



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

“Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de Av.
Miguel Grau, tramo Jr. Isidro Alcibar, San Martín de Porres, 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

Ingeniero Civil

AUTORES:

Bach. Balcázar Yllesca, James (ORCID: 0000-0001-8358-4272)

Bach. Luque Ramírez, Marleny Consuelo (ORCID: 0000-0001-8356-4407)

ASESORA:

Mg. Ing. Ramos Gallegos, Susy Giovana (ORCID: 0000-0003-2450-9883)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial.

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A nuestros padres, familiares y amigos, por todo su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad César Vallejo y a nuestros asesores de tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1 Tipo y diseño de la investigación	12
3.2 Variables y operacionalización	12
3.3 Población, muestra y muestreo	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .	13
3.5 Procedimientos	15
3.6 Manejo de análisis de datos	15
3.7 Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN.....	33

VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS	49
Anexo 1: Matriz de consistencia.	50
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.	52
Anexo 3: Ficha de validación.	54
Anexo 4: Planos.....	56
Anexo 5: Panel fotográfico.....	69
Anexo 6: Memoria de cálculo – estudio de tránsito vehicular.	76
Anexo 7: Ficha de observación.....	78
Anexo 8: Ensayo de laboratorio de suelos.....	82
Anexo 9: Estudio de impacto ambiental.....	87
Anexo 10: Estudio topográfico	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros empleados en el Método AASHTO 93.	10
Tabla 2: Ubicación de calicatas.....	17
Tabla 3: Recolección de muestras para ensayos de laboratorio.....	18
Tabla 4: Calicatas excavadas y ensayos realizados.	18
Tabla 5: Clasificación de suelos.	19
Tabla 6: Tipos y rangos de tráfico.	25
Tabla 7: Valores recomendados de R y ZR.	26
Tabla 8: Valores recomendados para Pi y Pt.	27
Tabla 9: Valores recomendados de MR.	28
Tabla 10: CBR mínimos recomendados para la subbase.	30
Tabla 11: Valores recomendados para J.....	31
Tabla 12: Matriz de consistencia.	51
Tabla 13: Matriz de operacionalización de variables.....	53
Tabla 14: Ficha de validación.....	55
Tabla 15: Memoria de cálculo – determinación de ESAL de diseño.	77
Tabla 16: Ficha de observación – Revisor 1.	79
Tabla 17: Ficha de observación.	80
Tabla 18: Ficha de observación.	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la zona en estudio.	16
Figura 2: Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante (K_0).	29
Figura 3: Determinación de módulo de reacción de subbase granular.	30
Figura 4: Estructura pavimento rígido.	32
Figura 5: Plano de señalización – progresiva 0+000 – 0+240.	57
Figura 6: Plano de señalización – progresiva 0+240 – 0+580.	58
Figura 7: Plano de señalización – progresiva 0+580 – 0+860.	59
Figura 8: Plano de señalización – progresiva 0+860 – 1+140.	60
Figura 9: Plano de señalización – progresiva 0+860 – 1+140.	61
Figura 10: Plano de diseño geométrico km 0+00 – 0+240.	62
Figura 11: Plano de diseño geométrico km 0+240 – 0+580.	63
Figura 12: Plano de diseño geométrico km 0+580 – 0+860.	64
Figura 13: Plano de diseño geométrico km 0+860 – 1+140.	65
Figura 14: Plano de diseño geométrico km 1+140 – 1+380.	66
Figura 15: Plano de diseño geométrico – secciones típicas.	67
Figura 16: Plano clave – diseño geométrico.	68
Figura 17: Foto calicata C-01.	70
Figura 18: Foto calicata C-02.	71
Figura 19: Foto calicata C-03.	72
Figura 20: Foto calicata C-04.	73
Figura 21: Foto calicata C-05.	74
Figura 22: Foto calicata C-06.	75
Figura 23: Análisis Granulométrico sub base..	83
Figura 24: CBR sub base.	84
Figura 25: Análisis Granulométrico – sub rasante.	85
Figura 26: CBR - subrasante.	86

RESUMEN

La presente tesis titulada “Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de Av. Miguel Grau, tramo Jr. Isidro Alcibar, San Martín de Porres,2020”, tiene por finalidad realizar el diseño de pavimento rígido aplicando el método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad vehicular de la Av. Miguel Grau en el tramo Jr. Isidro Alcibar-, del distrito de San Martín de Porres. Así mismo se determinará la influencia del análisis de tráfico en la conservación vial de la Av. Miguel Grau, así como la influencia de la estructura del pavimento en el tránsito vehicular de dicha avenida.

El tema elegido para la presente tesis es muy importante debido a que el pavimento existente en la Av. Miguel Grau en el tramo Jr. Isidro Alcibar se encuentra deteriorado, para lo cual se ha contemplado la demolición de la losa en mal estado y la construcción de un nuevo pavimento rígido, esto con fines de mejorar la transitabilidad vehicular en dicha zona en estudio.

Cabe precisar también que producto del mal estado de la vía se ha incrementado la aparición de enfermedades respiratorias en la población, producto de la polución presente en la zona, perjudicando la calidad de vida de la población y sus actividades económicas y laborales. Estos problemas serán solucionados también con la construcción del nuevo pavimento rígido.

Dentro de los principales aportes de la presente tesis podemos mencionar que, mediante el diseño de infraestructura vial aplicando el método AASHTO 93 se podrá mejorar la transitabilidad vehicular de la Av. Miguel Grau en el distrito de San Martín de Porres – Lima.

Palabras clave: Pavimento rígido, transitabilidad vehicular.

ABSTRACT

The present thesis entitled "Rigid pavement design to improve the walkability of Av. Miguel Grau, Jr. Isidro Alcibar section, San Martín de Porres, 2020", aims to carry out the rigid pavement design applying the AASHTO 93 method to improve the vehicular traffic of Av. Miguel Grau in the section Jr. Isidro Alcibar-, of the district of San Martín de Porres. Likewise, the influence of the traffic analysis on the road conservation of Av. Miguel Grau will be determined, as well as the influence of the pavement structure on the vehicular traffic of said avenue.

The topic chosen for this thesis is very important because the existing pavement on Av. Miguel Grau in the Jr. Isidro Alcibar section is deteriorated, for which the demolition of the slab in poor condition and the construction of a new rigid pavement, this in order to improve vehicular traffic in said area under study.

It should also be noted that as a result of the poor condition of the road, the appearance of respiratory diseases in the population has increased, as a result of the pollution present in the area, damaging the quality of life of the population and their economic and work activities. These problems will also be solved with the construction of the new rigid pavement.

Among the main contributions of this thesis we can mention that, through the design of road infrastructure applying the AASHTO 93 method, the vehicular traffic of Av. Miguel Grau in the district of San Martín de Porres - Lima can be improved.

Keywords: Rigid pavement, vehicular traffic.

I. INTRODUCCIÓN

Según el censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) realizado en el año 2017, el distrito de San Martín de Porres posee una población de 654083 habitantes y una densidad de 15 761,04 habitantes/km². Además, este distrito posee una superficie total de 36.91 km² y es el segundo distrito más poblado no solo de la provincia de Lima, sino también de todo el país, ya que concentra el 7.62% de la población limeña, superado solo por el distrito de San Juan de Lurigancho.

El distrito de San Martín de Porres es también uno de los que poseen mayor actividad económica, ya que en él operan aproximadamente 20 mil establecimientos comerciales. Lamentablemente, debido a su alta tasa demográfica y al comercio existente, muchas veces los pavimentos existentes se deterioran rápidamente, mucho antes del periodo de vida para el cual fueron proyectados, lo cual amerita la realización de constantes mantenimientos o rehabilitaciones de las vías.

Es en este contexto que se presenta el tema tratado en la presente tesis, puesto que el pavimento existente en la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar se encuentra deteriorado, para lo cual se ha contemplado la demolición de la losa en mal estado y la construcción de un nuevo pavimento rígido, esto con fines de optimizar la transitabilidad vehicular en dicha zona en estudio. Cabe precisar también que producto del mal estado de la vía se ha incrementado la aparición de enfermedades respiratorias en la población, producto de la polución presente en la zona, perjudicando la calidad de vida de la población y sus actividades económicas y laborales. Estos problemas serán solucionados también con la construcción del nuevo pavimento rígido.

Para realizar el diseño de este pavimento, en la presente tesis se ha empleado la Metodología AASHTO 93, puesto que como se ha expone en los antecedentes de la presente investigación, esta metodología ha demostrado ser una de las más eficientes al momento de diseñar pavimentos rígidos.

Ante la problemática planteada se plantea la siguiente pregunta de carácter general: ¿De qué manera mediante el diseño de pavimento rígido se podrá mejorar la transitabilidad de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima? Además, se plantean cinco problemas específicos, el primero ¿De qué manera el diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales del pavimento de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima? Segundo, ¿De qué manera el diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima? Tercero, ¿De qué manera el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de tráfico vehicular de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima? Cuarto ¿De qué manera el diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima? Y el quinto ¿De qué manera el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de impacto ambiental de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima?

La investigación presenta una justificación tecnológica, ya que permitirá conocer mejor el Método de AASHTO 93 y su aplicación en el diseño de pavimentos rígidos, a fin de garantizar el buen desempeño de éstos. Se expondrá y explicará cómo se diseña la estructura del pavimento y las metodologías complementarias que se emplean hoy en día para optimizar el método AASHTO 93. Además, presenta una justificación social, puesto que el tema elegido para la presente tesis será de gran beneficio para la población del distrito de San Martín de Porres, en la zona de influencia en la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, ya que se reducirá la aparición de enfermedades respiratorias producto de la polución que se origina al transitar los vehículos por el pavimento en mal estado. Por otra parte, se justifica económicamente ya que permitirá evitar pérdidas económicas debido a las dificultades para realizar las actividades comerciales en la zona en estudio, producto de la mala transitabilidad vehicular en la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, del distrito de San Martín de Porres.

Como hipótesis general se establece que mediante el diseño de pavimento rígido se podrá mejorar la transitabilidad de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar,

distrito de San Martín de Porres – Lima. Por otra parte, la primera hipótesis específica establece que el diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales del pavimento de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima. En la segunda hipótesis específica se señala que el diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, en la tercera hipótesis específica se establece que el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de tráfico vehicular de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima. Asimismo, en la cuarta hipótesis específica se señala que el diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima y en la quinta y última hipótesis específica se señala que el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de impacto ambiental de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima.

Por otro lado, la presente investigación tiene como objetivo general, realizar el diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima. Asimismo, presenta los siguientes objetivos específicos: el primero, determinar cómo el diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales del pavimento de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, el segundo, determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, el tercero, determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de tráfico vehicular de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima. Asimismo, el cuarto objetivo específico consiste en determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, y el quinto y último objetivo específico, busca determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de impacto ambiental de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales

Mora y Argüelles (2015) señalan en la tesis titulada “Diseño de pavimento rígido para la Urbanización Caballero y Góngora, Municipio de Honda – Tolima”, investigación realizada para la obtención del grado académico de Especialista en Ingeniería de Pavimentos por la Universidad Católica de Colombia- Colombia, posee por objetivo principal, determinar cómo debe estar conformada la estructura del pavimento de concreto de tal manera que pueda garantizar su resistencia frente a las cargas existentes debido al tránsito vehicular en la zona en estudio mencionada. Es importante mencionar que la metodología empleada fue de tipo descriptiva. Asimismo, es imprescindible señalar, como conclusión obtenida en esta tesis, que gracias al método AASHTO fue posible obtener un valor de espesor de la placa de 12.40 cm.

Nova (2017) señala en la tesis titulada “Propuesta de rehabilitación del pavimento rígido en la Calle 127D entre carreras 93F y carrera 96 Barrio El Rubi, de la localidad de Suba-Bogotá”, investigación llevada a cabo con la finalidad de lograr la obtención del grado académico de Especialista en Ingeniería de Pavimentos por la Universidad Militar Nueva Granada – Colombia, posee por objetivo principal, lograr una alternativa eficiente que permita llevar a cabo los trabajos de rehabilitación de la vía en mención. Asimismo, es necesario mencionar que se hizo uso de una metodología descriptiva. Finalmente, la conclusión que se obtuvo en esta investigación realizada fue que resulta imprescindible, para llevar a cabo la rehabilitación con la sobrecarpeta ligada, considerar la rigidez que posee la losa de concreto que ya existe, así como la rigidez de la sobrecarpeta que se procederá a aplicar.

Gogollo y Silva (2018) señalan en la tesis titulada “Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas”, tesis llevada a cabo para lograr la obtención del grado académico de Especialista en Ingeniería de Pavimentos por la Universidad Católica de Colombia – Colombia, posee por objetivo principal, realizar un modelo utilizando el programa EverFe de

losas cortas tomando en cuenta diferentes espesores de tal manera de poder comparar con el tercer caso que expuso en su tesis el ingeniero Iván Pérez cuando llevo a cabo una comparación de losas de tipo convencional. Asimismo, es importante señalar que se hizo uso de una metodología descriptiva-explicativa. Llegando a la conclusión que, cuando se redujo el espesor entre 8 y 22 centímetros se logró reducir hasta un 20% el costo para construirlo y considerando una vida útil equivalente a la del pavimento de tipo convencional.

Szasdi (2015) señala en la tesis titulada “Optimización del desempeño de pavimentos rígidos mediante la utilización de soporte lateral”, tesis llevada a cabo con fines de lograr la obtención del título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Rafael Landívar – Guatemala, posee por objetivo principal, analizar las diferencias existentes entre pavimentos rígidos para poder definir de qué manera el empleo de diversos casos de soporte lateral pueden llegar a influir en su desempeño, ya sea de una manera positiva o negativa. La metodología de la cual se hizo uso fue descriptiva-explicativa. Asimismo, como conclusión obtenida en esta investigación se puede mencionar que, gracias al empleo de soporte lateral en las losas de concreto del pavimento, se logró disminuir las deflexiones máximas que ocurren en las esquinas debido a la carga del tránsito vehicular.

Ospina (2018) señala en la tesis titulada “Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el Municipio del Espinal – Departamento del Tolima”, tesis para obtener el grado académico de Especialista en Diseño y Construcción de Pavimentos por la Universidad Cooperativa de Colombia-Colombia, posee por objetivo principal, la realización de un diseño eficiente para el pavimento de vías urbanas del barrio mencionado. Es importante mencionar que la metodología de la cual se hizo uso fue de tipo descriptiva. Asimismo, como conclusión obtenida en esta investigación se puede mencionar que se logró determinar dos dimensiones específicas, y según parámetros técnicos de la estructura del pavimento, en el concreto hidráulico, en la base y en el mejoramiento de la subrasante se debe usar una capa de geotextil de NT2500, para aislar el material fino del granular.

Antecedentes nacionales

Ortiz y Tocto (2018) señalan en la tesis titulada “Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes – 2018”, investigación realizada con la finalidad de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad César Vallejo – Perú, posee por objetivo principal, realizar un diseño eficiente para la infraestructura del pavimento de concreto hidráulico a construirse en la zona en estudio mencionada. Es importante señalar que la metodología de la cual se hizo uso fue descriptiva. Asimismo, como conclusión obtenida en la presente tesis se puede mencionar que el pavimento diseñado se encuentra conformado por una base granular de 20 centímetros y una losa de concreto de 15 centímetros de espesor, obteniéndose un espesor total de 35 centímetros para el pavimento diseñado.

Hanco (2016) señala en la tesis titulada “Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la Ciudad de Juliaca, Tramo I Jr.Mantaro – Jr.Francisco Pizarro”, investigación llevada a cabo con fines de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional del Altiplano–Perú, posee por objetivo principal, determinar cuáles deben ser los espesores del pavimento de concreto para poder obtener un costo más bajo pero garantizando su vida útil. Asimismo, cabe señalar que la metodología de la cual se hizo uso fue de tipo descriptiva-explicativa. Finalmente, la conclusión obtenida en esta investigación fue que gracias al empleo de varias metodologías fue posible apreciar diferentes espesores para el pavimento, y con el estudio de suelos se pudo hallar el CBR característico de la sub rasante, valor que fue empleado para calcular el espesor final de la losa de concreto para el pavimento en estudio.

Delgado y Gonzáles (2019) señala en la tesis titulada “Diseño del pavimento en el área de movimiento del Aeropuerto Mórrope – Lambayeque”, investigación realizada con la finalidad de obtener el título de Ingeniero Civil por la Universidad Señor de Sipán-Perú, tiene como objetivo principal, realizar un diseño eficiente para el pavimento que será empleado en el aeropuerto mencionado. Es importante

señalar que la metodología de la cual se hizo uso fue descriptiva. Asimismo, como conclusión obtenida en esta investigación se puede mencionar que, para el pavimento a construirse, es mejor que éste sea flexible y no rígido, si se toma con mayor importancia el costo en obra.

Ayasta (2018) señala en la tesis titulada “Diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2018”, investigación llevada a cabo con fines de obtener el título de Ingeniero Civil por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo – Perú, posee por objetivo principal, realizar un eficiente diseño para el pavimento de concreto hidráulico y el sistema planteado para evacuar las aguas de origen pluvial en la zona en estudio mencionada. Es importante señalar que la metodología de la cual se hizo uso fue descriptiva. Asimismo, se puede mencionar como conclusión obtenida en esta investigación, que la estructura final hallada para el pavimento consistió en una losa de concreto con un espesor de 20 centímetros, y una subbase granular también de 20 centímetros.

Atarama (2015) señala en la tesis titulada “Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo Proes”, investigación llevada a cabo con la finalidad de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad de Piura – Perú, posee por objetivo principal, evaluar la transitabilidad en caminos estabilizados con aditivo Proes. Es importante señalar que la metodología de la cual se hizo uso fue de tipo explicativa. Asimismo, se puede mencionar como conclusión que aplicando el aditivo Proes se incrementó el valor de soporte relativo y de la resistencia, garantizando un adecuado nivel de transitabilidad y serviciabilidad en los caminos.

Bases teóricas

Transitabilidad vehicular

Para definir la transitabilidad vehicular, Atarama señala que:

Es importante mencionar que la transitabilidad vehicular es aquella que señala que una carretera se encuentra disponible para la circulación de vehículos, es decir, que no se encuentra cerrada al público debido a emergencias de tipo vial o mal estado de la vía. (2015, p. 22).

Permite que la carretera se muestre disponible para su uso y se determina a partir del análisis de la conservación vial que presenta la carretera, el tráfico vehicular y el grado de satisfacción del público. Para ello se emplea fichas de observación y memorias de cálculo.

Dimensiones

Atarama (2015) señala que el estudio de la transitabilidad parte de tres dimensiones fundamentales:

Dimensión 1: Estado del Pavimento.

El estado del pavimento puede entenderse como aquel grupo actividades que deben llevarse a cabo con el objetivo de lograr prevenir el deterioro prematuro de la vía. Se puede afirmar que la conservación vial es muy importante porque permite preservar la inversión económica que se hizo para construir la vía, así como brindar una buena transitabilidad en la zona en estudio.

Dimensión 2: Análisis de tráfico vehicular.

Es aquel que estudia el tránsito causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Su desarrollo comprende el conteo vehicular y el cálculo del número de ejes equivalentes (ESAL). Asimismo, es importante mencionar que antes de cualquier diseño geométrico de una vía se deben conocer las características del tránsito que va a ocupar esa carretera o calle.

Dimensión 3: Serviciabilidad de la vía.

Es un indicador de desempeño en la gestión de la conservación de carreteras y está relacionado con el grado de satisfacción del público, es decir, indica la comodidad en la conducción por parte de los usuarios de la vía, a través de una apreciación operativa-económica.

Diseño de pavimento rígido

Para definir el diseño del pavimento rígido, Ayasta señala que:

Consiste en determinar el espesor de las capas estructurales del pavimento rígido, las cuales son la losa de concreto, la subbase y la subrasante. Este diseño amerita un análisis de tráfico eficiente, el estudio topográfico, un análisis de impacto ambiental y el estudio de las condiciones geomecánicas del suelo, expresadas en la capacidad de soporte de éste. Debido a la alta rigidez del concreto, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. (2018, p. 47).

Metodología AASHTO 93 para diseño de pavimento rígido

Para describir la Metodología AASHTO 93 aplicada al diseño de pavimento rígido, Hanco señala que:

Cuando este método se utiliza para diseñar pavimentos rígidos se consideran varios factores como el tráfico, el clima, el drenaje, así como la capacidad de carga, las características que poseen los suelos y la confiabilidad. Con el uso de todos estos factores se logrará predecir si la estructura del futuro pavimento presentará un comportamiento confiable. (2016, p. 71).

A continuación, se presenta la ecuación del Método AASHTO 93 que permite hallar el espesor de la losa de concreto a emplearse en el diseño del pavimento rígido y los parámetros que la conforman:

Tabla 1: Parámetros empleados en el Método AASHTO 93.

$$\text{Log}_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \text{Log}_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10} \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \text{Log}_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Parámetros empleados en la fórmula.	
W18	Número de cargas de 18 kips.
Zr	Desviación estándar combinado, el valor de Zr (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.
So	Error estándar combinado de todas las variables
D	Espesor de la losa del pavimento en pulg.
ΔPSI	Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.
Pt	Serviciabilidad final.
Mr	Módulo de rotura del concreto en psi.
J	Coefficiente de transferencia de carga.
Cd	Coefficiente de drenaje.
Ec	Módulo de elasticidad del concreto, en psi
K	Módulo de reacción de la sub rasante (coeficiente de balastro), en pci (psi/pulg).

Fuente: MTC.

Dimensiones

Ayasta (2018) señala que el diseño del pavimento rígido por parte de cinco dimensiones fundamentales:

Dimensión 1: Características estructurales de pavimento.

Son aquellas relacionadas a la estructura del pavimento. Es decir, están relacionadas a los espesores de las capas estructurales que conforman el pavimento, como la sub-base, la base y el espesor de la capa de rodadura, que, en el caso de pavimentos rígidos, está conformada por una losa de concreto.

Dimensión 2: Condición geomecánica del suelo.

Es aquella relacionada con el comportamiento mecánico de los suelos, que, en el estudio de pavimentos, está relacionada directamente con la capacidad de soporte del suelo y la calidad de la subrasante.

Dimensión 3: Análisis de tráfico vehicular.

Este análisis, que parte del estudio del flujo de vehículos en una vía, es imprescindible en el momento de diseñar pavimentos rígidos puesto que permite calcular el número de ejes equivalentes (ESAL de diseño).

Dimensión 4: Estudio topográfico.

Es aquel estudio que es empleado para lograr representar el terreno en tres planos, siendo el primero el plano del eje de la carretera, el segundo es el plano longitudinal y el tercero es el plano conformado por secciones transversales. Con ello se puede realizar los diseños de rasante.

Dimensión 5: Análisis de impacto ambiental.

Es aquel que evalúa los posibles efectos que podría provocar en el medio ambiente el pavimento rígido. Este análisis permite adoptar las decisiones más adecuadas para prevenir y minimizar dichos efectos.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

- Enfoque

Cuantitativo, puesto que usa la recolección de datos con la finalidad de probar las hipótesis, empleando la medición numérica. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

- Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, puesto que está dirigida a la solución de problemas prácticos y específicos en un área determinada, aplicando conocimientos existentes, y no creando nuevos conocimientos. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

- Diseño de investigación

No experimental, puesto que se realiza sin la manipulación deliberada de variables y sólo se observa el fenómeno en su estado natural para después analizarlo. Y de corte transeccional o transversal porque recolecta datos en un solo momento. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

- Nivel de investigación

Descriptivo, debido a que especifica las propiedades y las características de procesos, personas, objetos o cualquier otro fenómeno que es analizado. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.2 Variables y operacionalización

- Variable dependiente: Transitabilidad.
- Variable independiente: Diseño de pavimento rígido.

La matriz de operacionalización se adjunta en el anexo 03.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Arias (2012) definió a la población como: “La población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p. 81). En este sentido la presente investigación toma como población los pavimentos rígidos existentes en el distrito de San Martín de Porres-Lima.

Muestra

Arias (2012) definió a la muestra como: “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (p. 83). En este sentido la presente investigación toma como muestra el pavimento rígido existente en la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, siendo el muestreo realizado con un criterio no probabilístico y de tipo intencional. Arias (2012) señala que: “El muestreo no probabilístico de tipo intencional es aquel en el que los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador” (p. 85). Para el muestreo se han realizado exploraciones de campo en la Av. Miguel Grau del distrito de San Martín de Porres-Lima, y también se han realizado calicatas.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

Según Arias (2012) sustenta que: “Las técnicas son aquellas que componen el conjunto de recursos o mecanismos orientados a recabar, preservar y transferir información de los fenómenos sobre los cuales se está investigando” (p. 67).

Las técnicas que se emplearon en la presente investigación fueron: la observación directa llevando a cabo visitas a las zonas de estudio, la experimentación con la aplicación de ensayos para lograr la determinación de las características del suelo de la subrasante, el análisis e interpretación de la Normativa Vigente del MTC y

fuentes bibliográficas consultadas, y la evaluación de los datos obtenidos en los diferentes ensayos realizados para examinar la calidad de los agregados.

Instrumentos de recolección de datos

Arias (2012) señala que: “Los instrumentos son cualquier medio o formato ya sea digital o en papel, utilizado para registrar o acopiar información y posteriormente poder procesarla, analizarla e interpretarla” (p. 16). Por lo tanto, para la presente investigación se utilizarán los siguientes instrumentos:

- Memorias de cálculo, que permitieron calcular el espesor de la subbase y la losa de concreto del pavimento, así como el conteo vehicular en la vía en estudio.
- Ensayo de CBR, para evaluar la calidad del terreno para subrasante y sub base del pavimento que se diseñó.
- Equipo topográfico, para la medición de ángulos horizontales y distancias.
- Fichas de observación, para evaluar la transitabilidad mediante la detección de grietas longitudinales y transversales en el pavimento, y evaluar la serviciabilidad de la vía.

Validez y confiabilidad

La validez hace referencia al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir (Hernández, 2014).

Se utilizó el criterio de juicio de expertos, donde se sometió el instrumento a la valoración por quienes juzgaron la capacidad de éste para evaluar todas las variables que deseamos medir.

La confiabilidad de un instrumento de medición hace referencia al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto brinda los mismos resultados (Hernández, 2014).

Las mediciones de los datos serán exactas ya que el laboratorio de mecánica de suelos cumple con todos los estándares de calidad para la evaluación de las muestras de suelo obtenidas en la zona en estudio para la determinación del CBR de diseño para el pavimento rígido.

3.5 Procedimientos

Se han realizado:

- Inspección de campo en la zona en estudio, para observar el estado del pavimento existente, realizando una ficha de observación sobre las características de la vía en estudio. Extracción de calicatas.
- Estudio topográfico en la zona de la vía en estudio.
- Conteo de tráfico vehicular y cálculo de ESAL de diseño.
- Se realizó ensayo de CBR, para evaluar la calidad del terreno para subrasante y sub base del pavimento a diseñarse.
- Se determinó el espesor de las capas estructurales del pavimento rígido mediante el empleo del método AASHTO 93.

3.6 Manejo de análisis de datos

Para el manejo de análisis de datos se ha realizado un registro de excavaciones, anotándose las características más importantes del suelo donde se encuentra la vía en estudio, así como un registro fotográfico para identificar el estado del pavimento actual. Después de realizarse ensayos de CBR para evaluar la calidad del terreno para subrasante y sub base del nuevo pavimento, se determinó como estará constituida su estructura empleando la Metodología AASHTO 93.

A continuación, se exponen las principales características de la zona donde está ubicada la vía en estudio.

Análisis de la zona en estudio.

Ubicación del área en estudio.

El proyecto en el que se basa la presente tesis se ubica en la Av. Miguel Grau y Jr. Isidro Alcibar, en el tramo comprendido desde la Av. Caquetá y la Av. Zarumilla, en el distrito de San Martín de Porres, en la provincia y departamento de Lima. Su ubicación geopolítica es la siguiente:

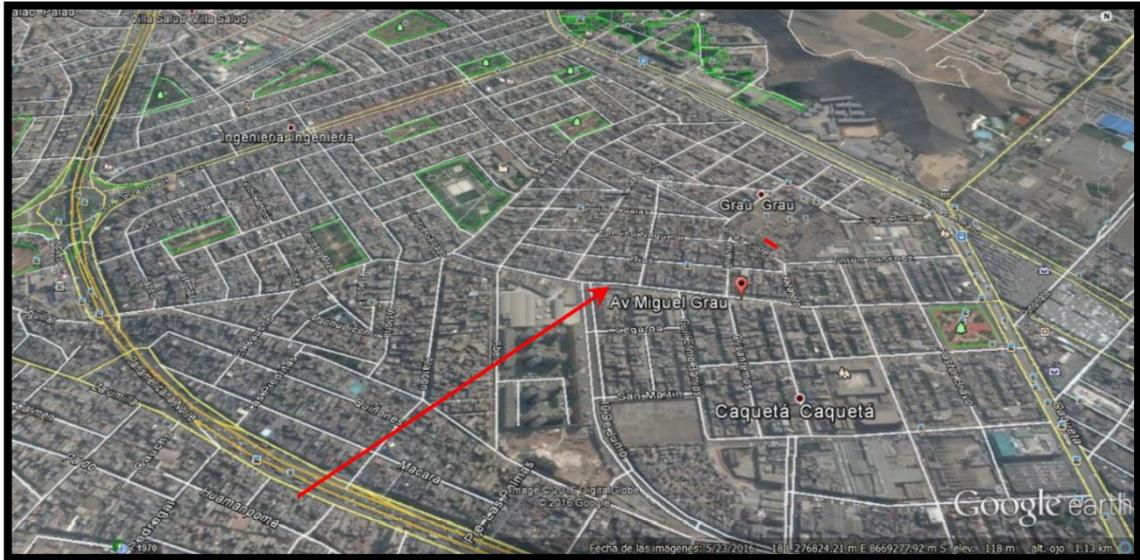
Distrito: San Martín de Porres

Provincia: Lima

Departamento: Lima

Región: Lima Metropolitana

Figura 1: Ubicación de la zona en estudio.



Fuente: Google Earth.

Topográficamente se encuentra entre las cotas 80 y 85 msnm. Hidrográficamente pertenece a la cuenca del río Rímac, la misma que se ubica en la vertiente occidental de los Andes y cuyas aguas desembocan en el Océano Pacífico.

Acceso al área en estudio

El acceso al área de estudio a partir del centro de la ciudad de Lima, hasta la Plaza Ramón Castilla (ex Plaza Unión) por donde se accede a la Av. Caquetá, siguiendo por esta vía con rumbo hacia el norte 1.4 Km, hasta interceptar con la Av. Miguel Grau, donde se ubica el proyecto, en el distrito de San Martín de Porres.

Topografía de la zona.

La topografía del área de estudio es llana, con pendientes suaves. Se encuentra entre las cotas 80 y 85 msnm.

Geotecnia de la zona en estudio.

Investigación de campo

Los trabajos de exploración de campo, fueron realizados por personal del consultor. Para tal efecto se excavaron 06 (seis) calicatas, denominadas C-1, C-2, C-3, C-4, C-5 y C-6, distribuidas adecuadamente en la zona de estudio, alcanzándose profundidades máximas de hasta 1.50m. Estos pozos exploratorios permitieron establecer la configuración estratigráfica de la zona caracterizando el tipo de suelo de la misma, así como obtener las correspondientes muestras disturbadas necesarias para la realización de los ensayos de laboratorio tendientes a conocer las características físicas y mecánicas de la zona.

No se encontró el nivel freático hasta la profundidad explorada.

Paralelamente al muestreo efectuado en cada exploración, se realizó el registro de cada una de las calicatas, cuyos perfiles estratigráficos se mostrarán en la presente tesis, en los anexos.

Tabla 2: Ubicación de calicatas.

CALICATA Nº	UBICACIÓN	PROF. (m)
C-01	Coordenadas 217,371- E, 8´669,234-N	1.50
C-02	Coordenadas 277,008- E, 8´669,264-N	1.50
C-03	Coordenadas 276,628- E, 8´669,327-N	1.50
C-04	Coordenadas 276,448- E, 8´669,287-N	1.50
C-05	Coordenadas 276,250- E, 8´669,197-N	1.50
C-06	Coordenadas 276,148- E, 8´669,188-N	1.50

Fuente: Elaboración Propia.

Ensayos de Laboratorio

Con la finalidad de determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los suelos subyacentes encontrados en la exploración de campo se procedió a la respectiva recolección de muestras disturbadas con la finalidad de realizar las correspondientes pruebas de laboratorio.

Se realizó un ensayo de contenido de sulfatos para determinar la agresividad química de los suelos de la zona.

Tabla 3: Recolección de muestras para ensayos de laboratorio.

ENSAYO	NORMA		N° DE PRUEBAS
	ASTM	AASHTO	
Recolección de muestras	D – 420	T – 86	06
Granulometría	D – 421/22	T – 87/88	06
Límite líquido	D – 423	T – 89	06
Límite plástico	D – 424	T – 90	06
Contenido de sulfatos, cloruros y sales solubles totales en el suelo	BS1377 – Parte 3		01
CBR	D – 1883		01

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4: Calicatas excavadas y ensayos realizados.

CALICATA	PROFUNDIDAD	ENSAYOS
C-01	1.50m	Estándar
C-02	1.50m	Estándar + ensayo químico
C-03	1.50m	Estándar + CBR
C-04	1.50m	Estándar
C-05	1.50m	Estándar + CBR
C-06	1.50m	Estándar

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados se muestran en los anexos.

Clasificación de suelos

Las muestras ensayadas se clasificaron de acuerdo al sistema de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), y por el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 5: Clasificación de suelos.

CALICATA N°	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06
	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m)	1.50m	1.50m	1.50m	1.50m	1.50m	1.50m
Retenido T. N° 4	79.6%	50.4%	67.9%	1.1%	6.3%	1.7%
Pasa T. N° 200	3.7%	3.8%	9.8%	32.0%	30.0%	9.0%
L.L..	25.8%	27.2%	23.4%	26.9%	24.3%	25.6%
L.P.	22.7%	24.2%	20.8%	23.2%	21.1%	22.0%
I.P.	3.1%	3.0%	2.6%	3.7%	3.2%	3.6%
S.U.C.S.	GP	GP	GP-GM	SM	SM	SP-SM
AASHTO	A-1a(0)	A-1a(0)	A-1a(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-3(0)

Fuente: Elaboración Propia.

De los resultados obtenidos se constata la presencia, hasta la profundidad explorada, de suelos granulares, conformadas por una mezcla de gravas, arenas y limos y arena fina, con predominancia del material granular.

Perfiles Estratigráficos

Las calicatas realizadas nos han permitido identificar los tipos de suelos existentes en la zona de estudio, hasta la profundidad alcanzada (1.50m en promedio). La zona está constituida mayormente por un manto general de material predominantemente gravoso y con presencia de material limoso, caracterizando el suelo como GP / GP-GM / SM / SP-SM, según SUCS, con contenidos de humedad variable con la profundidad. En términos generales se encontró material predominantemente arenoso y con bajo contenido de limos de baja plasticidad, bajo el cual se encuentra material gravoso con fragmentos redondeados. A continuación, se reseña brevemente la estratigrafía de las exploraciones:

Calicata C – 1.

Superficialmente se encontró una cobertura vegetal con alto contenido orgánico, de 0.10m de espesor, bajo el cual se encuentran un único estrato, hasta la profundidad explorada de 1.50m, constituido por un estrato de material predominantemente gravoso, pobremente graduado y cuyos diámetros característico y coeficientes de uniformidad y contracción, obtenidos a partir de la curva granulométrica, son los siguientes: $D_{10}=0.680$, $D_{30}=8.700$, $D_{60}=11.200$, $CU=16.47$ y $CC=9.94$. Presenta 79.6% de fragmentos de bordes redondeados, lo que evidencia su transporte y origen fluvio aluvional y contiene mínima cantidad (3.7% en peso) de limos de baja plasticidad ($LL=25.8\%$, $LP=22.7\%$, $IP=3.1\%$). No se registró el nivel de la napa freática hasta la profundidad explorada.

Calicata C – 2.

Se encuentra un único estrato, en toda la profundidad explorada de 1.50m, constituido por material predominantemente gravoso, pobremente graduado y cuyos diámetros característico y coeficientes de uniformidad y contracción, obtenidos a partir de la curva granulométrica, son los siguientes: $D_{10}=0.680$, $D_{30}=8.700$, $D_{60}=11.200$, $CU=16.47$ y $CC=9.94$. Presenta 79.6% de fragmentos de bordes redondeados, lo que evidencia su transporte y origen fluvio aluvional y contiene mínima cantidad (3.7% en peso) de limos de baja plasticidad ($LL=25.8\%$, $LP=22.7\%$, $IP=3.1\%$). Se le encontró ligeramente húmeda, color marrón claro y de consistencia firme. Su clasificación en el sistema SUCS es GP y A-1a(0) en el sistema AASHTO. No se observó el nivel de la napa freática hasta la profundidad excavada.

Calicata C – 3.

Se encuentra hasta la profundidad explorada de 1.50m un único estrato de material predominantemente gravoso, pobremente graduado y cuyos diámetros característicos y coeficientes de uniformidad y contracción, obtenidos a partir de la curva granulométrica, son los siguientes: $D_{10} = 0.225$, $D_{30} = 0.950$, $D_{60} = 10.995$, $C_u = 48.867$ y $C_c = 0.365$ Presenta 67.9% de fragmentos de bordes redondeados, lo que evidencia su transporte y origen fluvio aluvional y contiene leve cantidad

(9.8% en peso) de limos de baja plasticidad (LL=23.4%, LP=20.8%, IP=2.6%). Se le encontró ligeramente húmeda, color marrón claro y de consistencia firme. Su clasificación en el sistema SUCS es GP y A-1a(0) en el sistema AASHTO. No se observó el nivel de la napa freática hasta la profundidad excavada.

Calicata C – 4.

Superficialmente se encontró una capa de relleno gravoso contaminado, de 0.20m de espesor, bajo el cual subyace un solo estrato hasta la profundidad excavada (1.50m), un material consistente en una mezcla de gravas, arenas y limos, con predominio del material arenoso y con apreciable contenido de material fino de baja plasticidad (LL=26.9%, LP=23.2%, IP=3.7%). Se le encontró ligeramente húmeda, de color marrón oscuro y de consistencia firme. Su clasificación en el sistema SUCS es SM y A-2- 4(0) en el sistema AASHTO. No se observó el nivel de la napa freática hasta la profundidad excavada.

Calicata C – 5.

Superficialmente se encontró una capa de relleno gravoso contaminado, de 0.30m de espesor, bajo el cual subyace un solo estrato hasta la profundidad excavada (1.50m), un material consistente en una mezcla de gravas, arenas y limos, con predominio del material arenoso y con apreciable contenido de material fino de baja plasticidad (LL=24.3%, LP=21.1%, IP=3.2%). Se le encontró ligeramente húmeda, de color marrón oscuro y de consistencia firme. Su clasificación en el sistema SUCS es SM y A-2- 4(0) en el sistema AASHTO. No se observó el nivel de la napa freática hasta la profundidad excavada.

Calicata C – 6.

Superficialmente se encontró una capa de relleno gravoso contaminado, de 0.30m de espesor, bajo el cual subyace un solo estrato hasta la profundidad excavada (1.50m), un material consistente en una mezcla de gravas, arenas y limos, con predominio del material arenoso y con ligero contenido de material fino de baja plasticidad (LL=25.6%, LP=22.0%, IP=3.6%). Pobremente graduado en su conjunto, como se puede apreciar a partir de su curva granulométrica (D10=0.086,

D₃₀=0.176, D₆₀=0.452, C_u=5.256 y C_c=0.797). Se le encontró ligeramente húmeda, de color marrón oscuro y de consistencia firme. Su clasificación en el sistema SUCS es SM y A-2- 4(0) en el sistema AASHTO. No se observó el nivel de la napa freática hasta la profundidad excavada.

Se presentan los registros de exploración en los anexos.

De los resultados de laboratorio obtenemos como valores característicos para el tipo de suelos predominantes los siguientes resultados:

Lado Este

GP / GP-GM A-1a(0)

M.D.S.: 1.85 gr/cc

O.C.H.: 6.50%

Lado Oeste

SM / SP-SM A-2-4(0)

M.D.S.: 1.71 gr/cc

O.C.H.: 7.80%

Napa freática: No se encontró el nivel freático en ninguna de las calicatas efectuadas.

Características del terreno de fundación

El terreno donde se ha proyectado la subrasante del pavimento está conformado por un material predominantemente arenoso, con clasificación en el sistema SUCS GP/GP-GM/SM/SP-SM y AASHTO A-1 / A-2 / A-3. Presenta consistencia firme y buenas condiciones de valor de soporte como subrasante y cuyas características son las siguientes:

Permeabilidad: alta

Capilaridad: baja

Resistencia al corte en estado seco: media

Compresibilidad en estado compacto: baja

3.7 Aspectos éticos

El tema de diseño de infraestructura vial mediante el método AASHTO 93 para optimizar la transitabilidad vehicular de la Av. Miguel Grau - San Martín de Porres, ha cumplido con toda la normatividad exigida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y sus manuales.

También es importante mencionar que para la elaboración de la presente tesis se cumplió y respetó todas las normas de citación de acuerdo al estilo ISO 690. Asimismo, se ha respetado los derechos de propiedad intelectual, las convicciones morales, políticas y religiosas. También, en la presente tesis se resalta el respeto por el medio ambiente y la responsabilidad jurídica, social, política y ética.

Valores éticos

A continuación, se muestran los valores éticos utilizados en la presente investigación:

Respeto

Hirsch (2019) señala sobre el respeto: “Es un valor ético fundamental e imprescindible en toda investigación. Está relacionado con el respeto a los colegas, así como a la ley y a la propiedad intelectual” (p. 54).

Imparcialidad

Hirsch (2019) señala que la imparcialidad: “Conlleva a tratar con respeto a los demás, además de ser considerado al citar ideas de otros investigadores o colegas en los trabajos de investigación y artículos, presentando una conducta ética” (p. 56).

Honestidad

Hirsch (2019) señala que la honestidad: “significa realizar una investigación brindando y comunicando los resultados que se obtienen de manera completa sin ocultar u omitir nada” (p. 53).

Objetividad

Hirsch (2019) señala sobre la objetividad: “Es otro valor científico y ético que sobresale en la investigación. Este valor resalta que todo investigador debe ver más allá de su propia apreciación evitando alguna desviación de la evidencia que justifica las conclusiones presentadas” (p. 53).

IV. RESULTADOS

Para el diseño del pavimento rígido presentado en la presente tesis se ha empleado el método AASHTO 93 cuyos pasos fueron obtenidos del Capítulo XIV "Pavimentos Rígidos" del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Datos para el diseño:

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de tráfico, el cual se adjunta en el Anexo 6, para un periodo de 20 años se tiene un ESAL's de 17823992.77, por lo cual, según lo indicado por el MTC, está vía estaría considerada como una Tp12.

Tabla 6: Tipos y rangos de tráfico.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN 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

Fuente: MTC.

A continuación, hallamos el nivel de confiabilidad (R) y la desviación estándar normal (ZR) de acuerdo a la tabla recomendada por el MTC:

Tabla 7: Valores recomendados de R y ZR.

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: MTC.

Entonces: ZR: -1.282 para R = 90%

Para la desviación estándar (S_o) en pavimentos rígidos la norma AASHTO recomienda un valor que se encuentre dentro del rango: $0.30 < S_o < 0.40$. En este contexto, el MTC recomienda para pavimentos rígidos un valor de $S_o = 0.35$.

A continuación, elegimos los valores que se utilizarán para el índice de serviciabilidad inicial (P_i) y final (P_t) de acuerdo a las recomendaciones del MTC.

Tabla 8: Valores recomendados para P_i y P_t .

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_i)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (P_t)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T_{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T_{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T_{P4}	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T_{P15}	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: MTC.

Entonces: $P_i = 4.50$ y $P_t = 3.00$

Asimismo, la diferencia de serviciabilidad es: $\Delta PSI = 1.50$

Al tratarse de una vía de alto tránsito en el presente diseño se ha propuesto utilizar un $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$. Es así que, de acuerdo a las indicaciones brindadas por el MTC, determinamos el valor de la resistencia media del concreto a flexo-tracción a los 28 días (M_r), de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 9: Valores recomendados de M_r .

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (M_r)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ($F'c$)
$\leq 5'000,000 \text{ EE}$	40 kg/cm^2	280 kg/cm^2
$> 5'000,000 \text{ EE}$ $\leq 15'000,000 \text{ EE}$	42 kg/cm^2	300 kg/cm^2
$> 15'000,000 \text{ EE}$	45 kg/cm^2	350 kg/cm^2

Fuente: MTC.

Entonces, tenemos un valor de: $M_r = 45 \text{ kg/cm}^2$.

Para hallar el módulo elástico del concreto AASHTO recomienda hacer uso de la siguiente correlación:

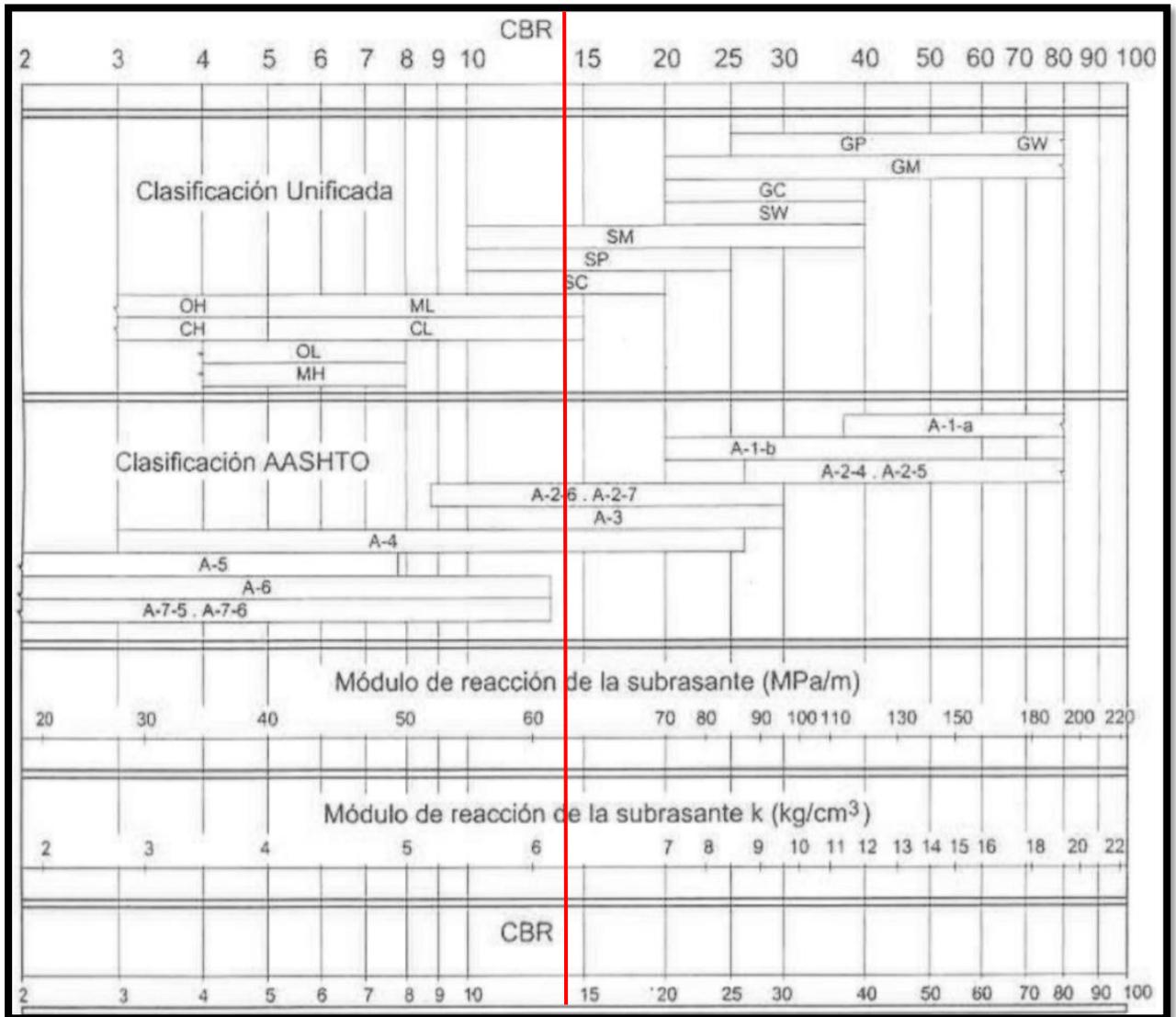
$$E = 57000 * (f'c)^{0.5} ; \text{ considerando } f'c \text{ en PSI}$$

Como ya se comentó, se ha considerado para el presente diseño, un valor de $f'c$ de 350 kg/cm^2 , entonces transformado este valor a PSI tenemos 4978.17 PSI .

Entonces reemplazando en la fórmula anterior tenemos: $E = 4021700.428 \text{ PSI}$

A continuación, se calcula el módulo de reacción de la subrasante (K_o), en base al gráfico que correlaciona este valor con el CBR de la subrasante, el cual según el estudio de mecánica de suelos realizado tiene un valor de $\text{CBR}_{\text{subrasante}} = 14.4 \%$.

Figura 2: Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante (Ko).



Fuente: MTC.

Obteniéndose un módulo de reacción de la subrasante de 63 MPa/m.

Luego se procede a determinar el CBR mínimo recomendado para la subbase granular, empleando el siguiente cuadro del MTC:

Tabla 10: CBR mínimos recomendados para la subbase.

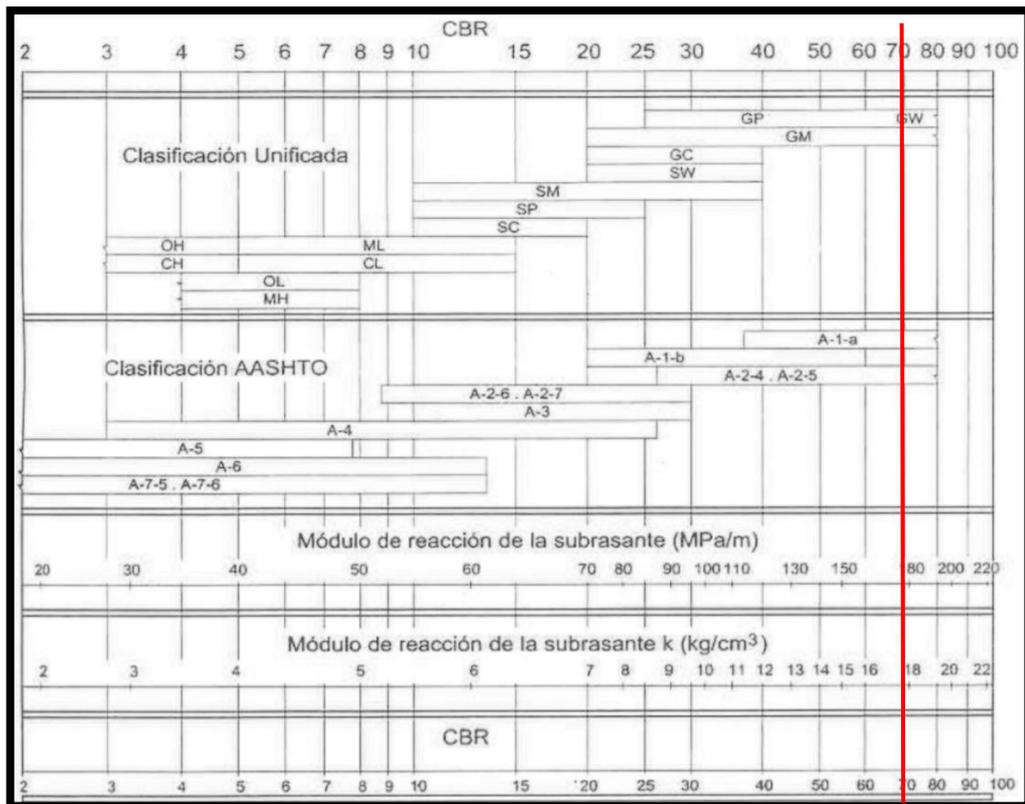
TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40 % (1)
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60 % (1)

Fuente: MTC.

Entonces tenemos un valor de CBR mínimo para la subbase de 60%, sin embargo, para el presente diseño se va a suponer un CBR de 70%.

A continuación, se calcula el módulo de reacción de la subbase granular (K1).

Figura 3: Determinación de módulo de reacción de subbase granular.



Fuente: MTC.

Entonces del gráfico anterior se tiene que $K1=180$ MPa/m.

Entonces, asumiendo un espesor para la subbase granular (h) de 0.20m que recomienda la MTC, calculamos el módulo de reacción combinado (Kc) mediante la siguiente expresión recomendada:

$$K_c = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 * \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{0.5} * K_0$$

Reemplazando los valores antes mencionados obtenemos Kc = 65 MPa/m.

En lo concerniente al coeficiente de drenaje (Cd) asumimos la recomendación del MTC de Cd=1.00.

Finalmente procedemos a calcular el coeficiente de transmisión de carga en las juntas (J),

Tabla 11: Valores recomendados para 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

Fuente: MTC.

Utilizaremos un concreto hidráulico con pasadores, para lo cual tenemos un valor de J=3.8.

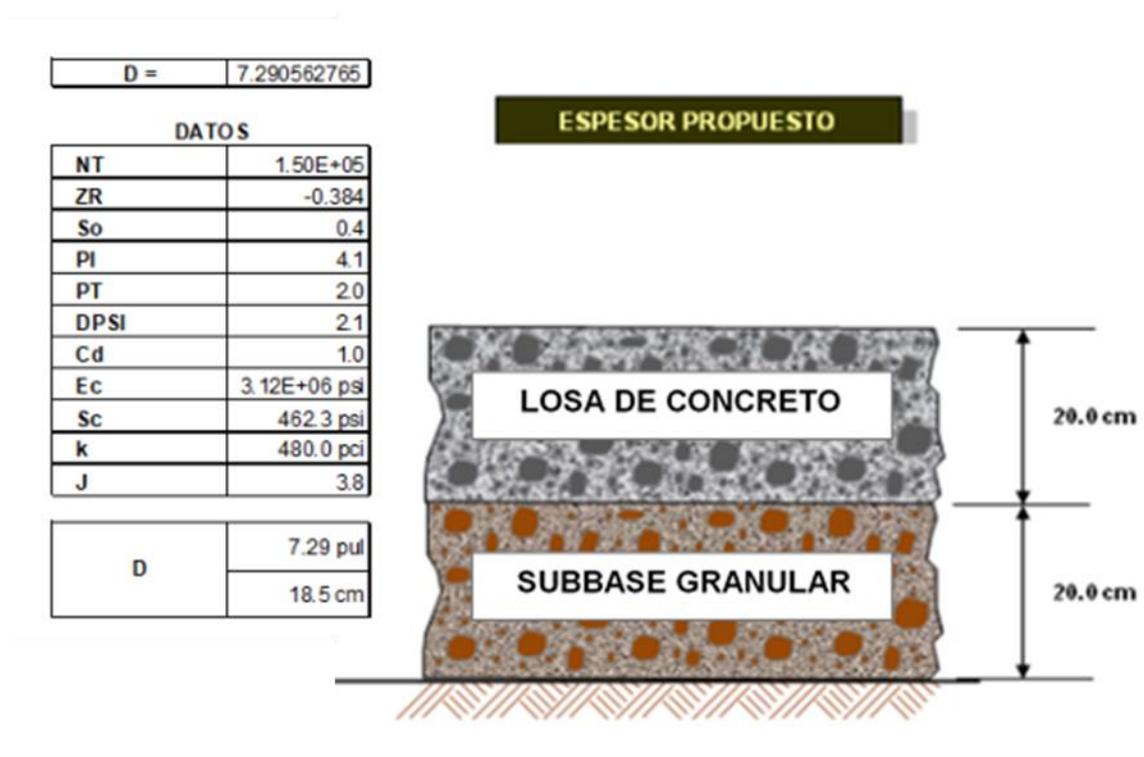
Entonces aplicando la fórmula de AASHTO 93:

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Obtenemos un valor de espesor de losa de concreto D= 0.20 m.

Entonces el diseño de pavimento rígido quedaría como se muestra en la siguiente figura:

Figura 4: Estructura pavimento rígido.



Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Se optó por una subbase granular de 0.20 m ya que eso recomienda para pavimentos rígidos el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC .

V. DISCUSIÓN

Hipótesis general: Mediante el diseño de pavimento rígido se podrá mejorar la transitabilidad de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima.

A partir de los resultados obtenidos, los cuales son: el espesor de las capas estructurales del pavimento rígido diseñado, es decir la subbase granular (de 20 cm) y la losa de concreto (de 20 cm) y tomando en cuenta la información obtenida en la ficha de observación realizada en la zona en estudio, en la cual se pudo apreciar grietas longitudinales y transversales en el pavimento existente, se puede afirmar que con el pavimento rígido diseñado se mejora la transitabilidad de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, puesto que el pavimento rígido en mención reemplazará al pavimento existente el cual se encuentra notoriamente deteriorado, perjudicando el tránsito vehicular y peatonal en la zona en estudio.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostienen Ortiz y Tocto (2018) en su tesis titulada “Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes – 2018”, quienes obtuvieron resultados similares al obtener un diseño un pavimento rígido conformado por una losa de concreto de espesor 0.15 m, y una base granular de espesor 0.20m haciendo un total de 0.35 m de espesor de pavimento de diseño, con lo cual se logró mejorar la transitabilidad en el barrio Señor de los Milagros del distrito Canoas de Punta Sal cuyas calles carecían de un pavimento rígido eficiente.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis general que establece que *Mediante el diseño de pavimento rígido se podrá mejorar la transitabilidad de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima*, además que tiene coherencia con el objetivo general de *realizar el diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima*, puesto que se logró cumplir con el objetivo establecido, ya que con el diseño de pavimento rígido realizado ya no existirán

grietas ni deformaciones en el pavimento de la zona en estudio, con lo cual se mejorará la transtabilidad.

Hipótesis específica 1: El diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales del pavimento de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima.

A partir de los resultados obtenidos en la presente tesis, los cuales son los espesores de las capas estructurales del pavimento rígido diseñado, se puede afirmar que el diseño de pavimento rígido influye en las características estructurales del pavimento de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, puesto que determina como estará conformada la estructura de dicho pavimento, la cual se definió que debe estar constituida por una subbase de 20 cm de espesor y una capa de rodadura también de 20 cm de espesor que consiste en una losa de concreto, que se caracteriza por su rigidez, resistencia a la deformabilidad y durabilidad, por lo que no requiere mantenimiento constante.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostienen Mora y Arguelles (2015) en su tesis titulada “Diseño de pavimento rígido para la Urbanización Caballero y Góngora, Municipio de Honda – Tolima”, quienes obtuvieron en el diseño un pavimento rígido con las siguientes características estructurales: una subbase de 0.20 m de espesor y una losa de concreto de 0.15m, eligiéndose este pavimento sobre el sobre el pavimento flexible debido a sus características de durabilidad y rigidez, lo que permite lograr una conservación vial más duradera debido a las exigencias de la población de la Urbanización Caballero y Góngora de evitar trabajos de mantenimientos constantes que afecten el desarrollo de las actividades rutinarias y laborales de dicha población.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica 1 que establece que *El diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales del pavimento de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima*, además que tiene coherencia con el objetivo específico 1 de *Determinar cómo el diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales del pavimento de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima*, puesto que se logró cumplir con dicho objetivo, ya que se determinó que el

diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales relacionadas al espesor de la subbase y la losa de concreto del pavimento rígido.

Hipótesis específica 2: El diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima.

A partir de los resultados obtenidos en relación a la determinación de la capacidad de soporte del suelo, se puede afirmar que el diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, puesto que esta condición geomecánica se expresa en el % de CBR que indica la capacidad de soporte del suelo, y es justamente el %CBR de la subrasante (del suelo de la zona en estudio) el parámetro principal del cual parte el diseño del pavimento rígido, es decir, sin este parámetro es imposible realizar el diseño del pavimento. En la investigación se obtuvo un %CBR de la subrasante de 14.4%.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostiene Hanco (2016) en su tesis titulada “Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la Ciudad de Juliaca, Tramo I Jr.Mantaro – Jr.Francisco Pizarro”, quien obtuvo resultados similares resaltando en su investigación la importancia de hacer un eficiente estudio de suelos y el ensayo de CBR para evaluar la condición geomecánica del suelo en la zona en estudio, ya que esto está íntimamente relacionado con la eficiencia del diseño del pavimento rígido de la Av. Perú de la Ciudad de Juliaca, Tramo I Jr.Mantaro – Jr.Francisco Pizarro, obteniéndose un valor de %CBR de la subrasante de 18%.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica 2 que establece que *El diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima*, además que tiene coherencia con el objetivo específico 2 de *determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima*, puesto que se cumplió con dicho objetivo, ya que se determinó que esta relación radica en el valor del parámetro de CBR de la subrasante.

Hipótesis específica 3: El diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de tráfico vehicular de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima.

A partir de los resultados obtenidos en relación al análisis de tráfico vehicular, en el que se obtuvo un ESAL de casi 18 millones de EE para un periodo de diseño de 20 años, se debe mencionar que el diseño del pavimento rígido, así como la elección de éste sobre otros tipos de pavimentos, se relaciona con el análisis de tráfico vehicular puesto que el pavimento rígido se debe emplear en vías de alto tránsito vehicular, como lo es la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, ya que en este tipo de vías no es posible su cierre para trabajos de mantenimiento constantes porque afectaría enormemente a la población de la zona en estudio.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostiene Ospina (2018) en su tesis titulada “Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el Municipio del Espinal – Departamento del Tolima”, quien obtuvo resultados similares, resaltando en su investigación que el pavimento rígido debe ser empleado necesariamente en vías de alto tránsito vehicular, como en las vías urbanas del Municipio El Espinal, para garantizar el buen desempeño de estas vías por amplios periodos de tiempo, ya que estas vías no pueden ser cerradas constantemente por trabajos de mantenimiento vial.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica 3 que establece que *El diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de tráfico vehicular en la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima*, además que tiene coherencia con el objetivo específico 3 de *determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de tráfico vehicular en la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima*, puesto que se logró cumplir con el objetivo establecido, ya que se determinó que está relación radica en el alto tránsito vehicular, donde se debe emplear necesariamente pavimentos rígidos.

Hipótesis específica 4: El diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima.

A partir de los resultados obtenidos sobre la medición de ángulos horizontales y distancias mediante el equipo topográfico de estación total y prisma, se puede afirmar que el diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, puesto que para proceder a diseñar dicho pavimento primero se debe realizar previamente un levantamiento topográfico con el fin de ubicar los límites de propiedad de aquellas estructuras que se encuentran en el derecho de vía y que de alguna manera u otra puedan verse comprometidas con la construcción del pavimento, realizándose para ello medición de ángulos y distancias horizontales.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostiene Ayasta (2018) en su tesis titulada “Diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2018”, quien obtuvo resultados similares al afirmar que el diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico para las vías del casco urbano del distrito de Monsefú, puesto que al tratarse de una zona urbana y no rural, antes de realizar el diseño de pavimento rígido primero se debe verificar que no hayan estructuras que se encuentren en el derecho de la vía afín de evitar problemas sociales y técnicos, elaborándose también la planimetría que ayudaría a diseñar un pavimento rígido eficiente.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica 4 que establece que *El diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima*, además que tiene coherencia con el objetivo específico 4 de *determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima*, puesto que se logró cumplir con el objetivo establecido, determinándose que esta relación radica en la necesidad de hacer previamente un estudio topográfico ya que solo así se podrá diseñar un pavimento rígido eficiente que no implique problemas sociales o técnicos cuando sea construido.

Hipótesis específica 5: El diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de impacto ambiental de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima.

A partir de los resultados obtenidos del análisis de impacto ambiental, los cuales son: el nivel de ruido (75 decibeles), calidad del aire (mala calidad debido a los sólidos en suspensión) y deterioro del paisaje circundante (tierra acumulada u otros desperdicios que genera la obra vial), se puede afirmar que el diseño del pavimento rígido está relacionado con el análisis de impacto ambiental de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, puesto que durante esta fase de diseño es imprescindible que se prevengan daños ambientales cuando se realice en campo el pavimento rígido diseñado, evitando con ello el deterioro paisajístico, contaminación del aire con la polución, así como daños en la salud de la población aledaña debido a los altos ruidos que conllevan las partidas relacionadas al pavimento rígido.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostiene Hanco (2016) en su tesis titulada “Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la Ciudad de Juliaca, Tramo I Jr. Mantaro – Jr. Francisco Pizarro”, quienes obtuvieron resultados similares al obtener que el diseño de pavimento rígido en la Av. Perú de la Ciudad de Juliaca, Tramo I Jr. Mantaro – Jr. Francisco Pizarro se relaciona con el análisis de impacto ambiental puesto que dentro de la fase del diseño del pavimento se establecen las pautas para evitar el daño medioambiental para cuando este pavimento se construya.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica 5 que establece que *El diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de impacto ambiental de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima*, además que tiene coherencia con el objetivo específico 5 de *determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de impacto ambiental de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima*, puesto que se logró cumplir con dicho objetivo, ya que se determinó que esta relación radica en la necesidad de realizar un estudio de impacto ambiental paralelamente a la fase de diseño del pavimento rígido afín de evitar la polución, contaminación auditiva y

deterioro del paisaje circundante que pueda originarse cuando se construya dicho pavimento diseñado.

VI. CONCLUSIONES

Primera: Al respecto del objetivo general planteado de realizar el diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, se concluye que el diseño planteado permitió mejorar la transitabilidad en la zona en estudio, obteniéndose un pavimento conformado por una losa de concreto de 20 cm y una subbase granular de 20 cm, empleándose para realizar este diseño el método AASHTO 93 – MTC.

Segunda: Al respecto del primer objetivo específico planteado de determinar cómo el diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales del pavimento de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, se concluye que el diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales del pavimento de la zona en estudio, puesto que determina como estará conformada la estructura de dicho pavimento, la cual se definió que debe estar constituida por una subbase de 20 cm de espesor y una capa de rodadura también de 20 cm de espesor que consiste en una losa de concreto, que se caracteriza por su rigidez, resistencia a la deformabilidad y durabilidad, por lo que no requiere mantenimiento constante.

Tercera: Al respecto del segundo objetivo específico planteado de determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, se concluye que el diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la avenida en estudio, puesto que esta condición geomecánica se expresa en el % de CBR que indica la capacidad de soporte del suelo, y es justamente el %CBR de la subrasante (del suelo de la zona en estudio) el parámetro principal del cual parte el diseño del pavimento rígido, es decir, sin este parámetro es imposible realizar el diseño del pavimento. En la investigación se obtuvo un %CBR de la subrasante de 14.4%.

Cuarta: Al respecto del tercer objetivo específico planteado de determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de tráfico vehicular de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, se concluye que se opta por un pavimento rígido cuando existe una alta demanda de tráfico vehicular como ocurrió en la zona estudiada, la cual va en aumento cada año, lo que se demostró en el estudio de tráfico realizado, llegando incluso a obtener para un ESAL de diseño de 20 años más de 17 millones de EE, y esto se complementa con la conclusión anterior, puesto que al tratarse de una vía con alto tránsito vehicular esta no puede ser cerrada constantemente por trabajos de mantenimiento (como es el caso de los pavimentos flexibles), por lo que resultó más factible emplear un pavimento rígido.

Quinta: Al respecto del cuarto objetivo específico planteado de determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, **se** concluye que el diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la avenida en estudio puesto que para proceder a diseñar dicho pavimento primero se debe realizar previamente un levantamiento topográfico con el fin de ubicar los límites de propiedad de aquellas estructuras que se encuentran en el derecho de vía y que de alguna manera u otra puedan verse comprometidas con la construcción del pavimento, realizándose para ello medición de ángulos y distancias horizontales.

Sexta: Al respecto del quinto objetivo específico planteado de determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de impacto ambiental de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, se concluye que el diseño del pavimento rígido está relacionado con el análisis de impacto ambiental de la zona en estudio, puesto que durante esta fase de diseño es imprescindible que se prevengan daños ambientales para cuando se realice en campo el pavimento rígido diseñado, evitando con ello el deterioro paisajístico, contaminación del aire con la polución, así como daños en la salud de la población aledaña debido a los altos ruidos que conllevan las partidas relacionadas al pavimento rígido.

VII. RECOMENDACIONES

Primera: Al respecto del objetivo general planteado de realizar el diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, se recomienda siempre hacer uso de todas las indicaciones establecidas por el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, puesto que han demostrado ser muy eficientes en el diseño de pavimentos rígidos, brindando un diseño confiable.

Segunda: Al respecto del primer objetivo específico planteado de determinar cómo el diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales del pavimento de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, se recomienda en futuras investigaciones emplear el Método AASHTO 93 – MTC para determinar estas características estructurales, tal como se hizo en la presente tesis, puesto que este método ha demostrado su eficiencia para calcular el espesor de la capas estructurales en pavimentos rígidos.

Tercera: Al respecto del segundo objetivo específico planteado de determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, se recomienda para futuras investigaciones, evaluar si definiendo secciones homogéneas (es decir tramos con características similares de soporte CBR), será posible optimizar el diseño del pavimento rígido produciéndose un ahorro económico en el proceso constructivo.

Cuarta: Al respecto del tercer objetivo específico planteado de determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de tráfico vehicular de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, se recomienda hacer uso de los pavimentos rígidos en vías de alto tránsito vehicular, ya que en ellas no es posible su cierre para trabajos de mantenimientos constantes puesto que afectaría enormemente a la población de la zona en estudio.

Quinta: Al respecto del cuarto objetivo específico planteado de determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, se

recomienda siempre realizar el levantamiento topográfico así se trate de zonas urbanas, puesto que evitaría problemas sociales y técnicos al identificar las estructuras existentes y los límites de propiedad, elaborándose también la planimetría que ayudaría a diseñar un pavimento rígido eficiente.

Sexta: Al respecto del quinto objetivo específico planteado de determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de impacto ambiental de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima, se recomienda siempre, paralelamente a los trabajos de diseño del pavimento, realizar un análisis de los posibles impactos ambientales que podría originar la realización en campo de dicho pavimento, afín de evitar la polución, contaminación auditiva y deterioro del paisaje circundante.

REFERENCIAS

- Abraham, S. & Ransinchung, G. (2020). Temperature variation and stresses in unreinforced concrete pavement containing RAP. *Construction and Building Materials*, 263, 1-12.
- Ali, B., Qureshi, L. & Khan, S. (2020). Flexural behavior of glass fiber-reinforced recycled aggregate concrete and its impact on the cost and carbon footprint of concrete pavement. *Construction and Building Materials*, 262, 1-15.
- Aramayo, L., Silva, C., y Fontenele, H. (2019). Escala visual para evaluación de pavimentos urbanos: Una validación en oficina. *Revista Ingeniería de construcción*, 34 (1), 45-54.
- Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación. Caracas, Venezuela: Episteme – Sexta Edición.
- Atarama, E. (2015). *Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo proes* (Tesis de Pregrado), Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Ayasta, W. (2018). *Diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2018* (Tesis de Pregrado), Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
- Busari, A., Dahunsi, B. & Akinmusuru, J. (2019). Sustainable concrete for rigid pavement construction using de-hydroxylated Kaolinitic clay: Mechanical and microstructural properties. *Construction and Building Materials*, 211, 408-415.
- Chen, D., Scullion, T. & Nam, B. (2016). Characterization of structural conditions for pavement rehabilitations. *Construction and Building Materials*, 121, 664-675.
- Deep, P., Andersen, M., Rasmussen, S., Thom, N., Marradi, A. & Presti, D. (2020). Evaluation of Load transfer in rigid pavements by Rolling wheel

- deflectometer and Falling weight deflectometer. *Transportation Research Procedia*, 45, 376–383.
- Delbono, H. & Giudice, C. (2014). Adherence in a pavement rehabilitated with a polymeric grid used as interlayer. *Construction and Building Materials*, 54, 454–459.
- Delgado, J. y Gonzáles, J. (2019). *Diseño del pavimento en el área de movimiento del Aeropuerto Mórrope – Lambayeque* (Tesis de Pregrado), Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.
- Díaz, J. y Hacar, F. (2018). Estudio de los pavimentos de túneles carreteros: ventajas de los pavimentos de hormigón frente a los bituminosos. *Obras y Proyectos* 23, 87-95.
- Elkholy, S., El-Ariss, B. y Galal, S. (2020). Structural performance of jointed reinforced concrete pavement slab with subbase erosion. *Structures*, 26, 982–995.
- Garraín, D. & Lechón, Y. (2019). Environmental footprint of a road pavement rehabilitation service in Spain. *Journal of Environmental Management*, 252, 1-11.
- Gogollo, M. y Silva, A. (2018). *Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas* (Tesis de Posgrado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Hanco, H. (2016). *Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la Ciudad de Juliaca, Tramo I Jr.Mantaro – Jr.Francisco Pizarro* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial McGraw-Hill – Quinta edición.
- Hirsch, A. (2019). Valores de la ética de la investigación en opinión de académicos de posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista de la educación superior*, 48 (192), 49-66.

- Hussain, I., Ali, B., Akhtar, T., Jameel, M. & Raza, S. (2020). Comparison of mechanical properties of concrete and design thickness of pavement with different types of fiber-reinforcements (steel, glass, and polypropylene). *Case Studies in Construction Materials*, 13, 1-10.
- Kim, S., Cho, Y. & Lee, J. (2020). Advanced reinforced concrete pavement: Concept and design. *Construction and Building Materials*, 231, 1-14.
- Korochkin, A. (2018). Impact of rigid pavements with the asphalt-concrete wearing course on road performance and traffic safety. *Transportation Research Procedia*, 36, 315-319.
- Korochkin, A. (2020). Specifics of calculating required strength of highway pavements. *Transportation Research Procedia*, 50, 290-301.
- Lee, J. & Madanat, S. (2015). A joint bottom-up solution methodology for system-level pavement rehabilitation and reconstruction. *Transportation Research*, 78, 106-122.
- Leiva, F., Pérez, E., Aguiar, J. y Loría, L. (2017). Modelo de deformación permanente para la evaluación de la condición del pavimento. *Revista Ingeniería de Construcción*, 32 (1), 37-46.
- Mehta, Y., Cleary, D. & Ali, A. (2017). Field cracking performance of airfield rigid pavements. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 4 (4), 380-387.
- Mora, A. y Argüelles, C. (2015). *Diseño de pavimento rígido para la Urbanización Caballero y Gongora, Municipio de Honda – Tolima* (Tesis de Posgrado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Nova, J. (2017). *Propuesta de rehabilitación del pavimento rígido en la Calle 127D entre carreras 93F y carrera 96 Barrio El Rubi, de la localidad de Suba-Bogotá* (Tesis de Posgrado), Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Ortiz, B. y Tocto, E. (2018). *Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta*

- Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes – 2018* (Tesis de Pregrado), Universidad César Vallejo, Chiclayo, Perú.
- Ospina, J. (2018). *Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el Municipio del Espinal – Departamento del Tolima* (Tesis de Posgrado), Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué, Colombia.
- Páucar, E. (2019). *Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la Av. Floral y Jr. Carabaya, Puno* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Pacheco, R., Cerro, E., Escolano, F. & Varela, F. (2018). Fatigue performance of waste rubber concrete for rigid road pavements. *Construction and Building Materials*, 176, 539–548.
- Pandey, A. & Kumar, B. (2020). A comprehensive investigation on application of microsilica and rice straw ash in rigid pavement. *Construction and Building Materials*, 252, 1-24.
- Rasol M., Perez, V., Fernandes F., Pais J., Santos, S., Santos, C. & Sossa, V. (2020). GPR laboratory tests and numerical models to characterize cracks in cement concrete specimens, exemplifying damage in rigid pavement. *Measurement*, 158, 1-11.
- Rasol, M., Pérez, V., Solla, M., Pais, J., Fernandes, F. & Santos, C. (2020). An experimental and numerical approach to combine Ground Penetrating Radar and computational modeling for the identification of early cracking in cement concrete pavements. *NDT and E International*, 115.
- Rezaei, A., Kaya, O., Ceylan, H., Kim, S., Gopalakrishnan, K. & Brill, D. (2017). Development of Rapid Three-dimensional Finite-Element Based Rigid Airfield Pavement Foundation Response and Moduli Prediction Models. *Transportation Geotechnics*, 13, 81-91.

- Rodríguez, M., Thenoux, G. y González, A. (2016). Determinación probabilística del tiempo de servicio de estructuras de pavimentos. *Revista Ingeniería de Construcción*, 31 (1), 83-90.
- Sabih, G. & Tarefder, R. (2018). Characterizing strength and thermal properties of concrete for implementation of pavement mechanistic-empirical design in New Mexico. *Transportation Geotechnics*, 15, 20-28.
- Shtayat, A., Moridpour, S., Best, B., Shroff, A. & Raol, D. (2020). A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 7 (5), 629-638.
- Solano, B. (2014). *Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el Jirón Junín de la Ciudad de Jaén- Cajamarca* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Szasdi, F. (2015). *Optimización del desempeño de pavimentos rígidos mediante la utilización de soporte lateral* (Tesis de Pregrado), Universidad Rafael Landívar, Guatemala de la Asunción, Guatemala.
- Yi, T., Yong, F., Yun, L. & Chi, Z. (2018). Responses of snow-melting airfield rigid pavement under aircraft loads and temperature loads and their coupling effects. *Transportation Geotechnics*, 14, 107-116.
- Zhang, L., Fu, L., Gu, W., Ouyang, Y. & Hu, Y. (2017). A general iterative approach for the system-level joint optimization of pavement maintenance, rehabilitation, and reconstruction planning. *Transportation Research*, 105, 378-400.
- Zhou, C., Lan, G., Cao, P., Tang, C., Cao, Q., Xu, Y. & Feng, D. (2020). Impact of freeze-thaw environment on concrete materials in two-lift concrete pavement. *Construction and Building Materials*, 262, 1-10.

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de consistencia.

Tabla 12: Matriz de consistencia.

TÍTULO: Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de Av. Miguel Grau, tramo Jr. Isidro Alcibar, San Martín de Porres, 2020.

AUTORES: Bach. Balcázar Yllesca, James - Bach. Luque Ramírez, Marleny Consuelo.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA	
GENERAL	GENERAL	GENERAL					
¿De qué manera mediante el diseño de pavimento rígido se podrá mejorar la transitabilidad de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima?	Realizar el diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima.	Mediante el diseño de pavimento rígido se podrá mejorar la transitabilidad de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima.	VARIABLE INDEPENDIENTE Diseño pavimento rígido.	Características estructurales de pavimento.	Espesor de subbase. Espesor de losa de concreto.	Enfoque: Cuantitativo.	
				Condición geomecánica del suelo.	Capacidad de soporte del suelo.		Diseño de Investigación: No experimental.
				Análisis de tráfico vehicular.	Conteo vehicular y número de ejes equivalentes (ESAL).		
					Estudio topográfico.	Ángulos horizontales y distancias.	Tipo de Investigación:
					Análisis de impacto ambiental.	Nivel de ruido.	Aplicada.
						Calidad del aire.	
			VARIABLE DEPENDIENTE Transitabilidad.	Conservación vial.	Grietas longitudinales y transversales.		
					Análisis de tráfico vehicular.	Conteo vehicular y número de ejes equivalentes (ESAL).	
					Serviciabilidad de la vía.	Grado de satisfacción del público.	
PE1: ¿De qué manera el diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales del pavimento de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima? PE2: ¿De qué manera el diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima? PE3: ¿De qué manera el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de tráfico vehicular de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima? PE4: ¿De qué manera el diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima? PE5: ¿De qué manera el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de impacto ambiental de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima?	OE1: Determinar cómo el diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales del pavimento de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima. OE2: Determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima. OE3: Determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de tráfico vehicular de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima. OE4: Determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima. OE5: Determinar cómo el diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de impacto ambiental de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima	HE1: El diseño de pavimento rígido incide en las características estructurales del pavimento de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima. HE2: El diseño de pavimento rígido se relaciona con la condición geomecánica del suelo de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima. HE3: El diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de tráfico vehicular de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima. HE4: El diseño de pavimento rígido se relaciona con el estudio topográfico de la de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima. HE5: El diseño de pavimento rígido se relaciona con el análisis de impacto ambiental de la Av. Miguel Grau tramo Jr. Isidro Alcibar, distrito de San Martín de Porres – Lima.					

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2

Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 13: Matriz de operacionalización de variables.

TÍTULO: Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de Av. Miguel Grau, tramo Jr. Isidro Alcibar, San Martín de Porres, 2020.

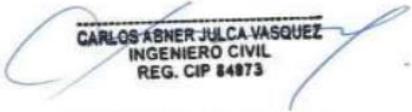
AUTORES: Bach. Balcázar Yllesca, James - Bach. Luque Ramírez, Marleny Consuelo.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Diseño pavimento rígido.	Busca determinar el espesor de las capas estructurales del pavimento: sub-rasante, sub-base y losa de concreto. (Ayasta, 2018).	Consiste en determinar el espesor de las capas estructurales del pavimento rígido. Su diseño amerita un análisis de tráfico eficiente, el estudio topográfico y el estudio de las condiciones geomecánicas del suelo, expresadas en la capacidad de soporte de éste. Se emplean memorias de cálculo, el ensayo CBR y se complementa con un análisis de impacto ambiental.	Características estructurales del pavimento.	Espesor de sub-base.	Memoria de cálculo.	ORDINAL
				Espesor de losa de concreto.	Memoria de cálculo.	ORDINAL
			Condición geomecánica del suelo.	Capacidad de soporte del suelo.	Ensayo de CBR.	ORDINAL
			Análisis de tráfico vehicular.	Conteo vehicular y número de ejes equivalentes (ESAL).	Conteo	ORDINAL
			Estudio topográfico.	Ángulos horizontales y distancias.	Equipo topográfico (estación total y prisma).	ORDINAL
			Análisis de impacto ambiental.	Nivel de ruido.	Ficha de observación.	ORDINAL
				Calidad del aire.	Ficha de observación.	ORDINAL
Deterioro del paisaje circundante.	Ficha de observación.	ORDINAL				
DEPENDIENTE Transitabilidad.	Demuestra que una carretera específica está disponible para su uso, es decir, que no ha sido cerrada al tránsito público por causas de emergencias viales o mal estado de la vía. (Atarama, 2015).	Permite que la carretera se muestre disponible para su uso y se determina a partir del análisis de la conservación vial que presenta la carretera, el tráfico vehicular y el grado de satisfacción del público. Para ello se emplean fichas de observación y memorias de cálculo.	Estado del Pavimento	Grado de ahuellamiento.	Ficha de observación.	ORDINAL
			Análisis de tráfico vehicular.	Conteo vehicular y número de ejes equivalentes (ESAL)	Conteo	ORDINAL
			Serviciabilidad de la vía.	Servicialidad Inicial Servicialidad Final	Ficha de observación.	ORDINAL

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 3
Ficha de validación.

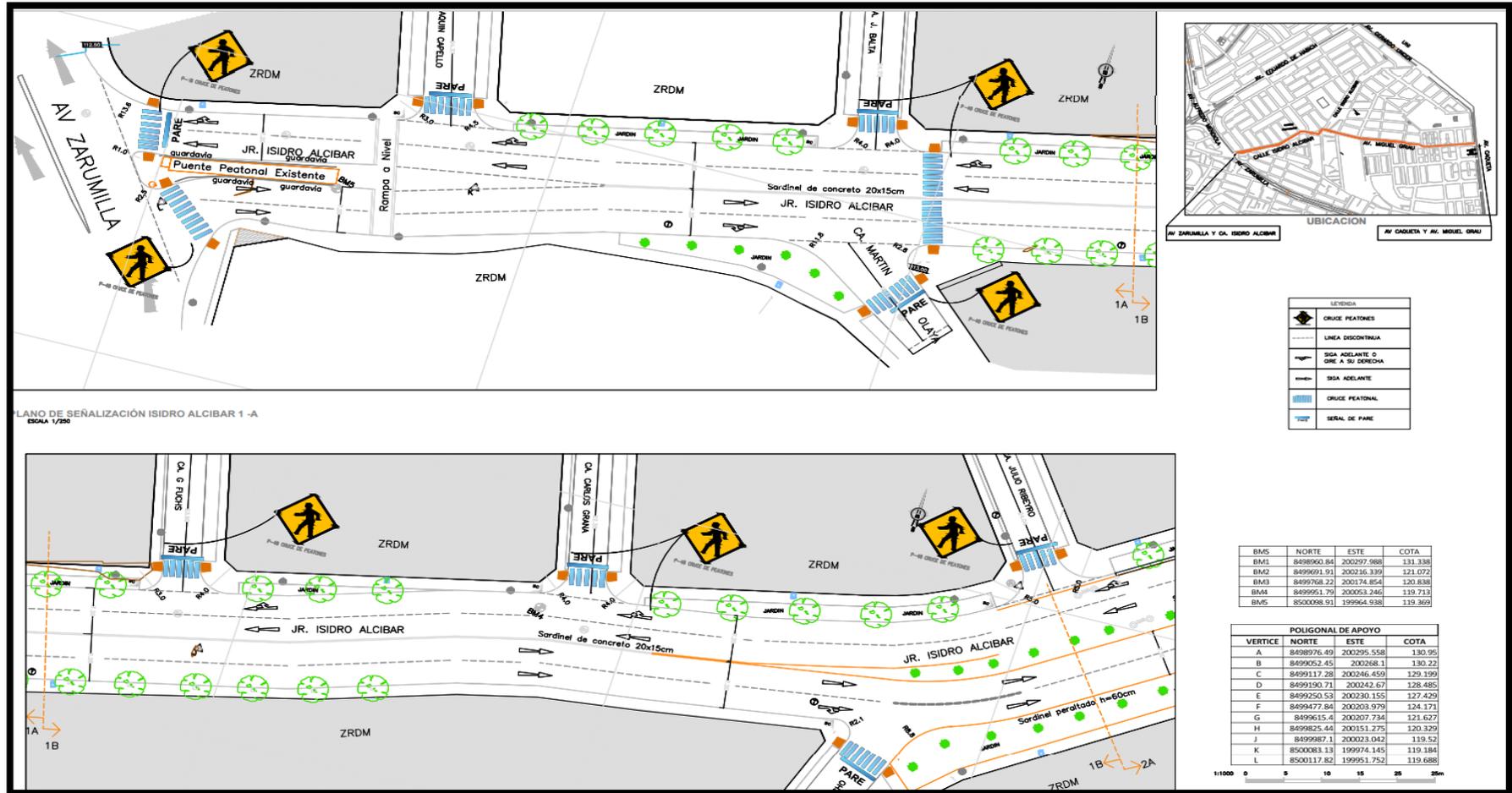
Tabla 14: Ficha de validación.

FICHA DE VALIDACIÓN								
TÍTULO: "Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de Av. Miguel Grau, tramo Jr. Isidro Alcibar, San Martín de Porres, 2020"								
AUTORES: James Balcázar Ylesca - Marleny Consuelo Luque Ramírez								
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	VALIDEZ DEL JUICIO DE EXPERTOS				
				INGENIERO N°1	INGENIERO N°2	INGENIERO N°3		
INDEPENDIENTE Diseño de pavimento rígido	Características estructurales del pavimento	• Espesor de sub-base • Espesor de losa de concreto	Memoria de cálculo	0.82	0.79	0.94		
	Condición geomecánica del suelo.	Capacidad de soporte del suelo	Ensayo de CBR	0.78	0.86	0.78		
	Análisis de tráfico vehicular.	Conteo vehicular y número de ejes equivalentes (ESAL).	Memoria de cálculo	0.81	0.83	0.85		
	Estudio topográfico	Ángulos horizontales y distancias	Equipo topográfico (estación total y prisma)	0.93	0.91	0.79		
	Análisis de impacto ambiental	• Nivel de ruido • Calidad de aire • Deterioro del paisaje circundante	Ficha de observación	0.78	0.89	0.81		
DEPENDIENTE Transitabilidad	Conservación vial	Grado de ahuellamiento	Ficha de observación	0.85	0.76	0.86		
	Análisis de tráfico vehicular	Conteo vehicular y número de ejes equivalentes (ESAL).	Memoria de cálculo	0.94	0.88	0.84		
	Serviciabilidad de la vía	Grado de satisfacción del público	Ficha de observación	0.76	0.75	0.96		
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (Según Hernández, 2011)			Sumatoria =	6.67	6.67	6.83		
Valor de la validez obtenida		Interpretación	Sumatoria / (n° de instrumentos) =	0.83	0.83	0.85		
De 0 a 0.60		Inaceptable						
Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70		Deficiente						
Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80		Aceptable						
Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90		Buena						
Mayor a 0.90		Excelente	Promedio de la validez obtenida =	0.84				
 TIRSO ARENAS URQUIZO ING. CONTROL DE CALIDAD CIP. 18795			 JUICY ENRÍQUEZ INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 35098			 CARLOS ABNER JULCA VASQUEZ INGENIERO CIVIL REG. CIP. 84973		
Ingeniero N°1			Ingeniero N°2			Ingeniero N°3		

Fuente: Elaboración Propia.

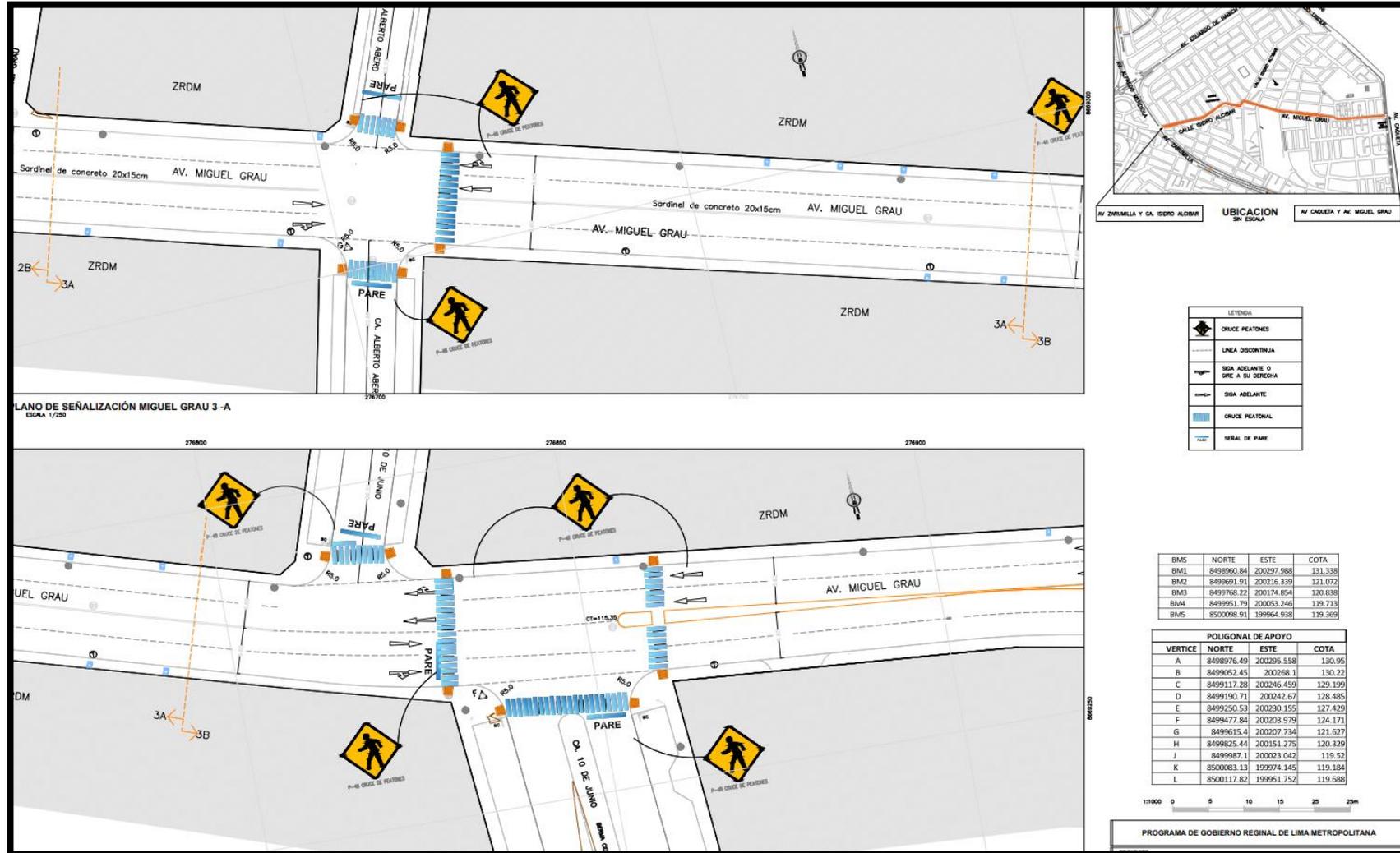
Anexo 4
Planos.

Figura 5: Plano de señalización – progresiva 0+000 – 0+240.



Fuente: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres.

Figura 7: Plano de señalización – progresiva 0+580 – 0+860.



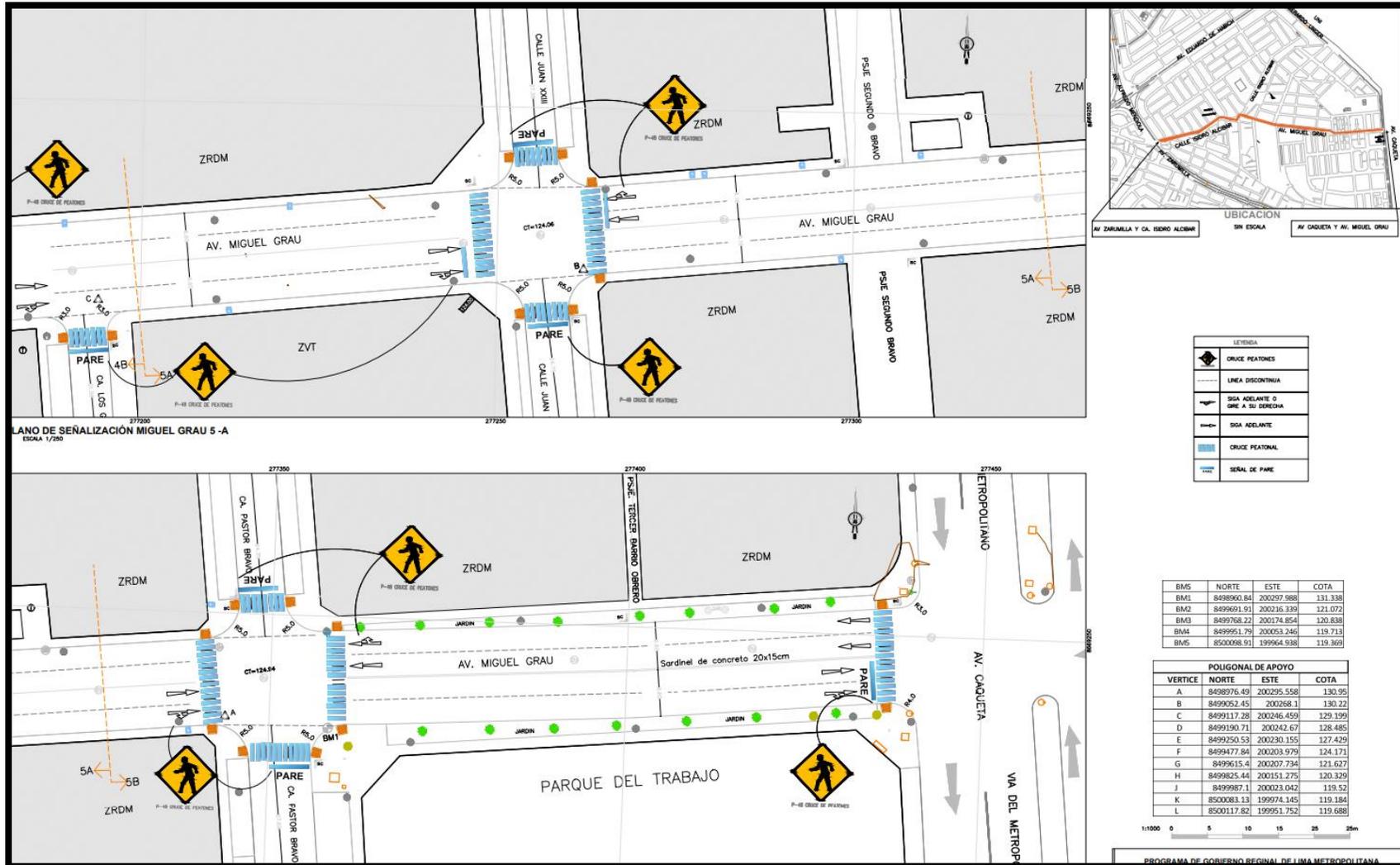
Fuente: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres.

Figura 8: Plano de señalización – progresiva 0+860 – 1+140.



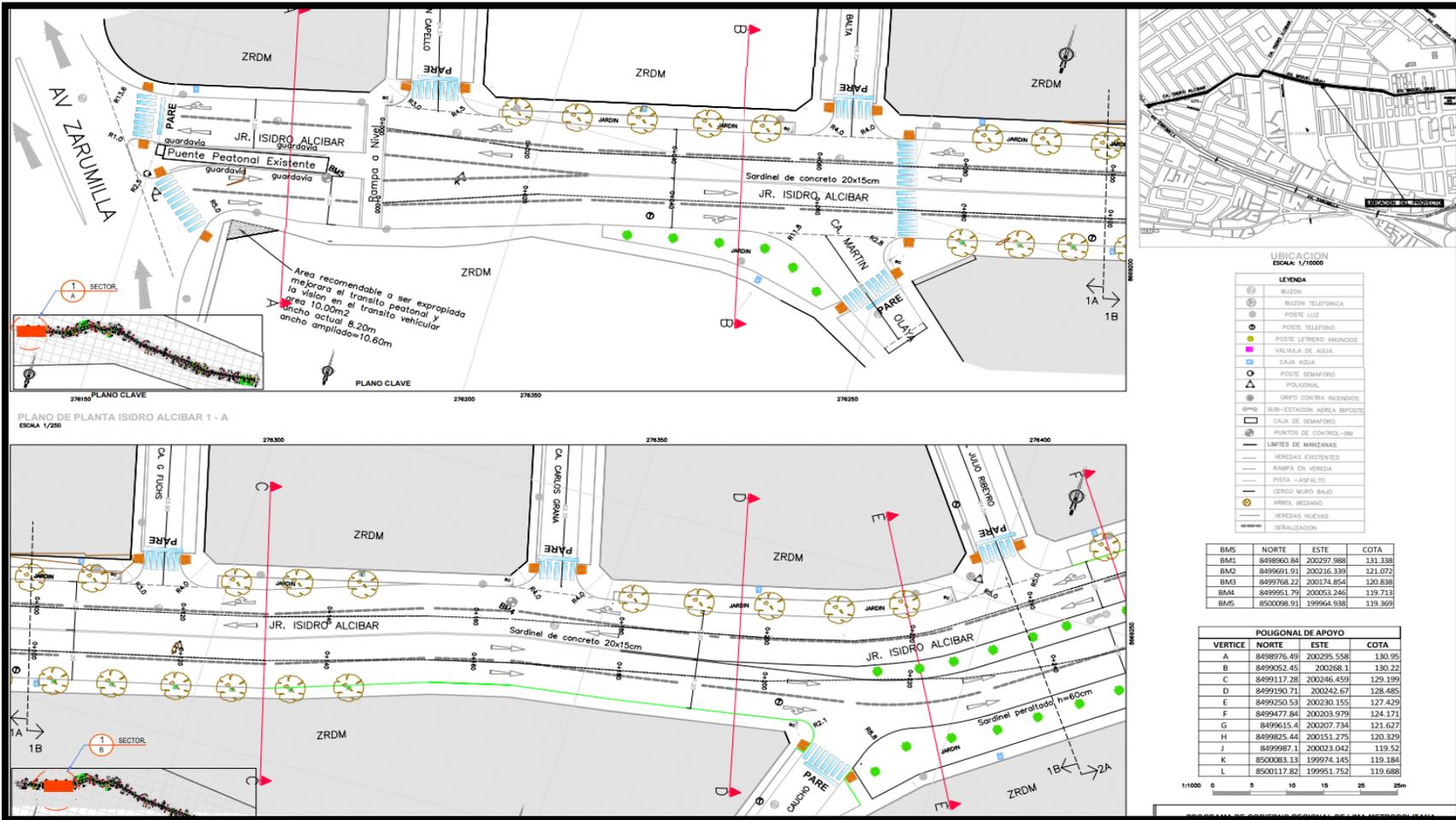
Fuente: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres.

Figura 9: Plano de señalización – progresiva 0+860 – 1+140.



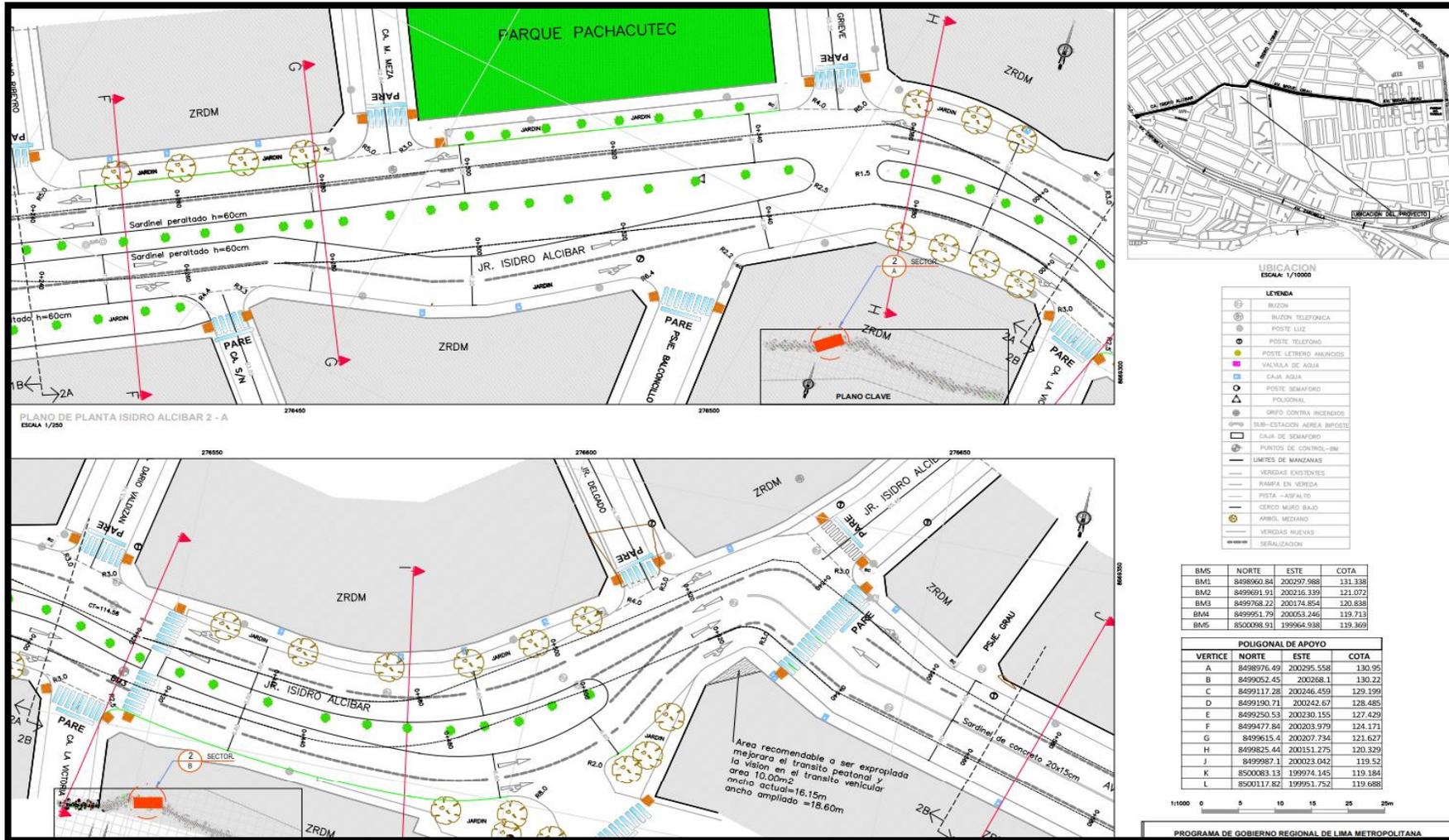
Fuente: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres.

Figura 10: Plano de diseño geométrico km 0+00 – 0+240.



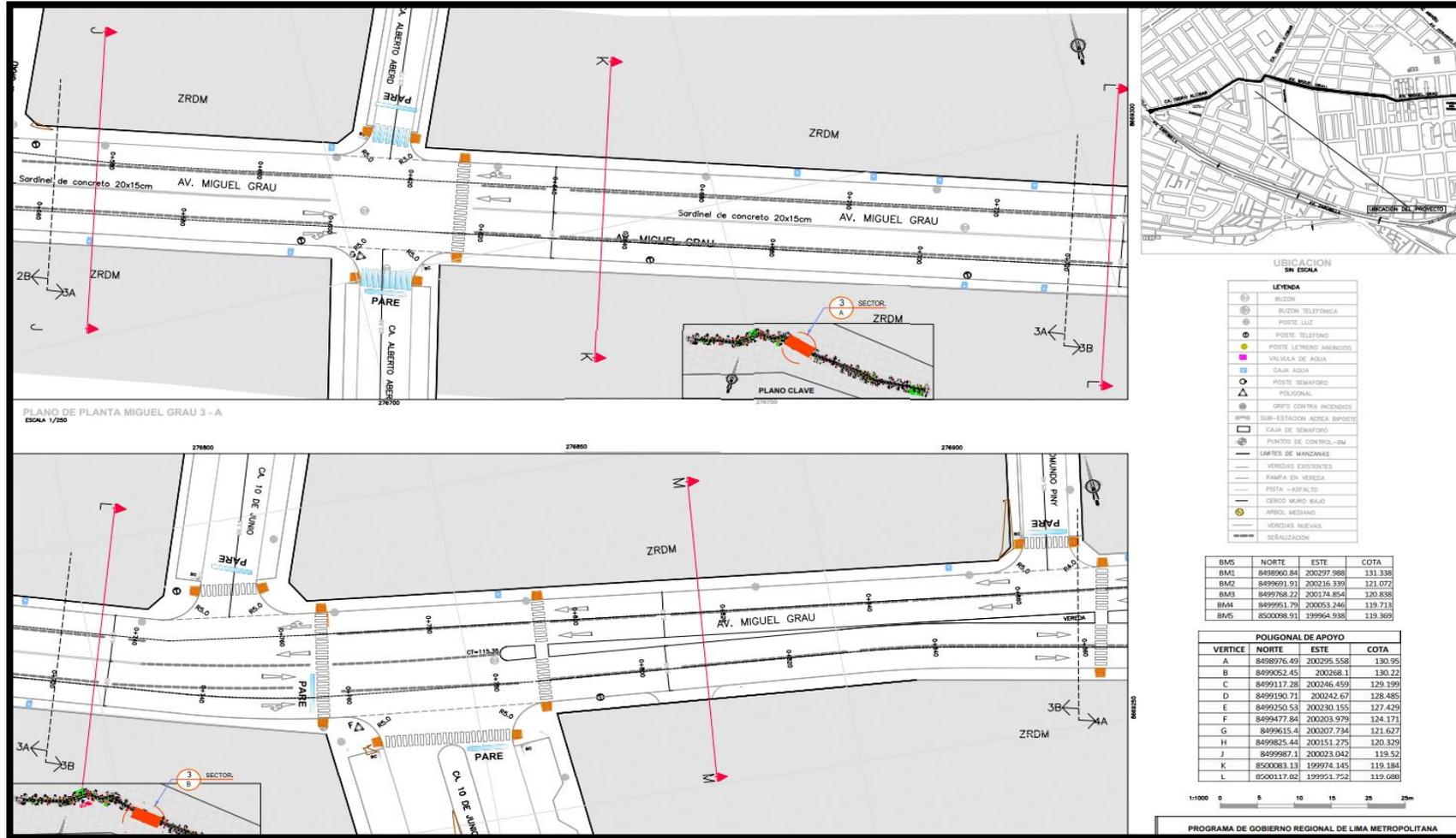
Fuente: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres.

Figura 11: Plano de diseño geométrico km 0+240 – 0+580.



Fuente: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres.

Figura 12: Plano de diseño geométrico km 0+580 – 0+860.



Fuente: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres.

Figura 13: Plano de diseño geométrico km 0+860 – 1+140.



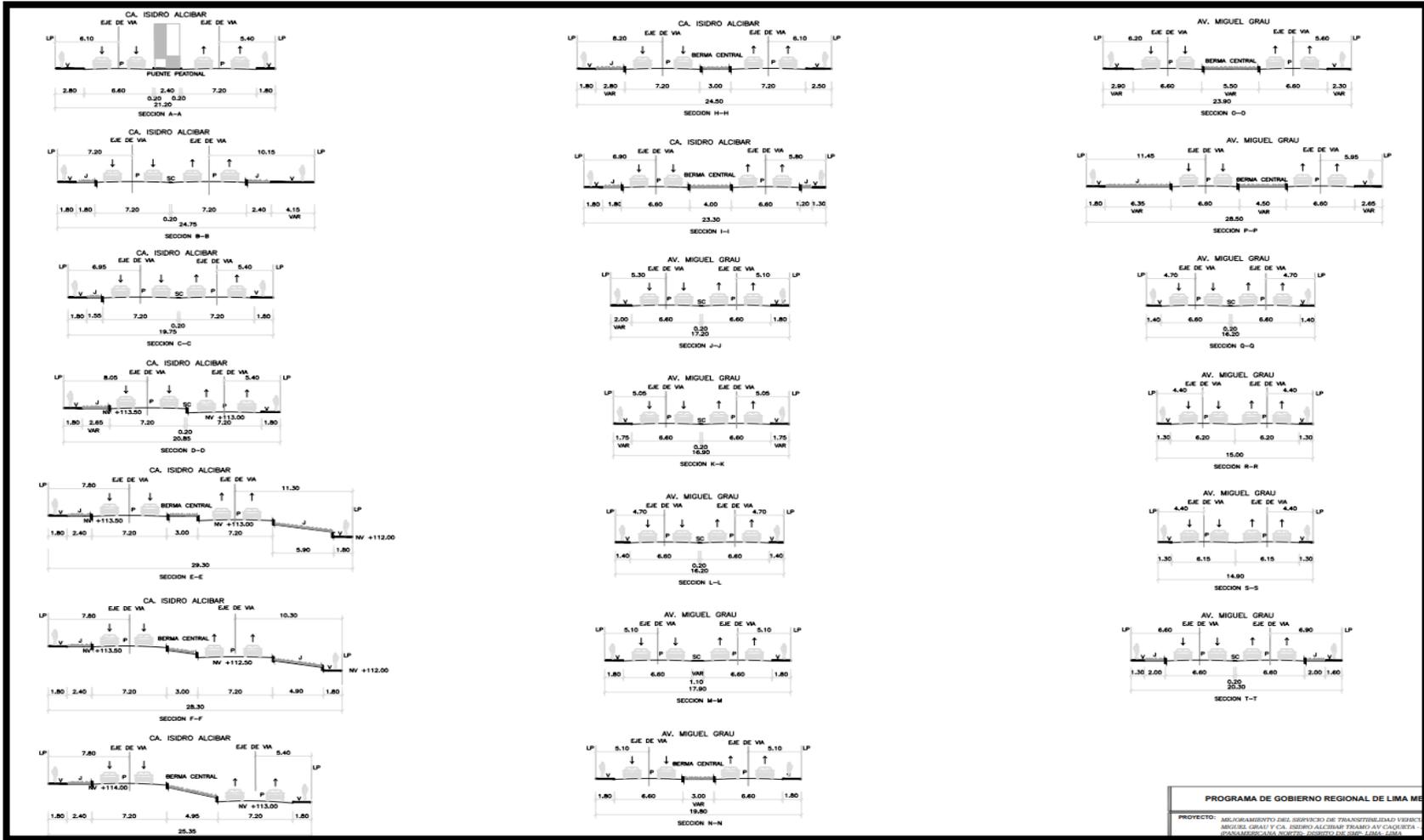
Fuente: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres.

Figura 14: Plano de diseño geométrico km 1+140 – 1+380.



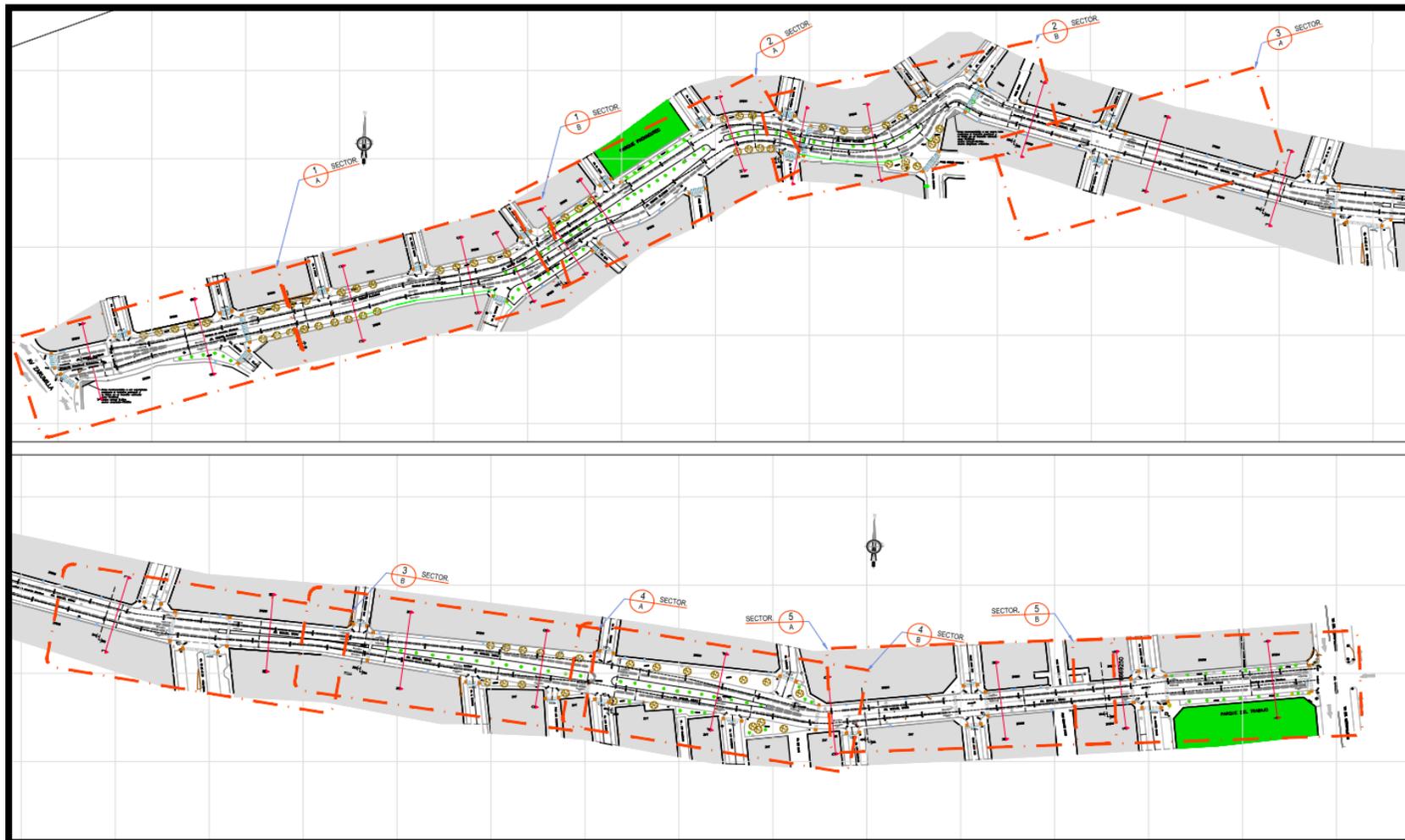
Fuente: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres.

Figura 15: Plano de diseño geométrico – secciones típicas.



Fuente: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres.

Figura 16: Plano clave – diseño geométrico.



Fuente: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres.

Anexo 5
Panel fotográfico.

Figura 17: Foto calicata C-01.



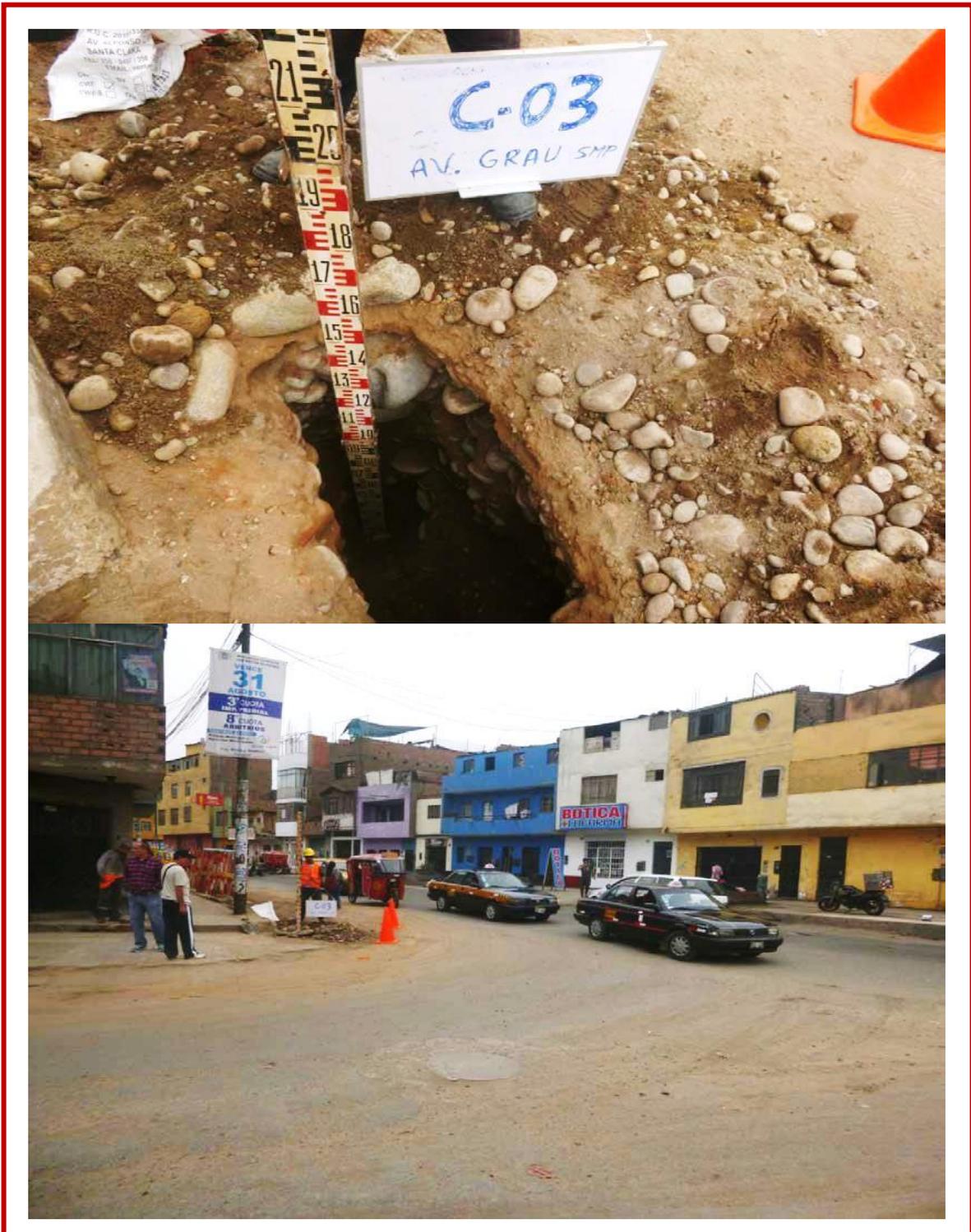
Fuente: Propia.

Figura 18: Foto calicata C-02.



Fuente: Propia.

Figura 19: Foto calicata C-03.



Fuente: Propia.

Figura 20: Foto calicata C-04.



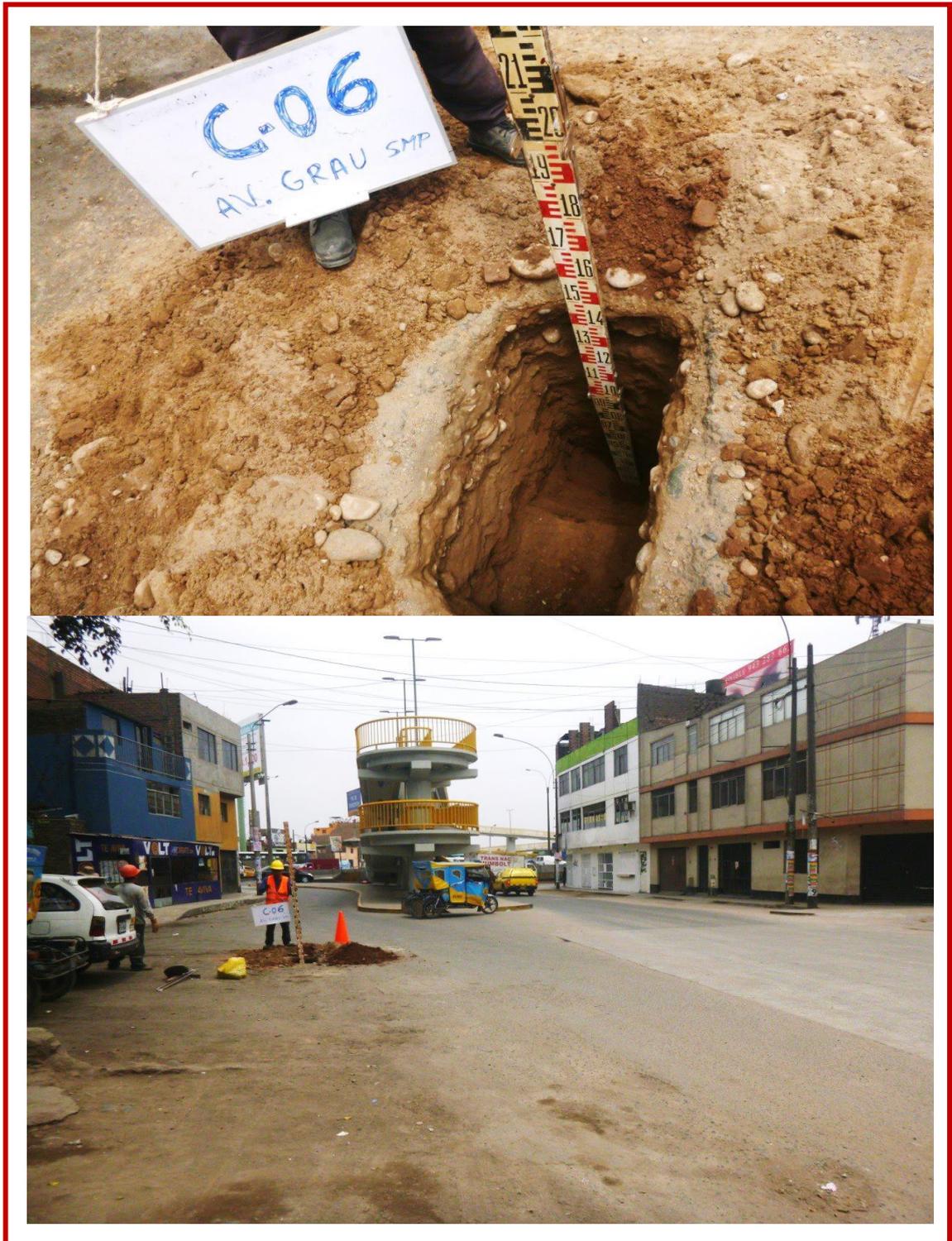
Fuente: Propia.

Figura 21: Foto calicata C-05.



Fuente: Propia.

Figura 22: Foto calicata C-06.



Fuente: Propia.

Anexo 6

Memoria de cálculo – estudio de tránsito vehicular.

Tabla 15: Memoria de cálculo – determinación de ESAL de diseño.

MEMORIA DE CÁLCULO – TRÁNSITO VEHICULAR DETERMINACIÓN DE ESAL DE DISEÑO													
TÍTULO: "Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de Av. Miguel Grau, tramo Jr. Isidro Alcibar, San Martín de Porres, 2020"													
AUTORES: James Balcázar Yllesca - Marleny Consuelo Luque Ramírez													
TIPO DE VEHICULO	A	B	C	D	TPDA= TPD*365	TASA ANUAL CRECIMIENTO VEHICULAR	FACTORES CRECIMIENTO (FC)		TRANSITO DE DISEÑO		FACTOR EQUIVALENTE	N° DE ESAL'S	
	TRAFICO NORMAL	TRAFICO DESVIADO	TRAFICO GENERADO	TRANSITO PROMEDIO DIARIO TPD (A+B+C)	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (D *365)		FR= ((1+i)*10-1)/i	FR= ((1+i)*20-1)/i	TRANSITO DE DISEÑO (10 AÑOS)	TRANSITO DE DISEÑO (20 AÑOS)	FACTOR CAMION N°ESAL'S / N°CAMIONES	ESAL 10	ESAL 20
LIGEROS	16454	949	801	18204	6,644,346	2.42%	11.16	25.34	74,166,456.53	168,367,398.40	0.07	5,191,651.96	11,785,717.89
PESADOS													
Bus / Omnibus	780	139	111	1030	375,859	0.66%	10.30	21.31	3,872,205.11	8,007,701.20	0.69	2,671,821.53	5,525,314
s/Traylers/Semi Traylers	877	97	78	1052	384,080	3.73%	11.86	28.96	4,553,985.72	11,122,020.50	2.45	11,157,265.02	27,248,950
SUMA TOTAL DE ESAL											19,020,739	44,559,982	
Esa l's = ESALxFdxFc													
											Fd = FACTOR DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL PARA UNA CALZADA Y DOS SENTIDOS		0.5
											Fc= FACTOR CARRIL PARA UN CARRIL POR SENTIDO		0.8
ESAL DISEÑO (10) = 7,608,295.40													
ESAL DISEÑO (20) = 17,823,992.77													

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 7
Ficha de observación.

Tabla 16: Ficha de observación – Revisor 1.

		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
TÍTULO:		DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE AV. MIGUEL GRAU, TRAMO JR. ISIDRO ALCIBAR, SAN MARTIN DE PORRES, 2020.					
AUTORES:		BACH. MARLENY CONSUELO LUQUE RAMIREZ / BACH. JAMES BALCÁZAR YLLESCA.					
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA				REGION	
Av. Miguel Grau	San Martin de Porras	Lima				Lima	
DIMENSIONES		PERTINENCIA		RELEVANCIA		CLARIDAD	
DIMENSIÓN 1: CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL PAVIMENTO		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Espesor de sub-rasante			X		X		X
Espesor de base granular		X		X		X	
Espesor de losa de concreto		X		X		X	
Es posible proponer espesores tentativos por capa?							
DIMENSIÓN 2: CONDICIÓN GEOMÉCANICA DEL SUELO		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Capacidad de soporte del suelo		X		X		X	
Es permisible determinar la relación de soporte CBR en el terreno in situ??							
DIMENSIÓN 3: ANÁLISIS DE TRÁFICO VEHICULAR		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Cuento Vehicular y Número de ejes equivalentes (ESAL)		X		X		X	
Que define el análisis de tráfico?							
DIMENSIÓN 4: ESTUDIO TOPOGRÁFICO		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Ángulos Horizontales y distancias		X		X		X	
Los puntos geodésicos como se establecen en la vía?							
DIMENSIÓN 5: ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Nivel de ruido		X		X		X	
Calidad de aire		X		X		X	
Deterioro de paisaje circundante		X		X		X	
Genera contaminación en el suelo, el pavimento de concreto							
Nombres y apellido del ingeniero que da Validez y Confiabilidad						Firma	
<p>Carlos Abner Juleca Vásquez</p>							
Nº de colegiatura		Nº de DNI		Especialidad			
84973		16799019		Ing. Civil.			
						<p>CARLOS ABNER JULCA VASQUEZ INGENIERO CIVIL REG. CIP 84973</p>	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17: Ficha de observación.

		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
TÍTULO:		DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE AV. MIGUEL GRAU, TRAMO JR. ISIDRO ALCIBAR, SAN MARTIN DE PORRES, 2020.					
AUTORES:		BACH. MARLENY CONSUELO LUQUE RAMIREZ / BACH. JAMES BALCÁZAR YLLESCA.					
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA				REGION	
Av. Miguel Grau	San Martin de Porras	Lima				Lima	
DIMENSIONES		PERTINENCIA		RELEVANCIA		CLARIDAD	
DIMENSIÓN 1: CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL PAVIMENTO		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Espesor de sub-rasante			X		X		X
Espesor de sub-base		X		X		X	
Espesor de losa de concreto		X		X		X	
Que nivel de confiabilidad * mínima considera, en vías importantes?							
		Se considera como mínimo R= 70%, el cual alcanza la confiabilidad al diseño, aumentando la probabilidad de extender la vida útil pavimento					
DIMENSIÓN 2: CONDICIÓN GEOMÉCANICA DEL SUELO		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Capacidad de soporte del suelo		X		X		X	
El CBR esta relacionado con el tipo de gradacion							
		Presenta una relacion directa por lo mismo que define el metodo de compactacion A, B y C, para efectuar el ensayo del CBR					
DIMENSIÓN 3: ANÁLISIS DE TRÁFICO VEHICULAR		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Conteo Vehicular y Número de ejes equivalentes (ESAL)		X		X		X	
		Corrige, eliminando las diversas fluctuaciones del volumen de trafico, por las variaciones estacionales, apartir de una serie anual de trafico registrado por unidad de peaje.					
DIMENSIÓN 4: ESTUDIO TOPOGRÁFICO		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Ángulos Horizontales y distancias		X		X		Xx	
		Mediante la nivelacion antes y despues la compactacion de la conformacion base granular, alcanzada la densificacion.					
DIMENSIÓN 5: ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Nivel de ruido		X		X		X	
Calidad de aire		X		X		X	
Deterioro de paisaje circundante		X		X		X	
		En el concreto que no contiene acero de refuerzo, la carbonatacion es, generalmente, un proceso de pocas consecuencias y por ende el deterioro de la capa del concreto es lenta con mayor vida útil, teniendose menor impacto ambiental					
Nombres y apellido del ingeniero que da Validez y Confiabilidad						Firma	
JORGE ENRIQUE AGRODA MATIAS							
Nº de colegiatura		Nº de DNI		Especialidad			
35098		16465164		INGENIERO CIVIL			

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18: Ficha de observación.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
TÍTULO:		DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE AV. MIGUEL GRAU, TRAMO JR. ISIDRO ALCIBAR, SAN MARTIN DE PORRES, 2020.					
AUTORES:		BACH. MARLENY CONSUELO LUQUE RAMIREZ / BACH. JAMES BALCÁZAR YLLESCA.					
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA				REGION	
Av. Miguel Grau	San Martín de Porras	Lima				Lima	
DIMENSIONES		PERTINENCIA		RELEVANCIA		CLARIDAD	
DIMENSIÓN 1: CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL PAVIMENTO		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Espesor de sub-rasante			X		X		X
Espesor de base granular		X		X		X	
Espesor de losa de concreto		X		X		X	
Cual es el espesor mínimo de una losa de concreto?							
		Debe tener como mínimo un espesor de 10 cm., dependiendo de los factores como el tránsito, la carga que soportará su piso, las dimensiones de la losa, etc.					
DIMENSIÓN 2: CONDICIÓN GEOMÉCANICA DEL SUELO		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Capacidad de soporte del suelo		X		X		X	
Que mide el ensayo CBR?							
		Mide la capacidad de soporte de explanadas, bases y subbases de firmes, normalmente en condiciones de humedad y densidad controladas.					
DIMENSIÓN 3: ANÁLISIS DE TRÁFICO VEHICULAR		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Cuento Vehicular y Número de ejes equivalentes (ESAL)		X		X		X	
Que indica el Número de ejes equivalentes?							
		Indica el número de pasadas de un eje tipo, que producirían en un firme el mismo grado de fallas que ocasionado por un conjunto de ejes del tráfico pesado					
DIMENSIÓN 4: ESTUDIO TOPOGRÁFICO		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Ángulos Horizontales y distancias		X		X		X	
Que diferencia se relaciona entre bombeo y peralte para una vía?							
		Son pendientes transversales que se presenta en la vía, entre tangencias horizontales y la curva respectivamente.					
DIMENSIÓN 5: ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Nivel de ruido		X		X		X	
Calidad de aire		X		X		X	
Deterioro de paisaje circundante		X		X		X	
Es posible la construcción vías sin contaminación acústica?							
Nombres y apellido del Ingeniero que da Validez y Confiabilidad						Firma	
							
Nº de colegiatura		Nº de DNI		Especialidad			
CIP 18795				INGº CIVIL			
							

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 8
Ensayo de laboratorio de suelos.

Figura 23: Análisis Granulométrico sub base..

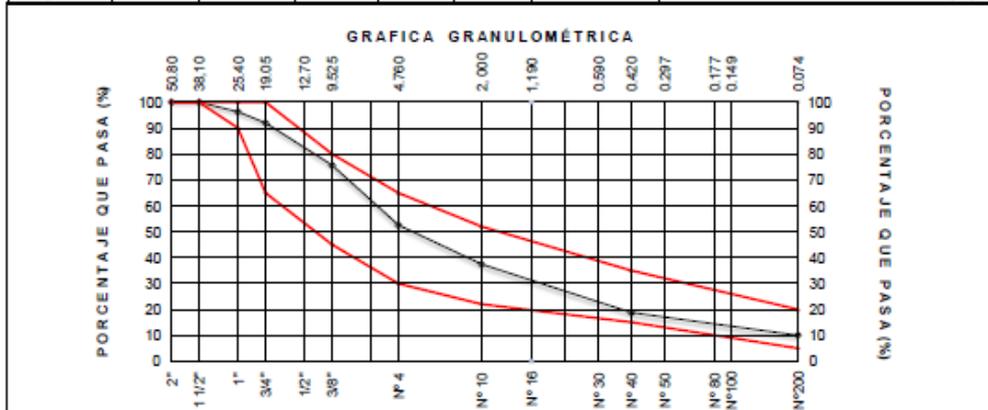
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO POR TAMIZADO		Código	GOC-Fr-142
			Versión	01
	NORMA MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27 / NTP 400.12		Fecha	01/10/2019
	LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES		Página	01 de 01
PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE AV MIGUEL GRAU TRAMO JR ISIDRO ALCIBAR, SAN MARTÍN DE PORRES 2020			
SOLICITA	BACH. MARLENY CONSUELO LUQUE RAMÍREZ / BACH. JAMES BALCAZAR YLLESCA			
UBICACIÓN	SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA (BASE GRANULAR)			
CANTERA	CALLAO - AGRECOM	COORDENADAS UTM	12037029 S 77127.561 N	MUESTRA 01 FECHA 10/09/2020

PARTIDA

TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFÁLTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
MEZCLA ASFÁLTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Ensayo de análisis granulométrico

Tamices		Peso	% Retiene	% Retiene	% que	Especificación		Descripción
Pulgada	mm.	Retenido, g.	Parcial	Acumulado	Pasa	Gradación	A-1	
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							Datos :
2"	50.800				100.0	100	100	Peso Total muestra seca 17,621.0 g.
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	Material retenido tamiz N°4 8,361.0 g.
1"	25.400	649.0	3.7	3.7	96.3	90	100	Material pasante tamiz N°4 9,260.0 g.
3/4"	19.050	766.0	4.3	8.0	92.0	65	100	Fración húmeda agregado fino 450.3 g.
1/2"	12.700	1,641.0	9.3	17.3	82.7			Fración seca agregado fino 422.6 g.
3/8"	9.525	1,239.0	7.0	24.4	75.6	45	80	Material pasante tamiz N° 200 80.4 g.
1/4"	6.350	0.0	0.0	24.4	75.6			Humedad agregado fino 6.6 %
N° 4	4.760	4,066.0	23.1	47.4	52.6	30	65	Tamaño Máximo (pulgada) 2"
N° 6	3.360	0.0	0.0	47.4	52.6			
N° 8	2.380	98.6	12.3	59.7	40.3			Proporciones
N° 10	2.000	22.5	2.8	62.5	37.5	22	52	Agregado Grueso, retenido 47.4 %
N° 15	1.190	63.6	7.9	70.4	29.6			Agregado Fino, retenido 52.6 %
N° 20	0.840	31.5	3.9	74.4	25.6			Fino pasa tamiz N° 200 10.0 %
N° 30	0.590	27.5	3.4	77.8	22.2			
N° 40	0.420	27.9	3.5	81.2	18.8	15	35	Clasificación SUCS / AASHTO
N° 50	0.297	21.3	2.6	83.9	16.1			Límite Líquido ASTM D 4318 18.8 %
N° 80	0.177	22.1	2.7	86.6	13.4			Límite Plástico ASTM D 4318 13.5 %
N° 100	0.149	7.5	0.9	87.6	12.4			Índice Plástico ASTM D 4318 5.3 %
N° 200	0.074	19.5	2.4	90.0	10.0	5	20	Clasificación SUCS GW-GC
pasa		80.4	10.0	100.0	0.0			Clasificación AASHTO A-1-a (0)



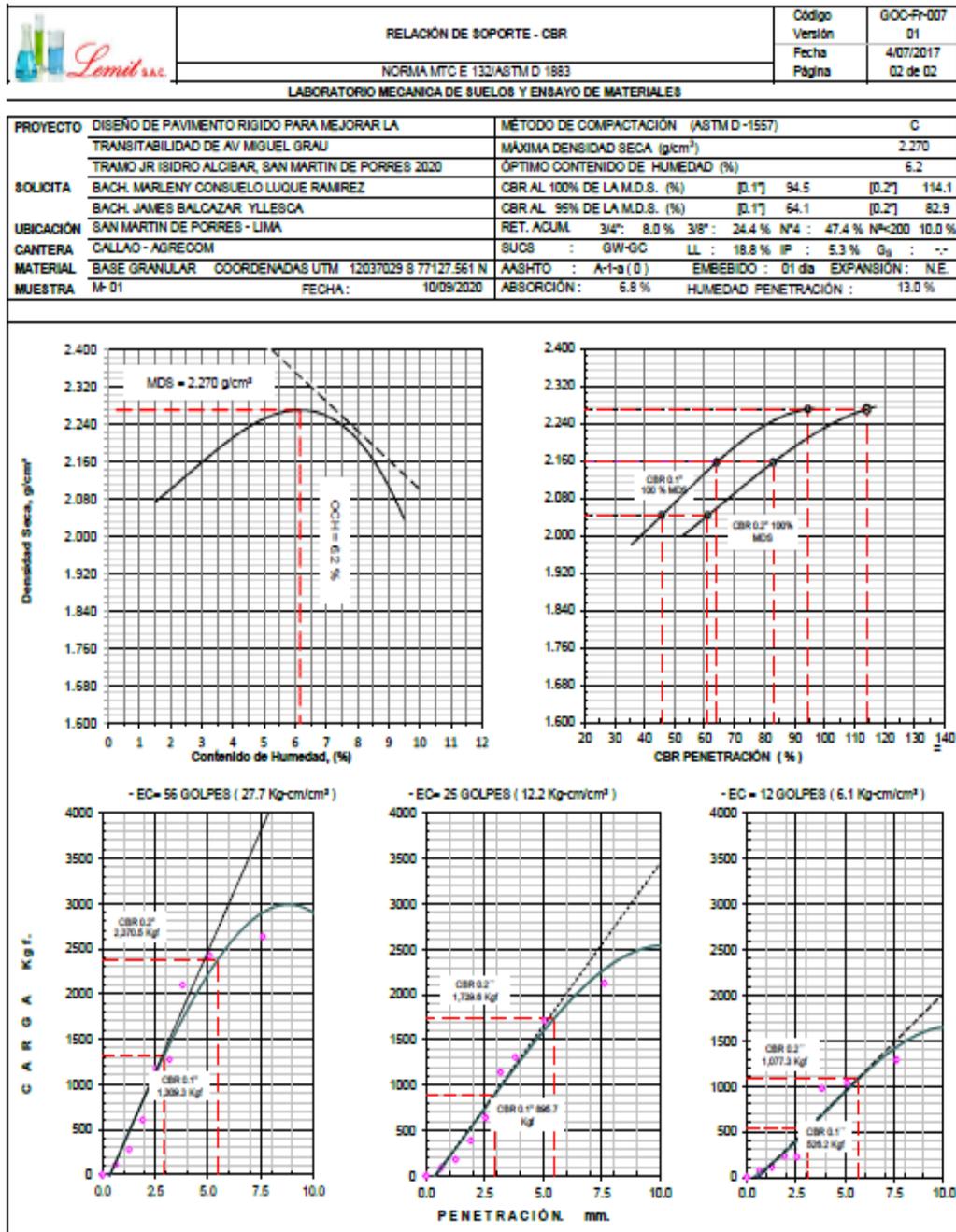
Nota :
GW-GC Grava bien graduada con Arolla y Arena


JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CP N° 68606


TIROSO ARENAS URQUIZO
 Ing. CONTROL DE CALIDAD
 CP: 16796

Fuente: LEMIT S.A.C.

Figura 24: CBR sub base.



Nota


JORGE ROMERO PUJAYALI
 Ingeniero Civil
 CP N° 68020


TINO ARENAS URQUIZA
 Ing. CONTROL DE CALIDAD
 CP 18796

Fuente: LEMIT S.A.C.

Figura 25: Análisis Granulométrico – sub rasante.

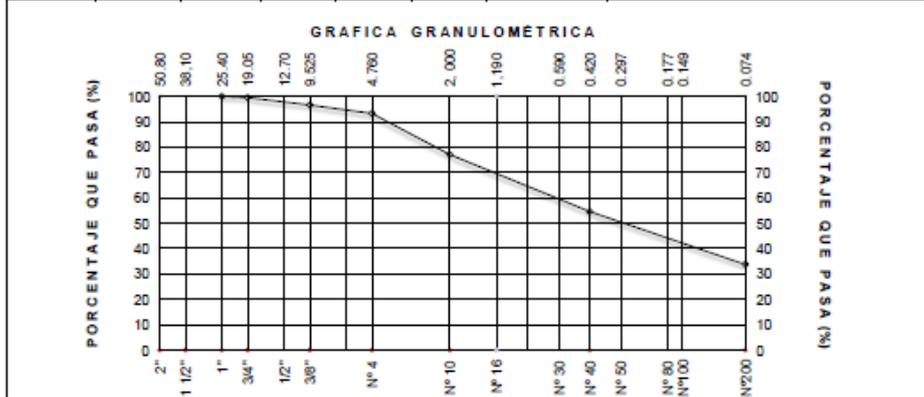
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO POR TAMIZADO		Código	GOC-Fr-142	
			Versión	01	
	NORMA MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27 / NTP 400.12		Fecha	01/10/2019	
			Página	01	
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES					
PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE AV MIGUEL GRAU TRAMO JR ISIDRO ALCIBAR, SAN MARTÍN DE PORRES 2020				
SOLICITA	BACH. MARLENY CONSUELO LUQUE RAMÍREZ / BACH. JAMES BALCAZAR YLLESCA				
UBICACIÓN	SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA (SUB RASANTE)		COORDENADAS UTM	276148 E 8669.188 N	
CALICATA	06	PROFUNDIDAD	1.50 m.	MUESTRA	01
				FECHA	10/09/2020

PARTIDA

TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>
SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFÁLTICA	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
MEZCLA ASFÁLTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

Ensayo de análisis granulométrico

Tamices		Peso	% Retiene	% Retiene	% que	Especificación	Descripción
Pulgada	mm.	Retenido, g.	Parcial	Acumulado	Pasa		
3"	76.200						Datos :
2 1/2"	63.500						Peso Total muestra seca 17,255.0 g.
2"	50.800						Material retenido tamiz N°4 1173.0 g.
1 1/2"	38.100						Material pasante tamiz N°4 16,082.0 g.
1"	25.400				100.0		Fracción húmeda agregado fino 721.0 g.
3/4"	19.050	78.0	0.5	0.5	99.5		Fracción seca agregado fino 714.2 g.
1/2"	12.700	240.0	1.4	1.8	98.2		Material pasante tamiz N° 200 258.2 g.
3/8"	9.525	277.0	1.6	3.4	96.6		Humedad agregado fino 1.0 %
1/4"	6.350	280.0	1.6	5.1	94.9		Tamaño Máximo (pulgada) 1"
N° 4	4.760	298.0	1.7	6.8	93.2		Proporciones
N° 6	3.360	0.0	0.0	6.8	93.2		Agregado Grueso, retenido 6.8 %
N° 8	2.380	30.0	3.9	10.7	89.3		Agregado Fino, retenido 93.2 %
N° 10	2.000	94.0	12.3	23.0	77.0		Fino pasa tamiz N° 200 33.7 %
N° 16	1.190	0.0	0.0	23.0	77.0		Clasificación SUCS / AASHTO
N° 20	0.840	0.0	0.0	23.0	77.0		Límite Líquido ASTM D 4318 24.3 %
N° 30	0.590	62.0	8.1	31.1	68.9		Índice Plástico ASTM D 4318 3.9 %
N° 40	0.420	110.0	14.4	45.4	54.6		Clasificación SUCS SM
N° 50	0.297	0.0	0.0	45.4	54.6		Clasificación AASHTO A-2-4 (0)
N° 80	0.177	0.0	0.0	45.4	54.6		Coefficiente / Diámetro
N° 100	0.149	90.0	11.7	57.2	42.8		D ₆₀ 0.49 %
N° 200	0.074	70.0	9.1	66.3	33.7		Cu = 6.68 D ₃₀ 0.07 %
pasa		258.2	33.7	100.0	0.0		Cc = 0.15 D ₁₀ 0.07 %



Nota :

SM Arena Limosa


JORGE ROMERO PUMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 64606


TIBISO ARENAS URQUIZA
 Ing. CONTROL DE CALIDAD
 CH 18796

REVISADO POR: GESTOR QHSE

COPIA NO CONTROLADA

APROBADO POR: GERENTE GENERAL

Fuente: LEMIT S.A.C.

Figura 26: CBR - subrasante.

		RELACION DE SOPORTE - CBR				Código Versión Fecha Página		GOC-Fr-007 01 4/07/2017 01						
		NORMA MTC E 132 / ASTM D 1883 / AASHTO T 193												
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES														
PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE AV MIGUEL GRAU													
	TRAMO JR ISIDRO ALCIBAR, SAN MARTIN DE PORRES 2020													
SOLICITA	BACH. MARLENY C. LUQUE RAMIREZ / BACH. JAMES BALCAZAR YLLESCA													
UBICACION	SAN MARTIN DE PORRES - LIMA (SUB RASANTE)				COORDENADAS UTM		276250 E 8669.197 N							
CALICATA	05	PROFUNDIDAD	1.50 m.	MUESTRA	01	FECHA		10/09/2020						
PARTIDA														
TERRAPLENES	<input type="checkbox"/>	AFIRMADO	<input type="checkbox"/>	RELLENOS	<input type="checkbox"/>	MEJORAMIENTO	<input type="checkbox"/>							
SUB BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>	TRATAMIENTO SUPERFICIAL ASFALTICA	<input type="checkbox"/>									
MEZCLA ASFALTICA	<input type="checkbox"/>	CONCRETO PORTLAND	<input type="checkbox"/>	PAVIMENTO	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>							
Ensayo :														
COMPACTACION														
Molde N°	2			6			1							
Capas N°	5			5			5							
Golpes por capa N°	56			25			12							
Condición de la muestra	No Saturado		Saturado		No Saturado		Saturado		No saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo (g)	10,350.0		10,480.0		11,592.0		11,637.0		9,895.0		10,031.0			
Peso molde (g)	6,069.0		6,069.0		7,540.0		7,540.0		6,045.0		6,045.0			
Peso del suelo húmedo (g)	4,281.0		4,411.0		4,052.0		4,097.0		3,850.0		3,986.0			
Volumen del molde (cm ³)	2,148.0		2,148.0		2,148.0		2,148.0		2,148.0		2,148.0			
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.993		2.054		1.886		1.907		1.792		1.856			
Tara (N°)														
Peso suelo húmedo + tara (g)	469.0		555.2		458.0		505.6		462.0		542.3			
Peso suelo seco + tara (g)	435.0		513.8		425.0		466.5		428.5		497.3			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	34.0		41.4		33.0		39.1		33.5		45.0			
Peso de suelo seco (g)	435.0		513.8		425.0		466.5		428.5		497.3			
Contenido de humedad (%)	7.82		8.06		7.76		8.38		7.82		9.04			
Densidad seca (g/cm ³)	1.849		1.900		1.750		1.760		1.662		1.702			
EXPANSION														
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión.		Dial	Expansión.		Dial	Expansión.				
				mm	%		mm	%		mm	%			
10/09/2020	07:12	0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0			
11/09/2020	07:18	16	12.0	0.305	0.2	18.0	0.457	0.4	30.0	0.762	0.6			
12/09/2020	07:24	34	15.0	0.381	0.3	20.0	0.508	0.4	33.0	0.838	0.7			
13/09/2020	07:30	54	21.0	0.533	0.4	28.0	0.711	0.6	35.0	0.889	0.7			
PENETRACION														
Penetración, mm. (pulg.)	Carga Estandar kq/cm ²	Molde N° 19				Molde N° 20				Molde N° 21				
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección		
		Dial (div)	kgf.	kgf.	%	Dial (div)	kgf.	kgf.	%	Dial (div)	kgf.	kgf.	%	
0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025	8	47			7	43			3	26			
1.270	0.050	18	79			10	55			8	47			
1.905	0.075	45	188			20	97			12	64			
2.540	0.100	70.3	65	272	373.8	27.4	48	214	304.9	22.3	21	101	189.9	13.9
3.180	0.125		95	397			65	285			50	223		
3.810	0.150		140	585			104	448			66	289		
5.080	0.200	105.7	185	773	738.0	36.0	130	557	627.5	30.6	95	411	406.3	19.8
7.620	0.300		220	920			190	808			130	557		
10.160	0.400		305	1,275			260	1,100			220	933		

Nota


JORGE ROMERO PULMAYALI
 Ingeniero Civil
 CIP N° 88008


TIFSO ARENAS URQUIZA
 ING. CONTROL DE CALIDAD
 CIP 18796

Fuente: LEMIT S.A.C.

Anexo 9
Analisis de impacto Ambiental

ANALISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

1. MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS IDENTIFICADOS

El objetivo básico del Estudio de Impacto Ambiental, es el control de los efectos negativos generados por las actividades de Construcción y Funcionamiento del Intercambio vial Panamericana Norte – Avenida Miguel Grau del distrito de San Martín de Porres.

Asimismo, cumplir con las exigencias técnico - ambientales del Ministerio de Transportes, la Constitución Política del Perú, el Código del Medio Ambiente y otros de importancia relacionados al medio ambiente con lo cual se pretende que la obra sea diseñada y construida con todas las recomendaciones técnicas - ambientales y además que el funcionamiento sea sostenible a través del tiempo.

Según el análisis de los impactos ambientales, la descripción del Proyecto y del Medio Ambiente se plantea medidas de control las cuales se presentan como alternativas en su aplicación para que sean cumplidas, ya sea la empresa privada o el estado.

1.1. MEDIDAS DE CONTROL Y/O MITIGACIÓN

Seguidamente se dan medidas de control ambiental alternas si sucedieran estos impactos ambientales. Las medidas a ser analizadas corresponde son a los niveles de ruido, calidad del aire, escenas paisajísticas, salud pública y desvío de tránsito.

1.2. NIVEL DE RUIDO

Seguidamente se plantean las medidas de control en caso de ruidos en la fase constructiva y de funcionamiento de la obra.

Fase de construcción:

- a) Si el ruido es perjudicioso (mayores de 90 decibeles) para los trabajadores es preciso la insonorización de motocompresores y aplicación de equipos silenciadores a la maquinaria.
- b) A ambos lados de la avenida ha rehabilitar existen viviendas y comercios; esto indica que los ruidos que se generen durante la remodelación de la obra afectarían a dicha población; sin embargo el mayor movimiento se dará en las interconexiones, por lo que la intensidad de los ruidos no será mayor de 75 decibeles, debido a la distancia entre esta y las viviendas.
- c) Si el ruido es perjudicioso (mayores de 90 decibeles) para los trabajadores y técnicos es preciso la insonorización de motocompresores y aplicación de equipos silenciadores, dispositivos amortiguadores a la maquinaria.
- d) Si se presentan ruidos en la fase constructiva (mayores de 90 decibeles), se tendrá las siguientes recomendaciones:
 - Emplear tapones u orejeras (Trabajadores, Técnicos e ingenieros).



JORGE ROMERO PUMAYALI
Ingeniero Civil
CIP N° 68009

- Aprovechar los obstáculos naturales que se opongan a la propagación del ruido hacia las zonas a proteger.
 - Mantener el nivel de ruido, asegurándose que los equipos mecánicos del sistema operen relativamente suave.
- b) Durante la etapa de desvíos será necesario tener en consideración lo siguiente:
- Poner letreros provisionales en la intersección de la carretera Panamericana Norte y Av. Honorio Delgado en el norte, Panamericana Norte y Puente Trompeta en el sur, Av. Miguel Grau y Av. ~~Tupac Amaru~~ en el este y Av. Miguel Grau y Jr. Toribio Rodríguez de Mendoza al oeste.
 - La policía deberá verificar el ~~transito~~ vehicular en estas arterias para evitar la congestión.

Fase de Funcionamiento:

- a) Reducir las velocidades del tránsito. Colocar letreros en la progresiva de la vía que indiquen esta medida durante la vida útil del proyecto.
- b) Realizar la gestión ambiental con entidades gubernamentales tales como la Municipalidad de San Martín de Porras, Lima, Ministerio de Transportes y Ministerio del Interior, para proponer medidas globales respecto al parque automotor de Lima y Callao para reglamentar respecto a los ruidos.
- c) La reducción del ruido en la fuente de motores, modificando técnicamente la máquina o introduciendo dispositivos silenciadores, instalar dispositivos de absorción o aislamiento a la empresa ejecutora donde la frecuencia de ruido sea alto.
- d) Como recomendación es posible aprovechar los obstáculos naturales que se opongan a la propagación del ruido hacia las zonas a proteger si así se requieran.

1.1. CALIDAD DEL AIRE

De acuerdo al Plan Integral de Saneamiento Atmosférico de Lima y Callao se tiene previsto implementar políticas de medidas de control en los cuales se especifica que dentro del Ordenamiento territorial de la ciudad de Lima y Callao se tiene previsto Mejorar la Infraestructura Vial y la Mejora de la Gestión de Tránsito con obra del Intercambio vial Panamericana Norte – Avenida Miguel Grau del distrito de San Martín de Porras con la se espera cumplir estos objetivos

Seguidamente se menciona las medidas de control que se debe tener en consideración para prevenir la contaminación de la calidad del aire durante la construcción y funcionamiento de la obra vial.

Fase de construcción

- a) Donde se llevará a cabo la rehabilitación es un lugar ventilado donde se han podido apreciar que la velocidad del viento está por encima de 11 m/s esto indica que la contaminación por las maquinarias pesadas (camiones, tractores, retroexcavadoras, etc.) no tendrán efecto sobre el ámbito inmediato.
- b) Si persisten los sólidos en suspensión por actividades de excavación, traslado de material suelto u otra actividad, será necesario regar con cisternas. Es necesario indicar que en la época de verano debido a las altas temperaturas la polvareda se incrementaría.
- c) Durante el desvío se tendrá previsto lo siguiente:
- Tener precaución por la presencia de partículas contaminantes por las la intersección de la carretera Panamericana Norte y Av. Honorio Delgado en el norte, Panamericana Norte y Puente Trompeta en el sur, Av. Miguel Grau y Av. ~~Tupac~~ Amaru en el este y Av. Miguel Grau y Jr. Toribio Rodríguez de Mendoza al oeste para lo cual se tiene que poner letreros provisionales, donde se indique la reducción de velocidad por ende la aceleración
 - La policía deberá verificar el transito vehicular en estas arterias para evitar la congestión.

Fase de Funcionamiento

- a) Según información de monitoreo realizado por el CONAM respecto al:
- Dióxido de azufre (SO₂)
 - Dióxido de Nitrógeno (NO₃)
 - Plomo (Pb)
- De los móviles que circulan por las avenidas del proyecto indican que están por debajo de los límites permisibles es decir son menores a los considerados por el EPA. Con esta información se concluye que los automóviles, ómnibus, camiones, camionetas no se esta congestionando, muy por el contrario con la construcción de la obra vial se va disminuir la congestión lo cual evitara que en la Av. Habich exista menor contaminación atmosférica.
- b) Otra situación externa a la obra que favorece la descontaminación es la presencia de vientos fuertes en promedio de 10 a 11 m/s. La zona de la obra está en un lugar ventilado.
- c) Como medida preventiva será importante establecer y tener en consideración el cumplimiento del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire que fue promulgado con Decreto Supremo N.º 074 - 2001 – PCM.

Eliminar plomo de las gasolinas con le fin de utilizar catalizadores para la reducción de las emisiones de monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de

- a) nitrógeno. Para mantener el índice de octano en las gasolinas sin plomo se puede recurrir a la adición de compuestos oxigenados.
- b) Dentro de los procesos de capacitación escrito, radial y televisivo que debería llevarse a cabo a través de los municipios están las campañas de sensibilización sobre perjuicios de la contaminación y seguridad personal; la sensibilización a la opinión pública vía medios informativos, de los índices de accidentalidad y sus efectos; campañas de educación vial y deberes y derechos del usuario de transporte público.

1.1. DETERIORO DEL PAISAJE CIRCUNDANTE

El efecto visual que los transeúntes pueden apreciar en la obra intercambio vial de la obra Panamericana Norte-Av. Miguel Grau tendrán contrastes apreciables con los espacios circundantes, favoreciendo la integración visual de ciertas zonas.

Seguidamente se mencionan las medidas de control para evitar efectos negativos respecto a la visibilidad durante la fase de construcción y funcionamiento de la obra vial.

Fase de Construcción:

- a) Los escombros, la tierra acumulada u otros desperdicios que generará la construcción de la obra vial deberán ser trasladadas a lugares específicos donde no entorpezcan las vistas paisajísticas.
- b) Adoptar formas de alineaciones regulares en los laterales de la infraestructura con palmeras, de poca profundidad radicular.
- c) Considerar la textura y color que facilite la integración paisajística de la obra vial y que aumente la seguridad vial.
- d) Considerar avisos para que se respeten las áreas verdes creadas en el diseño paisajista.
- e) En lo posible el riego tiene que ser tecnificado es decir proponer el riego por goteo, por ser altamente eficiente y un gran ahorrador de agua. esto indicaría que las zonas de áreas verdes tendrían un escenario de alimentación artificial.
- f) Los materiales y desechos generados durante el proceso constructivo tendrán que ser ubicados en los depósitos de materiales excedente pre-establecidos.
- g) Seleccionar las especies vegetales que actualmente estén disponibles en el vivero municipal de San Martín de Porres. Durante la construcción de la obra vial, es necesario tener en cuenta la fragilidad visual y la calidad del p



JORGE ROMERO PUMAYALI
Ingeniero Civil
CIP N° 68008

Anexo 10
Estudio Topográfico.

ESTUDIO TOPOGRAFICO
DEL PROYECTO:

**DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE AV.
MIGUEL GRAU, TRAMO JR ISIDRO ALCIBAR, SAN MARTIN DE PORRES, 2020**




JORGE ROMERO PUMAYALI
Ingeniero Civil
CIP N° 68006

INFORME DEL ESTUDIO TOPOGRAFICO

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO:

El presente levantamiento se ha desarrollado con el propósito de obtener la Topografía del terreno teniendo en cuenta los elementos naturales y artificiales encontrados en campo necesarios para la "Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de av. Miguel Grau, tramo Jr. Isidro Alcibar, san martin de Porres, 2020.

1.2 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO:

Se encuentra ubicado en el distrito de San Martín de Porres, Provincia y Departamento de Lima.

1.2.1 Accesibilidad

A la zona de estudio se accede por la Av. Miguel Grau, distrito de San Martín de Porres entrando por la Av. Miguel Grau Y continuando por el Tramo Jr. Isidro.

1.2.2 Condiciones Climáticas

El clima del distrito de San Martín de Porres tiene similares características que la de Lima Metropolitana es decir templado y húmedo. Para ser más específicos se tiene un clima tibio sin excesivo calor tropical ni fríos. La temperatura promedio anual es de 18,5 a 19 °C, con un máximo estival anual de unos 29 °C. Los veranos, de Diciembre a Abril, tienen temperaturas que oscilan entre 28 y 21 °C. Los inviernos van de Junio a mitades de setiembre con temperaturas que oscilan entre 19 y 12 °C. Los meses de Primavera y Otoño (Septiembre, Octubre y Mayo) tienen temperaturas templadas que oscilan entre los 23 y 17 °C.

1.2.3 Descripción del área del proyecto

El Proyecto comprende 2 tramos: 1er tramo La Avenida Grau y el 2do tramo Jr. Isidro Alcibar que presenta una vía asfaltada desde la Avenida Caquetá -Parque del Trabajo hasta llegar a la avenida Zarumilla -



JORGE ROMERO PUMAYALI
Ingeniero Civil
CIP N° 68008

- Panamericana Norte, para el 1er tramo, esta vía es utilizada por el tránsito vehicular como una vía de doble sentido y en todo este primer tramo el espesor de la carpeta Asfáltica es de 2 pulg encontrándose en mal estado y presentando fisuras, rajaduras y asentamientos, al igual que el tránsito peatonal las veredas se encuentran en mal estado presentando fisuras y desprendimiento de concreto. Para el 2do tramo que comprende de la Av. Grau y Jr. Isidro Alcibar tramo de Av. Caquetá hasta Zarumilla-Panamericana Norte. Distrito de San Martín de Porres Lima. En la zona se puede observar los componentes Urbanos del Distrito como: postes de luz, poste de teléfono y buzones Etc.

1.3 PLANTEAMIENTO:

Con la finalidad de obtener información que permita adecuar la metodología a ser empleada en la ejecución de los trabajos técnicos, se planificó los trabajos a ejecutar en el área de interés con el objeto de determinar los requerimientos de personal, material, la programación del tiempo necesario.

Paralelamente, se procedió a recopilar toda la información existente del área de estudio.

1.4 RECURSOS:

En la ejecución de las mediciones de campo se contó con la participación del personal y se emplearon los siguientes equipos e instrumentos:

1.4.1 Personal

En Campo:

- * 01 Ing. Civil Topógrafo
- * 01 Operador de Equipo Estación Total.
- * 02 Auxiliares de topografía,
- * 01 Personal de Seguridad

En Gabinete:

- * 01 Ing Civil Topógrafo
- * 01 Dibujantes de CAD
- * 01 Asistente

1.4.2 Equipos Topográficos

Para el Levantamiento Topográfico:

- * 01 Estación Total marca Topcon, Modelo GPT 3105-Serie 8R 2156
- * 01 Trípode
- * 02 Prismas
- * 02 Porta prismas
- * 02 Baterías para Estación Total
- * 01 Cargador para baterías
- * 03 Radios marca MOTOROLA
- * 01 Huincha metálica de 5m.

1.4.3 Materiales:

- * Pintura
- * Brocha

1.4.4 Materiales de Oficina y Dibujo:

- * 02 Laptop
- * 01 Plotter marca HP DESINGNET T770 with hard disk.
- * 01 Impresora marca HP OFFICEJET 6500A plus.

1.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TRABAJOS EFECTUADOS:

1.5.1 Control Horizontal

El control horizontal es mediante una poligonal electrónica, las coordenadas están en el sistema WGS 84

1.5.2 Cartografía

Proyección U. T. M. (Universal Transversal Mercator)

Escala de Planos * Plano Topográfico PT-O1 al PT-06 Escala 1/500

CAPITULO II: METODOLOGIA

2.1 TOPOGRAFÍA

Con la información brindada, se procedió a realizar el levantamiento topográfico teniendo como base la poligonal de apoyo. Se procedió a levantar por método de radiación.

La cota de la estación de apoyo al levantamiento topográfico debe estar referida al Nivel Medio del Mar. Además de esto se hicieron y dejaron una red de Bm's con cota fija, para así lograr su mayor precisión.

Se tomaron puntos de relleno en el campo para así poder obtener la topografía y relieve del terreno, para posteriormente con los datos generar un plano con curvas de nivel mayores y menores.

Se realizó una poligonal de apoyo para establecer puntos de control horizontal y vertical de los vértices base que están enlazados al Sistema de Coordenadas del IGN, tomando en cuenta la planimetría de la zona, la cual está en coordenadas UTM.

CAPITULO III: TRABAJOS DE GABINETE

Los trabajos de gabinete comprenden las siguientes actividades:

- * Bajada de datos
- * Unión de Puntos según códigos
- * Corrido de curvas de nivel
- * Procesar los datos de campo.
- * Elaborar la planimetría

3.1 CONTROL HORIZONTAL

a) OBSERVACIÓN DE DIRECCIONES (ÁNGULOS HORIZONTALES.)

Mediante el equipo de topografía, Estación Total y prisma, se llego a tomar los ángulos horizontales.

b) MEDICIÓN DE DISTANCIAS

Mediante el equipo de topografía, Estación Total y prisma, se llego a tomar las distancias.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó el trabajo de Topografía para la elaboración del Perfil técnico del proyecto. 'Diseño de pavimento rigido para mejorar la transitabilidad de Av. Miguel Grau, tramo Jr. Isidro Alcibar, San Martin de Porres, 2020.

Durante el servicio brindado se pudo identificar las siguientes fases del servicio que fueron realizadas y se describen en el presente informe: Ubicación y Verificación de los Puntos de Control, Levantamiento Topográfico y Trabajo de Gabinete.

Se deberá hacer el replanteo en la etapa de la ejecución de la obra que se han levantado en el presente servicio, dividido a que por estar en una zona concurrida deterioro.



JORGE ROMERO PUMAYALI
Ingeniero Civil
CIP N° 88008

4.- PANEL FOTOGRAFICO



Foto N°1 Se aprecia al operador de equipo estación total, realizando el levantamiento topográfico en la Av. Miguel Grau.



Foto N°2



**Foto N°3 Vista situación actual de Pistas-Av Miguel Grau-
Pistas en mal estado**



Foto N°4