona.

Agradecimiento

A mis padres por confiar en mí y brindarme la educación para poder cumplir una de mis metas más importantes de ser una gran profesional.

A mis tíos Asunción, Rodrigo y Nicanor por su invaluable apoyo, cariño y confianza que siempre me han ofrecido.

A todos mis docentes que formaron parte de mi educación, por sus enseñanzas, conocimientos que me brindaron día a día durante mi formación académica.

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad



DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR**, estudiante de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad César Vallejo, sede Piura, declaro que el trabajo académico titulado: "**DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR. SAN LORENZO - MERCADO DE PIURA, 2018**", presentada en 134 folios y 07 láminas de planos para la obtención del título profesional de INGENIERA CIVIL, es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda la cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.

Piura, 24 de Mayo de 2019

.....

Firma

DNI N° 75454173

Índice

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Trabajos Previos	2
1.3. Teorías relacionadas al tema	5
1.4. Formulación del problema	12
1.5. Justificación del estudio.....	13
1.6. Hipótesis.....	14
1.7. Objetivos	14
II. MÉTODO	15
2.1. Diseño de Investigación.....	15
2.2. Variables, Operacionalización.....	15
2.3. Población y muestra	18
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	18
2.5. Método de análisis de datos	22
2.6. Aspectos éticos.....	23
III. RESULTADOS	24
IV. DISCUSIÓN.....	43
V. CONCLUSIONES	46

VI. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS	50
ANEXOS.....	53
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	53
ANEXO 02: TIPOS DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS SOBRE EL PAVIMENTO PERMEABLE.....	55
ANEXO 03: DETALLE DEL GEOTEXTIL PERMEABLE SOBRE LA TUBERÍA PERFORADA	56
ANEXO 04: INSTRUMENTOS VALIDADOS	57
ANEXO 05: VALIDACIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO.....	78
ANEXO 06: ESTUDIO DE TRÁFICO REALIZADO EN LA ESTACIÓN 1 UBICADA EN LA INTERSECCIÓN DE LA VÍA BLAS CON EL JR. SAN LORENZO	92
ANEXO 07: DATOS DE LOS ESPESORES DEL PAVIMENTO PERMEABLE DEL TRAMO JR. SAN LORENZO	106
ANEXO 08: DATOS PARA DETERMINAR EL ESTUDIO HIDROLOGICO PARA EL DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR. SAN LORENZO	111
ANEXO 09: CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA EL DRENAJE PLUVIAL DE ACUERDO A GEOSISTEMAS PAVCO	113
ANEXO 10: PANEL FOTOGRÁFICO	116
ANEXO 11: PLANOS	119
ANEXO 12: ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD	120
ANEXO 13: PANTALLAZO DE SOFTWARE TURNITIN	121
ANEXO 14: AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	122
ANEXO 15: VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	123

Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	16
Tabla 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
Tabla 3. Resumen del estudio de mecánica de suelos.	24
Tabla 4. Tráfico total que circula por el Jr. San Lorenzo durante una semana.	27
Tabla 5. Porcentaje del tráfico actual.	28
Tabla 6. Demanda proyectada en 20 años.	29
Tabla 7. Factor de crecimiento vehicular acumulado.	30
Tabla 8. Ejes Equivalentes Día – Carril.	31
Tabla 9. Resumen de datos para los espesores del pavimento permeable.....	33
Tabla 10. Cálculo del caudal máximo de diseño.	38
Tabla 11. Dimensiones de las tuberías.	39
Tabla 12. Pendientes del Jr. San Lorenzo.....	40
Tabla 13. Matriz de consistencia	53
Tabla 14. Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2010-2013).....	99
Tabla 15. Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2010-2013).....	100
Tabla 16. Tasa de crecimiento anual de la población por departamento del Perú.....	101
Tabla 17. Eje equivalente ejercido por cada vehículo (Figura 10).	102
Tabla 18. Factores de Direccional y Carril para determinar el tránsito en el carril de Diseño.	104
Tabla 19. Datos históricos de intensidad de precipitación en (mm/h). (datos tomados hasta el año 2016).	112

Índice de Figuras

Figura 1. Tráfico actual que se transitan por el Jr. San Lorenzo.	25
Figura 2. Coeficiente de seguridad que afecta la capacidad de infiltración.	36
Figura 3. Propuesta de diseño número 2, de acuerdo con la metodología CHILE utilizados para pavimentos permeables.....	37
Figura 4. Ubicación del tanque de almacenamiento de las aguas pluviales entre la Av. Sullana y el Jr. Los Naranjos.	42
Figura 5. Infiltración completa al terreno subyacente. (Adaptado de Woods-Ballard et al., 2007).....	55
Figura 6. Infiltración parcial al terreno subyacente. (Adaptado de Woods-Ballard et al., 2007).....	55
Figura 7. Sin infiltración al terreno subyacente. (Adaptado de Woods-Ballard et al., 2007).	55
Figura 8. Detalle de geotextil para revestir la tubería perforada.	56
Figura 9. Tasa del crecimiento anual del Producto Bruto Interno por región del Perú.	102
Figura 10. Pesos y medidas máximas permitidas de vehículos pesador.	103
Figura 11. Ecuación de eje equivalente por cada vehículo.....	103
Figura 12. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño.	105
Figura 13. Índice de serviciabilidad inicial (Pi). índice de serviciabilidad final o terminal (Pt). Diferencial de severidad según rango de tráfico.	106
Figura 14. Valores recomendados a nivel de confiabilidad (R) y desviación estándar normal (Zr) para una sola etapa de 20 años según rango de tráfico.	107
Figura 15. Valores Recomendados de resistencia la concreto según rango de tráfico.....	107
Figura 16. Valores de Coeficiente de transmisión de carga J.....	108
Figura 17. Valor del módulo de reacción de la subrasante (k).....	108
Figura 18. Monogramas de la metodología AASHTO 93, para el diseño de estructuras de pavimentos.....	109
Figura 19. Monogramas de la metodología AASHTO 93, para determinar la losa de concreto.	110
Figura 20. Coeficiente de escorrentía promedio para áreas urbanas.	111
Figura 21. Distancia de las Cámaras de Inspección (De acuerdo con el RNE OS. 070 REDES DE AGUAS RESIDUALES).....	111

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se centra principalmente en los problemas que ocasiona las aguas pluviales en épocas de lluvia que originan inundaciones en las ciudades debido al uso de pavimentos impermeables. Por ende, este proyecto de investigación busca dar una solución mediante el diseño de un pavimento permeable con la finalidad de reducir las inundaciones y mejorar transitabilidad peatonal como vehicular.

El desarrollo de la presente investigación está dividido en dos variables. La primera variable toma en cuenta las consideraciones necesarias para un diseño de pavimento permeable tal como el estudio tráfico obteniendo un ESAL de 2.35×10^5 EE y el estudio de mecánica de suelos obteniendo un CBR de 20.9%. Este diseño se rige mediante la metodología AASHTO 93 y la metodología CHILE, con lo cual se determinó los espesores del pavimento obteniendo una losa de concreto de 15 cm y una base de 35 cm. La segunda variable es el drenaje pluvial que está regido bajo el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) mediante la norma OS. 060 (Drenaje Pluvial Urbano), obteniendo una tubería de 0.70 m de diámetro. Así mismo, se determinó las pendientes mediante el estudio topográfico para drenar el caudal proveniente de las aguas pluviales y por último la identificación de la fuente receptora de las aguas pluviales lo cual fue determinada mediante análisis documental de estudios realizados por la Municipalidad de Piura de reconocimiento de zona.

Palabras claves: Pavimento Permeable, Pavimento Rígido, Drenaje Pluvial.

ABSTRACT

This research work focuses mainly on the problems caused by rainwater in rainy seasons, which cause flooding in cities due to the use of impermeable pavements. Therefore, this research project seeks to provide a solution through the design of a permeable pavement in order to reduce flooding and improve pedestrian and vehicular traffic.

The development of this research is divided into two variables. The first variable takes into account the necessary considerations for a permeable pavement design such as the traffic study obtaining an ESAL of 2.35×10^5 EE and the soil mechanics study obtaining a CBR of 20.9%. This design is governed by the AASHTO 93 methodology and the CHILE methodology, which determined the thickness of the pavement obtaining a concrete slab of 15 cm and a base of 35 cm. The second variable is rainwater drainage, which is governed by the RNE (National Building Regulations) through the OS. 060 (Urban Rain Drainage) standard, obtaining a pipe of 0.70 m in diameter. Likewise, the slopes were determined by means of the topographic study to drain the flow coming from the rainwater and finally the identification of the receiving source of the rainwater which was determined by means of documentary analysis of studies carried out by the Municipality of Piura of recognition of the area.

Keywords: Permeable Pavement, Rigid Pavement, Pluvial Drainage.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En los últimos años se vienen mostrando dificultades sobre la evacuación de las aguas de lluvia, esto es debido al acelerado crecimiento de las ciudades, vinculado a la construcción de pavimentos convencionales. La superficie de los pavimentos recibe grandes volúmenes de agua proveniente de las lluvias que terminan dañando la superficie del pavimento. No obstante, el concreto permeable se ha implementado en la construcción de pavimentos; que permite reducir los problemas de las escorrentías superficiales. Por ende, países como Francia, Reino Unido, Alemania y Europa hacen uso del concreto permeable, por ser un material con un alto contenido de porosidad que permite de manera inmediata reducir la escorrentía superficial.

El Perú, es un país que está creciendo económicamente y esto se debe al incremento de obras tanto públicas como privadas. Se estima que la economía del Perú para el 2018 aumentará el 3.8%, cifras establecidas por el Banco Mundial (BM). Sin embargo, entre las obras civiles la que más predomina es la construcción de carreteras, puesto que ésta mejoraría con la comunicación con otros lugares fomentando el desarrollo del país. No obstante, el problema más común con respecto a los pavimentos convencionales es que no facilitan el acceso del agua de lluvia hacia el sub suelo, esto es debido a que son impermeables.

La región de Piura, se caracteriza por obtener un clima cálido, así como un régimen pluviométrico variado, siendo en algunos años las lluvias muy escasas y en otras torrenciales. La presencia de estas lluvias afecta negativamente en el desarrollo de la ciudad, circulación vehicular y peatonal.

Desde vista local, Piura se encuentra en la zona tipo 4, considerándose una zona inundable de acuerdo al “Reglamento Nacional de Edificaciones” (RNE). Con respecto a estas características la ciudad de Piura contiene partes de suelos que se saturan rápidamente generando que el sistema de saneamiento colapse. Sin embargo, en período de lluvia, el Mercado de Piura se ve afectado por motivo de que el agua tiende a estancarse sobre el pavimento, provocando que el agua de lluvia se infiltre, conllevando a que se deteriore la estructura del pavimento.

El Mercado Central de Piura, es una zona muy concurrida porque reúne grandes variedades de productos que son vendidos por los comerciantes mayoristas y minoristas incluso por los

comerciantes informales. El Mercado se ubica en un lugar accesible y cuenta con veinticuatro zonas donde los comercios son realizados en la vía pública.

Respecto a la problemática de las aguas acumuladas sobre la superficie del pavimento en temporadas de lluvias, genera hidroplaneo y el probable colapso del sistema de drenaje, esto es debido al aumento de caudal generado por las escorrentías.

Finalmente, para afrontar los efectos negativos mencionados como alternativa no se propone la expulsión sistemática del agua, más bien impedir la acumulación sobre la superficie llevándolo por medio de un sistema de alcantarillado mediante el diseño un pavimento permeable, utilizados para caminos de tránsito moderados permitiendo que el agua de lluvia drene de modo rápido y efectivo.

1.2. Trabajos Previos

Nazareno (2014), en su investigación “Diseño estructural de un pavimento permeable mediante la relación de vacíos y su aplicación al drenaje vial” (Tesis de pregrado), Universidad Internacional del Ecuador - Quito. Cuya investigación fue diseñar una mezcla de un pavimento permeable con respecto a la variación de relación de vacíos que permitan alcanzar las propiedades optimas tanto como estructurales e hidráulicas para ser empleado en los pavimentos. En lo cual se obtuvo que el porcentaje más óptimo de asfalto que se utilizará para el diseño es de 4% y con un porcentaje de vacíos de 22%. Llegando a la conclusión que estas mezclas ensayadas se obtuvieron mediante el método del cántabro, encargada de evaluar la pérdida y envejecimiento entre los agregados y el ligante. Asimismo, se afirma que para obtener una porosidad alta con una resistencia óptima respecto a la disgregación en mezclas asfálticas drenantes, es posible mediante la aplicación de asfaltos modificados.

Moujir y Castañeda (2014), en su tesis “Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos” (Tesis de pregrado), Pontificia Universidad Javeriana - Santiago de Cali. Cuya investigación fue diseñar un concreto poroso para ser empleado en estructuras de pavimento rígido, diseñando dos clases de mezclas con o sin agregados finos, probando cuál de los dos es más óptimo para el uso en la construcción de pavimentos. Para ello trabajo con el documento titulado “Laboratory study of mixture proportioning for previous concrete pavement”, por lo cual estudia el comportamiento de las dos mezclas, con distintas

relaciones de agua/cemento y su relación entre el contenido de vacíos. Concluyendo que el concreto poroso con agregados finos posee una menor cantidad de vacíos disminuyendo la escorrentía superficial. Sin embargo, se comporta mejor mecánicamente a diferencia al que no tiene agregados finos a pesar que tiene una mayor cantidad de vacíos.

Hernández y Martínez (2014), en su investigación “Diseño de un campo de prueba piloto de pavimentos permeables en la ciudad de Cartagena” (Tesis de pregrado), Universidad de Cartagena - Cartagena. Cuya investigación fue diseñar un pavimento permeable mediante las recomendaciones de los manuales internacionales existentes, estableciendo adaptaciones de estos al medio local, con la finalidad de recopilar información para su uso a futuro. En su investigación realizó estudio del material bibliográfico, ensayos de laboratorio para el diseño de un campo de prueba de pavimentos permeables. Utilizó distintas metodologías como el método Mecanicista (pavimento asfáltico), el método de la PCA (hormigón), Método IPCI (pavimento adoquinado) dando como resultado espesores variables: losa de 10, 17 y 8 cm y para la base de 40, 20 y 20 cm. Además, utilizó 3 tanque de almacenamiento como implementos complementarios a la estructura con medida de 1m³ para la retención del agua de salida, así con un pluviométrico para registrar la precipitación.

Vigil (2012), en su tesis “Diseño, proceso constructivo y evaluación post construcción de un pavimento rígido de concreto permeable” (Tesis de pregrado), Universidad de El Salvador - San Salvador. Cuya investigación fue plantear un diseño de concreto permeable para un pavimento rígido, diseñando mezclas que reúna las características adecuadas para el concreto permeable. Se obtuvo un 15.92 mm/s de permeabilidad, 21.97% de porcentaje de vacíos, 24 kg/cm² de resistencia a la flexión, 2.2 x 10⁵ kg/cm² de módulo de elasticidad y con 30% de desgaste por abrasión en la máquina de los ángeles. Empleó la metodología National Ready Mixed Concrete Association. Concluyendo que el sistema de un pavimento de concreto permeable está diseñado para captar las aguas pluviales conduciéndolo hacia el subsuelo para ser filtrada o ser transportada a un sistema de captación para un uso posterior a comparación del pavimento de concreto convencional que aísla la subrasante en presencia del agua.

Silva (2016), en su tesis “Concreto permeable como propuesta sostenible para mejorar el sistema de drenaje pluvial de la vía Blas de Atienza en Piura” (Tesis de pregrado), Universidad César Vallejo - Piura. Cuya investigación fue proponer el empleo de concreto permeable como una propuesta sostenible para dar solución al problema de deterioro de asfalto y al drenaje pluvial sobre la Vía Blas de Atienza. En su proyecto desarrolla el diseño de un pavimento permeable y el diseño del sistema de drenaje, obteniendo como resultado una estructura de pavimento con espesores de 15 cm de carpeta de rodadura compuesto por concreto permeable con un porcentaje de vacíos de 28.77% y de base con un espesor de 30 cm utilizando la metodología AASHTO 93 para determinar los espesores. Mientras que para el diseño hidráulico utilizó la precipitación máxima de 100mm/hr ocurrido en el año 1998 lo cual se obtuvo un caudal de diseño 4.30 m³/s, con una tubería de diámetro de 0.60m.

Barahona (2014), en su investigación “Análisis y diseño para solución de aguas lluvias mediante sistemas urbanos de drenaje sostenible aplicando la técnica de firmes permeables en condominio Ercilla, comuna de Temuco, IX Región de la Araucanía” (Tesis de pregrado), Universidad Austral de Chile - Valdivia. En su investigación evalúa la aplicación de los pavimentos permeables de adoquines para vías de tránsito y en plazas de estacionamiento. Realizó ensayos de Porchet para obtener la capacidad de absorción del suelo obteniendo una tasa de infiltración de 243 mm/h además realizó un estudio de suelo dando como resultado un CBR de 12% (subrasante buena). Además, trabajó con un área a drenar de 40.000. concluyó que en su proyecto se dividió en dos zonas para darle solución al drenaje, el primero con un diseño de pavimento permeable con una infiltración completa al terreno subyacente, mientras que el último con un pavimento permeable sin infiltración al terreno, llevando el caudal por medio de un sistema de drenaje con destino a un estanque de almacenamiento.

Yañez (2014), en su tesis “Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y JR. Santa Rosa” (Tesis de posgrado), Universidad Privada del Norte - Cajamarca. Cuya investigación fue evaluar la condición en la se encuentra el diseño Hidráulico y las competencias de operación. Así como la conservación del sistema de drenaje de la Avenida Angamos y el Jirón Santa Rosa de la ciudad de Cajamarca. No obstante, se aplicaron encuestas a la gente que se ubica en el área de estudio para tener un aproximado sobre el estado del sistema de drenaje en donde concluye que: Al estudiar la zona de estudio se pudo

constatar que los sistemas de drenaje son ineficientes y que además no cuenta con mantenimiento, causando que la capacidad hidráulica de las cuencas disminuya.

Lupaca (2017), en su investigación “Estudio definitivo de la pavimentación de la Avenida Túpac Amaru de la Municipalidad Distrital de Llalli - Melgar - Puno” (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano - Puno. En esta investigación se propone la pavimentación en la Av. Túpac Amaru para brindar un apropiado flujo vehicular y transitabilidad de las personas. Realiza el diseño del pavimento rígido tomando en cuenta el ESAL de Diseño de 0.42×10^6 y el estudio de suelo con un CBR de 11% y mediante dos métodos ASSTHO 93 y PCA con 20 cm de espesor de losa de concreto, 20 cm de espesor de la sub base y 15 cm de espesor de la vereda.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Para elaborar el diseño de un pavimento permeable y drenaje pluvial se requiere el conocimiento de los siguientes conceptos fundamentales como:

Para Cárdenas, Albiter y Jaimes (2016), definen los pavimentos permeables como parte de un grupo de medidas llevadas atender criterios de sustentabilidad ambiental en el ámbito de construcción de infraestructura relacionados con la utilización de las aguas de lluvia (p.176).

Por otro lado, Larson (como se citó en Nazareno, 2014, p.27), lo define como un pavimento especial caracterizado por la falta de contenido de agregado fino, consiguiendo una estructura que posibilita una tangible ventaja de funcionalidad ante un pavimento convencional.

Según Nazareno (2014, p.31), indica que este tipo de pavimento posee una gama de funciones como se indican de la siguiente manera:

- Facilitar de manera segura y cómoda una superficie de rodamiento; que cuenten con características permanentes ante las bajas cargas del tránsito durante el periodo de diseño estimado.
- Capaz de tolerar un tránsito previsto a lo largo de su periodo de diseño, además de distribuir las presiones verticales otorgadas por el tránsito.

- Formar una estructura que sea apto y resistente ante los factores climatológicos de la zona donde se realizara el proyecto.

Con respecto a la estructura de un pavimento permeable según Arango (2014) establece que está constituido:

- Por una superficie de concreto permeable, con una base que posee la capacidad de almacenar y gestionar el agua, puede ser mediante un sistema de drenaje en función a las necesidades, como también llevarlo al suelo del terreno que de acuerdo a sus propiedades pueda infiltrar el agua. (párr.10). Su estructura facilita que el agua al caer encima de la superficie, se infiltre de manera inmediata y sea dirigido a un sistema de drenaje o ser infiltrada hacia el subsuelo y alimentar así las reservas subterráneas, almacenada para un uso posterior. (párr.11).

Con respecto a los tipos de pavimentos se clasifican en 3 grupos las cuales se describen en lo siguiente:

Hernández y Martínez (2014), refirieron que los pavimentos porosos es un tipo de pavimento especial debido a que posibilita la infiltración del agua por medio de su superficie, mientras que la subbase funciona como un almacenamiento temporal para ser utilizado mediante otros usos o ser infiltrado hacia el terreno. Estos tipos de pavimentos son utilizados especialmente en calles de menor tránsito y estacionamientos, con el objetivo de aminorar el escurrimiento superficial que provienen de las aguas de lluvia (p.44).

Hernández y Martínez (2014), refirieron que el pavimento de hormigón permeable es una clase de pavimento que se describe por la falta de agregados finos y por su cantidad de volúmenes de vacíos, permitiendo drenar el agua hacia sus capas inferiores. Obteniendo una porosidad que varía entre el 15 al 20%, con una Resistencia a la compresión de 150 a 210 Kg/cm², densidad promedio de 1600 Kg/m³ y permeabilidad de 120 a 700 L/m²/min” (p. 46).

Hernández y Martínez (2014), refirieron que los pavimentos permeables de adoquines son una alternativa ecológica para el impedimento de las escorrentías, evitando el riesgo de

inundación y potenciar la utilidad de la depuración del agua. El uso de los adoquines permeables sobre la base y/o subbase permeable posibilita laminar el agua de lluvia, permitiendo la infiltración del caudal con dirección al terreno o al sistema de infiltración (p.48).

Con respecto al destino de las aguas filtradas según Woods-Ballard et al., (como se citó en Barahona, 2014, p. 24) establece las siguientes clasificaciones:

- Infiltración completa al terreno subyacente: Es dado a que su capacidad de infiltración hacia el terreno es suficientemente grande, además se puede diseñar el pavimento para que infiltre el agua hacia el mismo en su totalidad (ver Figura 5).
- Infiltración parcial al terreno subyacente: Es dado a que su capacidad de infiltración hacia el terreno es poca o limitada. Su infraestructura se complementa con drenes longitudinales ubicadas en las capas inferiores que se encargan de evacuar el exceso mediante una red convencional (ver Figura 6).
- Sin infiltración al terreno subyacente: Es dado a que el terreno se encuentra de manera impermeable o se halla impermeabilizado a través de geomembranas, este sistema debe incluir drenes longitudinales que se ubiquen en las capas inferiores para evacuar el agua almacenada mediante una red convencional. Esta opción se usa cuando la permeabilidad del suelo es escasa. (como ejemplo, en terrenos arcillosos). En caso que se quiera utilizar el agua filtrada y ser llevada en dirección a una red de aprovechamiento, es cuando el terreno en particular es sensible a las aguas filtradas o en caso de que el nivel freático no se halle a más de un metro de fondo de la superficie del pavimento (ver Figura 7).

Con respecto al diseño estructural del pavimento permeable se establece primordialmente en la determinación del espesor mínimo de la estructura, teniendo en cuenta las características de diseño que faciliten una capacidad portante apropiada para la clase de tráfico que debe resistir el pavimento y de esta manera el pavimento no sufra deformaciones. No obstante, el procedimiento de diseño se considera lo siguiente: Establecer el tipo de clase de tráfico, constatar la calidad de la subrasante de la estructura (si en caso es necesario, mejorar la

subrasante), elegir el tipo de subbase y de la superficie permeable, así como su espesor (García, 2011, p.124).

Con respecto a la superficie de rodamiento del pavimento permeable está constituida por concreto permeable de tal manera que los materiales del concreto permeable son parecidos a los que se usan en un concreto convencional, la diferencia es que el concreto permeable no contiene agregados finos.

Arango (2014), refiere el concreto permeable como una mezcla de agua/cemento, agregado grueso y aditivos, obteniendo una estructura con vacíos interconectados, permitiendo el pase del agua y el aire mediante su estructura (párr.9). Con respecto a su composición, el concreto permeable “contiene un alto contenido de poros que se interconectan entre sí, con tamaños promedios de 2 a 8 mm, facilitando el pase del agua por medio de su estructura porosa, con un contenido de vacíos entre 18 a 35%, con esfuerzos de compresión entre 2.8 a 28 MPa (400 a 4000 psi) y la capacidad de drenaje que en general varía en el rango de 81 a 720L/min/m²” (Construcción y Tecnología en Concreto, 2010, párr. 4). Sobre el uso de aditivo en la mezcla permite que el fraguado inicial sea más tardío, de tal manera que ayuda en el manejo de tiempos en la colocación (Saucedo, 2010, p.135).

Saucedo (2010), refiere que la subbase de un pavimento permeable, su espesor se determina de acuerdo al uso del pavimento sea en calles, estacionamientos pequeños o grandes y para obras donde el tráfico es mayor (p.132). Con respecto a la granulometría según Ciria (como se citó en Castro, 2011, p.45), se realiza mediante la trabazón de agregados, permitiendo que la subbase se encargue de asegurar la estabilidad del pavimento.

Interpave (como se citó en Castro, 2011, p.47), menciona que el caso de retención total del agua de la lluvia para un uso posterior, debería colocarse una membrana impermeable de polietileno que se encargue de detener el agua. Mientras que el geotextil es un filtro encargada de evitar la entrada de finos hacia las capas de la subbase y subrasante, de manera que contribuya una estabilidad en el pavimento.

Para la definición del espesor estructural de un pavimento permeable, se llevó a cabo dos análisis, uno por las características hidrológicas e hidráulicas, y estructurales. Utilizando dos tipos de métodos como se detalla a continuación:

Metodología AASHTO93, este manual tiene la metodología más precisa y exacta con respecto a los diseños de pavimentos flexibles y rígidos. Con esta metodología se diseñan los pavimentos, proyectándose para que resistan las cargas mediante su vida útil (BLOG 360° EN CONCRETO, párr.7). No obstante, esta metodología para el diseño de un pavimento se debe considerar los siguientes criterios: El estudio de tráfico, el estudio de suelo y mediante monogramas se establece el tipo y el espesor de la subbase, así como la carpeta de rodadura.

Metodología CHILE, se desarrolló por la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas -DICTUC- (1996). Esta metodología se aplica con el inicio de una lluvia de diseño, lo cual determina el volumen de almacenamiento mediante el total de volumen de agua que acoge la subbase y el total de volumen infiltrado (Trujillo y Quiroz, 2013, p.43).

Con respecto a los variables de diseño del pavimento, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

Manual de Carreteras Sección: Suelos y Pavimentos (2013), menciona que el estudio de suelo es primordial e importante ya que nos facilita determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, de manera que se obtiene un adecuado diseño de la estructura de un pavimento (p.29).

Respecto a las calicatas según el Glosario del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013), se realiza excavaciones en la superficie de un terreno con el propósito de inspeccionar el suelo extrayendo estratos con distintas profundidades para obtener muestras que nos brindan una información verídica (p. 10).

Por otro lado, el análisis granulométrico de acuerdo con el Manual de Carreteras Sección: Suelos y Pavimentos (2013), tiene como propósito definir la proporción de los distintos elementos constituyentes, clasificándolo de acuerdo a su tamaño (p. 36).

Los límites de Atterberg o límites de consistencia de acuerdo con el Manual de Carreteras Sección: Suelos y Pavimentos (2013), se basa en conocer la plasticidad de un suelo en relación con el contenido de humedad que se utiliza para la identificación y clasificación de un suelo, definiendo los límites en tres estados: líquido, plástico y sólido. El límite líquido (LL) es en el momento en que el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. El límite plástico (LP) es en el momento en que el suelo pasa de un estado semisólido a un estado plástico. Mientras que el límite de contracción (LC) es en el momento en que el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y se contrae cuando pierde humedad (p.36).

El CBR es un ensayo que describe el procedimiento que establece la relación de soporte del suelo de la subrasante. Mientras tanto en el Glosario del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013) lo define como un valor relativo de soporte del suelo, además de que se determina mediante la penetración dentro de una masa de suelo (p.11).

El estudio de tráfico de acuerdo con el Manual de Carreteras Sección: Suelos y Pavimentos (2013) lo define desde el punto de vista del diseño estructural del pavimento y de la capacidad de los tramos viales, con el fin de conocer el volumen de tráfico que afectará a la estructura vial durante su periodo de diseño. El conteo del tráfico es una función muy importante porque permite determinar la cantidad y la clase de vehículos que circularan por dicha vía. Además, para obtener la cantidad de vehículos se estima una tasa de crecimiento y así obtener el ESAL (Equivalent Single Axle Load), que representa el daño causado por las cargas vehiculares encima del pavimento (p.62).

Lupaca (2017) menciona que los ejes equivalentes son las distintas cargas que se ejerce sobre el pavimento y a la vez provoca tensiones y deformaciones sobre el mismo. No obstante, las cargas que provocan las distintas tensiones como deformaciones, las fallas que se obtengan serán diferentes (p. 38).

Con respecto a las variables para el drenaje pluvial, se debe considerar los siguientes criterios:

El drenaje pluvial se establece como un sistema de tuberías interconectadas que posibilita la expulsión del agua de lluvia de modo que pueda ser aprovechado para otros usos como

también poder evitar los problemas de inundación en las ciudades. De acuerdo con la Norma (OS-060, p.06) lo define como un sistema de evacuación de la escorrentía superficial generada por las lluvias. No obstante, Haba (como se citó en Nazareno, 2014, p.66) indica que un drenaje adecuado sostiene la capacidad de soporte de la subrasante, lo que permite obtener una vía de mejor calidad.

Según Cando (2017) indica que el estudio hidrológico es esencial para el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial, que permite identificar las intensidades de lluvias presentadas en el lugar de estudio, permitiendo así determinar el caudal que se drenara (p.48).

Sobre la precipitación según Villón (como se citó en Yañez, 2014, p.30), lo define como todo tipo de humedad producido por las nubes, llegando sobre la superficie del suelo. Mientras que en CNA (como se citó en Yañez, 2014, p. 30), lo define como aquella sucesión que realiza el agua cuando desciende de la atmósfera hacia la superficie de la tierra, en modo de lluvia, nieve o granizo.

Con respecto a la intensidad y duración de acuerdo al Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (2007), define que la intensidad es la altitud de lluvia acumulada por unidad de tiempo en mm/hh, entre tanto la duración es un intervalo de tiempo en minutos (p. 74). Para su cálculo es necesario conocer el pluviograma de una tormenta para definir la duración.

Para el caudal de diseño de acuerdo a la Norma de Drenaje Pluvial Urbano (OS-060) (p. 8), se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Caudales para sistemas de drenaje urbano menores deben ser calculados por el:
 - Método Racional si cuenta con un área de cuenca menor o igual a 13 km².
 - Método de Hidrograma Unitario o Modelos de Simulación si cuenta con un área de cuenca mayor a 13 km².

- b) El período de retorno se debe considerar de 2 a 10 años.

Con respecto al estudio de topografía Yañez (2014), indica que es un parámetro primordial ante la realización de un proyecto de alcantarillado pluvial ya que señala la pauta para el tipo de forma que obtendrá el sistema (p.26). Por otro lado, las curvas de nivel según Navarro (2008), indica que son líneas dentro de un mapa unidos por puntos de la misma altitud sea por sobre o bajo de una superficie como referencia, con la finalidad de obtener el relieve de un terreno (p.5).

Yañez (2014), indica que la pendiente sobre una superficie terrestre es una vía donde fluye la escorrentía a una determinada área o subcuenca (p.48). No obstante, es un factor primordial en el estudio de una cuenca, puesto que posee un vínculo importante con la infiltración, la escorrentía superficial, la humedad y el aporte del agua subterránea hacia la escorrentía (Yañez, 2014, p.30).

La cuenca hidrológica según Villón (como se citó en Yañez, 2014, p. 28), es aquella porción de terreno en la cual las aguas caídas mediante la precipitación se mezclan para conformar un solo trayecto de agua. Este trayecto obtiene una cuenca determinada para su punto de recorrido.

Con respecto a la fuente receptora de la disposición final, es aquella donde el agua captada es llevada mediante un sistema de alcantarillado. Generalmente las aguas se conducen a una corriente natural de manera que degrada los contaminantes del agua (Yañez, 2014, p.25).

1.4. Formulación del problema

Problema General

¿Cuál es el diseño de un pavimento permeable y drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?

Problemas Específicos

¿Cuáles son las características físicas - mecánicas del suelo para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?

¿Cuáles son las cargas vehiculares para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?

¿Cuáles son los espesores del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?

¿Cuál es el estudio hidrológico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?

¿Cuál es el estudio topográfico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?

¿Cuál es la fuente receptora de las aguas pluviales del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?

1.5. Justificación del estudio

La presente investigación guarda justificación científica, puesto que se está analizando la importancia de un diseño de pavimento permeable y drenaje pluvial, con la finalidad de realizar un diseño óptimo para el adecuado manejo de agua pluvial y así mejorar la transitabilidad. De la misma manera presenta una justificación teórica, puesto que esta investigación se realizó con el propósito de aportar conocimientos a futuras investigaciones como instrumentos de guía sobre el diseño de pavimento permeable y drenaje pluvial.

La presente investigación se justifica tecnológicamente debido a que se trata de una nueva aplicación innovadora en el rubro de la construcción en la ciudad de Piura. Además, ayudara como guía para otros Investigadores que buscan implementar este tipo de diseño de pavimentos permeables como una solución de captar la escorrentía de la superficie.

Finalmente, presenta una investigación por relevancia social porque permite proporcionar mediante el diseño de un pavimento permeable y drenaje pluvial mejorar la calidad de vida de los comerciantes. Además, puede ser considerado por los gobiernos locales como una alternativa de diseño a futuro, para el beneficio de los comerciantes, peatones y transportistas.

1.6. Hipótesis

Hipótesis General

La presente investigación muestra una hipótesis implícita porque se realizará un diseño de un pavimento permeable y drenaje pluvial con los parámetros que establece las Normas técnicas y Manuales, por ende, esto origina una investigación descriptiva y solamente se formulará hipótesis en el momento en que se predice un hecho o dato.

1.7. Objetivos

Objetivo general

Diseñar el pavimento permeable y drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.

Objetivos Específicos

Determinar las características físicas - mecánicas del suelo para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.

Determinar las cargas vehiculares para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.

Determinar los espesores del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.

Determinar el estudio hidrológico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.

Determinar el estudio topográfico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.

Identificar la fuente receptora de las aguas pluviales del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

Esta investigación presenta un diseño pre-experimental puesto que se hará uso de pruebas en laboratorio de mecánica de suelos, además de que no se van a manipular en su totalidad las variables.

Tipo de investigación

Esta investigación es tipo Aplicado, dado que se utilizará los conocimientos teóricos y técnicos de los Manuales y Normas de manera que otorgar una solución óptima a los problemas que afecten al tramo o vía en estudio.

Nivel de la investigación

Esta investigación sostiene un nivel descriptivo - transeccional, descriptivo porque se establecerá los parámetros precisos para el diseño de un pavimento permeable y drenaje pluvial. Transeccional porque la recolección de datos se aplicará y se recogerá en el mismo tiempo.

Enfoque de la investigación

Esta investigación tendrá un enfoque cuantitativo, ya que se trabajó mediante tablas y formulas obteniendo los datos en campo para luego ser procesados de tal manera que cumpla con los objetivos planteados.

2.2. Variables, Operacionalización

De acuerdo al vínculo que se establece por medio de las variables, pueden ser:

Variable Independiente.

Diseño de un pavimento permeable.

Variable Dependiente.

Drenaje Pluvial.

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Diseño de un pavimento permeable	Los pavimentos permeables forman parte de un sistema encargada de recuperar las aguas provenientes de la lluvia, además de que ayuda a la recuperación de los mantos acuíferos. (Cárdenas, Albiter y Jaimes, 2016, P. 176).	Estudios de mecánicas de suelos	Estos estudios son muy importantes porque nos determina la resistencia y el comportamiento del suelo por lo que se utilizará como base de sustentación en obras de construcción (Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013, p. 25).	<ul style="list-style-type: none"> ○ Exploración (calicatas) ○ Granulometría 	NOMINAL
		Estudio de tráfico	Este estudio se realiza para conocer el volumen de vehículos mediante la cuantificación y clasificación de los vehículos que transitarán por la carretera. Además de que son parámetros indispensables para la determinación de un diseño vial (Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013, p. 62).	<ul style="list-style-type: none"> ○ Límites de Atterberg ○ Densidad y Humedad óptima ○ CBR 	RAZÓN
		Paquete estructural	El paquete estructural del pavimento permeable está constituido por una sub-base y una carpeta de rodadura de concreto poroso (Solano, 2009, p. 23).	<ul style="list-style-type: none"> ○ IMD (Índice medio diario) ○ ESAL(ejes equivalentes) 	RAZÓN
				<ul style="list-style-type: none"> ○ Base ○ Losa de concreto (superficie permeable) 	INTERVALO

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Drenaje pluvial	El drenaje pluvial es un sistema de captación de las aguas de lluvia que otorga al escurrimiento, evitando así la acumulación de agua en un área específica” <i>Reglamento Nacional de Edificaciones</i> (Norma OS.060, P.03).	Estudio hidrológico	El estudio hidrológico es un parámetro primordial para el diseño de un drenaje pluvial. Para este estudio se emplea el registro histórico de lluvias para determinar el caudal máximo y su disposición final del drenaje pluvial (Cando, 2017, p.48).	<ul style="list-style-type: none"> ○ Intensidad de la precipitación ○ Caudal máximo 	RAZÓN
		Topografía	La topografía es un parámetro fundamental en la ejecución realización de cualquier proyecto de drenaje pluvial. Este estudio define con exactitud el correcto trazado de un camino para obtener datos para un diseño adecuado en obras de drenaje como cunetas, badenes, etc. (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2013, p.88).	<ul style="list-style-type: none"> ○ Curvas de nivel ○ Pendiente ○ Área de la cuenca 	RAZÓN
		Fuente Receptora	Es la fuente que recibe la descarga final del volumen de agua sea natural o del suelo (EPA, 2014, p. 46).	<ul style="list-style-type: none"> ○ Disposición final de las aguas pluviales 	RAZÓN

2.3. Población y muestra

Población:

En la presente investigación se considera como población todos los Jirones del Mercado de Piura.

Muestra:

En este caso, la presente investigación se considera como muestra el Tramo en estudio del Jr. San Lorenzo que se encuentra entre el Jirón B, Blas de Atienza y Martires de Uchuracáy en el Mercado de Piura.

2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Primeramente, para determinar las características físicas - mecánicas del suelo se empleó la técnica de observación y exploración. Como instrumento se utilizó las fichas técnicas que corresponda con el ensayo de laboratorio realizada a la muestra obtenida en situ. La misma que fueron validada y aprobada por el Laboratorio de Ensayos de Materiales otorgadas por la Universidad Nacional de Piura.

Por otro lado, se determinará las cargas vehiculares aplicando la técnica de observación y de instrumento se utilizó fichas técnicas (clasificando los vehículos de acuerdo a sus ejes) y plantillas de Excel. Estos formatos fueron validados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones en el Manual de Carreteras 2014.

Por otra parte, se determinarán los espesores del pavimento permeable aplicando como técnica el análisis documental y de instrumento se aplicó monogramas empleada por la metodología AASHTO 93 y la metodología CHILE, como también plantillas de Excel. Los instrumentos fueron validados por el Manual de Carreteras 2014 y la metodología AASHTO 93.

Luego se determinará el caudal máximo que fluirá en el Jr. San Lorenzo realizando el estudio hidrológico aplicando como técnica el análisis documental y como instrumento se empleó la página web del SENAMHI y fichas técnicas, la misma que fue validada y aprobada por el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú).

Después se determinará las pendientes para el drenaje pluvial aplicando como técnica el análisis documental y como instrumento se usó el programa AutoCAD Civil 3D y planos obtenidos por la Municipalidad Provincial de Piura, la misma que fue validada y aprobada por la Municipalidad Provincial de Piura.

Por último, para la identificación de la fuente receptora de las aguas pluviales del Jr. San Lorenzo se aplicó como técnica el análisis documental y como instrumento se empleó estudios de reconocimiento de zona extraídos de la página web del SIAR. Las misma que fueron validada y aprobada por el SIAR (Sistema de Información Ambiental Regional).

Tabla 2. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

Objetivo Específico	Fuente	Técnica	Instrumento	Logro
Determinar las características física - mecánicas del suelo para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.	Terreno de fundación del tramo Jr. San Lorenzo - Mercado de Piura	Observación y exploración	Fichas técnicas de los ensayos utilizados en laboratorio.	Se determinó el CBR, límite líquido, límite plástico, granulometría, densidad y humedad óptima.
Determinar las cargas vehiculares para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.	Vehículos que transitan por la vía del Jr. San Lorenzo Mercado de Piura.	Observación	Ficha de conteo vehicular del MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones).	Se determinó el flujo de vehículos que circularan por la vía del Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura.
Determinar los espesores del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.	Zona de estudio	Análisis documental	Plantilla de Excel aplicando la metodología AASHTO 93 y la metodología CHILE.	Se determinó los espesores de base y la losa de concreto.

Objetivo Específico	Fuente	Técnica	Instrumento	Logro
Determinar el estudio hidrológico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.	SENAMHI	Análisis documental	Datos históricos de las precipitaciones y plantillas de Excel.	Se determinó la intensidad de la precipitación y caudal que discurre por el Jr. San Lorenzo.
Determinar el estudio topográfico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.	Zona de Estudio	Análisis Documental	Planos obtenidos por la Municipalidad Provincial de Piura.	Se determinó las curvas de nivel, las pendientes y el área de la cuenca del Jr. San Lorenzo.
Identificar la fuente receptora de las aguas pluviales del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.	Cuerpo Receptor	Análisis documental	Reconocimiento de zona extraídos de la página web del SIAR (Sistema de Información Ambiental Regional) y el Mapa de Riego de la ciudad de Piura.	Se identificó la fuente receptora de las aguas pluviales.

Fuente: Elaboración Propia

2.5. Método de análisis de datos

Se aplicó la técnica de observación y exploración a las muestras obtenidas mediante las dos calicatas y para ello se utilizó herramientas manuales como la palana, bolsas plásticas, wincha y equipos de protección personal (EPP). Luego se llevará al laboratorio de suelos y se realizará los ensayos de granulometría, límite líquido, límite plástico, densidad - humedad y el CBR.

Por otra parte, se aplicó la técnica de observación, para lograr determinar las cargas vehiculares del tramo de estudio se realizó el conteo de 7 días clasificando los vehículos por ejes lo cual se utilizó el formato técnico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Para luego procesarlo mediante el programa Excel para determinar el IMD y, por último, calcular el ESAL.

Por otra parte, se aplicó la técnica de análisis documental, para lograr determinar los espesores del pavimento permeable se usó plantillas de Excel, donde se utilizó la metodología AASHTO 93 así como la metodología CHILE con el fin de determinar el espesor de la base y la losa de concreto.

Asimismo, se aplicó la técnica de análisis documental, para determinar la precipitación de los caudales máximos para el drenaje pluvial se realizó mediante el dato histórico de la intensidad de lluvia ocurridos en años anteriores obtenida por la página web SENAMHI. Por medio del método Racional se determinará el caudal máximo, de esta manera realizar el diseño adecuado para el drenaje pluvial.

Luego se aplicó la técnica de análisis documental, para determinar las pendientes del Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura se realizó un levantamiento topográfico llevado a cabo por la Municipalidad Provincial de Piura, las cuales representan las curvas de nivel y el terreno de forma gráfica de manera que se pueda identificar las pendientes existentes del tramo en estudio.

Por último, se aplicó la técnica de análisis documental para la identificación de la fuente receptora de las aguas pluviales mediante estudios realizados en la zona extraídos de la página web del SIAR (Sistema de Información Ambiental Regional, y así determinar el cuerpo receptor donde discurrirá las aguas de lluvia sobre el pavimento del tramo en estudio.

2.6. Aspectos éticos

El autor responsable de esta investigación es respetoso con la veracidad del contenido del proyecto, además de respetar los derechos de autor de las investigaciones realizadas. Garantizando que los resultados expuestos al final de esta investigación sean congruentes y eficaz, para la disposición al público en general.

III. RESULTADOS

A fin de alcanzar el objetivo general de la presente investigación lo cual es: “Diseñar un pavimento permeable y drenaje pluvial del Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018”, se procesó toda la información que se obtuvo en campo, laboratorio y gabinete con el propósito de alcanzar los objetivos específicos.

En cuanto al primer objetivo específico planteado que es: “Determinar las características físicas - mecánicas del suelo para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018”, se determinó los siguientes resultados que fueron resumidas tal como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Resumen del estudio de mecánica de suelos.

Calicata	Muestra Prof. (m)	Ubicación (Km)	Análisis Granulométrico % que pasa						Humedad (%)	Límites de Consistencia			Clasificación		Proctor		EXP. (%)	C.B.R A 0.2'' 100% DMS	
			N° 10	N° 20	N° 40	N° 100	N° 140	N° 200		L.L	L.P	I.P	AASHTO	SUCS	DMS gr/cm ³	OCH (%)		AL 95%	AL 100%
C-01	0.10 - 1.50	0+000	2.9	3.4	0.4	2.8	75.8	62.9	4.2	18	0	NP	A-3(0)	SP	1.7	13.1	16.8	19.5	22.3
C-02	0.20 - 1.50	0+200	2.7	3.2	0.1	2.8	74.8	62.9	3.9	22	0	NP	A-3(0)	SP	1.7	13.1	16.8	19.5	22.3

Fuente: elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Se puede observar que en la tabla 3 muestra los datos resumidos sobre el estudio de mecánica de suelos donde el resultado de las muestras que fueron extraídas en situ poseen las mismas propiedades. No obstante, para el diseño de un pavimento permeable se tomó en consideración de manera crítica dos calicatas. Se definió que el suelo según su indicador de granulometría se clasifica de acuerdo con SUCS en SP arenas pobremente graduada y según AASHTO A-3 (0). Así mismo, según el indicador de los límites de consistencia de las muestras obtenidas por las 2 calicatas se obtuvo un límite líquido de 18% y 22%, un límite plástico de 0%.

De la misma manera se obtuvo 1.7 gr/cm^3 según el indicador de densidad máxima seca y un 13.1% de humedad óptima. Por último, se obtiene el indicador del CBR con un 22.3% obtenida de las muestras de las dos calicatas. El resultado del estudio de mecánica de suelos se muestra en el Anexo 05.

Con respecto al segundo objetivo que es: “Determinar las cargas vehiculares para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018”, la información se ha obtenido en campo tal como se muestra en el Anexo 06, para así procesar los datos y de esta manera desarrollar los indicadores.

- a) Cálculo del tráfico actual: Se muestra el resumen del conteo y clasificación vehicular a nivel del día que se desarrolló durante el mes de abril obteniendo los resultados:

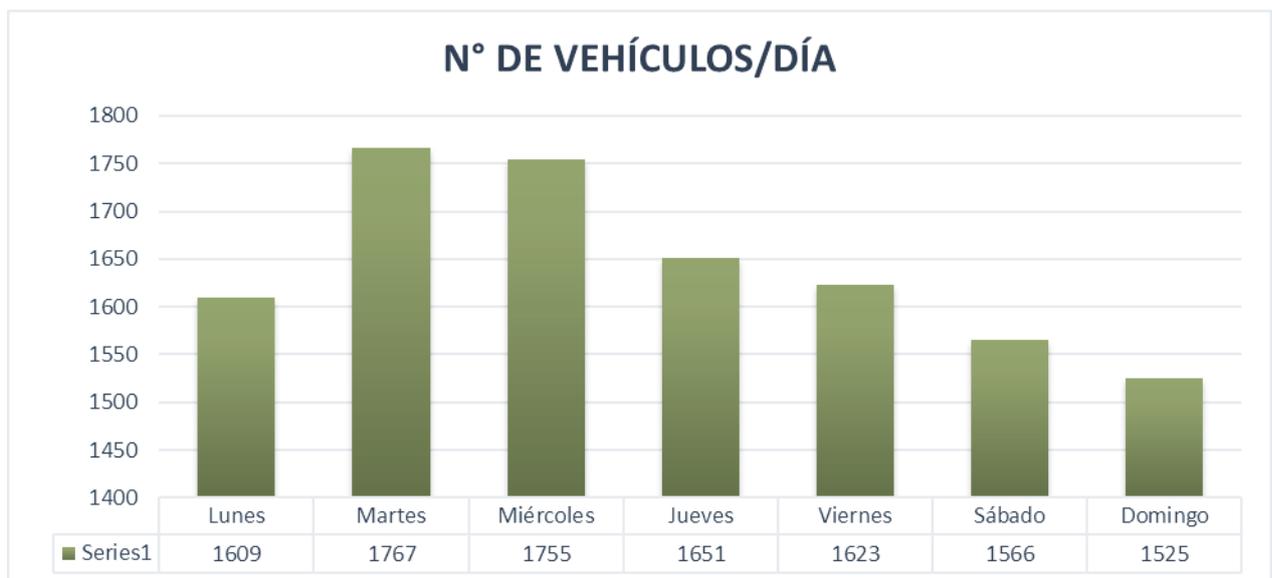


Figura 1. Tráfico actual que se transitan por el Jr. San Lorenzo.

Interpretación:

En la figura 1 se observa los resultados del conteo vehicular donde se aprecia que el día de mayor transitabilidad de vehículos es el día martes con 1,767 vehículos y de menor transitabilidad vehicular es el día domingo con 1,525 vehículos.

- b) Determinar el factor de corrección promedio tanto para vehículos ligeros y pesados: Para esto, se escogió una estación de peaje cercana al de Piura -Sullana ver Anexo 06 (Tabla 14 y Tabla 15). Estos datos serán empleados en la fórmula 2.

Factor de Corrección Promedio de Vehículos Ligeros: 1.067426

Factor de Corrección Promedio de Vehículos Pesados: 1.050156

- c) Aplicación de la fórmula para el Índice medio diario semanal (IMDs) y el Índice Medio Anual (IMDa):

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7} \quad (1)$$

$$IMD_A = IMD_s \times FC \quad (2)$$

Dónde:

IMDS = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

IMDa = Índice Medio Anual

V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional

Interpretación:

La fórmula 1 se usó para determinar el Índice Medio Diario Semanal, el dato obtenido de cuya fórmula se utilizará para encontrar el Índice Medio Anual que corresponde a la fórmula 2 y que se utilizará para determinar el número de vehículos que transitan por la vía dentro de un año.

Tabla 4. Tráfico total que circula por el Jr. San Lorenzo durante una semana.

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en un sentido por Día							TOTAL SEMANA	IMD _s	FC	IMD _a
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Moto	627	697	702	616	620	578	575	4415	631	1.067426	673
Automóvil	560	618	593	599	550	547	541	4008	573	1.067426	611
Camionetas	128	152	155	139	165	155	153	1047	150	1.067426	160
Rural combi	10	10	13	10	11	11	10	75	11	1.067426	11
Micro	283	288	291	285	276	273	245	1941	277	1.067426	296
Camión 2E (C2)	1	2	1	2	1	2	1	10	1	1.050156	2
TOTAL	1609	1767	1755	1651	1623	1566	1525	11496			1753

Fuente: elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Se puede observar que en la tabla 4 presenta los datos calculados desde las ecuaciones 1 y 2 determinando el tráfico vehicular por cada tipo de vehículos durante una semana. No obstante, se observa que las motos y los autos son las que más circulan por el Jr. San Lorenzo, mientras que los camiones C2 son los que circulan con poca frecuencia.

d) Análisis de la demanda vehicular:

- 1) Demanda actual: Se muestra el número de vehículos que circulan en dicha vía de estudio distribuyéndolas en porcentajes para vehículos ligeros y pesados.

Tabla 5. Porcentaje del tráfico actual.

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Moto	673	38.42
Automóvil	611	34.88
Camionetas	160	9.11
Rural combi	11	0.65
Micro	296	16.89
Camión 2E (C2)	1	0.09
TOTAL	1752	100.00
VEHICULOS LIGEROS		99.91
VEHICULOS PESADOS		0.09

Fuente: elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Se puede observar que en la tabla 5 presenta los porcentajes de cada tipo de vehículos que transitan en el Jr. San Lorenzo, en el que los vehículos livianos son los que más transitan por esta vía con un 99.91% y el 0.09% corresponde a los vehículos pesados.

- 2) Demanda proyectada:

$$T_n = T_o(1 + r)^{(n-1)} \quad (3)$$

Dónde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día.

T_o = Tránsito actual (año base) en vehículo por día.

N = año futuro de proyección.

r = tasa anual de crecimiento de tránsito.

Interpretación:

La fórmula 3 pertenece al tránsito proyectado en vehículo por día (Tn) y se emplea para determinar el número de vehículos que se demandara para un periodo de diseño de 20 años.

- e) Tasa de crecimiento por Región (%): En este caso se tomará el departamento de Piura del año 2014, contando una tasa de crecimiento anual de población de 0.9% así como se muestra en Anexo 06 (Tabla 16). Del mismo modo, la tasa de crecimiento anual del Producto Bruto Interno del año 2014 de 5.5% así como se muestra en Anexo 06 (Figura 9). Por último, el periodo de diseño como señala en la Norma EG-2013 es de 20 años.

$r_{vp} = 0.9$ Tasa Crecimiento Anual de la Población (vehículos de pasajeros).

$r_{vc} = 5.5$ Tasa Crecimiento Anual del PBI Regional (vehículos de carga).

Tabla 6. Demanda proyectada en 20 años.

Tipo de Vehículo	IMD _{pi}	Distribución (%)
Moto	798	38.38
Automóvil	725	34.87
Camionetas	189	9.09
Rural combi	14	0.67
Micro	351	16.88
Camión 2E (C2)	4	0.19
TOTAL	2143	100.00
VEHICULOS LIGEROS		99.81
VEHICULOS PESADOS		0.19

Fuente: elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Se puede observar que en la tabla 6 presenta la demanda proyectada en 20 años conforme el Manual de Carreteras, en la cual se aprecia el aumento de los vehículos con un IMD de 2143 vehículos por día con un porcentaje de vehículos ligeros en 99.81% y de vehículos pesados en 0.19%.

f) Ecuación de Factor de crecimiento acumulado

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r} \quad (4)$$

Dónde:

n = año futuro de proyección.

r = tasa anual de crecimiento de tránsito.

Interpretación:

La fórmula 4 corresponde al factor de crecimiento acumulado que pertenece al incremento del porcentaje de los vehículos tanto ligeros como pesados durante los 20 años de diseño.

Tabla 7. *Factor de crecimiento vehicular acumulado.*

Clasificación de vehículos	Factor de Crecimiento Acumulado
Vehículos Ligeros	21.81
Vehículos Pesados	34.87

Fuente: elaboración propia, 2018.

Interpretación.

Se puede observar que en la tabla 7 presenta el factor acumulado de acuerdo con la clasificación de vehículos empleando la ecuación 4. Obteniendo el resultado de un factor de crecimiento acumulado de 21.81 para vehículos ligeros y 34.87 para vehículos pesados.

g) Ecuación del ESAL o Ejes Equivalentes:

$$EE_{día-carril} = IMD_{PI} * F_D * F_C * F_{VPI} * F_{PI} \quad (5)$$

Dónde:

IMD_{pi} = Índice Medio Diario Proyectado según el Tipo de Vehículo

F_d = 1.00 Factor Direccional, ver en Anexo 06 (Tabla 18).

$F_c = 1.00$ Factor Carril de Diseño, ver en Anexo 06 (Tabla 18).

F_{vpi} = Factor de Vehículo según sus Ejes Equivalentes ver en Anexo 06 (Tabla 20).

$F_{pi} = 1$ Factor de Presión de Neumáticos, según el Manual de Carreteras 2013 (Sección suelos y pavimentos), p. 84.

Interpretación:

La fórmula 5 corresponde al ESAL, mediante esta fórmula se obtendrá los Ejes Equivalentes por cada clase de vehículo pesado que transitan por el tramo de estudio durante el día.

Tabla 8. Ejes Equivalentes Día – Carril.

Tipo de Vehículo	EE día-carril	Distribución (%)
Camión 2E (C2)	18.44	100
Camión 3E (C3)	0	0
Camión 4E (C4)	0	0
TOTAL	18.44	100

Fuente: elaboración propia, 2018.

Interpretación:

La tabla 8 presenta el resultado de los Ejes Equivalentes Día – Carril, obteniendo un 18.44 EE día-carril.

- h) Ecuación de Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn: Con esta fórmula se obtendrá el Numero de repeticiones de Ejes Equivalentes durante un año.

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = \sum [(EE_{\text{día-carril}} * F_{ca} * 365)] \quad (6)$$

Dónde:

$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn}$: Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes o ESAL.

$EE_{(\text{día-carril})}$: Ejes equivalentes día Carril.

F_{ca} : Factor de crecimiento acumulado de vehículos pesados.

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = \mathbf{234,696 \text{ EE}}$$

Interpretación:

En cuanto al indicador del Índice Medio Diario (IMD) proyectada para el periodo de diseño de 20 años, se dispone que por el Jr. San Lorenzo circulan 2081 vehículos por día, indicando que el 99.81% es de vehículos livianos y 0.19% de vehículos pesados. Esto quiere decir que los vehículos livianos son los más predominan por esta vía. No obstante, el indicador del ESAL se obtuvo el número de repeticiones de ejes equivalentes para el periodo de 20 años que fue de **234,696 EE** clasificándolo como una vía de tráfico liviano tipo T_{P1} ($>150,000 EE \leq 300,000 EE$) según el Manual de carreteras 2013, así como se muestra en el anexo 06 (Figura 12).

En lo que respecta al tercer objetivo que es: “Determinar los espesores del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018”, se desarrolló mediante cálculos los espesores del Pavimento Permeable.

Como primera propuesta para definir los espesores del pavimento permeable se utilizó la Guía AASHTO93, según el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento”, 2013.

- a) Ecuación de Módulo de ruptura del concreto en kg/cm^2 según el ACI 363.

$$Mr = a\sqrt{f'c} \quad (7)$$

Los valores de “a” varían entre 1.99 y 3.18.

$$Mr = 2.68\sqrt{280}$$

$$Mr = 44.84 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mathbf{Mr = 638 \text{ PSI}}$$

- b) Ecuación de Módulo de elasticidad del concreto

$$E = 57,000x (f'c)^{0.5} \quad (8)$$

Siendo $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en 3983 PSI

$$E = 57,000x (3983)^{0.5}$$

$$\mathbf{E = 3.6E + 06 \text{ Psi}}$$

Tabla 9. Resumen de datos para los espesores del pavimento permeable.

PARÁMETRO	VALOR	FUENTE
Nivel de Confiabilidad (%)	70	ver Anexo 07 (Figura 14)
Índice de Servicio Inicial (Pi)	4.10	ver Anexo 07 (Figura 13)
Índice de Servicio Final (Pt)	2.00	ver Anexo 07 (Figura 13)
Diferencial de serviciabilidad (Δ PSI)	2.10	ver Anexo 07 (Figura 13)
Desviación estándar normal (Z_r)	-0.524	ver Anexo 07 (Figura 14)
Índice de serviciabilidad combinada o total (S_o)	0.30	Manual de Carreteras
CBR de la Subrasante (%)	20.9	Estudio de Mecánica de Suelo
Resistencia a la compresión del concreto (F'_c en kg/cm^2)	280	ver Anexo 07 (Figura 15)
Módulo de elasticidad del concreto (EC) (PSI)	3.6E+06	ver Ecuación 8
Módulo de ruptura del concreto (M_r)(PSI)	638	ver Ecuación 7
Periodo de Diseño (Años)	20	Manual de Carreteras
Numero de Ejes Equivalentes (EE)	2.35E+05	Estudio de Tráfico
Módulo de reacción de la subrasante (k) (PSI)	251	ver Anexo 07 (Figura 17)
Coefficiente de transferencia de carga (J)	3.8	ver Anexo 07 (Figura 16)
Coefficiente de drenaje (C_d)	1.25	Manual de Carreteras

Fuente: elaboración propia, 2018.

c) Ecuación establecida por la metodología AASHTO 93, para el cálculo de los espesores del pavimento.

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{\frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log \left[\frac{S_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left[\frac{E_c}{k} \right]^{0.25}} \right]} \right] \quad (9)$$

Dónde:

W_{18} = Número de Cargas de 18 Kn, cuyo valor se obtuvo del segundo objetivo resultando 2.4×10^5 .

Z_R = Desviación Estándar Normal cuyo valor es -0.524, ver Anexo 07 (Figura 14).

S_0 = Desvío Estándar de todas las variables cuyo valor es 0.30 según el Manual de Carreteras, 2014.

- D = Espesor de la losa del pavimento, cuyo valor es 6 pulg. calculada mediante Monogramas establecidas por la Metodología AASHTO93 ver Anexo 07 (Figura 19).
- ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño cuyo valor es 2.10 según el Manual de Carreteras, 2014, ver Anexo 07 (Figura 13).
- P_i = Índice de serviciabilidad inicial cuyo valor es 4.10 según el Manual de Carreteras, 2014, ver Anexo 07 (Figura 13)
- P_t = Serviciabilidad final cuyo valor es 2.00 según el Manual de Carreteras, 2014, ver Anexo 07 (Figura 13).
- S_c o M_r = Módulo de rotura del concreto en PSI cuyo valor es 638. (Ver Ecuación 7).
- E_c = Módulo de elasticidad del concreto en PSI cuyo valor es 3.6×10^6 . (Ver Ecuación 8).
- J = Coeficiente de transferencia de carga cuyo valor es 3.8 para losas de concreto hidráulico según el Manual de Carreteras, 2014.
- C_d = Coeficiente de drenaje cuyo valor es 1.25 establecido en el Manual de Carreteras, 2014.
- K = Módulo de reacción de la subrasante en PSI cuyo valor es 251, ver Anexo 07 (Figura 17).

A continuación, se reemplazará los datos en la ecuación 9, obteniendo como resultado un espesor de:

$$e = 11.96 \text{ pulg} \approx 30 \text{ cm}$$

Con respecto al paquete estructural del pavimento quedara conformada de esta manera:

- **Losa de concreto : 15 cm**
- **Base granular : 30 cm**

Interpretación:

En la ecuación 9 se reemplazó los datos de todas las variables tal como se muestra en la tabla 9, obteniendo un valor de 11.96 pulg. lo que me indica que el espesor para la base será de 30 cm con una losa del pavimento de 6 pulg (15 cm), encontrado mediante monogramas establecidas por la Metodología AASHTO 93, ver Anexo 07 (Figura 19).

Como segunda propuesta para el cálculo del paquete estructural del pavimento permeable mediante el diseño hidrológico e hidráulico se utilizó la Metodología CHILE.

De acuerdo a las investigaciones realizadas, es preciso mencionar que el pavimento permeable será diseñado sin infiltración al terreno, con un dren longitudinal a través de una tubería perforada, de manera que el agua sea transportada hacia el tanque de almacenamiento de agua de lluvia, con la finalidad de ser utilizado para un uso posterior (no potable). Además, cabe señalar que el diseño de tal sistema de uso posterior no se encuentra dentro de los objetivos en este proyecto de investigación, pero si los elementos necesarios para la evacuación de las aguas pluviales hacia el tanque de almacenamiento.

- a) Ecuación para el cálculo del volumen acumulado de agua de lluvia (m^3), para un tiempo en horas.

$$V_{afi}(d) = 1.25 (0.001 * C * Id * Ad) = 0.00125 * C * A * P_d^T \quad (10)$$

Dónde:

C : Coeficiente de escorrentía superficial cuyo valor es 0.83 (pavimentos de concreto).

A : Área total aportante (m^2), cuyo valor es 2,940 m^2 .

Id : Intensidad de la lluvia (mm/h), cuyo valor es 173.6.

d : Tiempo acumulado de lluvia (horas). Cuyo valor es 1 hora.

P_d^T : Precipitación acumulada en el tiempo d para la lluvia de periodo de retorno de T años.

$$V_{afi}(d) = 3.050 m^3$$

- b) Ecuación para el cálculo del Volumen acumulado infiltrado (m^3).

$$V_{inf}(d) = 0.001 * f * C_s * A_{pav.} * d \quad (11)$$

Dónde:

f : Capacidad de infiltración del suelo, en mm/hora. Cuyo valor es 0 mm/h.

$A_{pav.}$: Área del pavimento, en m^2 . Cuyo valor es 2,940 m^2 .

T : Tiempo acumulado, en horas. Cuyo valor es 1 hora.

C_s : Coeficiente de seguridad que afecta la capacidad de infiltración dependiendo de las propiedades del agua y las condiciones de mantenimiento, que toma en cuenta los efectos de la colmatación en el tiempo que experimenta el suelo. Cuyo valor es $1/3$ tal como se muestra en la Figura 2.

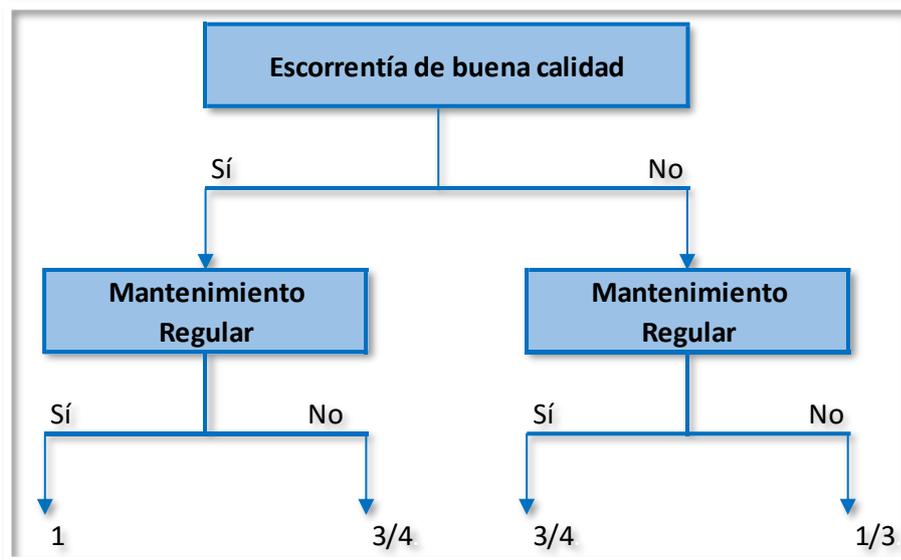


Figura 2. Coeficiente de seguridad que afecta la capacidad de infiltración.

Reemplazando los datos en la fórmula 11 se logró como resultado:

$$V_{inf}(d) = 0 \text{ m}^3$$

c) Ecuación para el cálculo del volumen de almacenamiento:

$$V_{alm} = \max (V_{afl}(d) - V_{inf}(d)) \quad (12)$$

$$V_{alm} = 3.050 \text{ m}^3$$

d) Ecuación para determinar el espesor de la base:

$$e = \frac{V_{alm}}{n \cdot A_{pav}} \quad (13)$$

Dónde:

n : Porosidad del material de la base, considerado como 0,3% para efectos de diseño (Metodología CHILE).

A_{pav} : Área de pavimento poroso, cuyo valor es $2,940 \text{ m}^2$ (área de estudio).

Remplazando los datos en la fórmula 13 se logró como resultado:

$$e = \frac{3.050}{\frac{0.3}{100} * 2940}$$

$$e = 0.35 \text{ m} \approx 35 \text{ cm}$$

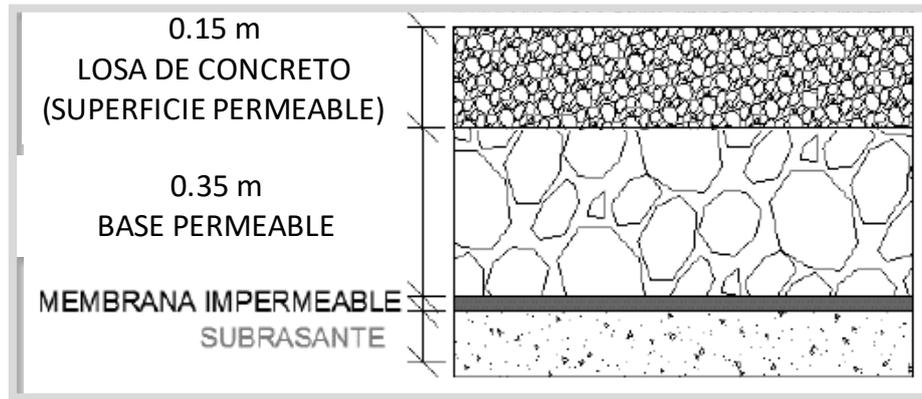


Figura 3. Propuesta de diseño número 2, de acuerdo con la metodología CHILE utilizados para pavimentos permeables.

Interpretación:

En la figura 3 se observa los espesores del pavimento permeable, mediante la aplicación de la metodología CHILE. No obstante, para definir el espesor de la base del pavimento se utilizó datos de la precipitación máxima para el cálculo del volumen acumulado de agua de lluvia que fue de 3.050 m³ (ver Ecuación 10); así mismo, el volumen acumulado infiltrado cuyo resultado fue de 0 m³ (ver Ecuación 11) y el volumen de almacenamiento de 3.050 m³ (ver Ecuación 12). Por último, se determinó la base del pavimento dando como resultado 35 cm (ver Ecuación 13).

En lo que respecta al cuarto objetivo que es: “Determinar el estudio hidrológico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018”, se encontró lo siguiente resultados:

- Caudal Máximo de Diseño: De acuerdo con el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) en la norma OS. 060 de Drenaje Pluvial Urbano; nos sugiere calcular el gasto mediante el Método Racional en caso de que trata de cuencas con área de menor o igual a 13 km² y un periodo de retorno de 10 años, por lo que tenemos:

$$Q = 0.278 * CIA \quad (14)$$

Dónde:

- Q : Caudal Máximo de Diseño (m³/s).
- C : Coeficiente de Escorrentía. Según el RNE para pavimentos de concreto es de 0.83 (ver Anexo 08, Figura 20).
- I : Intensidad de la Precipitación Máxima Horaria (mm/hr). Según los datos históricos del SENAMHI se registró una intensidad máxima de 173.60 mm/h (ver Anexo 08, Tabla 19).
- A : Área de la Cuenca (km²) (ver Plano de Catastral de Piura).

Tabla 10. Cálculo del caudal máximo de diseño.

Tramos	Coeficiente de Escorrentía	Intensidad (mm/h)	Área (km ²)	Caudal de Diseño (m ³ /seg)
Tramo I	0.83	173.6	0.027	1.08
Tramo II	0.83	173.6	0.015	0.60

Fuente: elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Se puede observar que en la tabla 10 se consideró 2 tramos, puesto que se colocará cámara de inspección al extremo de cada tramo. Por lo tanto, el caudal hallado del primer tramo fue 1.08 m³/s, mientras que el segundo tramo obtuvo un caudal de 0.60 m³/s.

b) Fórmula de Manning para determinar el diámetro de una tubería:

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (15)$$

$$D = \left(\frac{3.21 * Q * n}{S^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{3}{8}} \quad (16)$$

Dónde:

- Q : Caudal Máximo de Diseño (m³/seg).
- n : 0.013 Coeficiente de Manning (según OS.060 p. 27)
- A : $(\pi * D^2) / 4$ Área de la Tubería.
- R : D/4 Radio Hidráulico Tubería.

- S : Pendiente en %. (Ver quinto objetivo, indicador de pendientes)
 D : Diámetro de la tubería en (m).

Interpretación:

La fórmula 15 es para determinar el caudal cuyo dato nos servirá para obtener el diámetro de la tubería, reemplazando el dato en la fórmula 16 para la obtención de la dimensión de la tubería.

Tabla 11. Dimensiones de las tuberías.

Tramos	Caudal de Diseño (m ³ /seg)	Coefficiente de Manning	Pendiente (%)	Diámetro Tubería (m)	Diámetro Tubería Comercial (Pulg)
Tramo I	1.08	0.013	1.42	0.69	27.00
Tramo II	0.60	0.013	0.25	0.77	30.00
PROMEDIO				0.70	28.00

Fuente: elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Se puede observar que en la tabla 11 presenta el resultado del diámetro de tubería, siendo el promedio de las dos tuberías calculadas, dando resultado una tubería de 0.70 m (28”).

c) Velocidad crítica:

$$V_c = 6\sqrt{g \times R_H} \tag{17}$$

$$V_c = 7.89 \text{ m/s}$$

Dónde:

R_H : D/4 Radio Hidráulico Tubería es igual a 0.175m.

g : Aceleración de la gravedad (9.87 m/s).

Interpretación:

Con respecto al estudio hidrológico se logró un caudal de diseño de 1.68 m³/seg, tomando como referencia la lluvia del FEN del año 1998 (ver Tabla 19) con un coeficiente de escorrentía de 0.83 (NTP OS. 060), ver Anexo 08 (Figura 20). No obstante, una vez

calculado el caudal, se procedió al cálculo del diámetro de la tubería, así como se muestra en la tabla 11, donde resulta dos tipos de diámetros de tubería, lo cual se le sacó un promedio dando como resultado un diámetro de 0.70 m o 28” (sección de tubería comercial). Con referente a la disposición de la cámara de inspección, se le atribuyó una distancia de 150 m esta medida es referencial puesto que se tomó las características de la vía, ver Anexo 08 (Figura 21). Además, en el interior de los buzones será de 1.20 m por ser una tubería de 700 mm como se establece en el RNE OS. 070 (Redes de Aguas Residuales). Los buzones tendrán una tapa de ingreso de 0.70 m de diámetro. No obstante, se calculó la velocidad con la que viajará el caudal de diseño en la tubería de 0.70 m que es de $v = 7.89$ m/s (considerando que el caudal recorrerá parcialmente lleno a un 75%, de acuerdo con el RNE OS.070), tal como se muestra en la ecuación 17.

En cuanto al empleo de geotextiles en la estructura del pavimento, así como también en el drenaje pluvial se utilizará dos tipos de geotextil, la primera será una capa de geotextil permeable que se empleara en la tubería perforada como envolvente permitiendo retener las partículas gruesas de tal manera que permita el acceso del fluido (este sistema se llama Geodren vial compuesto de un Geodren planar y una tubería corrugada de drenaje); y por último, una capa de geotextil impermeable (geomembrana hecha de polímeros), que se colocará entre la subbase y el terreno natural, otorgándole así una mayor capacidad de refuerzo a la estructura del pavimento, ver Anexo 03 (Figura 8).

Así mismo, para el quinto objetivo que es: “Determinar el estudio topográfico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018”, por medio del levantamiento topográfico que se realizó por la Municipalidad Provincial de Piura se consiguió los siguientes resultados.

Tabla 12. Pendientes del Jr. San Lorenzo.

Tramos	Cota Mayor	Cota Menor	Distancia (m)	Pendiente (%)
Tramo I	32.00	29.60	169.10	1.42
Tramo II	29.60	29.20	159.51	0.25

Fuente: elaboración propia, 2018.

Interpretación:

Respecto al estudio topográfico se encontró una topografía casi plana, con pocas depresiones en el trazo de la pavimentación de las calles y con un área de cuenca de 0.042 km². Además, en las curvas de nivel se encontró que las cotas varían de 32.00 a 29.60 m.s.n.m. Tal como se observa en la tabla 12, que muestra las cotas respectivas de cada tramo según el estudio topográfico que fue realizado por la Municipalidad Provincial de Piura en el año 2016. Además, se encontró las pendientes a 1.42% en el primer tramo y 0.25% en el segundo tramo.

Respecto al sexto objetivo que es: “Identificar la fuente receptora de las aguas pluviales del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018”, se identificó el cuerpo receptor de las aguas de lluvia que discurrirá sobre el pavimento permeable del Jr. San Lorenzo a través de estudios que se realizó en la zona, tal como se muestra a continuación:

Lo primero que se realizó fue un reconocimiento de la zona, mediante información extraídas de las investigaciones que fueron realizadas en la provincia de Piura como el Mapa de Riego de la ciudad de Piura y la página web del SIAR (Sistema de Información Ambiental Regional) que finalmente se consideró tres opciones:

La primera opción fue filtrar el agua por medio de la estructura del pavimento permeable para así favorecer en las recargas de las aguas subterráneas. No obstante, esta opción fue descartada por motivo de que en la ciudad de Piura no cuentan con pozos de explotación de aguas subterráneas, además de que en temporadas de lluvia los suelos suelen saturarse, provocando que un evento sísmico de gran magnitud pueda presentar procesos de licuefacción de arenas y generar asentamientos diferenciales.

La segunda opción fue conducir las aguas por medio de un sistema de drenaje diferido al dren Sullana específicamente como un punto final de la vía en estudio, pero esta opción también fue descartada puesto que se verificó que el dren presenta varios problemas de anegamiento por lo escaso en su pendiente, además que en presencia de un Fenómeno de El Niño como la del año 2017 y 1998 el dren colapsa ante la cantidad de caudal de máxima avenida.

IV. DISCUSIÓN

El análisis sobre los resultados expuestos en esta investigación, será un punto de discusión relacionado con las teorías que se han desarrollado con anterioridad del mismo modo que los trabajos previos que fueron elaborados de acuerdo a los temas de investigación. La discusión será evaluada conforme al orden y relación de cada objetivo de la presente investigación.

Acerca del primer objetivo que es: **Determinar las características física - mecánicas del suelo para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.** (HERNÁNDEZ Y MARTÍNEZ, 2014) en su investigación determinó por medio del estudio de mecánica de suelo una subrasante de arcillas orgánicas de elevada plasticidad CH según SUCS y A-7 (18) según AASHTO, obtuvo un índice de plasticidad de 28% y un valor de CBR de 4.3% que significa que obtiene una subrasante pobre de acuerdo con el manual de carreteras.

Respecto al resultado del estudio de mecánica de suelo en esta investigación, se determinó que la subrasante es de arena pobremente gradada, de condición seca, de consistencia suave, color beige claro y de estructura homogénea SP según SUCS y A-3 (0) según AASHTO. Se obtuvo el límite líquido de 22%, un límite plástico de 0% y un valor de CBR de 22.3% que significa que obtiene una subrasante muy buena de acuerdo con el manual de carreteras.

Sobre el segundo objetivo que es: **Determinar las cargas vehiculares para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.** (LUPACA, 2017) en su investigación logró determinar un ESAL de 420,000 EE para un periodo de diseño de 20 años, por lo que significa que es un tránsito de bajo valor considerándose un tráfico liviano.

Respecto al resultado del estudio de tráfico en esta investigación, se estableció un ESAL de 234,696 EE para un periodo de diseño de 20 años, considerándose un tráfico liviano. Por lo tanto, se observa que las dos muestras en estudio representan una circulación de vehículos livianos teniendo en cuenta que las dos investigaciones se desarrollaron en diferentes lugares.

En cuanto al tercer objetivo que es: **Determinar los espesores del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.** (SILVA, 2016) en su investigación determinó los espesores del paquete estructural de un pavimento de concreto permeable por medio de la metodología AASHTO 93, obteniendo un espesor de losa de 15 cm (concreto) y base granular de 35 cm.

Respecto al resultado de los espesores del paquete estructural del pavimento permeable de la presente investigación, se trabajó mediante dos métodos (AASHTO 93 y la metodología CHILE), obteniendo mediante el primer método una losa de 15 cm y una base granular de 30 cm. Mientras que el segundo método se trabajó mediante las características hidrológicas e hidráulicas obteniendo una losa de 15 cm y con una base de 35 cm. Finalmente se consideró el diseño que obtuvo una mayor dimensión debido a que soportará más la capacidad de carga. Por lo tanto, se observa que las dos investigaciones obtienen un resultado casi similar con una diferencia mínima debido a que se emplearon diferentes parámetros en la zona de estudio para el diseño de los espesores.

Por otra parte, el cuarto objetivo que es: **Determinar el estudio hidrológico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.** (SILVA, 2016) en su investigación logró determinar el caudal máximo que se discurrirá por el tramo de estudio tomando la intensidad de precipitación del FEN del año 1998 con una precipitación máxima de 100 mm/h, dando como resultado un caudal de 4.30 m³/seg.

Acorde a los resultados obtenidos en esta investigación, se ha considerado la precipitación máxima del FEN del año 1998 de 173.6 mm/h, obtenida en la página web del SENAMHI, dando como resultado un caudal de 1.68 m³/seg. Por lo tanto, se observa que los dos estudios tienen un resultado casi similar, teniendo en cuenta que las dos investigaciones se realizaron en el mismo departamento.

Así mismo, para el quinto objetivo que es: **Determinar el estudio topográfico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.** (Yañez, 2014) en su investigación determinó el área total de 25.71 hectáreas dividida en 37 subcuencas con 0.5% de pendiente mínima y un 2% de máxima, lo que representa una topografía casi plana.

Respecto al resultado del estudio topográfico en esta investigación, es primordial poseer el plano topográfico del Jr. San Lorenzo, dado que es esencial en la determinación de pendientes para el diseño de un pavimento y drenaje pluvial. Se determinó un área de 0.08 km² separada en dos tramos identificando un 0.25% de pendiente mínima y 1.42% de máxima, lo que representa una topografía casi plana donde se aprecia diminutas depresiones a lo largo del tramo en estudio con una cota mayor de 32.00 m.s.n.m. y la menor de 29.20 m.s.n.m. Asimismo, los resultados obtenidos de las dos investigaciones se aprecia una pequeña diferencia debido al relieve topográfico hallado teniendo en cuenta que ambas investigaciones se realizaron en distintos lugares.

Por último, el sexto objetivo que es: **Identificar la fuente receptora de las aguas pluviales del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.** (BARAHONA, 2014) en su proyecto se dividió en dos zonas conforme al destino final del agua. La primera zona determinó la infiltración completa al terreno subyacente a través de la estructura del pavimento permeable ya que mediante análisis realizados se encontró suelos de arena con grava siendo apropiado para la infiltración en su totalidad. Mientras que la segunda zona el volumen afluente lo traslada a través de un sistema de drenaje en dirección a un estanque de almacenamiento.

Respecto a la identificación de la fuente receptora en la presente investigación, se analizaron tres propuestas y de acuerdo al estudio de suelo indico que es de tipo SP que comprenden a suelos de Arenas pobremente graduada, siendo no aptos para la infiltración total del agua a la subrasante; así que se tomó como propuesta el realizar un diseño de un sistema de drenaje pluvial que lleven las aguas pluviales a un tanque de almacenamiento para ser tratado para otro fin. Por lo tanto, se observa que las dos investigaciones son diferentes debido a que los suelos que se obtuvieron en ambas investigaciones son diferentes por ende los parámetros de estudio son distintos.

V. CONCLUSIONES

1. Acorde con el estudio de mecánica de suelos se determinó las características físicas y mecánicas del suelo logrando obtener un tipo de subrasante tipo SP (Arenas pobremente graduada) según el SUCS, con un contenido de humedad natural de 4.2% y un CBR de 22.3% indicando como una subrasante muy buena de acuerdo con el Manual de Carreteras.
2. De acuerdo con el estudio de tráfico se determinó un ESAL de 234,696 ejes equivalente mediante un conteo vehicular en la intersección de la vía Blas de Atienza y el Jr. San Lorenzo, con un 99.81% de vehículos ligeros y 0.19% de vehículos pesados.
3. Acorde con la investigación que se realizó sobre los pavimentos permeables como técnica relacionado a los sistemas urbanos de drenaje sostenible, permitió estudiar y conocer su conceptualización, sus aspectos hidrológicos e hidráulicos, así como su estructura para un adecuado diseño de manera que sea capaz de reducir y manejar una eventualidad de precipitación, como también soportar las cargas vehiculares. En esta investigación se realizó dos tipos de métodos para definir los espesores del pavimento con la ayuda de la metodología AASHTO 93 y la metodología CHILE, lo cual se consideró el diseño con mayor dimensión, obteniendo una losa de concreto de 15 cm y de base granular de 35 cm.
4. De acuerdo con el estudio hidrológico mediante los datos del SENAMHI se obtuvo una intensidad de 173.6 mm/hr de acuerdo al Fenómeno de El Niño registrada en el año 1998, obteniendo un caudal de 1.68 m³/seg.
5. Acorde con el estudio topográfico se determinó las pendientes y el área de influencia de las cuencas de los dos tramos, obteniendo como resultado en el primer tramo una pendiente de 1.42% con un área de 0.027 km². y el segundo tramo con una pendiente de 0.25% con un área de 0.015 km². Con estos datos se obtuvo el caudal y el diámetro de la tubería que conducirá las aguas pluviales obteniendo un diámetro de 0.70 m.

6. De acuerdo con la identificación de la fuente receptora de las aguas pluviales, las cuales se analizaron tres propuestas y mediante estudios realizados por la Municipalidad de Piura de reconocimiento de zona, se pudo seleccionar la propuesta de transportar las aguas pluviales hacia un tanque de almacenamiento situado en el parque que se encuentra entre el Jr. Gardenia y el Jr. Los Naranjos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar siempre un estudio de mecánica de suelos, ya que nos ayuda a obtener las características física - mecánicas y el comportamiento del suelo (subrasante) en el tramo de estudio. Esto es debido a que en la región Piura cuenta con territorios de suelos con distintas características y con un alto nivel de napa freática (superficial). Además, se conoce que el departamento de Piura se ubica en la zona tipo 4 considerándose una zona inundable además de que se ubica dentro del cinturón de fuego del pacífico considerándose una zona de alta sismicidad.
2. Se recomienda realizar un estudio tráfico de forma apropiada, puesto que es uno de los factores fundamentales para el diseño de pavimentos. Además, realizar un estudio de tráfico constantemente, debido a que el tramo en estudio a un futuro seguirá aumentando por el incremento del Producto Bruto Interno que afectará de manera directa al estudio de tráfico. Este factor ayuda en la determinación de las cargas de diseño que soportará el pavimento.
3. Se recomienda que para el diseño del paquete estructural del pavimento se desarrolle varios análisis para las condiciones hidrológicas e hidráulicas, de tal manera considerando las mayores precipitaciones ocurridos durante un Fenómeno de El Niño y en el diseño estructural considerando los datos del estudio de tráfico, así como el estudio de mecánica de suelos.
4. Con respecto al estudio hidrológico se recomienda que todos los Jirones del Mercado Central de Piura cuenten con drenaje pluvial debido a que la ciudad de Piura presenta un clima variado contando con lluvias de intensidad moderada y fuerte.
5. En todo proyecto vial la topografía es vital porque con ello se determina las condiciones del terreno, pendientes y que además permite realizar un buen diseño de drenaje. Con respecto a la topografía presente en el Mercado Central de Piura, se recomienda que todo los Jirones o proyectos que se estén ejecutando tengan un sistema de drenaje pluvial, ya que en temporadas de lluvias se genera mayores caudales causando la erosión en el pavimento, así como la incomodidad de los comerciantes y peatones.

6. Con respecto al destino final de las aguas pluviales se sugiere un estudio exhaustivo de reconcomiendo de la zona y mediante análisis documental considerar todas las opciones posibles para elegir de forma adecuada la determinación de la fuente receptora de aguas pluviales para satisfacer las necesidades del estudio.

REFERENCIAS

ARANGO, Samuel. Concreto permeable: Desarrollo urbano de bajo impacto, Blog 360 en concreto [en línea]. 4 de mayo de 2013. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2017].

Disponible en: <http://blog.360gradosenconcreto.com/concreto-permeable-desarrollo-urbano-de-bajo-impacto-2/>

BARAHONA, Jaime. Análisis y diseño para solución de aguas lluvias mediante sistemas urbanos de drenaje sostenible aplicando la técnica de firmes permeables en condominio Ercilla, comuna de Temuco, IX región de la Araucanía. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Chile. Universidad Austral de Chile, 2014. 136 pp.

Blog 360° en Concreto. Diseño de Pavimentos de Concreto: Método AASHTO. [en línea]. 2014. Disponible en : <http://blog.360gradosenconcreto.com/disenio-de-pavimentos-de-concreto-metodo-aashto/>

CANDO, Tayupanda y FRANKLIN, Jeovanny. Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para el sector el capricho ubicado en el cantón carlos julio arosemena tola – provincia de napo. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2017. 182 pp.

CÁRDENAS, Eusebio, ALBITER, Ángel y JAIMES, Janner. Pavimentos Permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso de agua. (Artículo Científico). México: Universidad Autónoma del estado de México, 2016. 180 pp.

CASTRO, Mario. Pavimentos permeables como alternativa de drenaje urbano. Monografía. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2011. 90 pp.

En Construcción y tecnología en concreto. Concreto permeable: alternativas sustentables. [en línea]. 2010. Disponible en: <http://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm>

GARCÍA, Eduardo. Control de escorrentías urbanas mediante pavimentos permeables: Aplicación en climas mediterráneos. Tesis (Título en Máster en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente). Valencia: Universitat Politècnica de Valencia, 2011. 214 pp.

HERNÁNDEZ, Brian y MARTÍNEZ, Omar. Diseño de un campo de prueba piloto de pavimentos permeables en la ciudad de Cartagena. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena, 2014. 105 pp.

TRUJILLO, Alejandra y QUIROZ, Diana. Pavimentos porosos utilizados como sistemas alternativos al drenaje urbano. (Monografía). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2013. 113 pp.

LUMPACA, Romulo. Estudio definitivo de la pavimentación de la Avenida Túpac Amaru de la Municipalidad Distrital de Llalli - Melgar – Puno. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. 182 pp.

MANUAL de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Alcantarillado Pluvial. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2007. 367 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos). Perú: MTC, 2013.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Reglamento Nacional de Vehículos. Perú: MTC, 2016.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. “Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”. Perú: MTC. 2013. 2004.

MOUJIR, Yalil y CASTAÑEDA, Luis. Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Santiago de Cali: Pontificia Universidad Javeriana Cali, 2014. 128 pp.

NAZARENO, José E. Diseño estructural de un pavimento permeable mediante la relación de vacíos y su aplicación al drenaje vial. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Quito: Universidad Internacional del Ecuador, 2014. 141 pp.

PALELLA, Santa y MARTINS, Feliberto (2012). Metodología de la Investigación Cuantitativa. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2012. 279 pp.

REGLAMENTO Nacional de Edificaciones. OS-060 (Drenaje Pluvial Urbano). Perú: RNE, 2009.

RODRIGUEZ, Walabonso. Guía de Investigación Científica. Primera Edición: Lima, diciembre, 2011. 213 pp.

SAUCEDO, Artemio. Concreto hidráulico permeable, una alternativa para la recarga de los mantos acuíferos del valle de México. Tesis (Título en Ingeniería Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2010. 141 pp.

SILVA, Rosita. Concreto permeable como propuesta sostenible para mejorar el sistema de drenaje pluvial de la vía Blas de Atienza en Piura. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Piura: Universidad César Vallejo, 2016. 122 pp.

VIGIL, Marlon E. Diseño, Proceso Constructivo y Evaluación Post Construcción de un Pavimento Rígido de Concreto Permeable. Tesis (Título en Ingeniería Civil). San Salvador: Universidad de El Salvador, 2012. 300 pp.

YAÑEZ, Eric P. Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y JR. Santa Rosa. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2014. 147 pp.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 13. Matriz de consistencia.

TEMA	PROBLEMAS	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
“Diseño de un pavimento permeable y drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018”	<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es el diseño de un pavimento permeable y drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Diseñar el pavimento permeable y drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.</p>	<p>Diseño de la investigación</p> <p>Pre-experimental.</p>	<p>Población</p> <p>Para la presente investigación se consideró todos los Jirones del Mercado de Piura.</p>
	<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son las características físicas - mecánicas del suelo para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?</p> <p>¿Cuáles son las cargas vehiculares para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar las características físicas - mecánicas del suelo para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.</p> <p>Determinar las cargas vehiculares para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.</p>	<p>El tipo de investigación</p> <p>Aplicado.</p> <p>Nivel de la investigación</p> <p>Descriptivo- transeccional</p> <p>Enfoque de la investigación</p> <p>Cuantitativo</p>	

TEMA	PROBLEMAS	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>“Diseño de un pavimento permeable y drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018”</p>	<p>¿Cuáles son los espesores del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?</p> <p>¿Cuál es el estudio hidrológico del drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?</p> <p>¿Cuál es el estudio topográfico del drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?</p> <p>¿Cuál es la fuente receptora de las aguas pluviales del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018?</p>	<p>Determinar los espesores del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.</p> <p>Elaborar el estudio hidrológico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.</p> <p>Elaborar el estudio topográfico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.</p> <p>Identificar la fuente receptora de las aguas pluviales del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.</p>		

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 02: TIPOS DE FILTRACIÓN DE LAS AGUAS SOBRE EL PAVIMENTO PERMEABLE

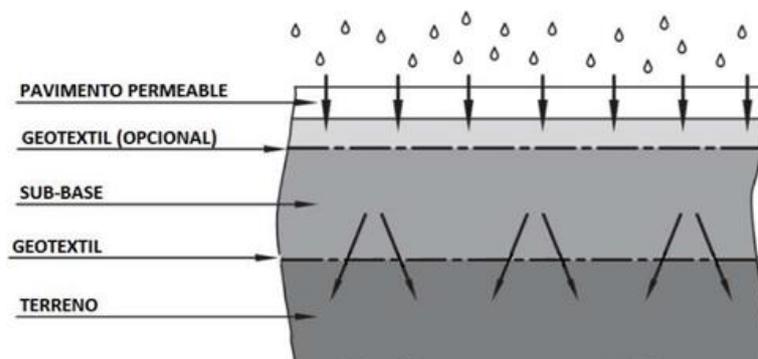


Figura 5. Infiltración completa al terreno subyacente. (Adaptado de Woods-Ballard et al., 2007).

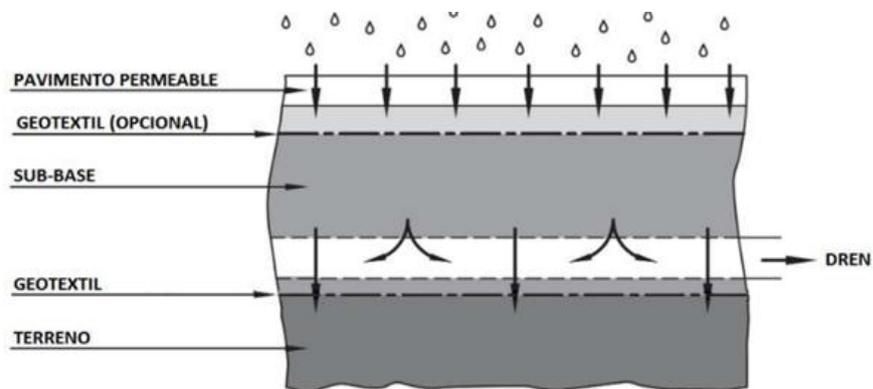


Figura 6. Infiltración parcial al terreno subyacente. (Adaptado de Woods-Ballard et al., 2007).

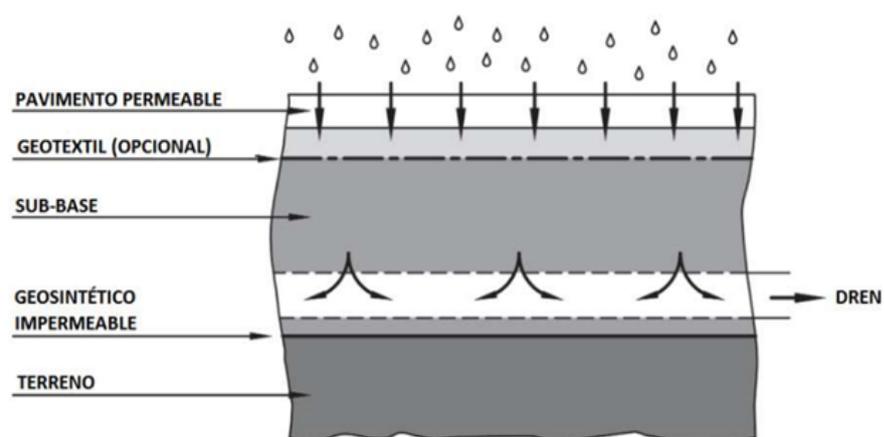


Figura 7. Sin infiltración al terreno subyacente. (Adaptado de Woods-Ballard et al., 2007).

**ANEXO 03: DETALLE DEL GEOTEXTIL PERMEABLE SOBRE LA
TUBERÍA PERFORADA**

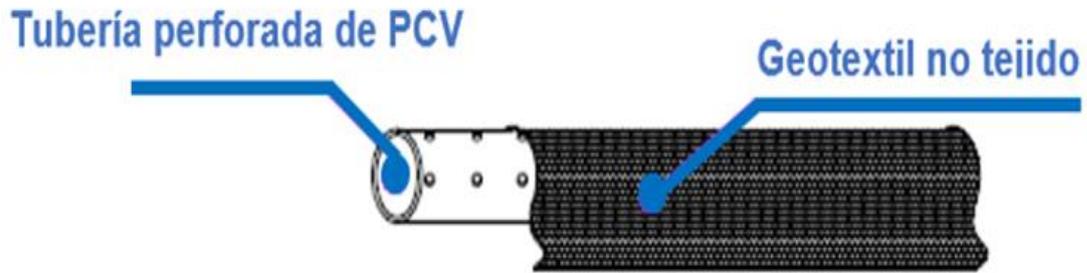


Figura 8. Detalle de geotextil para revestir la tubería perforada.

ANEXO 04: INSTRUMENTOS VALIDADOS

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 01 - 2018

Yo, Rodolfo Ramal Montejo.....con DNI N° 40025063.....
 Magister en Ingeniería Universitaria.....N° CIP: 88658....., de
 profesión Ingeniero Civil..... Desempeñándome actualmente
 como Director de Escuela..... En Ingeniería Civil de la
UNSA - Piura.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el primer objetivo el cual fue: "Determinar las características físicas - mecánicas del suelo para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Fichas de laboratorio (Excel) para identificar las características físicas y mecánicas del suelo.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.


UNSA - Piura

Mg. Rodolfo Ramal Montejo

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 2 - 2018

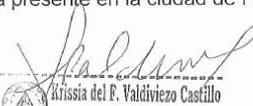
Yo, Krissia del Fátima Valdiviezo C. con DNI N° 42834528.....
 Magister en.....N° CIP: 108567....., de
 profesión...Ing. Civil..... Desempeñándome actualmente
 como...Docente..... En...la Escuela de Ingeniería...
Cavel de la Ucu - Piura.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el primer objetivo el cual fue: "Determinar las características físicas - mecánicas del suelo para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Fichas de laboratorio (Excel) para identificar las características físicas y mecánicas del suelo.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.


 Krissia del F. Valdiviezo Castillo
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 108567

Ing. Krissia del Fátima Valdiviezo Castillo

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 3 - 2018

Yo, Cristhian A. León Panta con DNI N° 42798693
 Magister en Ingeniería Civil N° CIP: 120588, de
 profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente
 como Docente En la Escuela de Ingeniería Civil
de la UCV - Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el primer objetivo el cual fue: "Determinar las características físicas - mecánicas del suelo para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Fichas de laboratorio (Excel) para identificar las características físicas y mecánicas del suelo.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.


Ing. Cristhian Alexander León Panta
 INGENIERO CIVIL

Ing. Cristhian León Panta

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 01 - 2018

Yo, Rodolfo Ramal Montejo.....con DNI N° 40025063.....
Magister en Docencia Universitaria.....N° CIP: 88658....., de
profesión Ingeniero Civil.....Desempeñándome actualmente
como Director de Escuela..... En Ingeniería Civil de la
UCV - Piura.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el segundo objetivo el cual fue: "Determinar las cargas vehiculares para el diseño del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formatos de Excel para determinar las cargas de transitabilidad	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.



Mg. Rodolfo Ramal Montejo

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 01 - 2018

Yo, Rodolfo Ramal Montejo con DNI N° 40025063,
 Magister en Docencia Universitaria N° CIP: 88658, de
 profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente
 como Director de Escuela En Ingeniería Civil de la
UNP - Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el tercer objetivo el cual fue: "Determinar los espesores del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Fórmulas y ábacos para determinar los espesores del paquete estructural.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				A	
4. Organización				A	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.



Mg. Rodolfo Ramal Montejo

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 01 - 2018

Yo, Rodolfo Ramal Montejo con DNI N° 40025063,
Magister en Docencia Universitaria, N° CIP: 88658, de
profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente
como Director de Escuela En Ingeniería Civil de la
UAS - Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el tercer objetivo el cual fue: "Determinar los espesores del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Fórmulas y ábacos para determinar los espesores del paquete estructural.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.



Mg. Rodolfo Ramal Montejo

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 02 - 2018

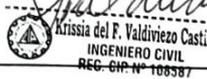
Yo, Krissia del Fátima Valdiviezo C. con DNI N° 42834528.....
 Magister en..... N° CIP: 10857....., de
 profesión... Ing. Civil..... Desempeñándome actualmente
 como Docente..... En la Escuela de Ingeniería
Civil de la UNI - Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el tercer objetivo el cual fue: "Determinar los espesores del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Fórmulas y ábacos para determinar los espesores del paquete estructural.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.

Ing. Krissia del Fátima Valdiviezo Castillo

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 01 - 2018

Yo, Rodolfo Ramal Montejo.....con DNI N° 40025063.....
 Magister en Decanato Universitaria.....N° CIP: 88658....., de
 profesión Ingeniero Civil.....Desempeñándome actualmente
 como Director de Escuela.....En Ingeniería Civil de la
UCV - Piura.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el cuarto objetivo el cual fue: "Determinar el estudio hidrológico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formatos de Excel y fórmulas para elaborar el estudio hidrológico.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.



Mg. Rodolfo Ramal Montejo

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 02 - 2018

Yo, Krissia del Fátima Valdiviezo con DNI N° 42834528 Magister en.....N° CIP: 108587, de profesión Ing. Civil Desempeñándome actualmente como Docente En la Escuela de Ingeniería Civil de la UNP - Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el cuarto objetivo el cual fue: "Determinar el estudio hidrológico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formatos de Excel y fórmulas para elaborar el estudio hidrológico.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.



 Krissia del F. Valdiviezo Castillo
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 108587

Ing. Krissia del Fátima Valdiviezo Castillo

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 03 - 2018

Yo, Cristhian A. Leon Panta con DNI N° 42798693
Magister en..... N° CIP: 120588, de
profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente
como Docente En la Escuela de Ingeniería
Civil de la UCA - Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el cuarto objetivo el cual fue: "Determinar el estudio hidrológico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formatos de Excel y formulas para elaborar el estudio hidrológico.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.


Ing. Cristhian Alexander Leon Panta
INGENIERO CIVIL
CIP. 120588

Ing. Cristhian Leon Panta

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 01 - 2018

Yo, Rodolfo Ramal Montejo.....con DNI N° 40025063.....
 Magister en Docencia Universitaria N° CIP: 85558....., de
 profesión Ingeniero Civil.....Desempeñándome actualmente
 como Director de Escuela.....En Ingeniería Civil de la
UNU - Piura.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el quinto objetivo el cual fue: "Determinar el estudio topográfico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Fórmulas y perfiles para determinar el estudio topográfico	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.



Mg. Rodolfo Ramal Montejo

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 02 - 2018

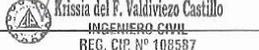
Yo, Krissia del Fátima Valdiviezo C. con DNI N° 42834528.....
 Magister en.....N° CIP: 108587....., de
 profesión Ing. Civil.....Desempeñándome actualmente
 como Docente..... En la Escuela de Ingeniería.....
casel de la Ocu - Piura.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el quinto objetivo el cual fue: "Determinar el estudio topográfico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Fórmulas y perfiles para determinar el estudio topográfico	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.



 Krissia del F. Valdiviezo Castillo
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 108587

Ing. Krissia del Fátima Valdiviezo Castillo

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 03 - 2018

Yo, Cristhian A. Leon Panta con DNI N° 42298693
Magister en.....N° CIP: 120588, de
profesión Ingeniero Civil.....Desempeñándome actualmente
como Docente.....En la escuela de Ingeniería
Civil de la UCV - Piura.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el quinto objetivo el cual fue: "Determinar el estudio topográfico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Fórmulas y perfiles para determinar el estudio topográfico.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.


Ing. Cristhian Alexander Leon Panta
INGENIERO CIVIL
CIP. 120588

Ing. Cristhian Leon Panta

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 01 - 2018

Yo, Rodolfo Ramal Montejo con DNI N° 40025063
Magister en Docencia Universitaria N° CIP: 88658, de
profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente
como Director de Escuela En Ingeniería Civil de la
UN - Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el sexto objetivo el cual fue: "Identificar la fuente receptora de las aguas pluviales del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Informes de reconocimiento de zona para identificar la Fuente receptora de las aguas pluviales.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.



Mg. Rodolfo Ramal Montejo

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 02 - 2018

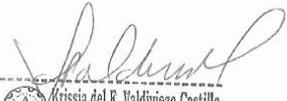
Yo, Krissia del Fátima Valdiviezo C. con DNI N° 42834528.....
Magister en.....N° CIP: 108587....., de
profesión Ing. civil.....Desempeñándome actualmente
como Docente En la Escuela de Ingeniería civil
de la UCV - Piura.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el sexto objetivo el cual fue: "Identificar la fuente receptora de las aguas pluviales del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Informes de reconocimiento de zona para identificar la Fuente receptora de las aguas pluviales.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.



Krissia del F. Valdiviezo Castillo
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 108587
Ing. Krissia del Fátima Valdiviezo Castillo

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN N° 03 - 2018

Yo, Cristhian A. León Panta con DNI N° 4279693
Magister en.....N° CIP: 120588, de
profesión Ingeniero Civil.....Desempeñándome actualmente
como Docente.....En la Escuela de Ingeniería
Civil de la USP - Piura.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos con los que se llevó a cabo el sexto objetivo el cual fue: "Identificar la fuente receptora de las aguas pluviales del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018".

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Informes de reconocimiento de zona para identificar la Fuente receptora de las aguas pluviales.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de junio del Dos mil Dieciocho.


Ing. Cristhian Alexander León Panta
INGENIERO CIVIL
CIP. 120588

Ing. Cristhian Leon Panta

ANEXO 05: VALIDACIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Centro Productivo de Construcción y Consultoría
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO N°085-2018- LEM - FIC-UNP

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018	
SOLICITANTE	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFORME: JUNIO DEL 2018

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NTP 339.127)

IDENTIFICACION	Muestra	PROFUNDIDAD (m)	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO TARA (gr)	PESO AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	% DE HUMEDAD
C-1	M-1	0.10 - 1.50	166.14	160.77	32.41	5.37	128.36	4.2
C-2	M-1	0.20 - 1.50	165.9	160.89	32.41	5.01	128.48	3.9

Observación: Muestra fue obtenido por personal del Laboratorio de la FIC-UNP



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
[Signature]
DR. ING. LUIS MORAN YAÑEZ
REG. CIP. N° 31818
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME DE ENSAYO N°085-LIMITES-2018-LEM-FIC-UNP

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO - MERCADO DE PIURA 2018	
SOLICITA	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFOME: JUNIO 2018

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

UBICACION	JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUNDIDAD	: 0.10 - 1.50

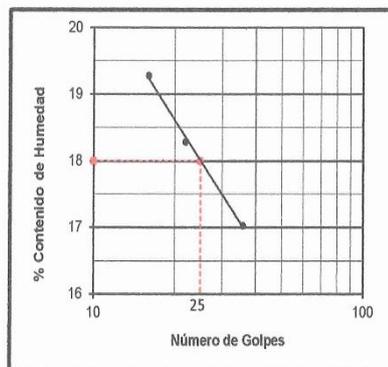
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	I-50	D-78	F-8
2	Peso de la Tara grs.	12.36	12.74	13.12
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	24.25	24.45	23.02
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	22.52	22.64	21.42
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.73	1.81	1.60
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	10.16	9.90	8.30
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	17.0	18.3	19.3
8	De Golpes	36	22	16

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°				
2	Peso de la Tara grs.				
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.				
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	NP	NP		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.				
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.				
7	Humedad (5) / (6) x 100 %				
	Promedio de Límite Plástico :			NP	

RESULTADOS:	
L.L. :	18
L.P. :	0
I.P. :	NP



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DR. ING. LUIS MORAN YAÑEZ
REG. CIP. N° 31818
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

OBSERVACIONES: El material fue extraído por el personal técnico



INFORME DE ENSAYO N°085-LIMITES-2018-LEM-FIC-UNP

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO - MERCADO DE PIURA 2018	
SOLICITA	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFOME: JUNIO 2018

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

UBICACION	JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018
CALICATA	: C - 1
MUESTRA	: M - 1
PROFUNDIDAD	0.10 - 1.50

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)

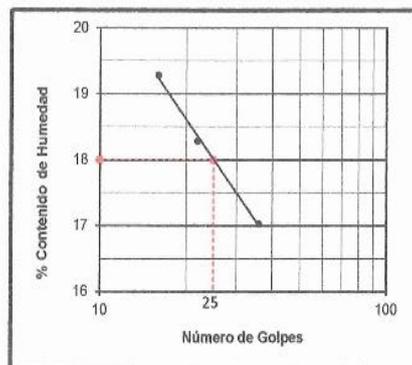
N°	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	I-50	D-78	F-8
2	Peso de la Tara grs.	12.36	12.74	13.12
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	24.25	24.45	23.02
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	22.52	22.64	21.42
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.73	1.81	1.60
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	10.16	9.90	8.30
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	17.0	18.3	19.3
8	De Golpes	36	22	16

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°				
2	Peso de la Tara grs.				
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.				
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	NP	NP		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.				
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.				
7	Humedad (5) / (6) x 100 %				
	Promedio de Límite Plástico :			NP	

RESULTADOS:

L.L. : 18
 L.P. : 0
 I.P. : NP



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DR. ING. LUIS MORAN YAÑEZ
 REG. CIP. N° 31818
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

OBSERVACIONES: El material fue extraído por el personal técnico



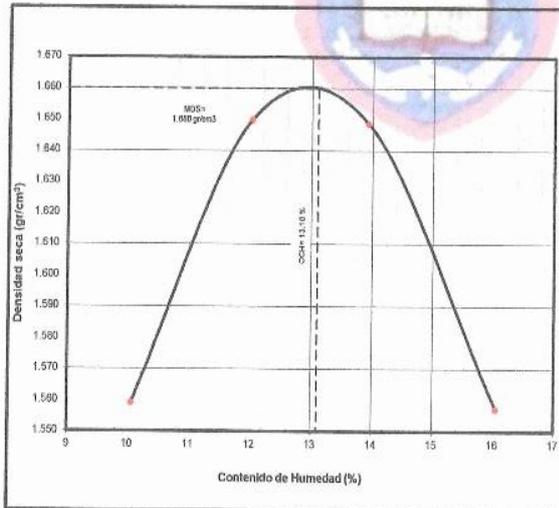
INFORME DE ENSAYO N°085-PROCTOR- 2018 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018	
SOLICITANTE	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFORME: JUNIO 2018

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m3)
 (NTP 338.141)

UBICACIÓN	JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018
CALICATA	C-1
MUESTRA	M-1
PROFUNDIDAD	0.10- 1.50

N° de capas	5	Altura de caída pisón	45.8	cm	Peso de pisón (kg)	4.520	Móde	"A"		
Energía de Compact. Modificada	27.7		kg cm / cm3		Número de golpes/capa	25	Pisón Manual	"A"		
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3559		3682	3710		3644		
2	Peso de Molde	gr	1965		1965	1965		1965		
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1594		1717	1745		1679		
4	Volumen del Molde	cm ³	929		929	929		929		
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.716		1.848	1.878		1.807		
6	Respiente N°		D-23	F-100	G-10	130	11	65	14	88
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	170.3	172.1	155.3	164.0	174.5	185.0	171.9	163.3
8	Peso del Suelo Seco + Tara	gr	157.3	158.9	141.2	149.4	156.0	165.3	152.0	144.5
9	Peso del Agua	gr	13.0	13.2	14.1	14.6	18.5	19.7	19.9	18.8
10	Peso de Tara	gr	29.0	27.0	24.6	27.0	23.0	24.2	27.6	28.2
11	Peso de Suelo Seco	gr	128.3	131.9	116.6	122.4	133.0	141.1	124.4	116.3
12	Contenido de Humedad	%	10.1	10.0	12.1	12.0	13.9	14.0	16.0	16.1
13	Promedio de Humedad	%		10.1		12.0		13.9		15.1
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.559		1.050		1.649		1.557	
15	Cantidad de Agua	cm ³	250		300		360		410	



Procedimiento utilizado : "A"
 Método de Preparacion utilizado : Húmedo
 Máxima densidad seca : 1.660 gr/cm³
 Óptimo contenido de humedad : 13.1%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DR. ING. LUIS MORAN YANEZ
 REG. CIP N° 31818
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

OBSERVACIONES: El material fue extraído por el solicitante



INFORME DE ENSAYO N°085-2018-LEM -FIC-UNP

PROYECTO	"DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018"	
SOLICITANTE	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFORME JUNIO DEL 2018

CALICATA:	C-1
MUESTRA :	M-1
PROFUNDIDAD:	0.10-1.50

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

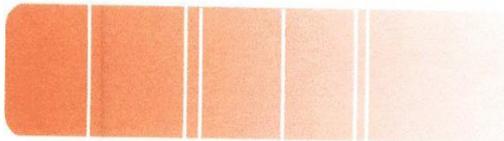
N° De Capas	5 capas				
	1	2	3	4	5
N° De Molde					
N° De Golpes	56	25	10		
Peso del molde+suelo húmedo (gr)	8290	8139	7916		
Peso del molde (gr)	4062	4086	4081		
Peso del suelo húmedo (gr)	4228	4053	3835		
Volumen del molde (cm³)	2268	2286	2286		
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.864	1.773	1.678		
Humedad %	12.30	12.40	12.30		
Densidad seca (gr/cm³)	1.660	1.577	1.494		

Fecha	Hora de inicio/fin	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
JUNIO DEL 2018											

Penetración (pulg.)	Tiempo (lb/pulg.)	Carga Estd. (lb./pulg²)	Carga		Corregida		Carga		Corregida	
			Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	%	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	%
0.000					0.000			0.000		0.000
0.025	30"		17.0		58.6		13.0	44.8		27.6
0.050	1'		27.0		93.1		22.0	75.9		62.1
0.075	1'30"		41.0		141.4		32.0	110.4		93.1
0.100	2'	1,000	54.0		186.2		40.0	138.0		117.3
0.150	3'		76.0		262.1		68.0	234.5		189.7
0.200	4'	1,500	97.0		334.5		85.0	293.2		251.8
0.250	5'		116.0		400.1		103.0	355.2		313.9
0.300	6'	1,900	131.0		451.8		120.0	413.9		362.1
0.350	7'									
0.400	8'	2,300								
0.450	9'									
0.500	10'	2,600								

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

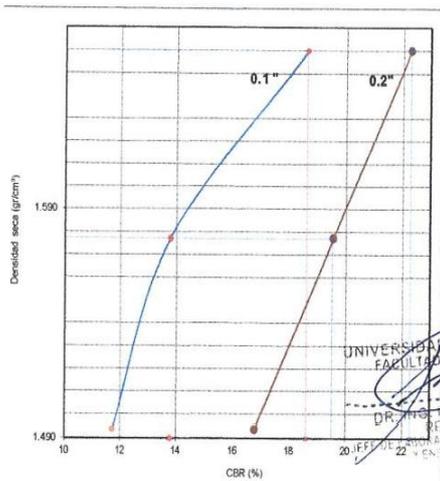
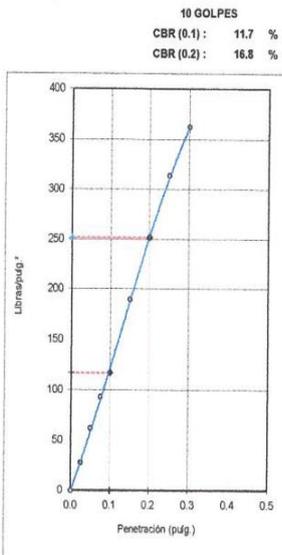
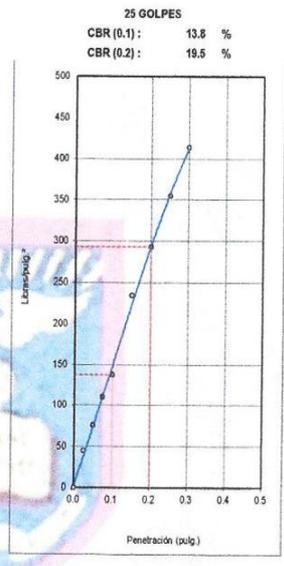
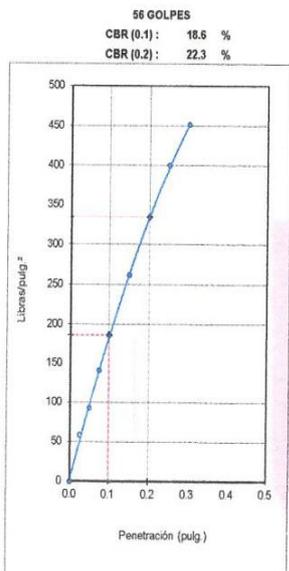
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DR. ING. LUIS MORAN YANEZ
 REG. CIP. N° 31818
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES



PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018	
SOLICITANTE	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFORME JUNIO DEL 2018

CALICATA: C-1
 MUESTRA: M-1
 PROFUNDIDAD: 0.10-1.50

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



DENSIDAD SECA 1.660 gr/cm³
 HUMEDAD OPT. 12.30%

CBR (0.1) al 95 % : 13.8 %
 CBR (0.1) al 100 % : 18.6 %

CBR (0.2) al 95 % : 19.5 %
 CBR (0.2) al 100 % : 22.3 %

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DR. ING. LEON MORAN YANEZ
 PER. CIP. N° 31116
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 CENTRO PRODUCTIVO DE MATERIALES



INFORME DE ENSAYO N°085-REGISTRO EXPLORATORIO-2018 - LEM -FIC-UNP

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO - MERCADO DE PIURA 2018	
SOLICITA	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFORME: JUNIO DEL 2018

REGISTRO DE EXPLORACIÓN
 (NTP 339.150)

CALICATA	: C-1	N.F. (m)	: NO
Prof. Total (m)	: 1.50		

Prof. (m.)	Espesor estrato (m)	Muestra	N.F.	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
1.50	1.50	M - 1	NO	0,00 - 1.50 .- Arena pobremente gradada, de condicion seca, de consistencia suave, color beige claro y de estructura homogenea.	SP A-3(0)		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

 DR. ING. LUIS MORAN YANEZ
 REG. CIP. N° 31818
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



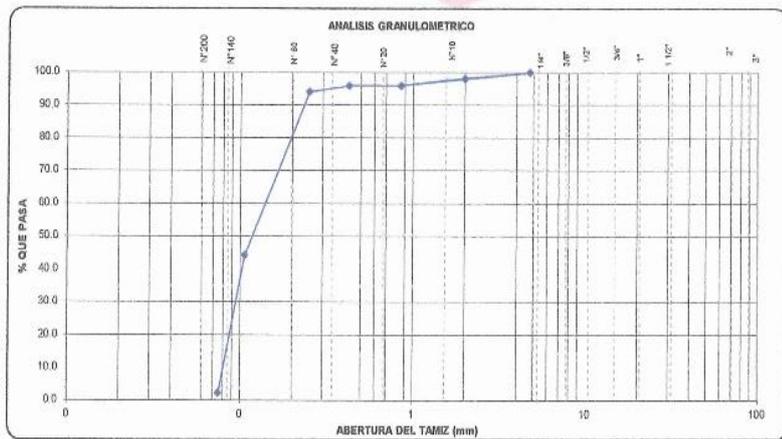
INFORME DE ENSAYO N°085-LIMITES-2018-LEM-FIC-UNP

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018	
SOLICITA	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFORME: JUNIO 2018

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
 (NTP 339.128)

UBICACIÓN	: TRAMO JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018
CALICATA	: C - 2
MUESTRA	: M - 1
PROF. (m.)	: 0.20- 1.50

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)		
3"	75					PORCION DE FINOS (gr)	150.00
2"	50					% DE HUMEDAD	3.90
1 1/2"	37.5					% GRAVA [N° 4 < Ø < 3"]	0.0
1"	25.0					% ARENA [N° 200 < Ø < N° 4]	97.7
3/4"	19.0					FINOS [Ø < N° 200]	2.3
1/2"	12.5					L.L. (%)	20
3/8"	9.5					I.P. (%)	0
1/4"	6.3					I.P. (%)	NP
4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASIFIC. SUCS	SP
10	2.00	2.7	1.8	1.8	98.2	CLASIFIC. AASHTO	A-3(0)
20	0.850	3.2	2.1	3.9	96.1	D10	0.081 C _u 1.8
40	0.425	0.1	0.1	4.0	95.0	D30	0.004 C _c 0.8
60	0.250	2.8	1.9	5.9	94.1	D60	0.141
140	0.106	74.8	49.9	55.7	44.3	OBSERVACIONES:	
200	0.075	62.9	41.9	97.7	2.3	ARENA POBREMENTE GRADADA	
BANDEJA		3.5	2.3	100.0			



Observación: Ensayo efectuado al material en estado natural

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DR. ING. LUIS MORAN YANEZ
 REG. CIP. N° 31816
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME DE ENSAYO N°085-2018-LEM-FIC-UNP

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018	
SOLICITA	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFORME: JUNIO DEL 2018

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

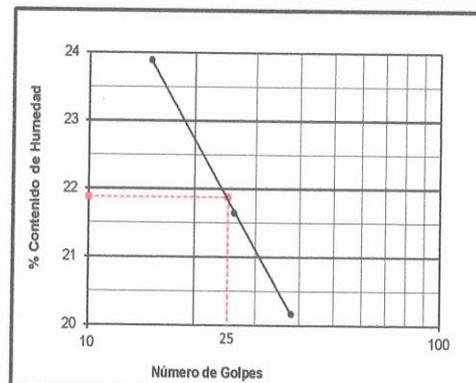
UBICACIÓN	: JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018
CALICATA	: C-2
MUESTRA	: M-1
PROFUNDIDAD	: 0.20-1.50

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3
1	Tara N°	111	99	20
2	Peso de la Tara grs.	11.80	11.95	11.83
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.	21.75	21.84	23.81
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	20.08	20.08	21.50
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.67	1.76	2.31
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	8.28	8.13	9.67
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	20.2	21.6	23.9
8	N°. De Golpes	38	26	15

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

N°	MUESTRA	1	2	3	4
1	Tara N°				
2	Peso de la Tara grs.				
3	Peso Suelo Húmeso + Tara grs.				
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	NP	NP		
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.				
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.				
7	Humedad (5) / (6) x 100 %				
Promedio de Limite Plástico :		0			



RESULTADOS:	
L.L. :	22
L.P. :	0
I.P. :	NP

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DR. ING. LUIS MORAN YANEZ
 REG. CIP. N° 31818
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

Observacion:
 Ensayo efectuado al material en estado natural.



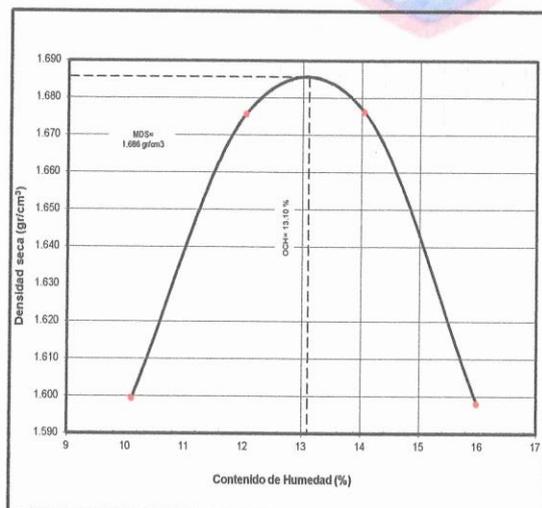
INFORME DE ENSAYO N°085-PROCTOR-2018 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018	
SOLICITA	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFORME : JUNIO DEL 2018

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m³)
 (NTP 339.141)

UBICACIÓN	JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018
CALICATA	:C-2
PROFUN	: 0.20-1.50
MUESTRA	:M-1

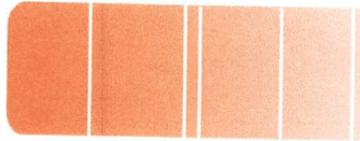
N° de capas :	5	Altura de caída pisón:	45.8	cm	Peso de pisón (kg) :	4.529	Molde :	"A"	
Energía de Compact. Modificada :	27.7	kg.cm / cm ³			Número de golpes/capa:	25	Pisón Manual:	"A"	
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3601		3709		3741	3687	
2	Peso de Molde	gr	1965		1965		1965	1965	
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1636		1744		1776	1722	
4	Volumen del Molde	cm ³	929		929		929	929	
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.761		1.877		1.912	1.854	
6	Resipiente N°		F-84	I-J	G-7	45	A-87	C-5	S-89
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	168.0	169.0	161.2	160.1	170.0	171.0	164.2
8	Peso del Suelo Seco + Tara	gr	154.8	155.9	146.0	145.0	152.4	153.0	145.2
9	Peso del Agua	gr	13.3	13.2	15.2	15.1	17.6	18.0	19.0
10	Peso de Tara	gr	24.2	25.0	19.9	19.0	27.1	25.0	26.4
11	Peso de Suelo Seco	gr	130.6	130.9	126.1	126.0	125.4	128.0	118.8
12	Contenido de Humedad	%	10.1	10.0	12.1	12.0	14.0	14.1	16.0
13	Promedio de Humedad	%	10.1		12.0		14.0		16.0
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.599		1.676		1.678		1.598
15	Cantidad de Agua	cm ³	250		300		350		400



Procedimiento utilizado : "A"
 Método de Preparación utilizado : Húmedo
 Máxima densidad seca : 105.23 lb/ft³
 1.686 gr/cm³
 Óptimo contenido de humedad : 13.1%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DR. ING. LUIS MORAN YAÑEZ
 REG. CIP. N° 31818
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

OBSERVACIONES: El material fue proporcionado por el solicitante



INFORME DE ENSAYO N°085-2018-LEM -FIC-UNP

PROYECTO	"DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018"	
SOLICITANTE	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFORME JUNIO DEL 2018

CALICATA:	C-2
MUESTRA :	M-1
PROFUNDIDAD:	0.10-1.50

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

--

N° De Capas	5 capas				
	1	2	3	4	5
N° De Molde	56	25	10		
N° De Golpes					
Peso del molde+suelo húmedo (gr)	8290	8139	7916		
Peso del molde (gr)	3997	4086	4081		
Peso del suelo húmedo (gr)	4293	4053	3835		
Volumen del molde (cm³)	2288	2286	2286		
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.893	1.773	1.678		
Humedad %	12.30	12.40	12.30		
Densidad seca (gr/cm³)	1.686	1.577	1.494		

Fecha	Hora de inicio/fin	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
JUNIO DEL 2018											

Penetración (pulg.)	Tiempo (lb/pulg.)	Carga Estd. (lb./pulg²)	Carga			Carga			Carga		
			Diales	lb/pulg²	Corregida	Diales	lb/pulg²	Corregida	Diales	lb/pulg²	Corregida
0.000					0.000					0.000	
0.025	30"		17.0		58.6	13.0		44.8	8.0		27.6
0.050	1'		27.0		93.1	22.0		75.9	18.0		62.1
0.075	1'30"		41.0		141.4	32.0		110.4	27.0		93.1
0.100	2'	1,000	54.0		186.2	40.0		138.0	34.0		117.3
0.150	3'		76.0		262.1	68.0		234.5	55.0		189.7
0.200	4'	1,500	97.0		334.5	85.0		293.2	73.0		251.8
0.250	5'		116.0		400.1	103.0		355.2	91.0		313.9
0.300	6'	1,900	131.0		451.8	120.0		413.9	105.0		362.1
0.350	7'										
0.400	8'	2,300									
0.450	9'										
0.500	10'	2,600									

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

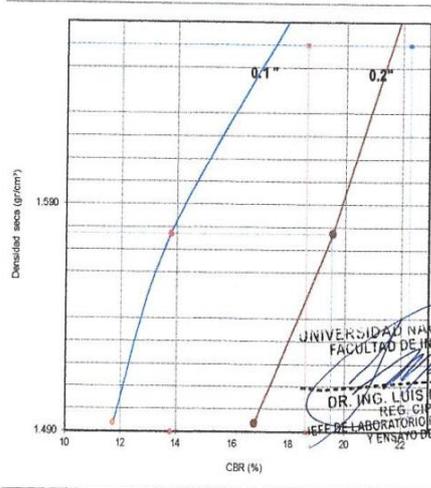
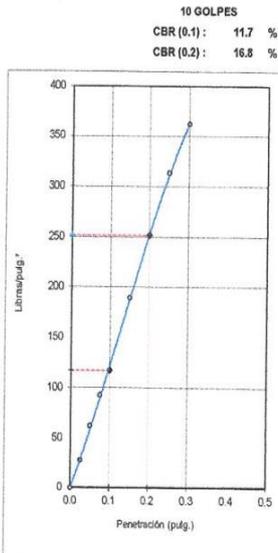
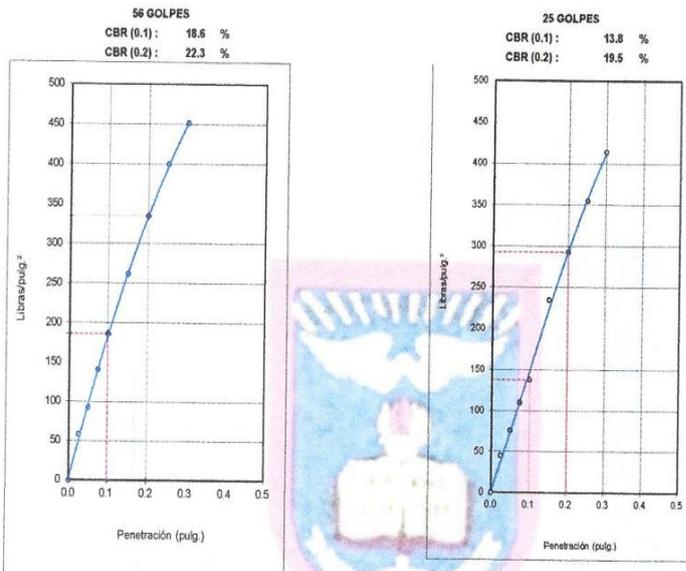
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DR. ING. LAUS MORAN YANEZ
REG. CIP. N° 31818
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018	
SOLICITANTE	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFORME JUNIO DEL 2018

CALICATA:	C-2
MUESTRA :	M-1
PROFUNDIDAD:	0.10-1.50

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DR. ING. LUIS MORAN YAÑEZ
 REG. CIP. N° 31818
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYOS DE MATERIALES

DENSIDAD SECA	1.686 gr/cm ³	CBR (0.1) al 95 %	: 13.8 %	CBR (0.2) al 95 %	: 19.5 %
HUMEDAD OPT.	13.10%	CBR (0.1) al 100 %	: 18.6 %	CBR (0.2) al 100 %	: 22.3 %



INFORME DE ENSAYO N°085-REGISTRO EXPLORATORIO-2018 - LEM -FIC-UNP

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO - MERCADO DE PIURA 2018	
SOLICITA	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFORME: JUNIO DEL 2018

REGISTRO DE EXPLORACIÓN
 (NTP 339.150)

CALICATA	: C-2	N.F. (m)	: NO
Prof. Total (m)	: 1.50		

Prof. (m.)	Espesor estrato (m)	Muestra	N.F.	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
1.50	1.50	M - 1	NO	0,00 - 1.50 .- Arena pobremente gradada, de condición seca, de consistencia suave, color beige claro y de estructura homogénea.	SP A-3(0)		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DR.-ING. LUIS MORAN YANEZ
 REG. CIP. N° 21818
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Centro Productivo de Construcción y Consultoría
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO N°085- 2018 - LEM-FIC-UNP

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018	
SOLICITA	ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR	FECHA DE INFORME: JUNIO DEL 2018

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS

UBICACIÓN	:TRAMO JR SAN LORENZO -MERCADO DE PIURA 2018
-----------	--

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	% Cloruros (CL ⁻)	% Sulfatos (SO ₄ ²⁻)
			Norma de ensayo	
			NTP 339.177	NTP 339.178
C-1	M-1	0.10-1.50	0.004	0.005

Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DR. ING. LUIS MORAN YANEZ
 REG. CIP. N° 31818
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

**FORMATO RESUMEN DEL DIA-CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO**

FORMATO N°1

PROYECTO	"DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR. SAN LORENZO – MERCADO DE PIURA, 2017"		
SENTIDO	N	→	← S
UBICACIÓN	PIURA - PIURA - PIURA		
DIA	2		

ESTACIÓN	1			
DÍA Y FECHA	MARTES	24	ABRIL	2018

HORA	MOTOS		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
	LINEAL	TRIMOVIL			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRAM VEHICULO																					
0:00-1:00	0	0	0	0	0			0													
1:00-2:00	0	0	0	0	0			0													
2:00-3:00	0	0	0	0	0			0													
3:00-4:00	0	0	0	0	0			0													
4:00-5:00	0	0	0	0	0			0													
5:00-6:00	0	0	0	0	0			0													
6:00-7:00	6	15	13	3	5			16													
7:00-8:00	13	28	23	5	9		1	19													
8:00-9:00	15	36	35	9	13		3	19													
9:00-10:00	18	36	35	10	12		1	24													
10:00-11:00	18	35	37	14	13			23													
11:00-12:00	17	37	36	13	12		1	23													
12:00-13:00	17	41	39	12	11		1	28													
13:00-14:00	16	43	40	12	11			29													
14:00-15:00	15	36	32	11	13			23													
15:00-16:00	14	38	31	10	14		1	13		1											
16:00-17:00	13	36	31	13	10		1	14													
17:00-18:00	11	36	37	9	11			15													
18:00-19:00	8	37	36	8	9		1	19													
19:00-20:00	7	35	27	8	6			15													
20:00-21:00	6	14	22	7	3			8													
21:00-22:00	0	0	0	0	0			0													
22:00-23:00	0	0	0	0	0			0		1											
23:00-24:00	0	0	0	0	0			0													
TOTAL	194	503	474	144	152		10	288			2										

RESPONSABLE: _____
ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR

**FORMATO RESUMEN DEL DIA-CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO**

FORMATO N°1

PROYECTO	"DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR. SAN LORENZO – MERCADO DE PIURA, 2017"		
SENTIDO	N	→	← S
UBICACIÓN	PIURA - PIURA - PIURA		
DIA	3		

ESTACIÓN	1			
DÍA Y FECHA	MIERCOLES	25	ABRIL	2018

HORA	MOTOS		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
	LINEAL	TRIMOVIL			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRAM VEHICULO																						
0:00-1:00	0	0	0	0	0			0														
1:00-2:00	0	0	0	0	0			0														
2:00-3:00	0	0	0	0	0			0														
3:00-4:00	0	0	0	0	0			0														
4:00-5:00	0	0	0	0	0			0														
5:00-6:00	0	0	0	0	0			0														
6:00-7:00	5	19	15	3	3			11														
7:00-8:00	16	29	25	6	7		1	15														
8:00-9:00	16	30	37	10	9		2	16														
9:00-10:00	17	34	36	13	12		3	18														
10:00-11:00	17	36	36	11	12			19														
11:00-12:00	17	37	37	11	13		1	25														
12:00-13:00	16	39	39	10	15		1	29														
13:00-14:00	14	43	40	9	15			31														
14:00-15:00	14	40	38	9	14		1	25														
15:00-16:00	14	38	35	8	11		1	18														
16:00-17:00	12	37	31	7	12		1	16														
17:00-18:00	12	36	29	7	11		1	15														
18:00-19:00	11	37	33	6	8		1	28														
19:00-20:00	11	35	28	6	9			17														
20:00-21:00	5	15	13	5	4			8														
21:00-22:00	0	0	0	0	0			0														
22:00-23:00	0	0	0	0	0			0		1												
23:00-24:00	0	0	0	0	0			0														
TOTAL	197	505	472	121	155		13	291				1										

RESPONSABLE: _____
ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR

**FORMATO RESUMEN DEL DIA-CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO**

FORMATO N°1

PROYECTO	"DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR. SAN LORENZO – MERCADO DE PIURA, 2017"		
SENTIDO	N	→	← S
UBICACIÓN	PIURA - PIURA - PIURA		
DIA	4		

ESTACIÓN	1		
DÍA Y FECHA	JUEVES	26	ABRIL 2018

HORA	MOTOS		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
	LINEAL	TRIMOVIL			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRAM VEHICULO																					
0:00-1:00	0	0	0	0	0			0													
1:00-2:00	0	0	0	0	0			0													
2:00-3:00	0	0	0	0	0			0													
3:00-4:00	0	0	0	0	0			0													
4:00-5:00	0	0	0	0	0			0													
5:00-6:00	0	0	0	0	0			0													
6:00-7:00	4	17	13	3	5			11													
7:00-8:00	14	19	17	5	9		1	16													
8:00-9:00	15	29	29	10	11		2	16													
9:00-10:00	15	30	28	11	11		1	22													
10:00-11:00	17	31	28	13	11		1	23													
11:00-12:00	16	31	30	13	10		1	23													
12:00-13:00	17	39	41	11	10		1	28													
13:00-14:00	15	41	40	12	11			29													
14:00-15:00	14	37	39	11	9		1	25													
15:00-16:00	13	29	37	10	8			15													
16:00-17:00	10	29	36	9	11		1	14													
17:00-18:00	10	27	35	9	10			15													
18:00-19:00	9	36	38	8	9		1	21		1											
19:00-20:00	8	25	31	7	9			17													
20:00-21:00	4	15	18	7	5			10													
21:00-22:00	0	0	0	0	0			0													
22:00-23:00	0	0	0	0	0			0		1											
23:00-24:00	0	0	0	0	0			0													
TOTAL	181	435	460	139	139		10	285			2										

RESPONSABLE: _____
ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR

**FORMATO RESUMEN DEL DIA-CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO**

FORMATO N°1

PROYECTO	"DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR. SAN LORENZO – MERCADO DE PIURA, 2017"		
SENTIDO	N	→	←
UBICACIÓN	PIURA - PIURA - PIURA		
DIA	5		

ESTACIÓN	1			
DÍA Y FECHA	VIERNES	27	ABRIL	2018

HORA	MOTOS		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
	LINEAL	TRIMOVIL			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRAM VEHICULO																					
0:00-1:00	0	0	0	0	0			0													
1:00-2:00	0	0	0	0	0			0													
2:00-3:00	0	0	0	0	0			0													
3:00-4:00	0	0	0	0	0			0													
4:00-5:00	0	0	0	0	0			0													
5:00-6:00	0	0	0	0	0			0													
6:00-7:00	5	17	13	3	5			17													
7:00-8:00	15	26	15	5	9		1	16													
8:00-9:00	15	26	36	9	13		3	17													
9:00-10:00	14	29	36	9	15		1	18													
10:00-11:00	14	29	35	11	13		2	19													
11:00-12:00	16	31	35	12	14		1	19													
12:00-13:00	16	38	34	11	13			28													
13:00-14:00	15	39	34	11	13			28													
14:00-15:00	13	36	32	10	15		1	17													
15:00-16:00	13	31	32	9	14			15													
16:00-17:00	12	25	33	9	10		1	15													
17:00-18:00	12	32	31	9	9			15													
18:00-19:00	11	36	21	8	10			13													
19:00-20:00	10	21	19	8	9		1	27													
20:00-21:00	6	17	13	7	3			12													
21:00-22:00	0	0	0	0	0			0		1											
22:00-23:00	0	0	0	0	0			0													
23:00-24:00	0	0	0	0	0			0													
TOTAL	187	433	419	131	165		11	276			1										

RESPONSABLE: _____
ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR

**FORMATO RESUMEN DEL DIA-CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO**

FORMATO N°1

PROYECTO	"DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR. SAN LORENZO – MERCADO DE PIURA, 2017"		
SENTIDO	N	→	←
UBICACIÓN	PIURA - PIURA - PIURA		
DÍA	6		

ESTACIÓN	1			
DÍA Y FECHA	SABADO	28	ABRIL	2018

HORA	MOTOS		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
	LINEAL	TRIMOVIL			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRAM VEHICULO																					
0:00-1:00	0	0	0	0	0			0													
1:00-2:00	0	0	0	0	0			0													
2:00-3:00	0	0	0	0	0			0													
3:00-4:00	0	0	0	0	0			0													
4:00-5:00	0	0	0	0	0			0													
5:00-6:00	0	0	0	0	0			0													
6:00-7:00	5	18	15	3	5			15													
7:00-8:00	8	25	18	5	9			13													
8:00-9:00	10	26	17	9	13		2	15													
9:00-10:00	11	35	17	8	15		1	18													
10:00-11:00	11	35	29	12	13		1	19													
11:00-12:00	13	36	38	12	12		1	21													
12:00-13:00	13	39	43	12	11			25													
13:00-14:00	12	35	39	11	11			27													
14:00-15:00	10	31	33	11	13		2	26													
15:00-16:00	11	28	32	10	14			18													
16:00-17:00	9	28	30	9	10		2	18													
17:00-18:00	8	29	32	9	11		1	20													
18:00-19:00	8	31	31	11	9		1	15													
19:00-20:00	7	22	21	8	6			13		1											
20:00-21:00	3	21	15	7	3			10													
21:00-22:00	0	0	0	0	0			0													
22:00-23:00	0	0	0	0	0			0		1											
23:00-24:00	0	0	0	0	0			0													
TOTAL	139	439	410	137	155		11	273			2										

RESPONSABLE: _____
ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR

**FORMATO RESUMEN DEL DIA-CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁFICO**

FORMATO N°1

PROYECTO	"DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR. SAN LORENZO – MERCADO DE PIURA, 2017"		
SENTIDO	N	→	← S
UBICACIÓN	PIURA - PIURA - PIURA		
DIA	7		

ESTACIÓN	1		
DÍA Y FECHA	DOMINGO	29	ABRIL 2018

HORA	MOTOS		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
	LINEAL	TRIMOVIL			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRAM VEHICULO																						
0:00-1:00	0	0	0	0	0			0														
1:00-2:00	0	0	0	0	0			0														
2:00-3:00	0	0	0	0	0			0														
3:00-4:00	0	0	0	0	0			0														
4:00-5:00	0	0	0	0	0			0														
5:00-6:00	0	0	0	0	0			0														
6:00-7:00	5	18	15	3	5			10														
7:00-8:00	7	25	18	5	9		1	14														
8:00-9:00	13	25	16	9	13		3	16														
9:00-10:00	13	33	21	10	15		1	17														
10:00-11:00	12	33	28	14	13		2	17														
11:00-12:00	10	35	36	13	12		1	16														
12:00-13:00	13	39	40	12	11			26														
13:00-14:00	12	34	38	12	11			25														
14:00-15:00	10	31	32	11	13		1	19														
15:00-16:00	9	29	32	10	13			18														
16:00-17:00	8	29	31	13	10		1	16														
17:00-18:00	8	29	35	9	11			15														
18:00-19:00	9	33	21	8	9			15														
19:00-20:00	5	24	19	8	6			13														
20:00-21:00	3	21	15	7	2			8														
21:00-22:00	0	0	0	0	0			0														
22:00-23:00	0	0	0	0	0			0			1											
23:00-24:00	0	0	0	0	0			0														
TOTAL	137	438	397	144	153		10	245			1											

RESPONSABLE: _____
ROSANA NOEMI RONDOY AGUILAR

Tabla 14. Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2010-2013).

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros								
P001	Aguas Calientes	0.992382	0.920195	1.068743	1.075160	1.169200	1.184254	0.936857	0.879831	0.867443	1.050135	1.040737	1.010235
P002	Aguas Claras	1.120729	1.160006	1.095403	1.045593	0.973398	0.953971	0.890315	0.923189	1.050493	1.033557	1.008857	0.932598
P003	Ambo	1.035571	1.102719	1.094765	1.028035	1.011158	1.047825	1.020222	0.979908	1.031114	0.982223	0.952948	0.861338
P004	Atico	0.934263	0.764183	1.000100	1.047885	1.162355	1.221341	1.023835	0.999045	1.141732	1.095546	1.105757	0.864690
P005	Ayaviri	1.036650	0.967293	1.509918	1.121253	1.191289	1.173181	0.957975	0.883276	0.880329	0.996700	0.985409	0.865891
P006	Bagua	1.056196	1.109595	1.169597	1.102517	1.074476	1.024215	0.969664	0.949647	0.955497	1.009393	1.038757	0.876256
P007	Bujama	0.619687	0.582335	0.689777	1.018653	1.661345	1.793992	1.366112	1.514720	1.653584	1.297168	1.217959	1.012960
P039	Mocce	0.988368	0.962589	1.015888	1.097568	1.088704	1.041461	1.020978	0.914061	1.042163	1.045342	1.020761	0.906705
P040	Montalvo	0.952951	0.982183	1.081383	1.089070	1.116355	1.120768	0.979418	0.915982	1.020771	1.048732	1.025820	0.868989
P041	Mórrope	0.882757	0.924620	1.070067	1.124741	1.150790	1.169035	0.882586	0.979860	1.183850	1.101693	1.140363	0.785395
P042	Moyobamba	1.178276	1.138916	1.113240	1.051469	1.033499	0.926456	0.937374	0.928181	0.968301	0.971935	0.942950	0.938618
P043	Nazca	0.998482	0.968412	1.029348	1.054918	1.108427	1.123463	0.924936	0.902211	1.026323	1.026347	1.095925	0.896682
P044	Pacanguilla	0.951242	0.972866	1.068221	1.033149	1.067478	1.103852	0.890865	0.949958	1.131137	1.130123	1.126137	0.839516
P045	Pacra	1.110540	1.116333	1.032097	0.874611	1.126100	1.055529	0.916323	0.999696	1.066166	1.025252	1.005852	0.966826
P046	Paita	0.888620	0.846215	0.955639	1.036748	1.152649	1.146220	1.350730	1.066184	1.026845	1.105145	1.089163	0.791592
P047	Pampa Cuéllar	1.049977	0.941641	1.121317	1.130921	1.165483	1.203320	0.967152	0.740558	1.051413	1.022972	1.039633	0.914584
P048	Pampa Galera	1.049449	1.115322	1.189206	1.141811	0.953547	1.044147	0.968588	0.820661	1.029797	1.005944	1.030903	0.927163
P049	Patahuasi	1.154511	0.945466	1.168618	1.091643	1.128276	1.126704	0.924874	0.767332	0.989006	0.952423	1.006260	0.952658
P050	Pedro Ruiz	0.993233	1.029596	1.080265	1.209410	1.101453	1.037956	0.924837	0.913536	0.982339	1.028582	1.004107	0.997269
P051	Piura Sullana	0.920508	0.918587	1.012812	1.067426	1.079278	1.051401	0.996521	0.994501	1.034053	1.082971	1.066464	0.939187
P052	Pomalca	0.769321	0.749243	0.782892	0.831381	0.786013	1.014466	1.793785	0.974946	0.991258	1.017340	1.051915	0.998837

Fuente: Unidades Peaje PVN

Elaboración: OGPP

Tabla 15. Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2010-2013).

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados								
P032	Ica	1.024076	1.011173	1.029908	1.022044	1.068010	1.079791	1.043697	1.002446	0.991907	0.944277	0.997216	0.891610
P033	Ilave	1.098290	1.036475	1.042219	1.643594	1.074546	1.072822	0.974334	0.861489	1.014579	0.989874	0.999383	0.886819
P034	Ilo	1.014983	0.977024	0.976785	1.069421	1.036196	1.093447	1.019384	1.045911	0.991919	1.027302	0.989154	0.883206
P035	Jahuay Chincha	1.044326	1.016959	1.028146	1.000172	1.035235	1.059892	1.016620	1.004540	1.012376	0.970028	1.011518	0.897131
P036	Lunahuaná	1.117705	1.074653	1.072419	1.064922	0.861465	1.070093	1.031545	1.036390	0.998830	0.907237	0.935730	1.045576
P037	Marcona	1.049281	0.999218	0.968928	1.065838	1.084418	1.012221	1.025558	1.108298	0.974742	0.978969	0.932855	1.025148
P038	Matarani	0.844686	0.760509	0.932370	1.136254	1.155390	1.188635	1.161362	1.144690	1.132786	1.090607	1.133596	1.338546
P039	Mocce	0.999739	1.029667	1.110047	1.122763	1.035493	0.963260	0.993512	0.915971	1.082418	1.019173	1.003934	0.917786
P040	Montalvo	1.018973	0.986837	1.004121	1.020575	1.025752	1.081602	1.033640	0.996394	1.049480	1.025485	1.010318	0.880087
P041	Mórrope	0.949054	0.951983	1.014531	1.078873	1.068757	1.029589	1.013005	0.994290	1.043866	1.056761	1.045365	0.906838
P042	Moyobamba	1.100681	0.996518	1.015998	1.076312	1.055468	0.988711	0.990681	0.944552	0.961954	0.980645	0.964170	0.987785
P043	Nazca	0.956162	1.083271	1.105598	1.098732	1.134869	1.145323	1.086919	1.031972	1.094248	1.058282	1.052412	0.971032
P044	Pacanguilla	0.949198	0.953274	1.018721	1.338946	1.173096	1.019806	0.993534	0.963591	1.027556	1.056321	1.032569	0.924794
P045	Pacra	1.118314	1.067730	1.065327	0.948125	0.990753	0.959127	0.958425	0.980288	1.021957	1.005330	1.031313	0.976288
P046	Paita	1.018951	0.952383	0.942930	1.041141	1.032175	1.028817	1.379026	1.027868	0.995480	1.018765	0.990450	0.904840
P047	Pampa Cuéllar	1.112577	1.075219	1.080287	1.072265	1.018126	1.112320	0.965437	0.914365	1.024142	0.999119	0.963115	0.886168
P048	Pampa Galera	1.104728	1.114355	1.130416	1.078073	0.945893	1.034742	1.067603	0.916792	0.963632	0.943888	0.936628	0.941910
P049	Patahuasi	1.089206	1.044719	1.059195	1.025297	1.062170	1.085018	1.026730	0.916007	0.971307	0.926516	0.941959	0.945931
P050	Pedro Ruiz	1.003620	0.964426	1.013598	3.570378	1.043144	1.114995	0.956615	0.944312	0.988379	1.017231	0.987071	1.136902
P051	Piura Sullana	0.971908	0.945697	1.017677	1.050156	1.041486	0.998695	0.991567	1.005043	1.029725	1.076486	1.047890	0.961201
P052	Pomalca	1.028688	0.984591	0.915422	0.911452	0.875076	0.853631	1.121234	1.174516	1.012305	0.999812	1.069298	1.056931

Fuente: Unidades Peaje PVN

Elaboración: OGPP

Tabla 16. Tasa de crecimiento anual de la población por departamento del Perú.

DEPARTAMENTO	AÑOS			
	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
COSTA				
Callao	2.60	2.30	2.10	1.80
Ica	1.70	1.50	1.30	1.20
La Libertad	1.80	1.70	1.50	1.30
Lima	1.90	1.70	1.50	1.30
Moquegua	1.70	1.60	1.40	1.30
Piura	1.30	1.20	1.10	0.90
Tacna	3.00	2.70	2.40	2.10
Tumbes	2.80	2.60	2.30	2.00
SIERRA				
Ancash	1.00	0.90	0.80	0.70
Apurímac	0.90	1.00	1.00	1.00
Arequipa	1.80	1.70	1.50	1.30
Ayacucho	0.10	0.30	0.40	0.40
Cajamarca	1.20	1.20	1.10	0.90
Cusco	1.20	1.20	1.10	1.00
Huancavelica	0.90	1.00	0.90	0.90
Huanuco	2.00	1.80	1.70	1.60
Junín	1.20	1.20	1.00	0.90
Pasco	0.40	0.60	0.50	0.40
Puno	1.20	1.20	1.10	1.00
SELVA				
Amazonas	1.90	1.80	1.70	1.50
Loreto	2.50	2.20	2.00	1.90
Madre de Dios	3.30	2.90	2.60	2.30
San Martín	3.70	3.30	2.90	2.60
Ucayali	3.70	3.30	2.90	2.50

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

PRODUCTO BRUTO INTERNO, SEGÚN DEPARTAMENTO: 2007 - 2014
(Tasa de crecimiento promedio1/ anual)
Base 2007

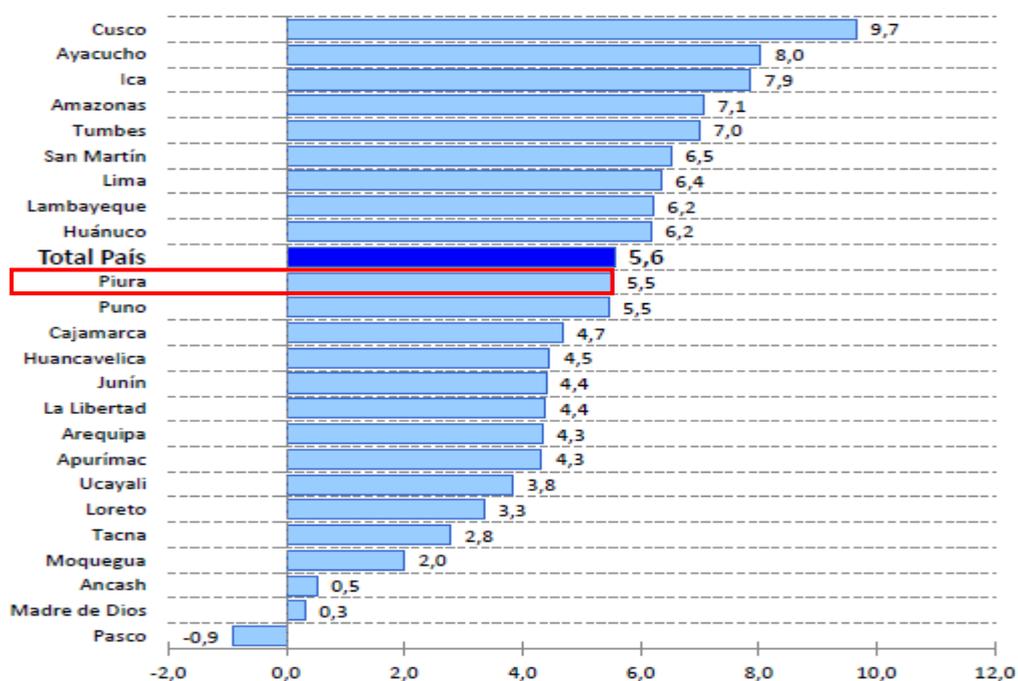
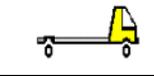


Figura 9. Tasa del crecimiento anual del Producto Bruto Interno por región del Perú.

Tabla 17. Eje equivalente ejercido por cada vehículo (Figura 10).

	Diagrama	Descripción	Eje Posterior				F Camión	
			Eje Delantero	1 Eje	2 Eje	3 Eje		4 Eje
AUTO		Carga (Tn)						
		F.EE.					0	
STATION VAGON		Carga (Tn)					0	
		F.EE.					0	
PICK UP		Carga (Tn)					0	
		F.EE.					0	
PANEL		Carga (Tn)					0	
		F.EE.					0	
COMBI RURAL		Carga (Tn)					0	
		F.EE.					0	
MICRO		Carga (Tn)					0	
		F.EE.					0	
CAMION 2E		Carga (Tn)	7	11	0	0	0	18
		F.EE.	1.27	3.33	0	0	0	4.61

Fuente: Elaboración Propia

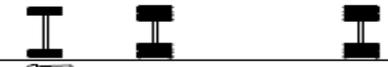
TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
				Conjunto de ejes posteriores					
				1°	2°	3°	4°		
C2		12,30	7	11	---	---	---	18	
C3		13,20	7	18	---	---	---	25	
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	---	---	---	30	
8x4		13,20	7+7 ⁽⁵⁾	18	---	---	---	32	
T2S1		20,50	7	11	11	---	---	29	
T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36	
T2Se2		20,50	7	11	11	11	---	40	

Figura 10. Pesos y medidas máximas permitidas de vehículos pesador.

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Figura 11. Ecuación de eje equivalente por cada vehículo.

Tabla 18. Factores de Direccional y Carril para determinar el tránsito en el carril de Diseño.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para el carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología y geotecnia del MTC (2014).

Tipos Tráfico pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE
	≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE
	≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE
	≤ 500, 000 EE
T _{P3}	> 500, 000 EE
	≤ 750, 000 EE
T _{P4}	> 750, 000 EE
	≤ 1'000,000 EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE
	≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE
	≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE
	≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE
	≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE
	≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE
	≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE
	≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE
	≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE
	≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE
	≤ 30'000,000 EE
T _{P15}	>30'000,000 EE

Figura 12. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño.

ANEXO 07: DATOS DE LOS ESPESORES DEL PAVIMENTO PERMEABLE DEL TRAMO JR. SAN LORENZO

Se muestra los datos necesarios para lograr el tercer objetivo el cual es: “Determinar los espesores del pavimento permeable del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018.”

**Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)
Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt)
Diferencial de Serviciabilidad
Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

Figura 13. Índice de serviciabilidad inicial (Pi). índice de serviciabilidad final o terminal (Pt). Diferencial de severidad según rango de tráfico.

**Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R)
y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años
según rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T _{P15}		>30'000,000	95%	-1.645

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Figura 14. Valores recomendados a nivel de confiabilidad (R) y desviación estándar normal (Zr) para una sola etapa de 20 años según rango de tráfico.

**Valores Recomendados de Resistencia del Concreto
según rango de Tráfico**

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Figura 15. Valores Recomendados de resistencia la concreto según rango de tráfico.

Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Figura 16. Valores de Coeficiente de transmisión de carga J.

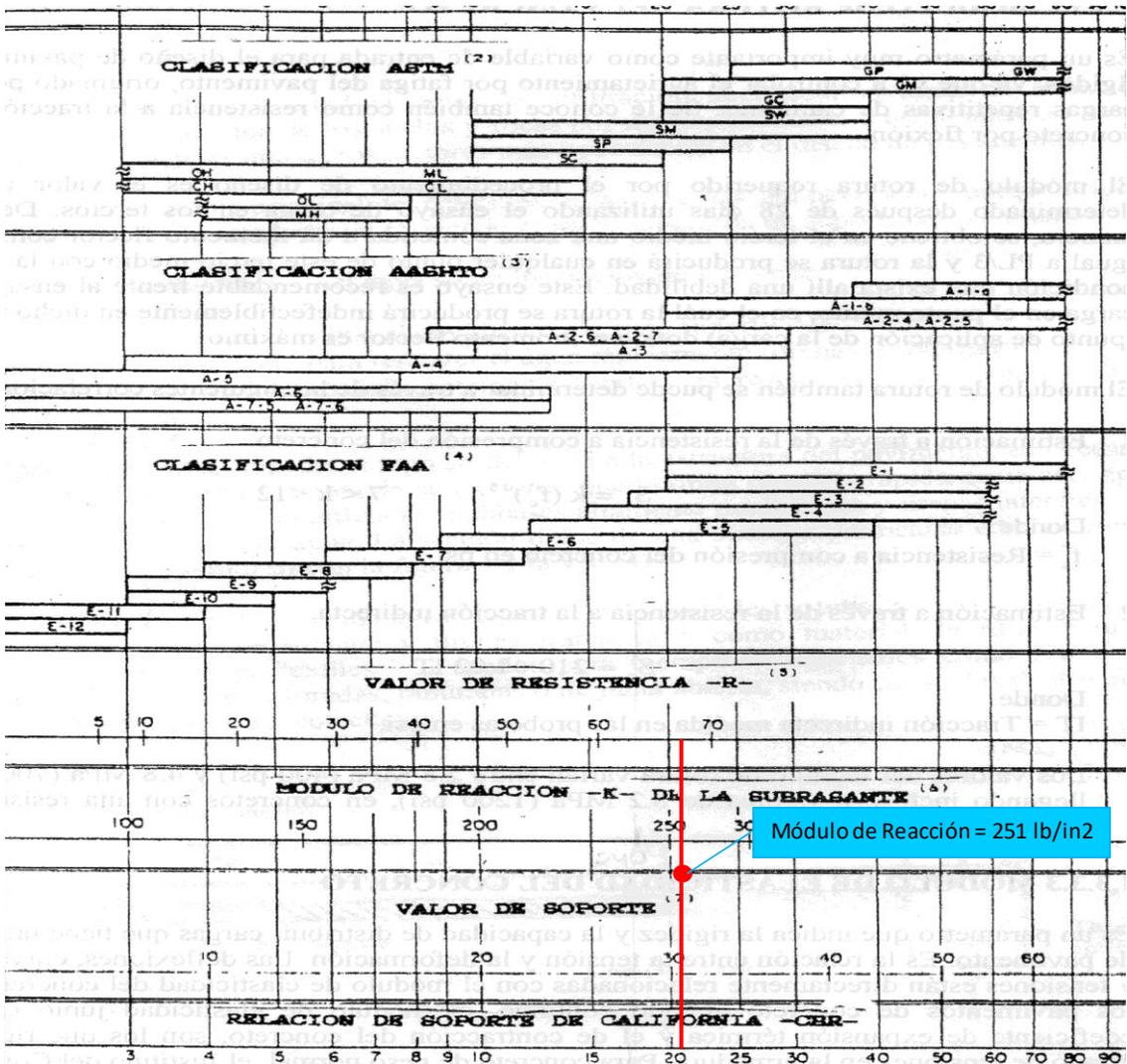


Figura 17. Valor del módulo de reacción de la subrasante (k).

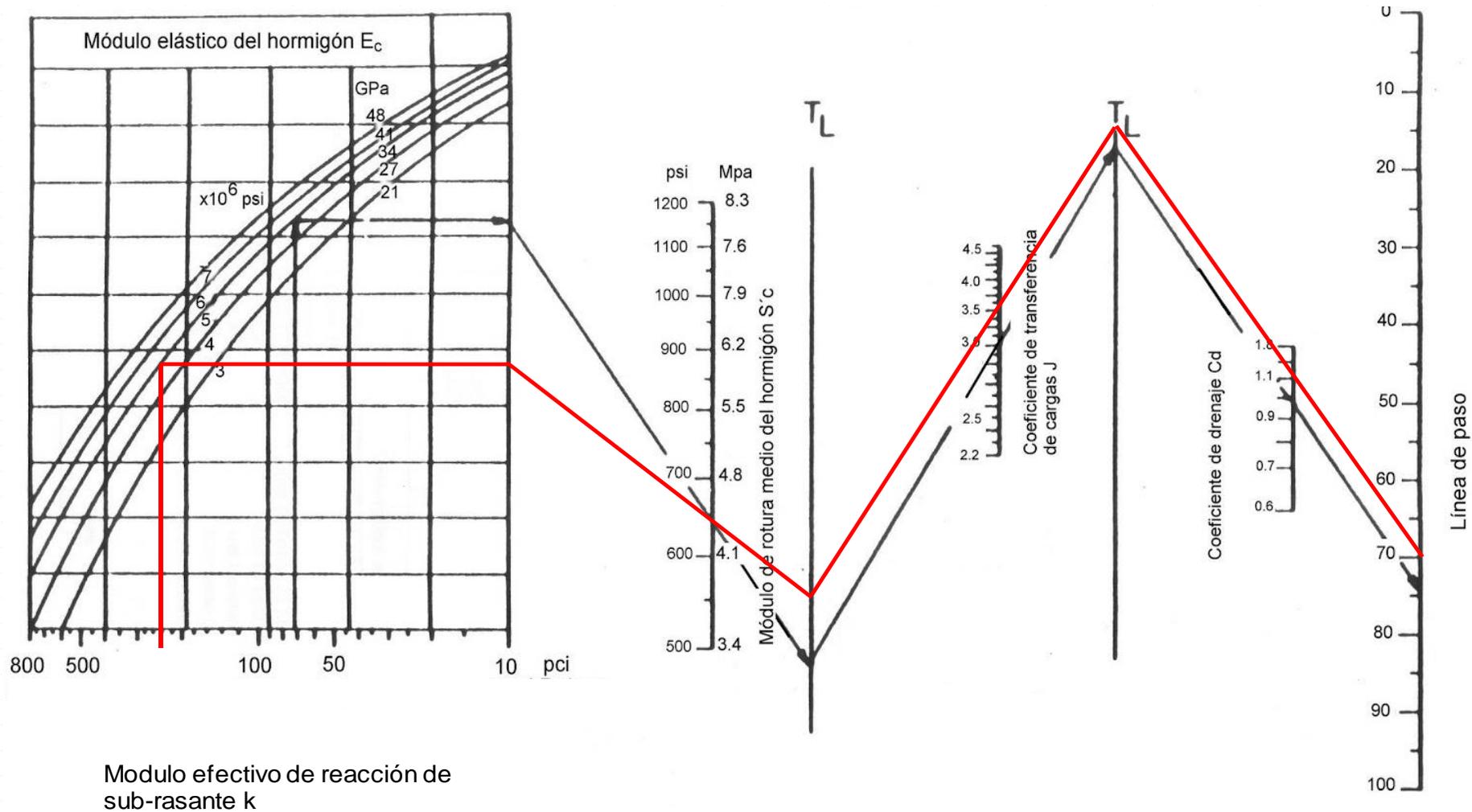


Figura 18. Monogramas de la metodología AASHTO 93, para el diseño de estructuras de pavimentos.

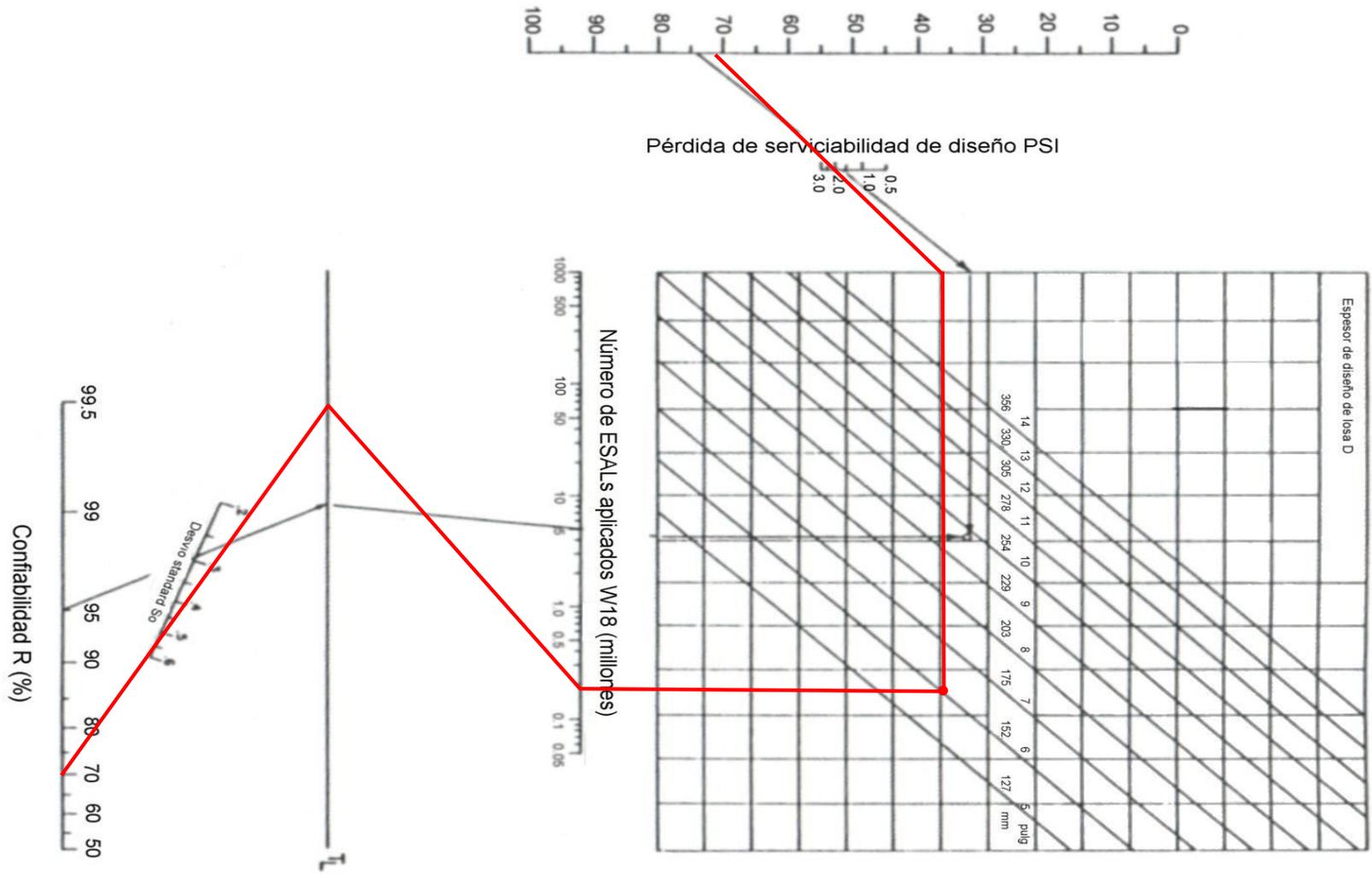


Figura 19. Monogramas de la metodología AASHTO 93, para determinar la losa de concreto.

**ANEXO 08: DATOS PARA DETERMINAR EL ESTUDIO HIDROLOGICO PARA
EL DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR. SAN LORENZO**

Se muestra los datos necesarios para lograr el cuarto objetivo el cual es: “Determinar el estudio hidrológico para el drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo - Mercado de Piura, 2018”.

**Coefficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas
Para 5 y 10 años de Periodo de Retorno**

Características de la superficie	Coefficiente de Escorrentía	
Calles	Pavimento Asfáltico	0,70 a 0,95
	Pavimento de concreto	0,80 a 0,95
	Pavimento de Adoquines	0,70 a 0,85
Veredas	0,70 a 0,85	
Techos y Azoteas	0,75 a 0,95	
Césped, suelo arenoso	Plano (0 - 2%) Pendiente	0,05 a 0,10
	Promedio (2 - 7%) Pendiente	0,10 a 0,15
	Pronunciado (>7%) Pendiente	0,15 a 0,20
Césped, suelo arcilloso	Plano (0 - 2%) Pendiente	0,13 a 0,17
	Promedio (2 - 7%) Pendiente	0,18 a 0,22
	Pronunciado (>7%) Pendiente	0,25 a 0,35
Praderas	0,20	

Figura 20. Coeficiente de escorrentía promedio para áreas urbanas.

DIAMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
100	60
150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores	150

Figura 21. Distancia de las Cámaras de Inspección (De acuerdo con el RNE OS. 070 REDES DE AGUAS RESIDUALES).

Tabla 19. Datos históricos de intensidad de precipitación en (mm/h). (datos tomados hasta el año 2016).

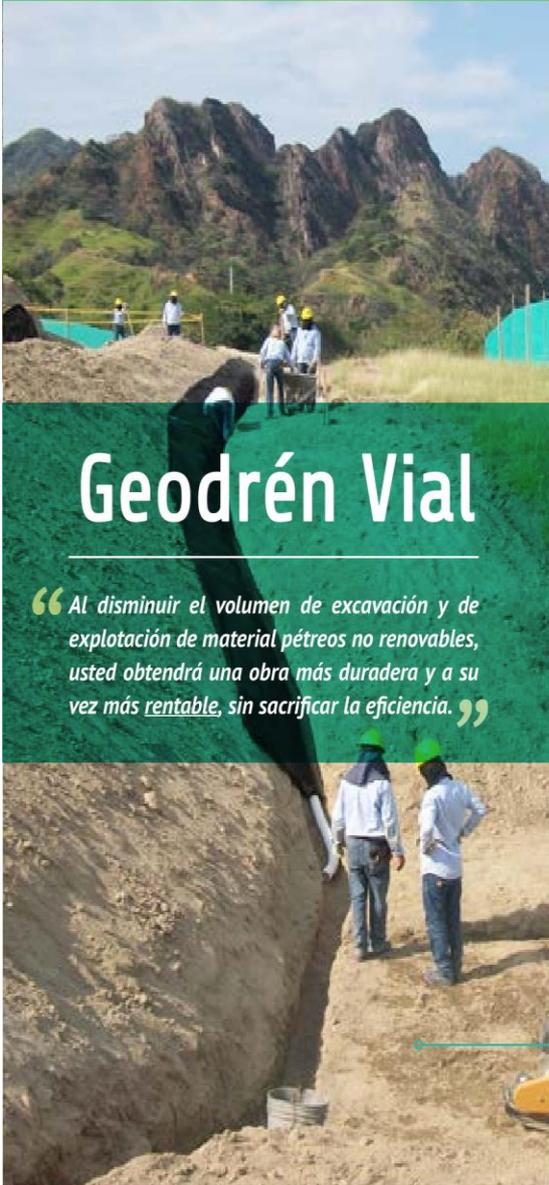
Departamento : Piura Provincia : Piura Distrito : Castilla
 Latitud : 5° 10' 31" Longitud : 80° 36' 59.55" Altitud : 34

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1995	4.7	1.9	0.01	0.9	0	0	0.2	0	0.7	0.3	0.7	6.8	6.8
1996	1.8	0	0	0.4	0	0.3	0	0	0	0	0	0	1.8
1997	0.01	17.3	0.6	11.5	0	0.3	0	0	0	0.4	2.1	49.5	49.5
1998	173.6	86.9	112	53.4	4.4	0	0	0	0.2	2	0.1	0.2	173.6
1999	3	16	0.7	6.8	0.7	1.3	0	0	0	0.2	0	0.6	16
2000	2	7.3	1.8	6.3	2	0.6	0.01	0.01	0	0	0	12.8	7.3
2001	6.2	3.9	61.5	12.6	0	0	0.01	0	0	0.5	0	4.3	61.5
2002	0	3.4	83.5	91.5	0	0	0	0	0	0	2.3	0.4	91.5
2003	4.1	16	3.2	0	0	0.8	0	0	0.5	0	6.2	1.3	16
2004	4.6	0.7	0	4.7	1.1	0	0	0	0	0.8	0.8	6.7	6.7
2005	2.2	0.7	17.7	0.6	0	0	0	0	0	2.5	0	0	17.7
2006	0	26.9	30.7	0	0	0.6	0	0	0	0.3	0.3	0.6	30.7
2007	6.5	0	3.7	3.5	0	0	0	0	0	0	0.6	0	6.5
2008	3.5	29.5	16.5	33	1	0.2	0.9	0	0	0.2	0.2	0	29.5
2009	18.3	1.7	1.8	S/D	3.6	0.3	0.2	0	S/D	0	3.9	0.6	18.3
2010	1	35	11.5	4.7	2	0	0	0	0	1.2	0	0	35
2011	1.4	1.8	0	0.8	0.3	0	3.6	0	0	0	2.2	0.8	3.6
2012	3.1	25	11.6	4.4	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0.2	25
2013	0.8	3.8	22.6	0	3.4	0	0	0	0	1.3	0	0.2	22.6
2014	0	5.6	5.3	0.6	0.4	0.2	0.1	0	0	0.6	0.01	0.5	5.6
2015	0.01	0.9	28.8	0	0.01	1.6	0.01	0	0	0	S/D	S/D	28.8
2016	6	16	26	5	0	0	0	0	0	0	0	1.1	26
Máximo	173.6	86.9	112	91.5	4.4	1.6	3.6	0	0.7	2.5	6.2	49.5	173.6

Fuente: Pagina Web del SENAMHI.

ANEXO 09: CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA EL DRENAJE PLUVIAL DE ACUERDO A GEOSISTEMAS PAVCO

Geosistemas
PAVCO



Geodrén Vial

“ Al disminuir el volumen de excavación y de explotación de material pétreos no renovables, usted obtendrá una obra más duradera y a su vez más rentable, sin sacrificar la eficiencia. ”

¿Qué es?

El Geodrén Vial es un sistema integral de captación, conducción y evacuación de fluidos que está compuesto por un Geodrén Planar y tubería corrugada de drenaje. El Geodrén Vial es una alternativa al sistema de drenaje tradicional o subdrenaje francés, donde la red y la tubería cumplen la función de drenaje, mientras el Geotextil actúa como elemento de filtración.

* DRENAJE DE TERRAPLENES EN VIAS INTERNAS DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TESALIA
Huila, Colombia

5



Valor agregado del Sistema

Menor tiempo de ejecución por:

- Menor volumen de excavación
- Fácil manipulación e instalación
- Permite el reemplazo de grava seleccionada por materiales granulares del sitio

Menor impacto ambiental por:

- Menor exigencia de capacidad en botaderos, por menor volumen de excavación
- Reducción en la explotación de materiales pétreos no renovables, generando disminución de la huella de carbono por ahorro de combustible

Ahorro económico por:

- Menor recorrido de acarreo por disminución en el volumen de excavación y materiales pétreos
- Ideal para obras de difícil acceso o distantes de las fuentes de materiales
- Mayor vida útil de su capacidad drenante, debido a que sus tiempos de colmatación son mucho mayores que los filtros convencionales, disminuyendo el mantenimiento en las vías

6

Geodrén Planar

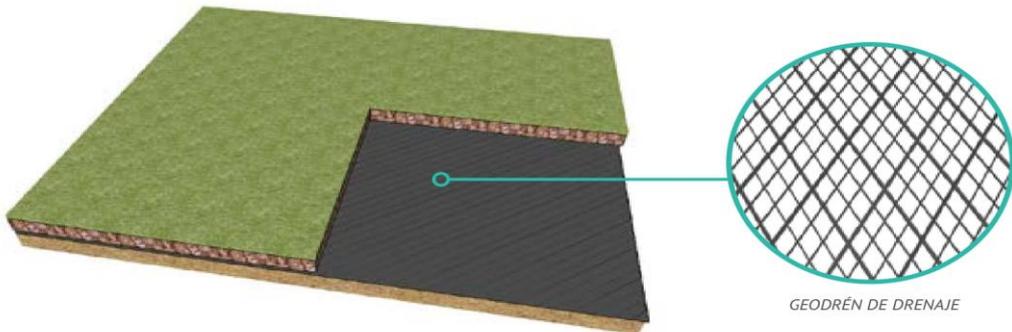
“ Por su estructura y diseño, El Geodrén Planar, genera mayor facilidad de construcción y disminuye las posibilidades de falla, al mejorar la interacción suelo-estructura ”

¿Qué es?

El Geodrén Planar es un sistema conformado por Geotextiles no tejidos punzonados por agujas y Geored de polietileno de alta densidad (HDPE). El Geotextil cumple la función de filtración, reteniendo las partículas del suelo y permitiendo el paso de los fluidos. La Geored por su parte, es el medio drenante encargado de transportar el agua que pasa a través del filtro. El Geodrén Planar es el sistema más adecuado para captar y conducir los fluidos en su plano hacia un sistema de evacuación.

* PLATAFORMA PETROLERA
Nariño - Cundinamarca, Colombia

9



GEODRÉN DE DRENAJE

Valor agregado del Sistema

Menor tiempo de ejecución por:

- Menor volumen de excavación en las estructuras de pavimento
- Reemplaza el uso del material pétreo en el colchón drenante
- Es flexible y se adapta a la geometría de la obra
- Fácil de transporte al sitio de instalación

Menor impacto ambiental por:

- Menor exigencia de capacidad en botaderos
- Reducción en la explotación de materiales pétreos no renovables, generando disminución de la huella de carbono por ahorro de combustible

Ahorro económico por:

- Menor recorrido de acarreo por disminución en el volumen de excavación y materiales pétreos
- Ideal para obras de difícil acceso o distantes de las fuentes de materiales
- Mayor vida útil de su capacidad drenante, debido a que sus tiempos de colmatación son mucho mayores que los filtros convencionales, disminuyendo el mantenimiento en las vías

10

Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad (HDPE)

Las Geomembranas HDPE son resistentes a una amplia gama de productos químicos, incluidos ácidos, sales, alcoholes, aceites e hidrocarburos.

Además de su excelente resistencia al ataque de agentes químicos y rayos ultravioleta, presentan altas propiedades mecánicas para la supervivencia frente a los esfuerzos de instalación en obra. Su permeabilidad, muy baja, le permite actuar como barrera al paso de fluidos y gases.

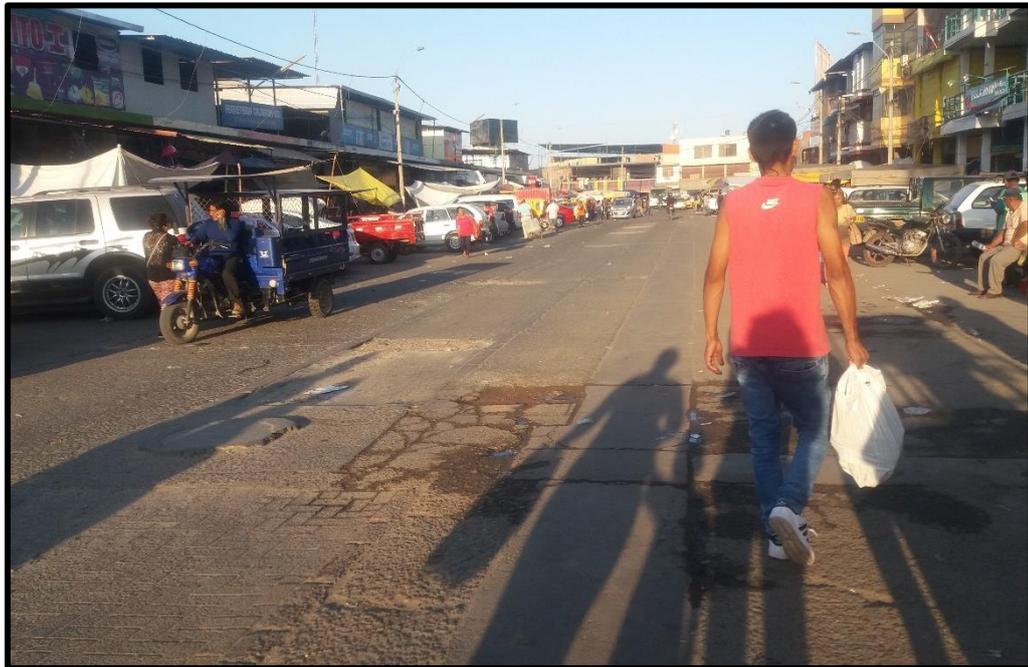


Relleno Sanitario Alamos
Alamos, Sonora, 2011 (Geomembrana TEXT
HDPE 40 mils. Geotextil NT 2500)

ANEXO 10: PANEL FOTOGRÁFICO

Se muestra la evidencia fotográfica que se obtuvo durante el desarrollo de la presente investigación.

Problema actual del mal estado de la infraestructura vial del jr. San Lorenzo.



En las presentes fotografías se observa el mal estado actual, en la que se encuentra el pavimento del Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura.

Evidencia fotográfica del estudio de tráfico.



En la presente fotografía se muestra el vehículo tipo Micro, clasificado como vehículo liviano según el Reglamento Nacional de Vehículo.

En la presente fotografía se muestra el vehículo tipo Pick up, clasificado como vehículo liviano según el Reglamento Nacional de Vehículo.



En la presente fotografía se muestra el vehículo tipo Auto, clasificado como vehículo liviano según el Reglamento Nacional de Vehículo.

Se realizó el estudio de tráfico para conocer las cargas de transitabilidad que soportara la estructura del pavimento, mediante este estudio se obtuvo que la vía en estudio la mayoría de vehículos que transitan son livianos tal como se aprecia en las fotografías.

Evidencia fotográfica del Estudio de Mecánica de Suelos.



En la presente fotografía se muestra la excavación de la calicata 01 realizado de acuerdo a las indicaciones del Manual de carretera, para la extracción de las muestras y llevarlas a laboratorio para la aplicación de los ensayos

En la presente fotografía se muestra la excavación de la calicata 02 a una profundidad de 1.50 m para la extracción de las muestras para luego llevarlas a laboratorio para la aplicación



ANEXO 11: PLANOS

- PLANO CATASTRAL DE PIURA
- PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS
- PLANO DE CURVAS DE NIVEL
- PLANO DE CIRCUITO DE DRENAJE PLUVIAL
- PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS CAMARAS DE INSPECCIÓN
- PLANO DE DETALLES