



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Diseño de pavimento afirmado por el método USACE para
optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T A.H.
Huaycán-Ate-Lima 2020.”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:

Bach. Moyano Olaya, Kiara Alexandra (ORCID: 0000-0002- 4876-8399)

ASESOR:

Mg. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial.

LIMA-PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios, por haberme guiado y darme la fortaleza para seguir adelante.

A mis padres y mis abuelos por todo el cariño y el apoyo que me brindaron a lo largo de toda mi etapa universitaria.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad César Vallejo, a mi asesor y maestro el Mg. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo por guiarme en la realización de la presente tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	III
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	1
III. METODOLOGÍA.....	4
3.1 Tipo y diseño de la investigación	4
3.2 Variables y operacionalización	5
3.3 Población, muestra y muestreo	5
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ...	6
3.5 Procedimientos	7
3.6 Manejo de análisis de datos	8
3.7 Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN	28

VI. CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS.....	33
ANEXOS	38
Anexo 1: Matriz de consistencia.	39
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.	41
Anexo 3: Ficha de validación (juicio de expertos).....	43
Anexo 4: Panel fotográfico.....	45
Anexo 5: Planos.....	55
Anexo 6: Estudio de mecánica de suelos.	61
Anexo 7: Ensayos de mecánica de suelos.	79
Anexo 8: Memoria de cálculo.....	82
Anexo 9: Ficha de observación.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tráfico vehicular en la semana de conteo.	14
Tabla 2: Índice medio diario anual.....	14
Tabla 3: Variación diaria por tipo de vehículo tramo Paraíso – La Tablada.	16
Tabla 4: Criterio para la selección de la superficie de rodadura.....	23
Tabla 5: Índice de diseño para vehículos con neumáticos.	24
Tabla 6: Matriz de consistencia	40
Tabla 7: Matriz de operacionalización de variables.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la zona en estudio.	8
Figura 2: Composición porcentual del tráfico, por tipo de vehículos.	15
Figura 3: Variación diaria por tipo de vehículo.	17
Figura 4: Variación horario vehicular.	18
Figura 5: Curvas de diseño para caminos de superficie de agregados.	24
Figura 6: Cálculo en curva de diseño.	26
Figura 7: Resultado final del diseño de pavimento de afirmado por el Método USACE.	27
Figura 8: Ficha de validación.	44
Figura 9: Vista de la Calle Yenuri -Zona T.	46
Figura 10: Vista de la Calle Lambayeque.	47
Figura 11: Se puede apreciar que no hay espacio para el ancho de la vía.	48
Figura 12: Vista de la Calle Pasaje los Turcos.	49
Figura 13: Vista de la calle Tarma- Zona T.	50
Figura 14: Vista de la Calle.	51
Figura 15: Vista de la Calle Tarma Tramo 3.	52
Figura 16: Vista de la Calle en malas condiciones.	53
Figura 17: Vista de la calle La libertad – Tramo 2.	54
Figura 18: Plano de Plantas y Perfiles.	56
Figura 19: Plano de Plantas y Perfiles.	57
Figura 20: Plano de Ubicación y Localización.	58
Figura 21: Plano topográfico.	59
Figura 22: Plano de Planteamiento General.	60
Figura 23: Estudio de suelos – hoja 1.	62
Figura 24: Estudio de suelos – hoja 2.	63
Figura 25: Estudio de suelos – hoja 3.	64
Figura 26: Estudio de suelos – hoja 4.	65
Figura 27: Estudio de suelos – hoja 5.	66
Figura 28: Estudio de suelos – hoja 6.	67
Figura 29: Estudio de suelos – hoja 7.	68
Figura 30: Estudio de suelos – hoja 8.	69

Figura 31: Estudio de suelos – hoja 9.	70
Figura 32: Estudio de suelos – hoja 10.	71
Figura 33: Estudio de suelos – hoja 11.	72
Figura 34: Estudio de suelos – hoja 12.	73
Figura 35: Estudio de suelos – hoja 13.	74
Figura 36: Estudio de suelos – hoja 14.	75
Figura 37: Estudio de suelos – hoja 15.	76
Figura 38: Estudio de suelos – hoja 16.	77
Figura 39: Estudio de suelos – hoja 17.	78
Figura 40: Ensayo de análisis granulométrico.	80
Figura 41: Ensayo de CBR.	81
Figura 42: Memoria de cálculo.	83
Figura 43: Ficha de observación.	85

RESUMEN

La presente tesis titulada “Diseño de Pavimento afirmado por el Método USACE para optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T A.H. Huaycán-Ate-Lima 2020”, tiene por finalidad determinar el espesor del afirmado más adecuado para mejorar la transitabilidad vehicular y definir las secciones homogéneas afín de optimizar el diseño del pavimento.

Es sumamente importante mencionar que el tema elegido para la presente tesis se justifica debido a las malas condiciones actuales de transitabilidad vehicular que se encuentran en la zona T del A.H. Huaycán, distrito de Ate – Lima, debido a la existencia de pavimentos deteriorados.

Estas vías de tránsito son de vital importancia debido a que a través de ellas residentes y usuarios transitan y llevan a cabo sus actividades cotidianas, cabe precisar que unidades de transporte privado, público y transporte menor (moto taxis) recorren dicha vía generando polvaredas, al paso de los vehículos, debido a que estas vías carecen de algún tratamiento.

Esta situación no permite una adecuada accesibilidad vial en el lugar. Por ello la presente tesis propone la aplicación del método USACE para el diseño de pavimento de afirmado en la zona T del A.H. Huaycán.

Palabras clave: Diseño de pavimento afirmado, optimizar transitabilidad.

ABSTRACT

This thesis entitled " Pavement Design affirmed by the USACE Method to optimize vehicular traffic in the T A.H. Huaycán-Ate-Lima 2020", has the purpose of determining the thickness of the most suitable affirmation to improve vehicle traffic and define the homogeneous sections in order to optimize the design of the pavement.

Is very important the theme chosen for this thesis is justified due to the current poor conditions of vehicular traffic that are in the T zone of the A.H. Huaycán, district of Ate - Lima, due to the existence of deteriorated pavements.

These transit routes are of vital importance because through them residents and users transit and carry out their daily activities, it is necessary to specify that private, public and minor transport units (motorcycle taxis) travel along said route generating dust, at passing of the vehicles, because these roads lack some treatment.

This situation does not allow adequate road accessibility at the site. Therefore, this thesis proposes the application of the USACE method for the design of pavement in the T zone of the A.H. Huaycán.

Keywords: Affirmed pavement design, optimize walkability.

I. INTRODUCCIÓN

El distrito de Ate es el tercer distrito más poblado de la provincia de Lima, siendo uno de los 43 distritos que pertenecen a esta provincia. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en su último censo llevado a cabo en el año 2017, este distrito posee una población de 599 196 habitantes, lo cual se traduce en una densidad demográfica de 4515,2 hab/km², ello también debido a la amplia extensión territorial de la cual es dueño el distrito. Es considerado un distrito de tipo “populoso” y se encuentra habitado por personas que se caracterizan por poseer niveles socioeconómicos de tipo medio y bajo, presentándose muchas familias que viven en la pobreza e incluso pobreza extrema, que se agrupan en numerosos asentamientos urbanos, especialmente en sus cerros y al margen del río Rímac. Además, existen problemas como el comercio informal, la falta de limpieza, inseguridad y desorden público que suele ser muy presenciado.

Uno de estos asentamientos humanos es el A.H. Huaycán, cuya población actualmente ronda los 197 mil habitantes y que se divide en varias zonas demográficas. Una de estas zonas es la famosa Zona T, la cual se encuentra habitada por gente afectada por la pobreza y la pobreza extrema. Carecen de varios servicios básicos, como sistema de agua potable y alcantarillado y, asimismo, sus calles no presentan pavimentación alguna, lo cual genera alta contaminación por la polvareda que origina el tránsito vehicular, lo cual produce inevitablemente, enfermedades respiratorias en la población.

Y es debido a estos problemas de transitabilidad que surge el tema de la presente tesis, ya que estas vías de tránsito son de vital importancia debido a que a través de ellas residentes y usuarios transitan y llevan a cabo sus actividades cotidianas. Unidades de transporte privado, público y transporte menor (moto taxis) recorren dicha vía generando polvaredas, al paso de los vehículos, debido a que estas vías carecen de algún tratamiento.

Es así que la presente tesis busca determinar el diseño de pavimento de afirmado más adecuado afín de solucionar esta problemática de transitabilidad vehicular y las consecuencias que trae consigo.

Por ello, ante la problemática descrita se plantea la siguiente pregunta de carácter general: ¿Realizando el diseño de pavimento afirmado con el Método USACE se podrá mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate – Lima? Así como también, se plantean dos problemas específicos. El primero, ¿Determinando el espesor del afirmado más adecuado se podrá mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate – Lima? Y el segundo, ¿Es necesario emplear secciones homogéneas para optimizar el diseño de pavimento de afirmado en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate – Lima?

En este contexto la investigación llevada a cabo presenta una justificación de tipo tecnológica debido a que permitirá tener un mayor conocimiento sobre el Método USACE, así como todos los parámetros y criterios que emplea y recomienda el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para el diseño de pavimentos de afirmado, afín de garantizar el buen desempeño de dicho pavimento. Asimismo, la presente investigación presenta una justificación social, debido a que será beneficiosa para la población de la Zona T del A.H. Huaycán del distrito de Ate-Lima, ya que con el nuevo pavimento de afirmado diseñado se brindará mejores condiciones de transitabilidad vehicular en la zona en estudio, así como también se reducirá las tasas de morbilidad relacionadas a enfermedades respiratorias en la población producto de la polución y polvareda originada por el paso de vehículos debido a la carencia de pavimento en la zona, con lo cual se mejorará la calidad de vida de la población. Por otra parte, se justifica económicamente ya que al diseñarse correctamente el pavimento de afirmado por el Método USACE se evitarán pérdidas económicas debido a trabajos de mantenimientos constantes debido al rápido deterioro de las vías originado por un mal diseño. Además, al considerarse para las calles de la zona en estudio pavimento de afirmado ello representa un gran ahorro económico ya que la construcción de este tipo de pavimento es mucho más barata que si consideráramos un pavimento flexible o rígido.

Por otro lado, la investigación establece como hipótesis general que se optimiza la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima mediante el diseño de pavimento afirmado con el Método USACE. Asimismo,

presenta dos hipótesis específicas. La primera establece que determinando el espesor de afirmado más adecuado se podrá mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima. Y la segunda hipótesis específica establece que se puede diseñar el pavimento de afirmado sin definir secciones homogéneas en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima.

Asimismo, en la presente investigación se ha establecido como objetivo general, diseñar el pavimento afirmado por el Método USACE para optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima. Así como los siguientes objetivos específicos. El primero, determinar el espesor del afirmado más adecuado para mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima. Y el segundo, determinar si es necesario definir secciones homogéneas para optimizar el diseño del pavimento de afirmado en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima.

II. MARCO TEÓRICO

Se detalla a continuación con los antecedentes internacionales se tiene González (2016) señala en la tesis titulada “Evaluación de pavimentos en la conservación de carreteras en México”, tesis para obtener el grado de Especialista en Vías Terrestres – México, Su objetivo principal es describir los métodos de evaluación de pavimentos utilizados en la preservación de carreteras en México que ayudan al desarrollo económico y social y mejoran la accesibilidad peatonal en el país. Dentro de estos métodos también se estudió el Método USACE de diseño de pavimentos de afirmado. Esta tesis se desarrolló en base a una metodología descriptiva. Se llegó a la conclusión general de que los métodos de evaluación de la cobertura permiten obtener medidas que, en combinación con el sistema de gestión de firme, aumentan y asignan correctamente la asignación de recursos, manteniendo la red o área bajo los indicadores de alta calidad.

De igual forma García (2015) señala en la tesis titulada “Pavimentos urbanos: criterios para su uso y diseño”, tesis para obtener el grado académico de Doctor en Arquitectura por la Universidad Politécnica de Madrid – España, tiene por objetivo principal, establecer criterios de diseño y uso en los pavimentos urbanos a fin de optimizar la transitabilidad en éstos, atendiendo a los parámetros funcionales y de diseño, considerando múltiples métodos como el Método USACE. Se estudian también factores externos como contaminantes, lugar, usos, climatología. La metodología fue explicativa. La conclusión general que se extrajo fue que, a la hora de diseñar las aceras de la ciudad, es necesario tener en cuenta las necesidades de los habitantes, seleccionar el material adecuado para la ubicación y buscar las características adecuadas del material en las condiciones de uso esperadas.

Ante lo expuesto se detalla a continuación con los antecedentes nacionales Leguía & Pacheco (2016) señalan en la tesis titulada “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)”, tesis para lograr el título profesional de Ingeniero Civil – Perú, Su objetivo principal es establecer el estado actual del pavimento existente en las vías mencionadas, determinar si está

funcionando al nivel óptimo de flotación y sugerir la mejor solución alternativa como el mantenimiento del pavimento. Se empleó el Método PCI para la evaluación del pavimento flexible y el Método USACE para estudiar el afirmado existente. La metodología empleada en esta tesis fue de tipo explicativa ya que se explicó las condiciones en las que se encontraba el pavimento y así mismo se explicó en que consistirían las futuras alternativas de solución. En general se concluyó que, de acuerdo a los resultados de la valoración físico-visual realizada en las Avenidas Cincuentenario, Colón y Miguel Grau, se pueden distinguir 14 clases de fallas.

Atiquipa & Rosalino (2018) señalan en la tesis titulada “Propuesta de parámetros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas del Perú a fin de mejorar su serviciabilidad”, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil por la Universidad Ricardo Palma-Perú, su objetivo fue proponer parámetros de calidad aprobados en caminos de tierra en Perú con el fin de optimizar la transitabilidad de estos caminos a través del análisis de parámetros tomados en cuenta en otros países, con foco en USACE, AASHTO y el método sudafricano. La metodología empleada fue de tipo de explicativa. En general, se concluyó que el nivel más alto de información sobre las propiedades de los materiales se encontró en los métodos de AASHTO y Sudáfrica, y la diferencia entre los diferentes métodos que se compararon fue el cálculo del número o número de ciclos.

En las Teorías relacionadas al tema vamos a indagar más sobre las Características de un pavimento afirmado:

El diseño vial del equipamiento urbano debe integrarse en el sistema vial establecido en el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad, teniendo en cuenta la continuidad de los caminos existentes. En su sección se presentarán tramos de las principales vías locales (sin divisor central) y vías secundarias de las instalaciones de vivienda urbana: Aceras, estacionamientos y vías. (p. 5).

Rodríguez (2014) señala que: La pista o calzada es la parte de una vía destinada al tránsito de vehículos, de gran importancia para el desarrollo de las ciudades, cuya construcción debe ser llevada a cabo con estricto control de calidad partiendo

de un eficiente diseño de las capas estructurales que conformarán el pavimento. (p. 13).

Asimismo, Rodríguez (2014) señala sobre la accesibilidad que: “Estas son las condiciones de acceso que brindan las infraestructuras urbanas y edificatorias para facilitar la movilidad y el movimiento autónomo de las personas en un entorno seguro” (p. 13). También, Rodríguez (2014) señala sobre la expansión urbana que “es el proceso de aumentar el área ocupada de un asentamiento” (p. 13).

Por su parte Atarama (2015) señala sobre el nivel de servicio: “Es una guía de eficiencia en la gestión del mantenimiento vial” (p. 21). Asimismo, sobre la transitabilidad Atarama (2015) señala que: “Es aquella que indica que una carretera en particular está disponible para su uso, lo que significa que no se ha cerrado al transporte público debido a accidentes de tráfico o malas condiciones de la carretera” (p. 22). Y sobre las secciones homogéneas, Atarama (2015) señala que: “son aquellos suelos que poseen características similares de soporte” (p. 21).

Por otra parte, Mori (2018) señala sobre el paso peatonal a nivel que: “Se trata de una sección de la carretera, limitada por dispositivos y marcas especiales, destinada a un paso de peatones.” (p. 19). Asimismo, Mori (2018) señala sobre el peaton que: “Se trata de una persona que viaja a pie o por carretera” (p. 19).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Enfoque

Se puede afirmar que la investigación es de tipo cuantitativa, puesto es realizada con la finalidad de recolectar una cantidad de datos gracias al empleo de una medición numérica. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Tipo de investigación

Se puede señalar que la investigación llevada a cabo en la tesis es de tipo aplicada, esto debido a que no crea nuevos conocimientos en una determinada materia, sino que solo aplica directamente conocimientos que ya existen en un caso o área específica (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Diseño de investigación

Se puede señalar que la investigación llevada a cabo en la tesis es no experimental, puesto que realiza una manipulación de una forma deliberada de las variables especificadas observando en su estado natural al fenómeno en estudio para después analizarlo. Asimismo, es posible afirmar que es de corte transeccional debido a que se caracteriza por recolectar datos en un momento único. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Nivel de investigación

Se puede afirmar que la investigación llevada a cabo en la tesis es descriptiva ya que tiene por finalidad el poder determinar propiedades, así como también las características de los objetos, personas, y cualquier otro fenómeno el cual es materia de análisis. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.2 Variables y operacionalización

- Variable dependiente: Optimizar transitabilidad.
- Variable independiente: Diseño de pavimento afirmado.

La matriz de operacionalización de variables se adjunta en los anexos.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población:

De acuerdo a Arias (2012) la población puede ser definida como: “El 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 existentes en el distrito de Ate-Lima.

Muestra:

De acuerdo a Arias (2012) la muestra en una investigación puede ser definida como: “Un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83). En este sentido la presente investigación toma como muestra los pavimentos existentes en la zona T del A.H. Huaycán del distrito de Ate – Lima. Asimismo, se ha llevado a cabo un muestreo con un criterio no probabilístico y de tipo intencional. Es importante resaltar que, sobre ello, 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 realizar el muestreo de suelos se ha llevado a cabo exploraciones de campo en la zona T del A.H. Huaycán del distrito de Ate-Lima, a través de la realización de calicatas.

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

Técnicas

Las técnicas de investigación pueden ser definidas según Arias (2012) como: “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).

Así, en la presente tesis se han empleado las siguientes técnicas de investigación: la observación directa ya que se han realizado visitas para explorar la zona en estudio, la experimentación con la aplicación de ensayos para lograr la determinación de las características del suelo en la zona de estudio, el análisis e interpretación de las fuentes bibliográficas consultadas sobre el Método USACE así como la normativa vigente para pavimentos de afirmado; también se empleó la evaluación de los datos obtenidos en los diferentes ensayos realizados.

Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo a Arias (2012) los instrumentos pueden definirse como: “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). De esta manera es importante mencionar que para la presente investigación se hizo uso de los siguientes instrumentos que se muestran a continuación:

- Fichas de observación, para evaluar las características existentes de la zona en estudio.
- Ensayo de análisis granulométrico, el cual permitió caracterizar el suelo, determinado el tipo de suelo existente en la zona en estudio.
- Memorias de cálculo, los cuales permitieron determinar el espesor de capa de afirmado a emplearse. También se realizó una memoria de cálculo de conteo vehicular diario y semanal afín de determinar el ESAL de diseño.
- Ensayo de CBR, el cual permitió, evaluar la calidad del terreno para subrasante, es decir, la capacidad de soporte del suelo.

Validez y confiabilidad

Se puede afirmar que la validez expresa el grado en que un instrumento realmente puede medir la variable en estudio (Hernández, 2014).

Así, para la presente investigación es importante mencionar que se empleó el criterio de juicio de expertos, con lo cual el instrumento propuesto fue sometido a la valoración por expertos quienes juzgaron la capacidad de este instrumento de poder evaluar realmente las variables en estudio.

Por su parte, se puede afirmar que la confiabilidad expresa el grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto brinda los mismos resultados (Hernández, 2014).

Por ello, es importante mencionar que las mediciones de los datos serán exactas, y esto debido a que el laboratorio de mecánica de suelos cumple con todos los estándares de calidad para la evaluación de las muestras.

3.5 Procedimientos

Se han realizado:

- Inspección de campo en la zona en estudio, para apreciar y observar el estado de las calles existentes de la zona en estudio, realizando una ficha de observación sobre sus características.
- Realización de calicatas para obtener muestras de la zona en estudio.
- Conteo de tráfico vehicular y cálculo de ESAL de diseño.
- Realización del ensayo de análisis granulométrico para determinar las características del suelo existente.
- Realización del ensayo de CBR, para evaluar la capacidad de carga de la subrasante.
- Determinar el espesor de la capa de afirmado mediante la aplicación del Método USACE.

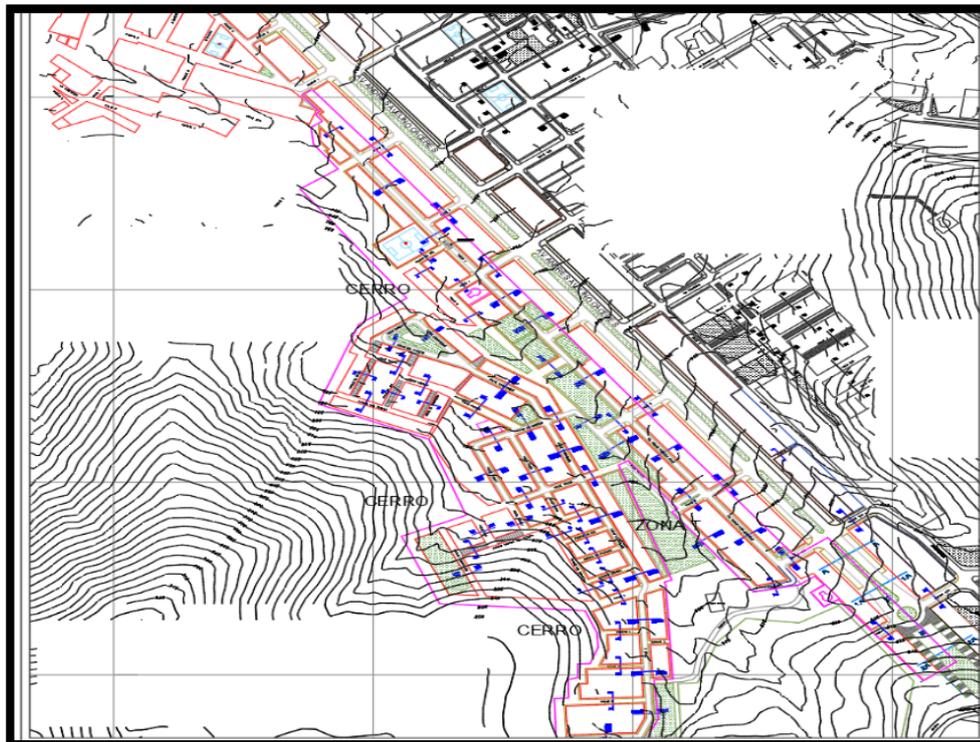
3.6 Manejo de análisis de datos

Para llevar a cabo el manejo de análisis de datos se ha empleado un registro de excavaciones, anotándose las características más destacables del suelo de las calles de la zona en estudio, así como un registro fotográfico para identificar el estado actual de dichas calles. Después de realizarse ensayos de CBR para evaluar la capacidad de carga del suelo para subrasante y de evaluar la calidad de los agregados, se determinó el espesor de la capa de afirmado para las vías de la zona en estudio por el Método USACE.

Análisis de la zona en estudio.

El plan en el que se basa la tesis se ubica en la zona T del A.H. Huaycán del distrito de Ate, en Lima.

Figura 1: Ubicación de la zona en estudio.



Fuente: Propia

En la zona de influencia, el sistema de conexiones viales es imperfecto e inseguro para los residentes y unidades de transporte. En la mayoría de los casos, la pista se encuentra a nivel de terreno sin pavimentar o en un área natural con mala conservación.

Estado Actual: Actualmente la mayoría de la infraestructura de las pistas; se encuentran a nivel de afirmado o en terreno natural y no cuentan con buenas condiciones tanto para el tránsito peatonal como vehicular.

Factores de confort: Las condiciones de transitabilidad de esta vía presentan un mínimo confort, dado que en la superficie descubierta afirmado; generando de esta manera la incomodidad para la transitabilidad.

Por lo general el estado de las Calles que comprende la Zona T no es el adecuado para el cómodo tránsito vehicular y/o peatonal.

Análisis del estado de conservación: La conservación de estas vías vehiculares no es la apropiada, es inadecuada ya que se encuentran a nivel de afirmado deterioradas, presentando baches en varios tramos de la vía a tratar. Actualmente las vías vehiculares no cuentan con la suficiente infraestructura para el desplazamiento vehicular.

Flujo del tránsito en las calles de la Zona T de Huaycán y condiciones de seguridad vial: En cuanto al flujo de circulación vehicular se puede observar que solamente circulan vehículos particulares y públicos, específicamente los pobladores que viven en el entorno a la Zona T de Huaycán; los cuales son generalmente motos, autos, camionetas, etc.; todos ellos circulan sin ninguna norma de seguridad vial ya que no se evidencia la suficiente cantidad de señales de tránsito.

Estado actual: La situación actual de las calles en estudio, de acuerdo a la evaluación in situ es la siguiente:

El estado actual del equipamiento urbano en relación a las carreteras es precario. Gran parte de la infraestructura vial y urbana accesible se ha destruido o, lo que es peor, aún falta.

Estas vías de tránsito obligado son vías por donde residentes y usuarios transitan y llevan a cabo sus actividades cotidianas, cabe precisar que unidades de transporte privado, público y transporte menor (moto taxis) recorren dicha vía generando polvaredas, al paso de los vehículos, estas vías carecen de algún tratamiento, las calles se encuentran cubiertas de polvillo fino de material limoso, esta situación no permite una adecuada accesibilidad vial ni peatonal en el lugar.

Es oportuno indicar que la ausencia de las vías tratadas (pavimentadas) repercute considerablemente en el nivel de vida de los pobladores aquellos que día a día tienen que transitar por ella afectando constantemente su salud (vías respiratorias), cuenta con una sección variable. La población está conformada por familias de bajo y medianos recursos económicos.

La Calle 1 consta de 08 cuadras desde la Calle S/N hasta la Calle 4 Tramo 2, con una sección de 4.00 metros. La Calle 8B consta de 02 cuadra desde el Pasaje el Sol hasta la Calle 1, con una sección de 4.00 metros. La Calle 8A consta de 01 cuadra desde la Calle 1 hasta la Calle S/N, con una sección de 4.00 metros. La Calle 8A consta de 01 cuadra desde la Calle 1 hasta la Calle S/N, con una sección de 4.00 metros. La Calle Lambayeque Tramo 1 consta de 01 cuadra desde la Calle Berkley hasta la Calle Libertad Tramo 3, con una sección de 4.00 metros. La Calle Lambayeque Tramo 2 consta de 01 cuadra desde la Calle Libertad Tramo 3 hasta la Calle Tarma Tramo 2, con una sección de 4.00 metros. La Calle Lambayeque Tramo 3 consta de 01 cuadra desde la Calle Tarma Tramo 2 hasta la Calle Ancash, con una sección de 4.00 metros. La Calle Lambayeque Tramo 4 consta de 01 cuadra desde la Calle Ancash hasta la Calle 1 Tramo 2, con una sección de 4.00 metros. La Calle Lambayeque Tramo 5 consta de 01 cuadra desde la Calle 1 Tramo 2, con una sección de 4.00 metros.

La Calle del Parque consta de 01 cuadra desde la Calle Berkley hasta la Calle Lambayeque Tramo 1, con una sección de 4.00 metros. La Calle Ancash consta de 04 cuadra desde la Calle el Sol hasta la Calle Lambayeque Tramo 3, con una sección de 4.00 metros. El pasaje los Turcos consta de 03 cuadra desde la Calle Progreso hasta la Calle Tarma Tramo 1, con una sección de 4.00 metros. La Calle 4 Tramo 1 y 2 consta de 02 cuadra la cual cruza con la Calle 1, con una sección de

4.00 metros. La Calle 5 consta de 01 cuadra la cual nace en la Calle 1, con una sección de 4.00 metros. El pasaje el Sol consta de 01 cuadra desde la Calle 8B hasta la Calle 1, con una sección de 4.00 metros. La Calle 06 Tramo 1 y 2 consta de 02 cuadras desde la Calle 8B hasta la intersección con la Calle 1, con una sección de 4.00 metros.

La Calle 7 consta de 01 cuadra la cual nace en la Calle 1, con una sección de 4.00 metros. La Calle 7A consta de 01 cuadra la cual nace en la Calle 1, con una sección de 4.00 metros. La Calle 9 consta de 01 cuadra la cual nace en la Calle 1, con una sección de 4.00 metros. La Calle S/N consta de 01 cuadra la cual nace en la Calle 1, con una sección de 4.00 metros. La Calle S/N consta de 01 cuadra desde la Calle 8A hasta la Calle 1, con una sección de 4.00 metros. La Calle Berkley consta de 01 cuadra desde la Calle del Parque hasta la Calle Lambayeque Tramo 1, con una sección de 4.00 metros. La Calle el Sol consta de 01 cuadra desde la Calle del Parque hasta la Calle Lambayeque Tramo 1, con una sección de 4.00 metros. La Calle Progreso consta de 01 cuadra desde el pasaje los Turcos hasta la Calle Ancash, con una sección de 4.00 metros.

La Calle la Libertad Tramo 1 consta de 01 cuadra desde el pasaje los turcos hasta la Calle Ancash, con una sección de 4.00 metros. La Calle la Libertad Tramo 2 consta de 01 cuadra desde la Calle Ancash hasta la Calle Lambayeque Tramo 2, con una sección de 4.00 metros. La Calle la Libertad Tramo 3 consta de 01 cuadra desde la Calle Lambayeque Tramo 2 hasta la Calle 1, con una sección de 4.00 metros. La Calle Tarma Tramo 1 consta de 02 cuadras desde el pasaje los turcos hasta la Calle Ancash, con una sección de 4.00 metros.

La Calle Tarma Tramo 2 consta de 02 cuadras desde la Calle Ancash hasta la Calle Lambayeque Tramo 2, con una sección de 4.00 metros. El Pasaje la Paz consta de 01 cuadra la cual nace en la Calle Lambayeque Tramo 4, con una sección de 4.00 metros. El Pasaje la Cultura consta de 01 cuadra la cual nace en la Calle Lambayeque Tramo 4, con una sección de 4.00 metros. El Pasaje el Sol consta de 01 cuadra la cual nace en la Calle Lambayeque Tramo 4, con una sección de 4.00 metros. La Calle 1 Tramo 1 y 2 consta de 02 cuadras la cual cruza en la Calle Lambayeque Tramo 5, con una sección de 4.00 metros. El Pasaje 1 consta de 01

cuadra la cual nace en la Calle Lambayeque Tramo 5, con una sección de 4.00 metros. La Calle 3 consta de 01 cuadra la cual nace en la Calle Lambayeque Tramo 5, con una sección de 4.00 metros. La Calle 4A consta de 01 cuadra la cual nace en la Calle Lambayeque Tramo 5, con una sección de 4.00 metros.

Las calles encuentran en un estado muy crítico, totalmente descuidadas, por esa razón hemos tomado medidas necesarias como:

Construcción de Pistas en las Calle 1, Calle 8B, Calle 8A, Calle Lambayeque Tramo 1, Calle Lambayeque Tramo 2, Calle Lambayeque Tramo 3, Calle Lambayeque Tramo 4, Calle Lambayeque Tramo 5, Calle del Parque, Calle Ancash, Pasaje los Turcos, Calle 4 Tramo 1, Calle 4 Tramo 2, Calle 5, Pasaje el Sol, Calle 6 Tramo 1, Calle 6 Tramo 2, Calle 7, Calle 7A, Calle 9, Calle S/N, Calle S/N, Calle Berkley, Calle el Sol, Calle Progreso, Calle la Libertad Tramo 1, Calle la Libertad Tramo 2, Calle la Libertad Tramo 3, Calle Tarma Tramo 1, Calle Tarma Tramo 2, Pasaje la Paz, Pasaje la Cultura, Pasaje el Sol, Calle 1 Tramo 1, Calle 1 Tramo 2, Pasaje 1, Calle 3, Calle 4A, en la Zona T de Huaycán.

Estudio de tráfico

Metodología: La metodología incluye, en primer lugar, determinar el volumen y la composición del tráfico.

La parcela es homogénea, el ancho de vía se midió en ambas direcciones y se sumó como un total, por lo que medir la composición y el volumen del tráfico es fundamental para determinar la geometría y diseño de la superficie de la carretera o superficie rodante.

Cálculo del I.M.D. promedio diario para el tramo se hizo de acuerdo con la siguiente formula:

$$I.M.D. = \frac{(V_i + \dots + V_n)}{7}$$

Dónde: Vi... Vn: son los volúmenes de tráfico registrados en los conteos desde el día i hasta n.

Etapa de campo

La ubicación de la estación de conteo para el estudio de tráfico fue la siguiente:

Estación : E – 1

Ubicación : Intersección de las calles: Calle 7A y Calle 1.

Duración : 7 días

Tipo de trabajo: Conteos continuos, clasificación direccional y por tipo de vehículo, régimen de una hora.

Etapa de gabinete

En la oficina se analizó y procesó la información recolectada, luego de lo cual se calcularon el IMD y otras características del flujo de vehículos.

Índice medio diario anual

Con la metodología descrita se han calculado los Índices Medios Diarios Anuales para el tramo y tipo de vehículo.

Estación 01: En este estudio se ubicó la estación de control E-1, ubicado en la intersección de las calles: Calle 7A y Calle 1, perteneciente a la Zona "T" de Huaycán.

Progresiva : Calle 7A.

Duración : 7 días.

Tránsito vehicular en la semana de conteo: En esta monografía, se contó el tráfico durante una semana y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 1: Tráfico vehicular en la semana de conteo.

CONTEO	BICICLETA	MOTOCAR	AUTO	PICK UP	C.RURAL	MICRO	C 2E	C 3E	C 4E
1798	135	711	292	295	164	131	36	22	12
100%	8%	40%	16%	16%	9%	7%	2%	1%	1%

Fuente: Elaboración Propia.

IMDa en el tramo: El tráfico vehicular de la semana dividido entre 7 nos da el
 ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL:

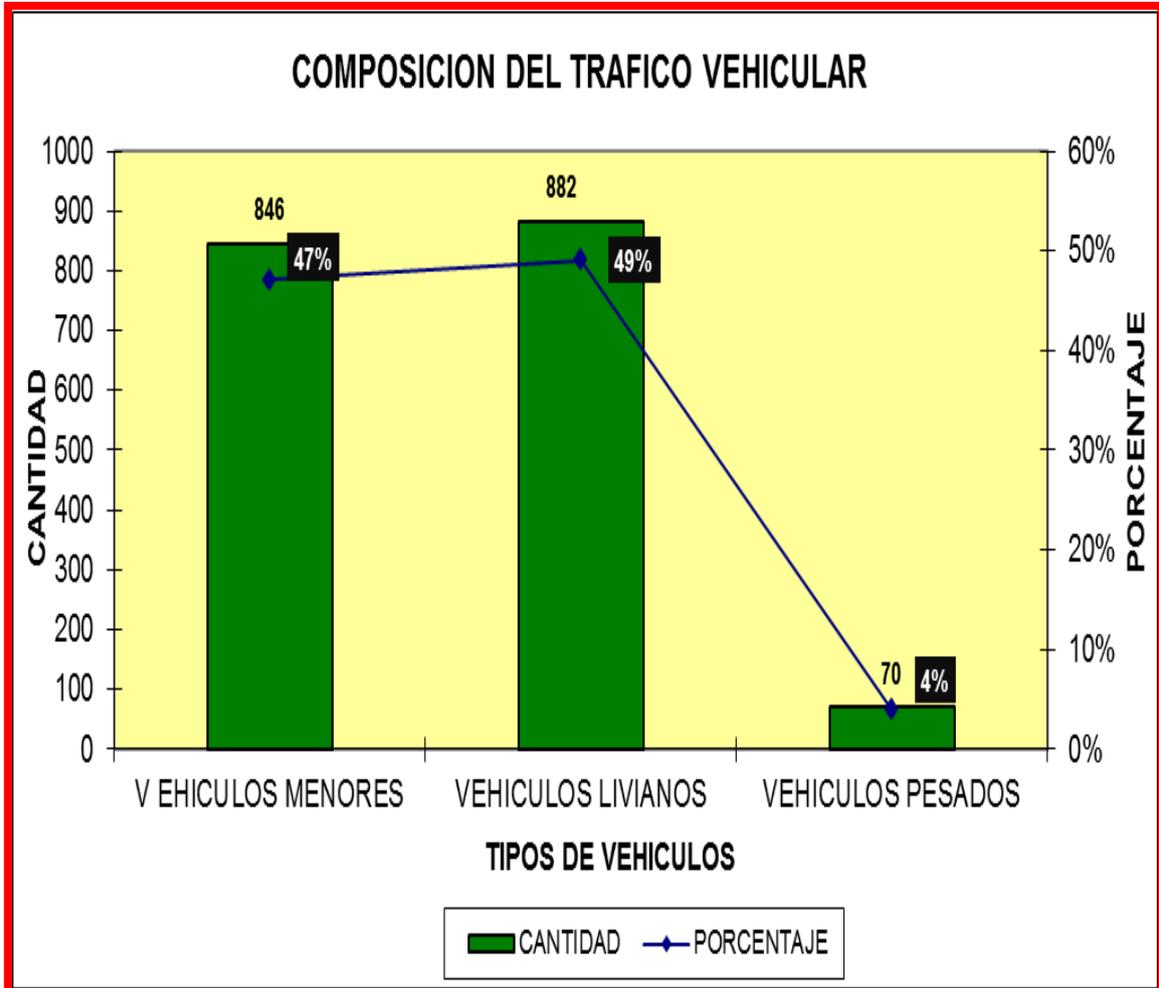
Tabla 2: Índice medio diario anual.

TIPO DE VEHÍCULO	IMD	DISTRIBUCIÓN %
Bicicleta	19	7.51%
Moto car	102	39.54%
Auto	42	16.24%
Pick Up	42	16.41%
Camioneta Rural	23	9.12%
Micro	19	7.29%
CM 2 E	5	2.00%
CM 3E	3	1.22%
CM 4E	2	0.67%
IMD	257	100%

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de tráfico por tipo de vehículo que opera en el área de estudio se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 2: Composición porcentual del tráfico, por tipo de vehículos.



Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de la variación diaria

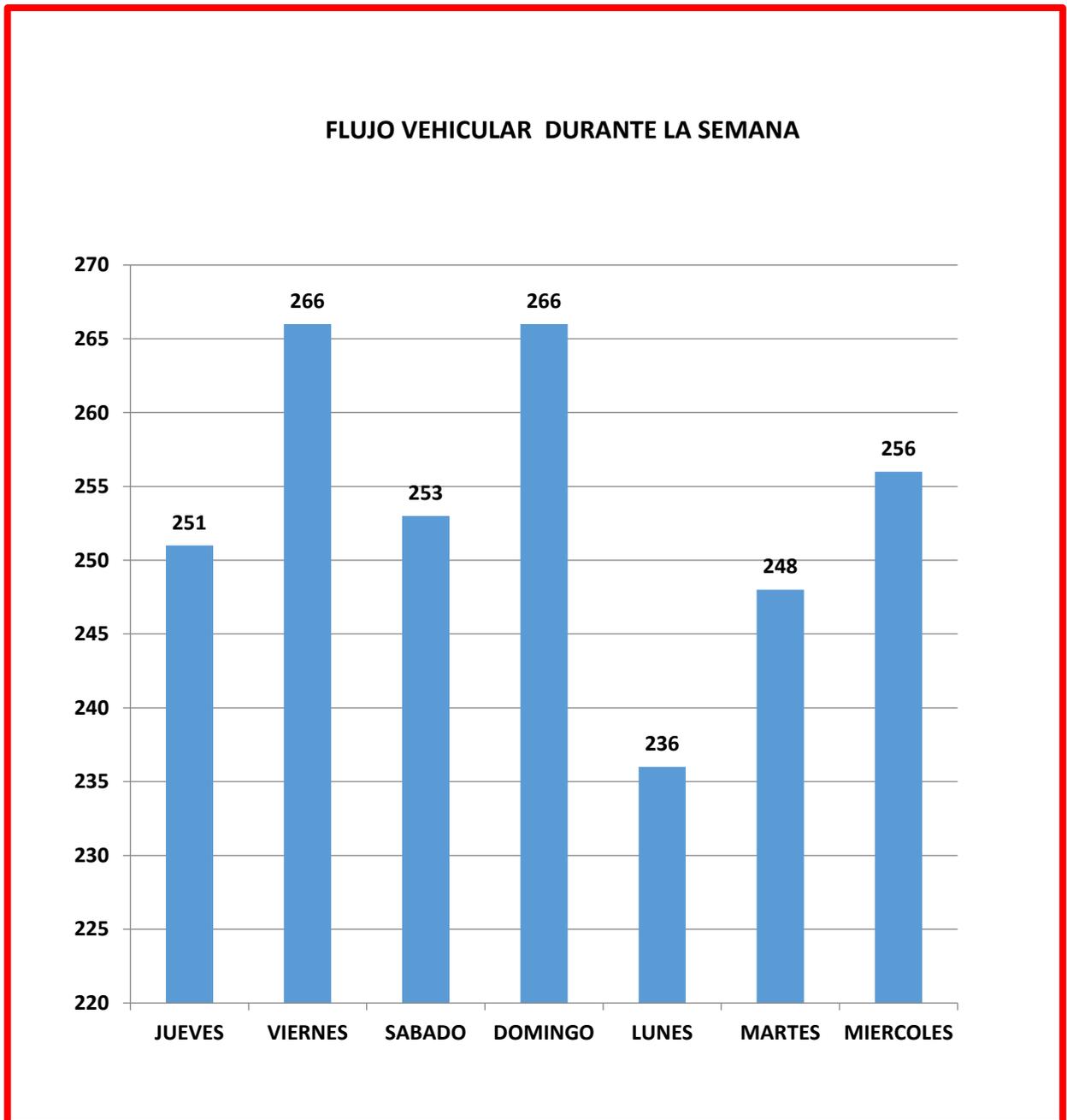
Según el recuento diario de vehículos, el mayor volumen de tráfico registrado en la Estación de Control E-1, el mayor número de vehículos presentado el viernes y domingo con 266 vehículos y el menor el lunes con 236 vehículos.

Tabla 3: Variación diaria por tipo de vehículo tramo Paraíso – La Tablada.

VARIACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO TRAMO I				
DÍA	LIVIANOS	BUS	CAMIONES	TOTAL
JUEVES	117	123	11	251
VIERNES	122	131	13	266
SABADO	130	115	8	253
DOMINGO	127	129	10	266
LUNES	94	133	9	236
MARTES	118	121	9	248
MIERCOLES	116	130	10	256
TOTAL	846	882	70	1798

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3: Variación diaria por tipo de vehículo.

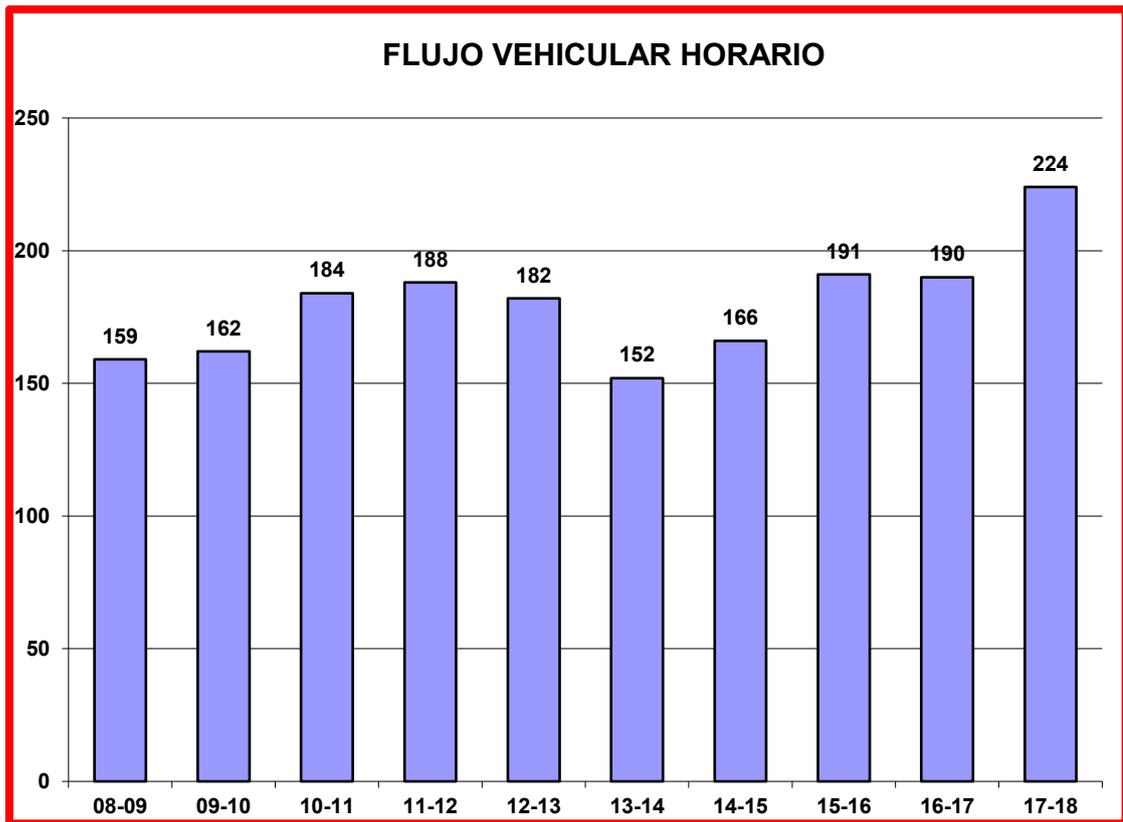


Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de la variación horaria.

Según el resumen de la cantidad diaria de vehículos, el mayor volumen de tráfico registrado en la estación de monitoreo E-1, podemos ver en el siguiente gráfico, el flujo de vehículos por hora alcanza su pico entre las 17-18 horas.

Figura 4: Variación horario vehicular.



Fuente: Elaboración Propia.

3.7 Aspectos éticos

El tema de aplicación del método USACE para optimizar la transitabilidad en la zona T del A.H. Huaycán - Ate, ha cumplido con toda la normatividad exigida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Es importante resaltar que la presente investigación cumplió también con todas las normas establecidas por el reglamento del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad César Vallejo y con las normas de citación estipuladas por el estilo ISO 690.

Es preciso destacar que, asimismo, todos los datos, así como los resultados presentados poseen veracidad y en ellos impera el derecho a la propiedad intelectual. De la misma manera, en la presente tesis se destaca el respeto por el medio ambiente y la responsabilidad jurídica, social, política y ética.

IV. RESULTADOS

Determinación de las secciones homogéneas estratigrafía de las calicatas realizadas la prospección efectuada en la calicata C-1 (Calle 4-Zona "T") de 1.50 m de profundidad y el análisis de la muestra recuperada, el suelo de fundación está constituido por única capa de suelo, a una profundidad de 0.00-1.50 m, es un potente estrato de suelo natural conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico, encontrándose un estado seco y presencia de Bolonería angular de T.M. 10". El suelo de características uniformes, perteneciente en la clasificación SUCS corresponde (GM).

Según estudios realizados en la cantera C-2 (Calle Yenuri Chiguala Cruz - zona "T") con una altura de 1,50m de profundidad y análisis de la muestra extraída, el suelo de cimentación consta de dos capas de suelo, la primera capa tiene una profundidad de 0,00-0,20 m, se trata de una capa de terraplén formada por grava limosa mezclada con arena que no es aglutinante, no plástica en estado seco y la presencia de ladrillos, adoquines.

La última capa 0,20–1,50 es una capa gruesa de suelo natural, constituida por grava limosa mezclada con arena, que no está ligada, no plástica, es seca y contiene Bolonería Angular de T.M 15". Se adapta a suelos de características homogéneas clasificados por SUCS (GM).

Según el relevamiento realizado en Calicata C-3 (Calle Yenuri Chiguala Cruz - zona "T") con una profundidad de 1.50, y el análisis de la muestra extraída, el suelo de cimentación consta de una capa de suelo a una profundidad de 0.00 -1.50, es un poderoso capa de suelo natural de grava limosa mezclada con arena, no cohesivo, no flexible, seca con copas de esquina de 12 "TM. Se ajusta a suelos homogéneos clasificados por SUCS (GM).

Según la investigación realizada en el tajo abierto C-4 (Calle Lambayeque - zona "T") con una profundidad de 1.50, y el análisis de la muestra extraída, el suelo de la cimentación consta de dos capas de suelo, la primera capa se encuentra a una profundidad de 0.00-0.20m. Es una capa suelta de grava limosa mezclada con arena, no cohesiva, no dúctil, seca y con cajones de esquina TM de 12 ". Se ajusta a suelos homogéneos clasificados por SUCS (GM).

Según el estudio realizado en la calicata C-5 (Calle Lambayeque - zona "T") con una profundidad de 1,50, y el análisis de la muestra extraída, el suelo de cimentación consta de una capa de suelo a una profundidad de 0,00-1,50, es una capa natural gruesa suelos, constituidos por grava limosa con una mezcla de arena, incoherente, no plástica, en estado seco y con presencia de ladrillos, bloques de piedra.

Según la exploración realizada en el tajo abierto C-6 (Calle Lambayeque - zona "T"), el suelo de cimentación consta de dos capas de suelo, la primera capa a una profundidad de 0.00-0.20 es una capa de relleno compuesta por grava de limo mezclada con arena , incoherente, no plástico, seco y con presencia de ladrillos, adoquines. La última capa, de 0,20–1,50 de espesor, es una capa gruesa de suelo natural que consiste en grava limosa mezclada con arena, que no es cohesivo, no es plástica, es seca y contiene Bolonería Angular de 15" TM. Se ajusta a suelos homogéneos clasificados por SUCS (GM).

De acuerdo con la investigación realizada en el tajo abierto C-7 (Calle Tarma - zona T) con una profundidad de 1.50, y el análisis de la muestra extraída, el suelo de la cimentación consta de dos capas de suelo, la primera capa tiene una profundidad de 0.00-0.30 Esta es una capa maciza compuesta por grava limosa mezclada con arena, no cohesivo, no plástica, en estado seco con presencia de ladrillos, bloques de piedra.

La capa final, de 0.30–1.50 de profundidad, es una capa gruesa de suelo natural compuesta de grava limosa mezclada con arena, suelta, no plástica, seca y que contiene 10 pulgadas de TM Angular Bolonería. Suelo de características homogéneas, según la clasificación SUCS (GM) correspondiente.

Según los censos realizados en el tajo abierto C-8 (Pasaje Los Turcos-Zona T) con una profundidad de 1.50, y el análisis de la muestra extraída, el suelo de cimentación consta de dos capas de suelo, la primera capa de 0.00-0.20 de profundidad es una capa perfilada terraplenes o grava limosa mezclada con arena, no cohesiva, no plástica, estando en estado seco y con presencia de ladrillos, bloques de piedra. La última capa 0.20-1.50 es una capa gruesa de suelo natural, constituida por grava limosa mezclada con arena, suelta, no plástica, en estado seco y con presencia de una bolonería angular TM de 12 ". Se ajusta a suelos homogéneos clasificados por SUCS (GM).

De lo observado en campo y la estratigrafía hallada podemos concluir que todo el terreno en estudio posee el mismo tipo de suelo (GM), es decir, un suelo conformado por gravas limosas mezclado con arena. Por lo tanto, no será necesario hacer una separación por secciones homogéneas. No se apreció nivel freático, hasta el nivel prospectado, de 1.50 m; de profundidad.

Diseño del espesor del afirmado por el Método USACE: Para obtener el espesor del afirmado, así como homogéneas (suelos con características de soporte similares), se utilizó el método propuesto por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos.

Parámetros a considerarse para obtener el espesor del revestimiento, será necesario determinar los siguientes parámetros: Valor relativo de soporte de diseño (CBR)

Determinación del EAL: Tasa de crecimiento a consolidarse (rc): 5% (con la ejecución del proyecto). Período de Diseño: 04 años (dentro de las cuales se asumirían las labores de mantenimiento rutinario y Periódico.

Determinación del CBR de diseño (CBRd): Del estudio de suelos tenemos: CBR = 24%

Determinación del EAL:

Del estudio de tránsito tenemos:

$$EAL = 155,559 = 1.56E+05$$

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha determinado mediante estudios las siguientes categorías de Subrasante:

S0:	Subrasante muy pobre	CBR < 3%
S1:	Subrasante pobre	CBR = 3% - 5%
S2:	Subrasante regular	CBR = 6 - 10%
S3:	Subrasante buena	CBR = 11 - 19%
S4:	Subrasante muy buena	CBR > 20%

Criterios del Método USACE: En 1985, América desarrolló la moderna versión del método USACE para autopistas con superficie de agregados. Donde la cantidad de carga en la rueda no se usa solamente en la estructura. De acuerdo con el manual técnico TM-5-822-5, este método se basa en indicadores calculados que se toman en base a la clasificación de la carretera, el tipo de vehículo y la categoría de tráfico o su composición, en base a lo cual se decidió determinar el índice de construcción, como se detalla a continuación:

Clase de carreteras: Las clases de superficie de los áridos van de A a G. Dependiendo del volumen de tráfico, que se define en la siguiente tabla:

Tabla 4: Criterio para la selección de la superficie de rodadura.

Clase de carreteras	Número de vehículos por día
A	10,000
B	8,400-10,000
C	6,300-8,400
D	2,100-6,300
E	210-2,100
F	70-210
G	menores 70

Fuente: USACE.

Índice de diseño: Un índice del diseño de superficie agregado basado en una cifra calculada que simboliza el tráfico esperado para la vida útil estimada, entonces este valor es el promedio de los ejes equivalentes.

Para este procedimiento se discurre a vehículos con neumáticos, donde el tráfico es clasificado en 3 grupos, como se muestra a continuación:

Grupo1: vehículos de pasajeros, panel y pick-up.

Grupo2: camiones de 2 ejes.

Grupo 3: camiones de 3, 4, 5 ejes.

La tabla de diseño para zonas de rodadura debe ser escogido según la siguiente tabla:

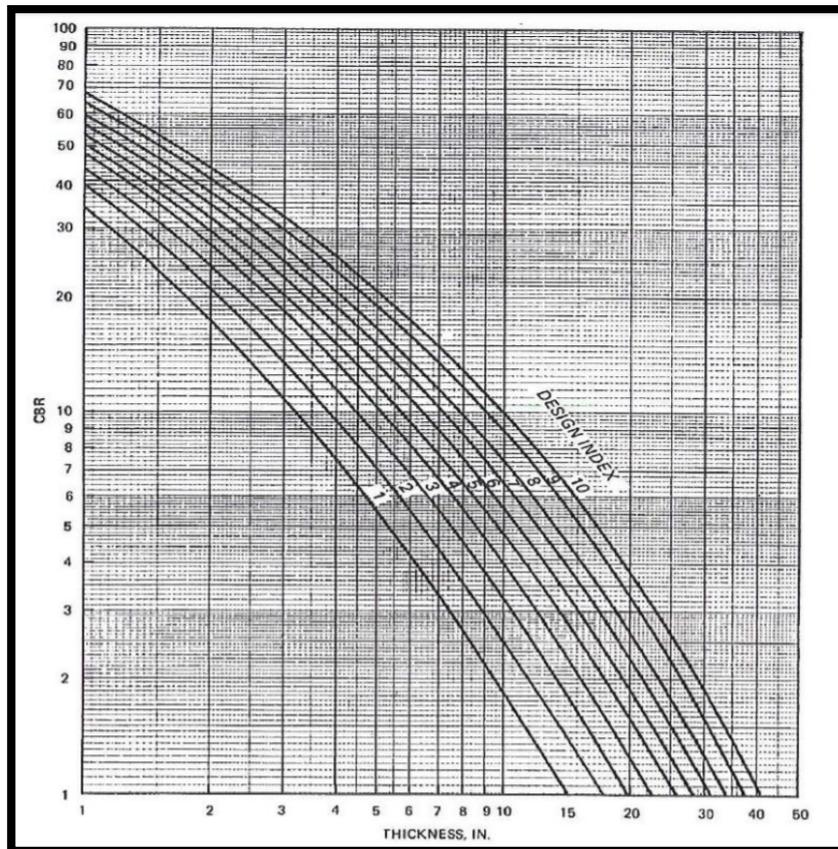
Tabla 5: Índice de diseño para vehículos con neumáticos.

Índice de diseño				
Clase	Categoría I	Categoría II	Categoría III	Categoría IV
A	3	4	5	6
B	3	4	5	6
C	3	4	4	6
D	2	3	4	5
E	1	2	3	4
F	1	1	2	3
G	1	1	1	2

Fuente: USACE.

Esta tabla de diseño se utiliza en la siguiente figura para optar el espesor de la superficie de diseño del agregado que tiene una capa estructural de diseño mínima de 4 pulgadas.

Figura 5: Curvas de diseño para caminos de superficie de agregados.



Fuente: USACE.

Cálculo del espesor del afirmado por el Método USACE

El método USACE para diseño de pavimento contempla el cálculo del espesor del afirmado en dos partes que se adicionan: la primera es calculada mediante la fórmula del Método USACE y la segunda es calculada por la gráfica de curvas de diseño para caminos de superficie de agregados, mostrada anteriormente.

Primera parte:

Datos del tráfico - Ejes equivalentes (EE): 155559

Datos del suelo (subrasante) - CBR: 24 %

La fórmula empleada por el Método USACE es la siguiente:

$$\text{Log } t = 1.7054 * \frac{R^{0.1237}}{C_1^{0.4663} * C_2^{0.1423}}$$

Dónde:

t= Espesor de afirmado (cm)

C1= CBR del afirmado (%)

C2= CBR de la subrasante (%)

R= Repeticiones de cargas (EE)

Según la metodología USACE se recomienda que el CBR del afirmado y el CBR de la subrasante estén en relación de 2 a 1; por ello elegimos un CBR del afirmado (C1) de 50%. Reemplazando todos los datos en la fórmula anterior entonces tenemos un espesor (t) de 5.87 cm.

Segunda parte:

Datos del tráfico

Vehículos por día: 257 veh/día.

Clase de carretera: E

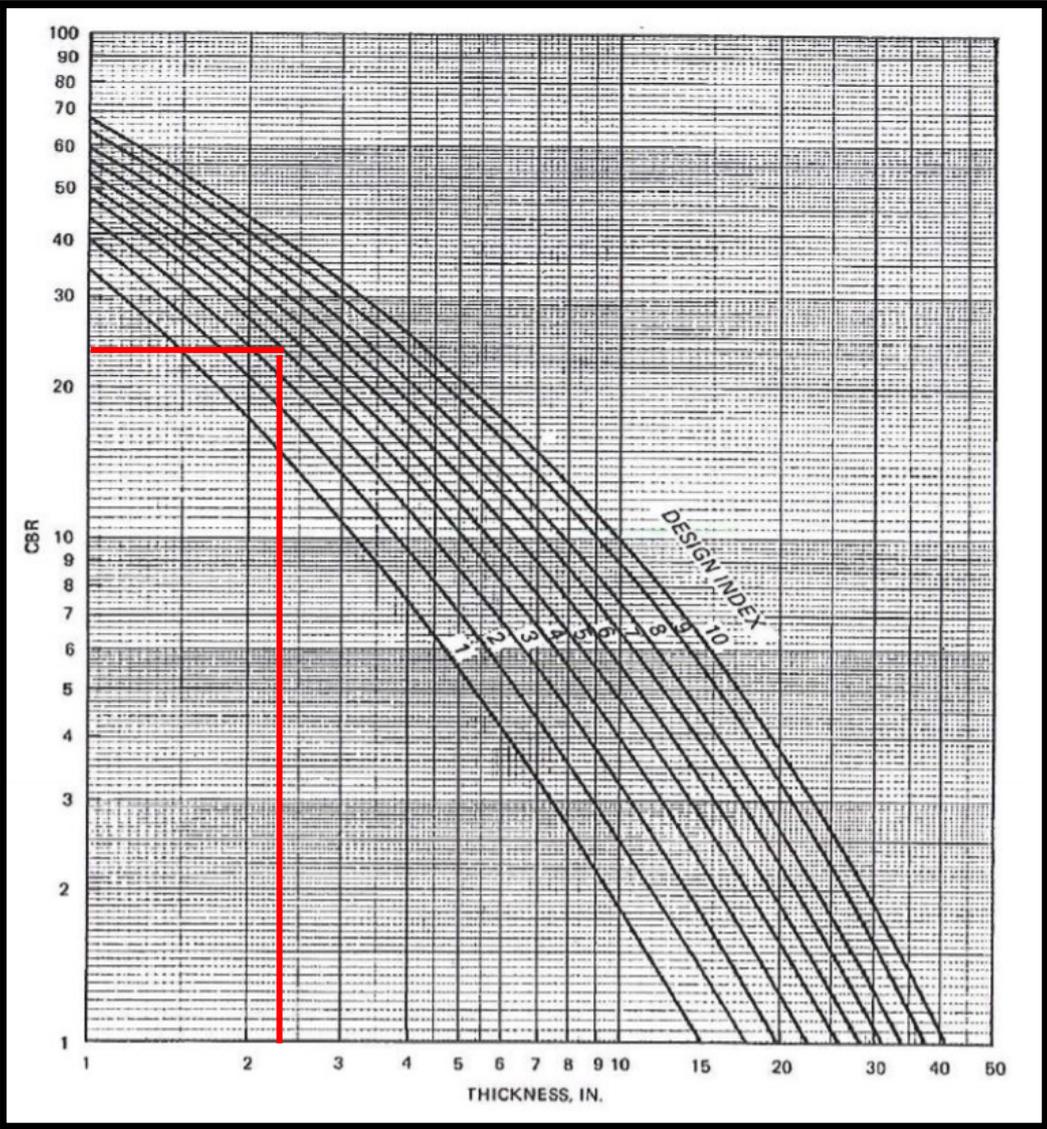
Categoría: IV

Índice de diseño: 4

Datos del suelo:

CBR de subrasante (%): 24%

Figura 6: Cálculo en curva de diseño.



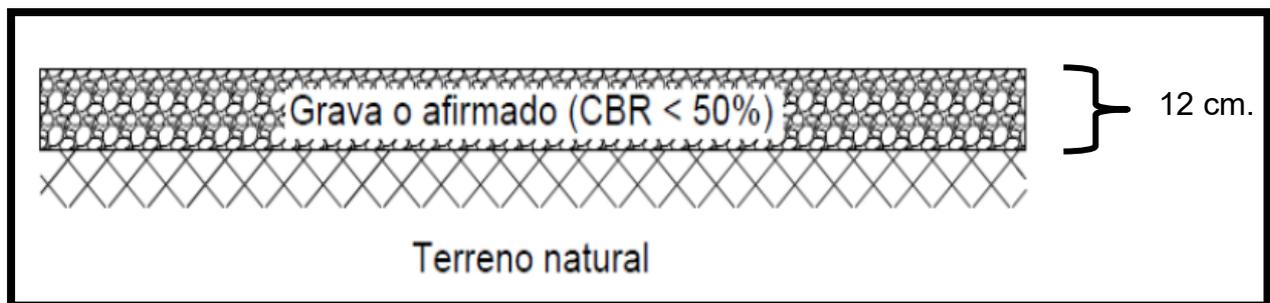
Fuente: Elaboración Propia.

Resultado de la gráfica:

	Curvas	Espesor
Espesor (pulg):	4	2.3
Espesor (cm):	4	5.8

Como se puede apreciar en los resultados, de acuerdo al Método USACE, se obtuvo un espesor de afirmado de 5.87 cm empleando la fórmula empírica del método USACE, y un espesor de 5.8 cm empleando la gráfica del índice de diseño. Pero, como el Método USACE establece que como mínimo sea empleado un espesor de capa de afirmado de 4 pulgadas, por consiguiente, en el diseño de la presente tesis se optó por un espesor de afirmado de 12 cm.

Figura 7: Resultado final del diseño de pavimento de afirmado por el Método USACE.



Fuente: Elaboración Propia.

V. DISCUSIÓN

Hipótesis General: se optimiza la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima mediante el diseño de pavimento afirmado con el Método USACE.

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, los cuales fueron: el ESAL de diseño de 155559 EE, el CBR representativo de la subrasante de 24% y el espesor calculado para la capa de afirmado para las vías de la zona en estudio (cuyo valor obtenido fue de 12 cm), se puede afirmar que se optimiza la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima mediante el diseño de pavimento afirmado con el Método USACE, debido a que esta zona carecía de pavimento, lo cual dificultaba el tránsito vehicular y ahora posee un pavimento de afirmado eficiente que permite la circulación de vehículos.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostienen Atiquipa & Rosalino (2018) en su tesis titulada “Propuesta de parámetros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas del Perú a fin de mejorar su serviciabilidad”, ya que ellos obtuvieron resultados similares al afirmar que la aplicación del Método USACE en el diseño de pavimentos de afirmado se mejora la transitabilidad vehicular en los caminos rurales de las diversas provincias del Perú.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis general que establece que *se optimiza la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima mediante el diseño de pavimento afirmado con el Método USACE*, además que tiene coherencia con el objetivo general planteado de *diseñar el pavimento afirmado por el Método USACE para optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima*, ya que se cumplió con dicho objetivo debido a que con el diseño de pavimento de afirmado propuesto en la presente investigación y que fue realizado con el método USACE se logró optimizar la transitabilidad vehicular en las calles de la Zona T del A.H. Huaycán, del distrito de Ate-Lima.

Hipótesis Específica N°1: Determinando el espesor de afirmado más adecuado se podrá mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima.

A partir del resultado obtenido en la presente investigación, en la cual se obtuvo un espesor de afirmado de 12 cm para las calles de la zona en estudio, se puede afirmar que determinando el espesor de afirmado más adecuado se podrá mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima ya que aplicando el Método USACE se pudo obtener un espesor de afirmado de 5.87 cm empleando la fórmula empírica del método USACE, y un espesor de 5.8 cm empleando la gráfica del índice de diseño. Pero, como el Método USACE establece que como mínimo sea empleado un espesor de capa de afirmado de 4 pulgadas, por consiguiente, en el diseño de la presente tesis se optó por un espesor de afirmado de 12 cm, siendo éste el espesor de afirmado más adecuado para mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T de Huaycán.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostienen Pérez y Andagua (2015) en su tesis titulada “Propuesta de método de diseño de afirmado para caminos no pavimentados en la Región Lima-Provincias”, quienes obtuvieron resultados similares afirmando que tanto el Método USACE como el Método del MTC resultan apropiados para determinar un espesor de afirmado adecuado para mejorar la transitabilidad vehicular en vías a nivel de afirmado.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis general que establece que *Determinando el espesor de afirmado más adecuado se podrá mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima*, además que tiene coherencia con el objetivo general planteado de *determinar el espesor del afirmado más adecuado para mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima*, ya que se cumplió con dicho objetivo determinándose que el espesor de afirmado más adecuado a emplearse en las vías de la Zona T del A.H. Huaycán es de 12 cm.

Hipótesis Específica N°2: Se puede diseñar el pavimento de afirmado sin definir secciones homogéneas en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima.

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, los cuales fueron valores de CBR similares en toda la zona en estudio, obteniéndose un CBR promedio de 24% para la subrasante, se puede afirmar que es posible diseñar el pavimento de afirmado sin definir secciones homogéneas en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima, ya que a partir de lo observado en campo y el perfil estratigráfico, se determinó que todo el terreno en estudio tiene valores de CBR similares ya que se trata del mismo tipo de suelo (GM), según SUCS, en toda la zona en estudio, es decir, un suelo constituido por grava limosa mezclada con arena. Por lo que, para realizar el diseño de pavimento de afirmado en la zona en estudio, no fue necesario contar con secciones homogéneas, ya que se trató del mismo tipo de suelo y con propiedades geotécnicas similares en toda el área en estudio.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostiene García (2015) en la tesis titulada “Pavimentos urbanos: criterios para su uso y diseño”, quien obtuvo resultados similares al afirmar que, cuando en el área en estudio la subrasante presente valores similares de capacidad de carga (%CBR) no se requiere definir secciones homogéneas (es decir tramos de vía con características geotécnicas similares), puesto que se puede uniformizar el diseño del pavimento para toda la zona en estudio.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis general que establece que *Se puede diseñar el pavimento de afirmado sin definir secciones homogéneas en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima*, además que tiene coherencia con el objetivo general planteado de *determinar si es necesario definir secciones homogéneas para optimizar el diseño del pavimento de afirmado en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima*, ya que se cumplió con dicho objetivo determinándose que no fue necesario definir secciones homogéneas para llevar a cabo el diseño del pavimento de afirmado en las calles de la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima ya que se obtuvo el mismo tipo de suelo en toda la zona en estudio.

VI. CONCLUSIONES

Primera: Respecto al objetivo general planteado, de *diseñar el pavimento de afirmado por el Método USACE para optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima*, se concluye que el diseño de pavimento de afirmado según el Método USACE optimizó la transitabilidad de la Zona T de Huaycán debido a que esta zona carecía de pavimento, lo cual dificultaba el tránsito vehicular y ahora posee un pavimento de afirmado eficiente que permite la circulación de vehículos.

Segunda: Respecto al primer objetivo específico planteado, de *determinar el espesor del afirmado más adecuado para mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima*, se concluye que aplicando el Método USACE se pudo obtener un espesor de afirmado de 5.87 cm empleando la fórmula empírica del método USACE, y un espesor de 5.8 cm empleando la gráfica del índice de diseño. Pero, como el Método USACE establece que como mínimo sea empleado un espesor de capa de afirmado de 4 pulgadas, por consiguiente, en el diseño de la presente tesis se optó por un espesor de afirmado de 12 cm, siendo éste el espesor de afirmado más adecuado para mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T de Huaycán.

Tercera: Respecto al segundo objetivo específico planteado, de *determinar si es necesario definir secciones homogéneas para optimizar el diseño del pavimento de afirmado en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima*, se concluye que a partir de lo observado en campo y el perfil estratigráfico, se determinó que todo el terreno en estudio tiene el mismo tipo de suelo (GM), según SUCS, es decir, un suelo constituido por grava limosa mezclada con arena. Por lo que, para realizar el diseño de pavimento de afirmado en la zona en estudio, se puede concluir que no fue necesario contar con secciones homogéneas, ya que se trató del mismo tipo de suelo y con propiedades geotécnicas similares en toda el área en estudio.

VII. RECOMENDACIONES

Primera: Respecto al objetivo general planteado, de *diseñar el pavimento afirmado por el Método USACE para optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima*, se recomienda el empleo del método USACE en futuras investigaciones y proyectos similares, ya que ha demostrado su eficacia en el diseño de pavimentos de afirmado.

Segunda: Respecto al primer objetivo específico planteado, de *determinar el espesor del afirmado más adecuado para mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima*, se recomienda en futuras investigaciones comparar el espesor de afirmado que se puede calcular con el Método USACE con otros métodos de diseño de pavimento de afirmado, como el Método del MTC y el Método de PELTIER.

Tercera: Respecto al segundo objetivo específico planteado, de *determinar si es necesario definir secciones homogéneas para optimizar el diseño del pavimento de afirmado en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima*, se recomienda que, si bien es cierto que para este caso en estudio no fue necesario realizar un análisis de secciones homogéneas puesto que el área presenta el mismo tipo de suelo en toda su extensión, para proyectos en donde exista diversidad de estratigrafía se recomienda sí o sí realizar un análisis de secciones homogéneas ya que esto ayudará bastante a elaborar un diseño de pavimento más eficiente y acertado, por zonas.

REFERENCIAS

1. ACHEAMPONG, E., Sayer, J. & Macgregor, C. (2018). Road improvement enhances smallholder productivity and reduces forest encroachment in Ghana. *Environmental Science and Policy*, 85, 64–71.
2. AHMED, F., Thompson, J., Kim, D., Carroll, E. & Huynh, N. (2020). Cost-effectiveness of performing field investigation for pavement rehabilitation design of non-interstate routes. *International Journal of Transportation Science and Technology*.
3. ANDAGUA, M. y Ramos, G. (2018). *Propuesta de método de diseño de afirmado para caminos no pavimentados en la región Lima-provincias* (Tesis de Pregrado), Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
4. ARIAS, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: Episteme – Sexta Edición.
5. ASOMANI, R., Fricano, R. & Adarkwa, F. (2015). Assessing the socio-economic impacts of rural road improvements in Ghana: A case study of Transport Sector Program Support (II). *Case Studies on Transport Policy*, 3 (4), 355-366.
6. ATARAMA, E. (2015). *Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo proes* (Tesis de Pregrado), Universidad de Piura, Piura, Perú.
7. ATIQUIPA & Rosalino (2018). Propuesta de parámetros de calidad del afirmado para carreteras no pavimentadas del Perú a fin de mejorar su serviciabilidad (Tesis de Pregrado), Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
8. BAI, Y., Gungor, O., Hernandez, J., Ouyang, Y. & Al-Qadi, I. (2015). Optimal pavement design and rehabilitation planning using a mechanistic-empirical approach. *Euro Journal on Transportation and Logistics*, 4 (1), 57-73.

9. CANALES, R. (2018). *Habilitación urbana con construcción simultánea en el distrito de Puente Piedra* (Tesis de Posgrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
10. CHEN, D., Scullion, T. & Nam, B. (2016). Characterization of structural conditions for pavement rehabilitations. *Construction and Building Materials*, 121, 664-675.
11. DELBONO, H. & Giudice, C. (2014). Adherence in a pavement rehabilitated with a polymeric grid used as interlayer. *Construction and Building Materials*, 54, 454–459.
12. DELONGUI, L., Matuella, M., Núñez, W., Fedrigo, W., Da Silva, L., & Ceratti, J. (2018). Construction and demolition waste parameters for rational pavement design. *Construction and Building Materials*, 168, 105–112
13. DOŁŻYCKI, B. & Jaskuła, P. (2019). Review and evaluation of cold recycling with bitumen emulsion and cement for rehabilitation of old pavements. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 6 (4), 311-323.
14. FAN, W. & Wang, F. (2014). Managing Pavement Maintenance and Rehabilitation Projects under Budget Uncertainties. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 14 (6), 92-100.
15. GARCÍA, R. (2015). *Pavimentos urbanos: criterios para su uso y diseño* (Tesis de Posgrado), Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
16. GARRAÍN, D. & Lechón, Y. (2019). Environmental footprint of a road pavement rehabilitation service in Spain. *Journal of Environmental Management*, 252, 1-11.
17. GONZÁLEZ, J. (2016). *Evaluación de pavimentos en la conservación de carreteras en México* (Tesis de Posgrado). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

18. GUNATHILAKA, S. & Amarasingha, N. (2020). Using social and economic factors for ranking pavement maintenance and rehabilitation projects. *Asian Transport Studies*, 6, 1-9.
19. HAJIBABAI, L., Bai, Y. & Ouyang, Y. (2014). Joint optimization of freight facility location and pavement infrastructure rehabilitation under network traffic equilibrium. *Transportation Research*, 63, 38-52.
20. HERNÁNDEZ, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México, México: Editorial McGRAW-HILL.
21. Higuera, C. (2008). Diseño de estructuras de pavimentos en afirmado. *Revista Facultad de Ingeniería UPTC*, 17 (24), 37-44.
22. Kelly, G., Delaney, D., Chai, G. & Mohamed, S. (2016). Optimising local council's return on investment from annual pavement rehabilitation budgets through targeting of the average pavement condition index. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 3 (5), 465-474.
23. Lee, J. & Madanat, S. (2015). A joint bottom-up solution methodology for system-level pavement rehabilitation and reconstruction. *Transportation Research*, 78, 106-122.
24. Leguía, P. & Pacheco, H. (2016). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)* (Tesis de Pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.
25. Mahanpoora, M., Monajjema, S., Balalib, V. (2020). An optimization model for synchronous road geometric and pavement enhancements. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 7 (5).
26. Mengue, E., Mroueh, H., Lancelot, L. & Medjo, R. (2018). Design and parametric study of a pavement foundation layer made of cement-treated fine-grained lateritic soil. *Soils and Foundations*, 58 (3), 666-677.
27. MORA, K. (2016). *Estudio de diseño de mobiliarios urbanos del parque mirador de la Cooperativa Julio Cartagena Arias de la ciudad de Guayaquil (Zona 8)*

provincia del Guayas (Tesis de Pregrado), Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

28. MORI, J. (2018). *Realización de un acceso para tránsito vehicular en la intersección de la Av. Nicolás Arriola y av. Manuel Echeandia, distrito de San Luis, Lima – Lima* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
29. NG, C., Law, T., Jakarni, F. & Kulanthayan, S. (2018). Relative improvements in road mobility as compared to improvements in road accessibility and urban growth: A panel data analysis. *Transportation Research*, 117, 292-301.
30. NG, C., Law, T., Wong, S. & Kulanthayan, S. (2017). Relative improvements in road mobility as compared to improvements in road accessibility and economic growth: A cross-country analysis. *Transport Policy*, 60, 24-33.
31. OROBIO, A. (2011). Consideraciones para el diseño y construcción de vías en afirmado estabilizadas con cloruro de calcio. *Dyna*, 78 (165), 93-100.
32. OROBIO, A., Portocarrero, L. y Serna, L. (2007). Evaluación del cloruro de calcio como agente mitigador de polvo en vías en afirmado. *Dyna*, 74 (153), 27-33.
33. PERRATON, D., Di Benedetto, H., Carter, A. & Proteau, M. (2019). Link between different bottom-up fatigue's law coefficients of mechanical-empirical pavement design software. *Construction and Building Materials*, 216, 552–563.
34. PLATI, C. (2019). Sustainability factors in pavement materials, design, and preservation strategies: A literature review. *Construction and Building Materials*, 211, 539–555.
35. RODRÍGUEZ, R. (2014). *Evaluación de los componentes físicos y estructurales de las habilitaciones urbanas residenciales para uso de vivienda tipo R4 en la Ciudad de San Ignacio* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

36. ROJAS, F. (2017). *Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. César Vallejo, tramo cruce con la Av. Separadora Industrial hasta el cruce con el cementerio, en el distrito de Villa El Salvador, provincia de Lima, departamento de Lima* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
37. SAHUMA, E. (2018). *Estudio definitivo para la construcción de pistas y veredas para beneficio de asentamientos humanos y agrupaciones familiares en el distrito de San Juan de Lurigancho – Lima – Lima* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
38. SELVI, P. (2015). Fatigue and rutting strain analysis on lime stabilized subgrades to develop a pavement design chart. *Transportation Geotechnics*, 2, 86-98.
39. 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.
40. TANG, F., Ma, T., Zhang, J., Guan, Y. & Chen, L. (2020). Integrating three-dimensional road design and pavement structure analysis based on BIM. *Automation in Construction*, 113, 1-17.
41. WANG, J., Li, X., Wen, H. & Muhunthan, B. (2020). Shrinkage Cracking Model for Cementitiously Stabilized Layers for Use in the Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide. *Transportation Geotechnics*, 24.
42. 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.

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de consistencia.

Tabla 6: Matriz de consistencia

Título: “Diseño de Pavimento afirmado por el Método USACE para optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T A.H. Huaycán-Ate-Lima 2020”.

Tesista: Bach. Kiara Alexandra Moyano Olaya.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA	
GENERAL	GENERAL	GENERAL	Variable independiente: Diseño de pavimento de afirmado.	Clasificación de carreteras.	Categoría de tráfico.	Enfoque: Cuantitativa. Diseño de investigación: No experimental. Tipo de investigación: Aplicada.	
¿Realizando el diseño de pavimento afirmado con el Método USACE se podrá mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate – Lima?	Diseñar el pavimento afirmado por el Método USACE para optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima.	Se optimiza la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima mediante el diseño de pavimento afirmado con el Método USACE.		Tipos de vehículos.	Índice de diseño.		Conteo de vehículos ligeros.
					Conteo de vehículos pesados.		
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS		Variable dependiente: Optimizar transitabilidad.	Ahuellamiento.		Grado de ahuellamiento.
PE1: ¿Determinando el espesor del afirmado más adecuado se podrá mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate – Lima?	OE1: Determinar el espesor del afirmado más adecuado para mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima.	HE1: Determinando el espesor de afirmado más adecuado se podrá mejorar la transitabilidad vehicular en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima.					
PE2: ¿Es necesario emplear secciones homogéneas para optimizar el diseño de pavimento de afirmado en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate – Lima?	OE2: Determinar si es necesario definir secciones homogéneas para optimizar el diseño del pavimento de afirmado en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima.	HE2: Se puede diseñar el pavimento de afirmado sin definir secciones homogéneas en la Zona T del A.H. Huaycán en el distrito de Ate-Lima.	Polución.		Calidad de aire.		

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2

Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 7: Matriz de operacionalización de variables.

Título: “Diseño de Pavimento afirmado por el Método USACE para optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T A.H. Huaycán-Ate-Lima 2020”.

Tesista: Bach. Kiara Alexandra Moyano Olaya.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Diseño de pavimento de afirmado.	Consiste en determinar la estructura de la cual estará conformada el pavimento, resaltando la importancia del espesor del afirmado. (Atiquipa & Rosalino, 2018).	Consiste en determinar correctamente las capas estructurales de las que estará conformado el pavimento afín de garantizar su buen desempeño.	Clasificación de carreteras.	Categoría de tráfico.	Memoria de cálculo.	ORDINAL
				Índice de diseño.	Ensayo de CBR.	ORDINAL
			Tipos de vehículos.	Conteo de vehículos ligeros.	Memoria de cálculo.	ORDINAL
				Conteo de vehículos pesados.	Memoria de cálculo.	ORDINAL
DEPENDIENTE Optimizar transitabilidad.	Consiste en mejorar el estado de la vía afín de optimizar su uso. (Atarama, 2015).	Consiste en mejorar el nivel de servicio de la carretera con la finalidad de evitar que sea cerrada al tránsito vehicular.	Ahuellamiento.	Grado de ahuellamiento.	Ficha de observación.	ORDINAL
			Polución.	Calidad de aire.	Ficha de observación.	ORDINAL

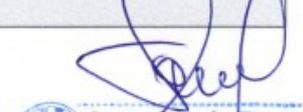
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 3

Ficha de validación (juicio de expertos).

Figura 8: Ficha de validación.

FICHA DE VALIDACIÓN						
TÍTULO:		"Diseño de Pavimento afirmado por el Método USACE para optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T A.H. Huaycán-Ate-Lima 2020"				
AUTORA:		Bach. Moyano Olaya, Kiara Alexandra				
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	VALIDEZ DEL JUICIO DE EXPERTOS		
				INGENIERO N°1	INGENIERO N°2	INGENIERO N°3
INDEPENDIENTE Diseño de pavimento de afirmado.	Clasificación de carreteras.	Categoría de tráfico.	Memoria de cálculo	0.82	0.78	0.90
		Índice de diseño.	Ensayo de CBR	0.76	0.88	0.74
	Tipos de vehículos.	Conteo de vehículos ligeros.	Memoria de cálculo.	0.82	0.84	0.85
		Conteo de vehículos pesados.	Memoria de cálculo.	0.75	0.89	0.83
DEPENDIENTE Optimizar transitabilidad	Ahuellamiento.	Grado de ahuellamiento.	Ficha de observación	0.83	0.76	0.86
	Polución.	Calidad del aire.	Ficha de observación.	0.82	0.75	0.78
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (Según Hernández, 2011)						
Valor de la validez obtenida		Interpretación	Sumatoria =	4.79	4.9	4.98
De 0 a 0.60		Inaceptable	Sumatoria / (n° de instrumentos) =	0.80	0.82	0.83
Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70		Deficiente				
Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80		Aceptable	Promedio de la validez obtenida =	0.82		
Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90		Buena				
Mayor a 0.90		Excelente				

 <u>Ing. Nelys Norman Cerda Ayala</u> CIP N° 142044 INGENIERO N°1	  INGENIERO CIVIL CIP N° 61785 INGENIERO N°2	  Samuel Ayala Tineo INGENIERO CIVIL CIP: 70372 INGENIERO N°3
---	--	--

Fuente: Propia.

Anexo 4
Panel fotográfico.

Figura 9: Vista de la Calle Yenuri -Zona T



Fuente: Propia.

Figura 10: Vista de la Calle Lambayeque.



Fuente: Propia.

Figura 11: Se puede apreciar que no hay espacio para el ancho de la vía



Fuente: Propia.

Figura 12: Vista de la Calle Pasaje los Turcos.



Fuente: Propia.

Figura 13: Vista de la calle Tarma- Zona T



Fuente: Propia.

Figura 14: Vista de la Calle.



Fuente: Propia.

Figura 15: Vista de la Calle Tarma Tramo 3.



Fuente: Propia.

Figura 16: Vista de la Calle en malas condiciones.



Fuente: Propia.

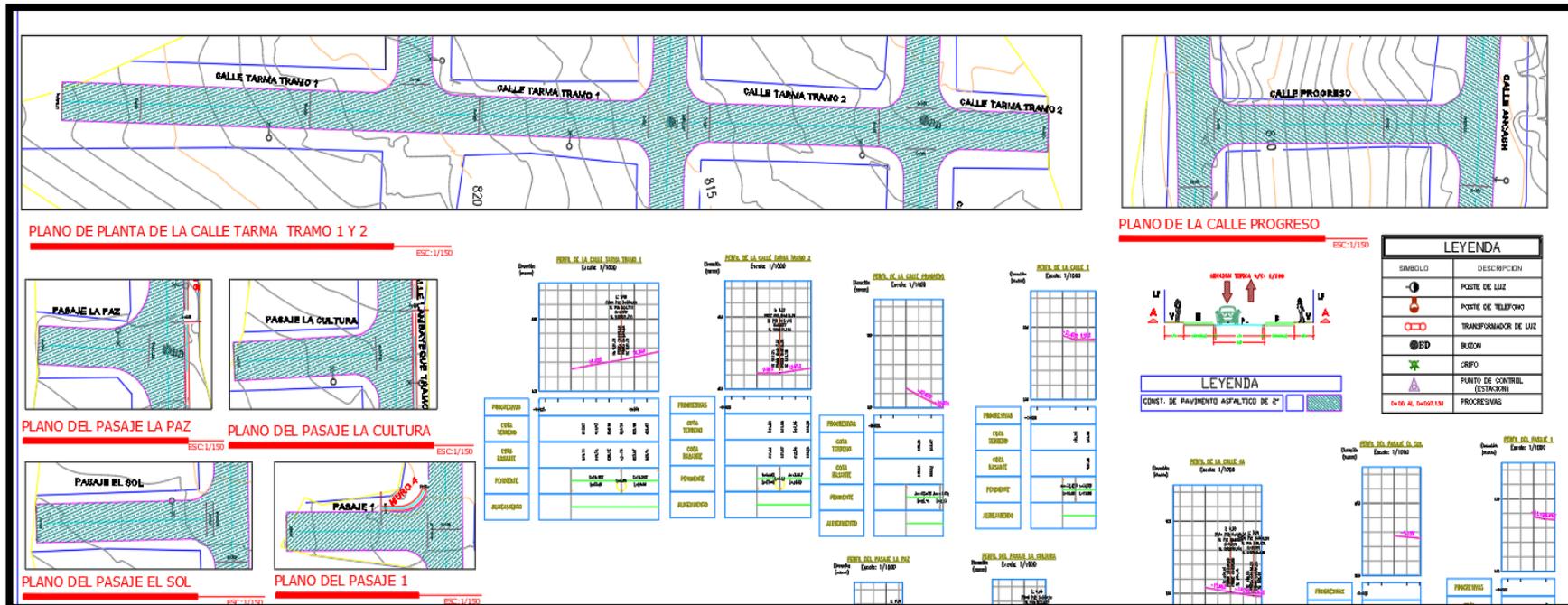
Figura 17: Vista de la calle La libertad – Tramo 2.



Fuente: Propia.

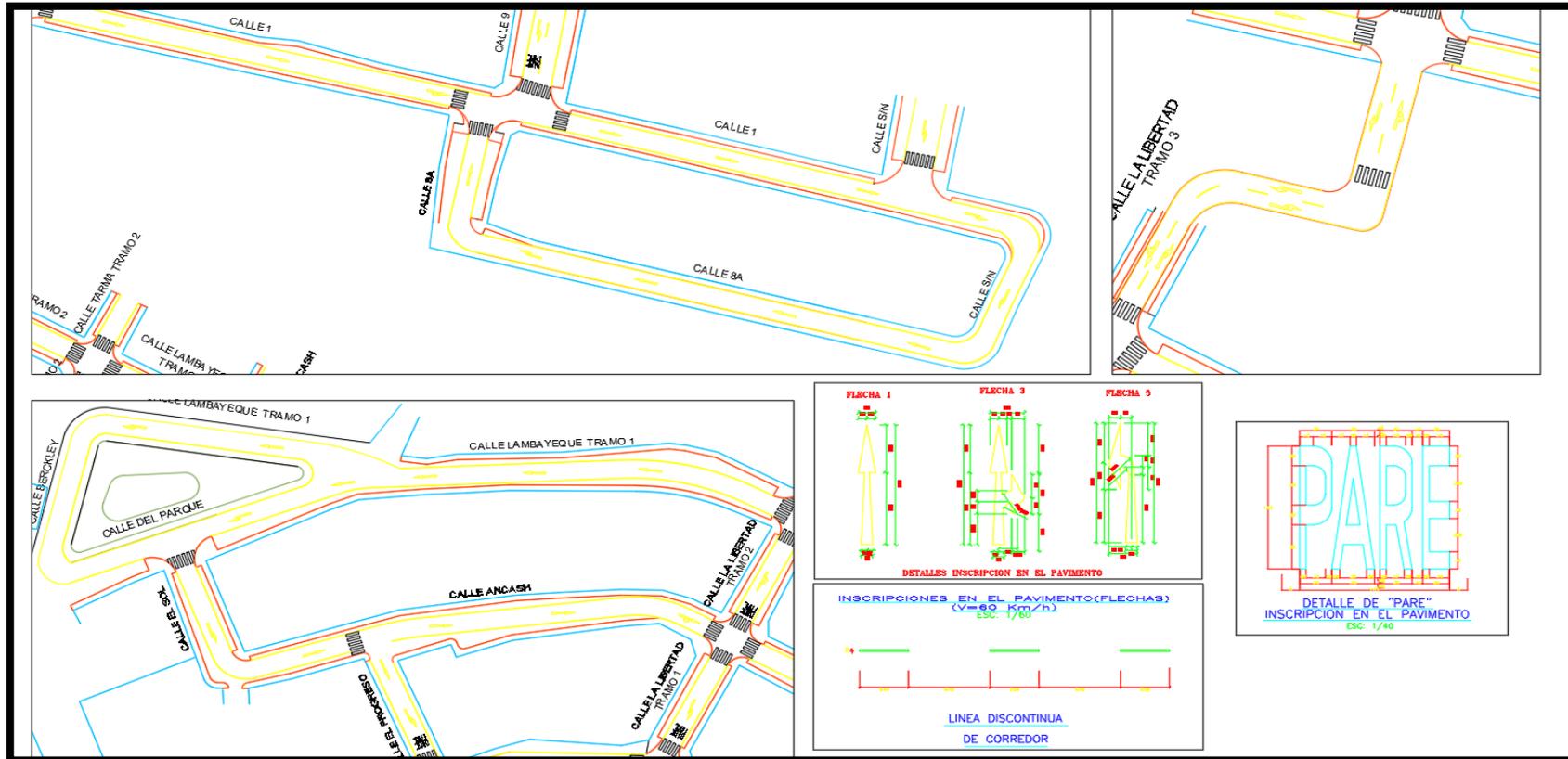
Anexo 5
Planos.

Figura 18: Plano de Plantas y Perfiles.



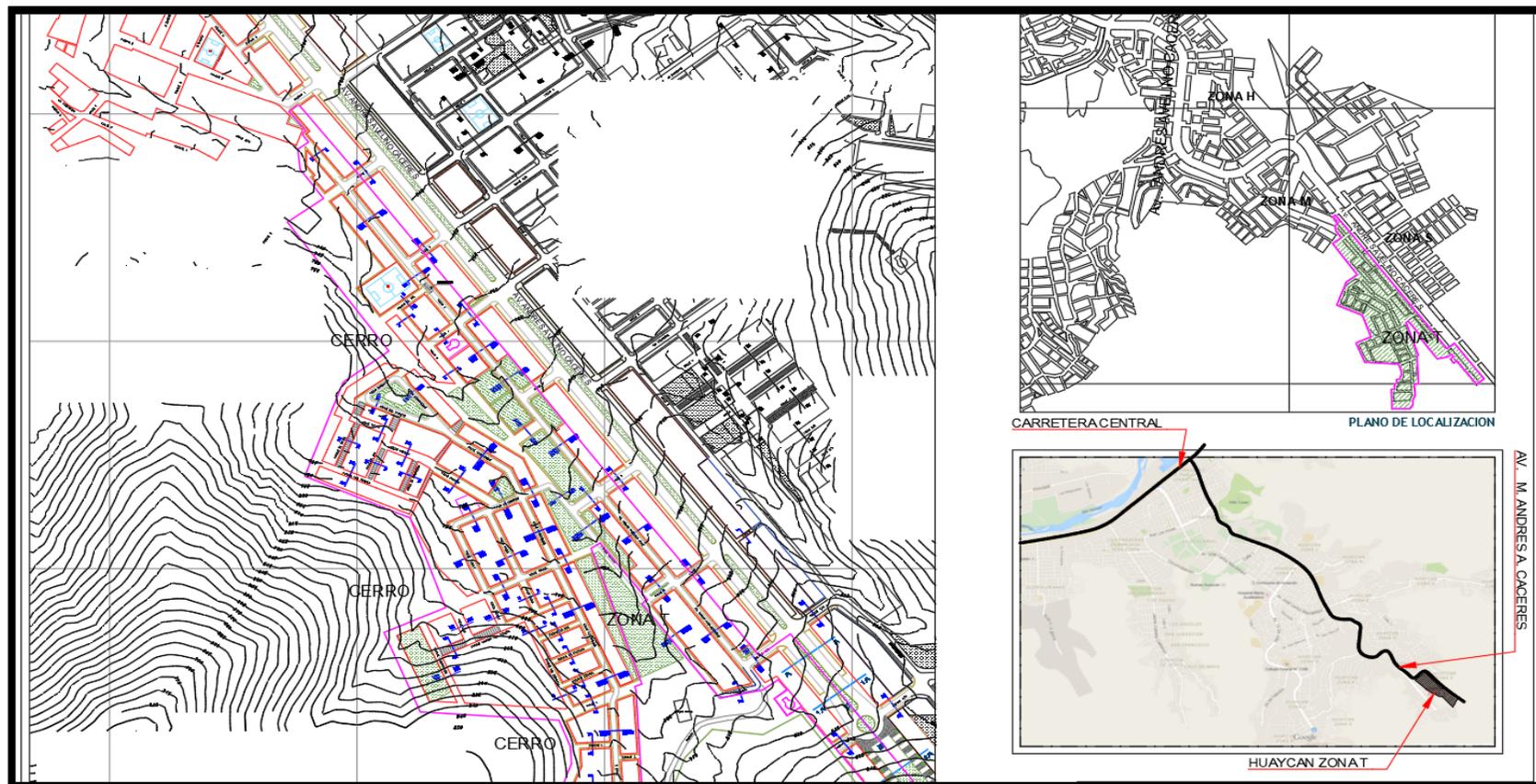
Fuente: Propia.

Figura 19: Plano de Plantas y Perfiles.



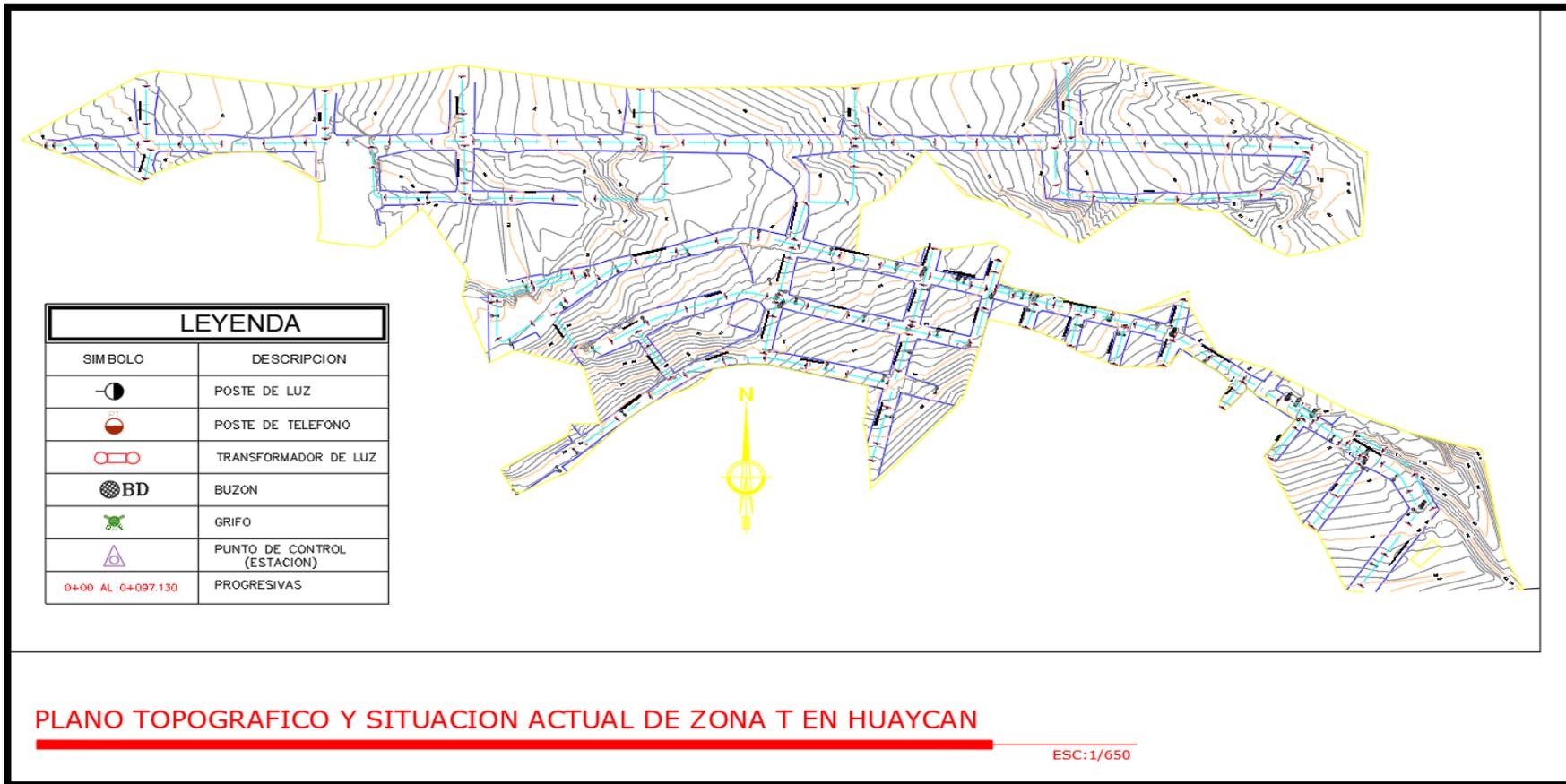
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 20: Plano de Ubicación y Localización.



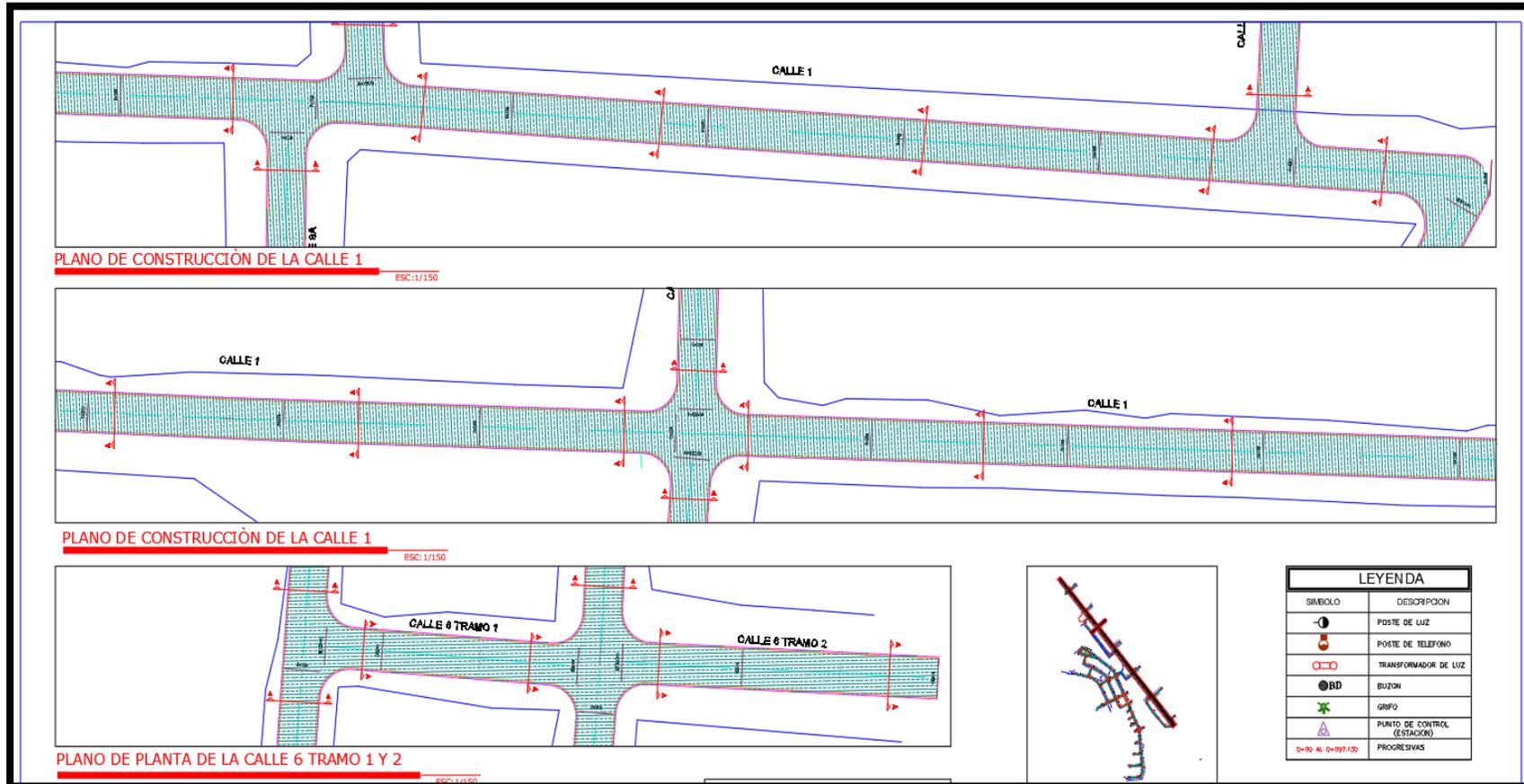
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 21: Plano topográfico.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 22: Plano de Planteamiento General.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 6
Estudio de mecánica de suelos.

Figura 23: Estudio de suelos – hoja 1.

GENERALIDADES

Objetivo del estudio

El presente informe técnico tiene por objeto investigar el terreno de fundación del Proyecto "EVALUACION DEL TERRENO DE FUNDACION QUE DEBERA TENERSE EN CUENTA EN EL DISEÑO DE PISTAS Y VEREDAS DE LAS CALLES DEL SECTOR T-AA.HH. HUAYCAN ATE" ubicado en el Distrito de Ate, Provincia y Dpto. de Lima; por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas "A cielo abierto", ensayos de laboratorios a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos y labores de gabinete en base a los datos obtenidos de los perfiles estratigráficos, Diseño estructural del Pavimento, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, asentamientos, agresión del suelo al concreto, recomendaciones y conclusiones para la cimentación.

El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Reconocimiento del terreno
- Distribución y ejecución de calicatas
- Tomas de muestras inalteradas y disturbadas
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio
- Perfil estratigráfico
- Diseño Estructural del Pavimento
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible
- Cálculo admisible permisibles
- Análisis del potencial Expansión
- Agresión del suelo a la cimentación
- Conclusiones y recomendaciones

Ubicación del área en estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la Zona "T" del AA.HH. Huaycán, diversas vías internas en el Distrito de Ate, Provincia y Dpto. de Lima.

Condiciones Climáticas de la zona

La zona de estudio tiene un clima árido y semicálido. La temperatura media anual máxima es de 21,97°C (71,4 °F) y la mínima de 17°C (62,7 °F). Sin embargo, la temperatura aumenta en los años en que se presenta el Fenómeno de El Niño.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 24: Estudio de suelos – hoja 2.

Altitud de la zona

La Zona "T" del AA.HH. Huaycán, se encuentra en una altitud de 160.00 metros sobre el nivel del mar aproximadamente.

GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA Y SISMICIDAD EN EL AREA EN ESTUDIO

- Geomorfología

Geomorfológicamente la zona en estudio forma parte del flanco andino occidental de Perú y el estudio se basa en los siguientes factores: Actividad plubio-fluvial del sistema hidrográfico del río Chillón y sus tributarios, el emplazamiento del batolito de la costa, acción climática, la tectónica del área y la acción erosiva de los flujos de agua.

- Geología

En la zona de estudio, los promontorios están constituidos por rocas sedimentarias superficialmente bastante meteorizadas y fracturadas y las zonas planas por depósitos inconsolidados. En el estudio se analiza el tipo de rocas, sean estos de tipo Sedimentaria o de depósitos recientes. en el caso último son de tres tipos: Depósitos Aluviales, depósitos eólicos y coluviales / aluviales.

- Geodinámica

Los procesos de geodinámica externa han sido controlados por los cambios climáticos suscitados durante el cuaternario y que dieron lugar al desarrollo de quebradas y planicies aluviales y/o coluvio – aluviales, conformada por el material que fuera acarreado por las quebradas o cursos de agua y depositados en su parte terminal, formando el denominado conoide aluvial de Ate. sobre estas formaciones se emplaza Zona "T" del AA.HH. de las diversas internas y por ende el Proyecto en mención.

- Consideraciones sísmicas

Intensidades

Según análisis sismo tectónicos, existen en el mundo dos zonas muy importantes de actividad sísmica conocidas como: el Círculo Alpino Himalayo y el Círculo Pacífico. En esta última zona han ocurrido el 80% de los eventos sísmicos, quedando el 15% para el Círculo Alpino Himalayo, y el 5% restante se repare en todo el mundo.

La fuente básica de datos de intensidades sísmicas es el trabajo del Silgado (1978), que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú. De lo anterior se concluye que de acuerdo al área sísmica donde se ubica la zona en estudio existe la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades del orden VIII en la escala de Mercalli Modificada.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 25: Estudio de suelos – hoja 3.

Zonificación Sísmica

Según el mapa de zonificación sísmica del Perú la localidad del Distrito de Ate, Provincia y Departamento de Lima comprendida en la Zona sísmica 3, correspondiéndole una sismicidad alta y un factor de zona $Z=0.4$ g.

Tipo de Suelo y Periodo

De acuerdo a las normas de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, al suelo de cimentación del mencionado estudio le corresponde un perfil de suelo tipo S_1 con un periodo $T_{p(z)} = 0.4$ seg. Y un factor de suelo $S = 1.0$.

Fuerza Horizontal Equivalente

La fuerza horizontal o cortante en la base debido a la acción sísmica se determinará mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R_d} \cdot P$$

Donde:

- Z = Factor de Zona
- U = Factor de Uso
- S = Factor de Suelo
- C = Coeficiente Sísmico
- R_d = Factor de Ductibilidad
- P = Peso de Estructura

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

- Trabajos de Campo

Correspondió a la etapa de prospección in-situ, donde se tomaron muestras de ocho (08) calicatas de 1.50 m; de profundidad que permitieron caracterizar al suelo de fundación en el área delimitada para el Proyecto en mención, tomándose muestras de las capas de suelo encontrado.

Calicata o Pozo de Exploración

Se programó la ejecución de ocho (08) calicatas o pozo de exploración "A Cielo Abierto", designado como C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 y C-8, ubicadas convenientemente y con profundidades suficientes de 1.50. La ubicación de las calicatas se presenta en el plano "Ubicación de Calicatas".

Muestreo y registros de Exploración

Las muestras de materiales obtenidas en los trabajos de campo fueron analizadas en el LABORATORIO NCJ SAC; para determinar sus propiedades y características físico – mecánicas fundamentales, tales como, Análisis Granulométricos por tamizado, Límites de Consistencia, Humedad, Pesos Unitarios, Pesos Específicos, Corte Directo, CBR y

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 26: Estudio de suelos – hoja 4.

Análisis químicos (Sulfatos y Cloruros), ensayos ejecutados siguiendo las normas vigentes.

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El Proyecto "EVALUACION DEL TERRENO DE FUNDACION QUE DEBERA TENERSE EN CUENTA EN EL DISEÑO DE PISTAS Y VEREDAS DE LAS CALLES DEL SECTOR T-AA.HH. HUAYCAN ATE", en el Distrito de Ate, consistirá en la Pavimentación de las diversas vías internas en la zona "T" y construcción de muro de contención.

Ensayos Estándar

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico (ASTM D-422)
- Pozos o calicatas (ASTM D – 420)
- Constantes Físicas (ASTM D – 4318)
 - Límite Líquido
 - Límite Plástico
 - Índice de Plasticidad
- Humedad Natural (ASTM D – 2216)
- Pesos Unitarios (ASTM C- 29)
- Pesos Específicos (ASTM – C128)
- Clasificación Unificada de Suelos SUCS (ASTM – D – 1883)
- Corte Directo (ASTMD – 3080)
- Contenido de Sulfatos y Cloruros (BS 1377 – Parte 3).

Ensayos Especiales

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Con las muestras de suelo alteradas, obtenidas de las calicatas, se realizaron ensayos especiales en una muestra representativa de la calicata C – 2 de profundidad (0.20 – 1.20 m.) y C – 7 de profundidad (0.30 – 0.80 m.) se realizó el ensayo del CBR (ASTM – D – 1883).
- Con las muestras de suelo alteradas, obtenidas de las calicatas, se realizaron ensayos especiales en una muestra representativa de la calicata C – 7 de profundidad (0.80 – 1.20 m.) se realizó el ensayo de Corte Directo.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 27: Estudio de suelos – hoja 5.

- De la misma forma de una muestra representativa de la Calicata C – 2 de profundidad (0.20 – 1.20 m) y C – 7 de profundidad de (0.30 – 0.80). se realizó el Análisis Químico del suelo de fundación (BS 1377 – Parte 3).

Clasificación de Suelos

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y las muestras restantes que no figuran en el cuadro fueron clasificados por pruebas sencillas de campo, observación y comparación con las muestras representativas ensayadas.

CUADRO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

CALICATA	C – 1	C – 2	C – 3
Profundidad (m)	0.00 – 1.50	0.20 – 1.50	0.00 – 1.50
Muestra	M – 1	M – 2	M – 1
% Pasa Malla N° 4	40.0	85.0	40.0
% Pasa Malla N° 200	14.3	25.0	13.3
Límite Líquido	24.0	22.0	24.0
Índice Plástico	NP	NP	NP
Contenido de Humedad (%)	0.8	0.9	0.70
Clasificación de Suelos "SUCS"	GM	GM	GM

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 28: Estudio de suelos – hoja 6.

CALICATA	C - 4	C - 5	C - 6	C - 7	C - 8
Profundidad (m)	0.20 – 1.50	0.00-1.50	0.20-1.50	0.30-1.50	0.20-1.50
Muestra	M - 2	M - 1	M - 2	M - 2	M - 2
% PASA Malla N° 4	84.80	41.3	85.0	84.8	40.7
% Pasa Malla N° 200	23.8	16.7	26.0	26.4	15.7
Limite Líquido	19.9	23.0	20.0	21.0	20.0
Índice Plástico	NP	NP	NP	NP	NP
Contenido de Humedad (%)	0.4	0.5	0.8	0.4	1.0
Clasificación de Suelos *SUCS*	GM	GM	GM	GM	GM

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Según la prospección efectuada en la calicata C - 1 (Calle 4 - Zona "T") de 1.50 m de profundidad y el análisis de la muestra recuperada, el suelo de fundación está constituido por única capa de suelo, a una profundidad de 0.00 - 1.50 m es un potente estrato de suelo natural conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico. Encontrándose en estado seco y presencia de Bolonería angulosa de T.M. 10°. El suelo de características uniforme, perteneciente en la clasificación SUCS corresponde (GM).

Según la prospección efectuada en la calicata C - 2 (Calle Yenuri Chiguala Cruz - Zona "T") de 1.50 m de profundidad y el análisis de la muestra recuperada, el suelo de fundación está constituido por dos capas de suelo, la primera capa a una profundidad de 0.00 - 0.20 m, es un estrato de relleno conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico encontrándose en estado seco y presencia de ladrillos, bloque de piedras.

La última capa de 0.20 - 1.50, es un potente estrato de suelo natural conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico, encontrándose en estado seco y presencia de Bolonería angulosa de T.M. de 15°. El suelo de características uniforme, perteneciente en la clasificación SUCS corresponde (GM).

Según la prospección efectuada en la calicata C - 3 (Calle Yenuri Chiguala Cruz - Zona "T") de 1.50 m de profundidad y el análisis de la muestra recuperada, el suelo de fundación está constituido por única capa de suelo, a una profundidad de 0.00 - 1.50 m, es un potente estrato de suelo natural conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico, encontrándose en estado seco y presencia de Bolonería angulosas de T.M. < 12°. El suelo de características uniforme, perteneciente en la clasificación SUCS corresponde (GM).

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 29: Estudio de suelos – hoja 7.

Según la prospección efectuada en la calicata C-4 (Calle Lambayeque – Zona "T") de 1.50 m de profundidad y el análisis de la muestra recuperada, el suelo de fundación está constituido por dos capas de suelo, la primera capa una profundidad de 0.00 – 0.20, es un estrato de relleno conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico, encontrándose en estado seco y presencia de ladrillos, bloque de piedras.

La última capa de 0.20 – 1.50 m, es un potente estrato de suelo natural conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico, encontrándose en estado seco y presencia de Bolonería angular de T.M. de 12". El suelo de características uniforme, perteneciente en la clasificación SUCS corresponde (GM).

Según la prospección efectuada en la calicata C – 5 (Calle Lambayeque – Zona "T") de 1.50 m de profundidad y el análisis de la muestra recuperada, el suelo de fundación está constituido por única capa de suelo, a una profundidad de 0.00 – 1.50 m, es un potente estrato de suelo natural conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico, encontrándose en estado seco y presencia de Bolonería angular de T.M. 12". El suelo de características uniforme, perteneciente en la clasificación SUCS corresponde (GM).

Según la prospección efectuada en la calicata C-6 (Calle Lambayeque – Zona "T") de 1.50 m de profundidad y el análisis de la muestra recuperada, el suelo de fundación está constituido por dos capa de suelo, la primera capa de profundidad de 0.00 – 0.20, es un estrato de relleno conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico, encontrándose en estado seco y presencia de ladrillos, bloque de piedras.

La última capa de 0.20 – 1.50 m, es un potente estrato de suelo natural conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico, encontrándose en estado seco y presencia de Bolonería angular de T.M. de 15". El suelo de características uniforme, perteneciente en la clasificación SUCS corresponde (GM).

Según la prospección efectuada en la calicata C – 7 (Calle Tarma – Zona "T") de 1.50 m de profundidad y el análisis de la muestra recuperada, el suelo de fundación está constituido por dos capa de suelo, la primera capa una profundidad de 0.00 – 0.30 m, es un estrato de relleno conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico, encontrándose en estado seco y presencia de ladrillos, bloque de piedras.

La última capa de 0.30 – 1.50 m, es un potente estrato de suelo natural conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico, encontrándose en estado seco y presencia de Bolonería angular de T.M de 10". el suelo de características uniforme, perteneciente en la clasificación SUCS corresponde (GM).

Según la prospección efectuada en la calicata C-8 (Pasaje Los Turcos – Zona "T") de 1.50 m de profundidad y el análisis de la muestra recuperada, el suelo de fundación está

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 30: Estudio de suelos – hoja 8.

constituido por dos capa de suelo, la primera capa una profundidad de 0.00 – 0.20 m, es un estrato de relleno conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico, encontrándose en estado seco y presencia de ladrillos, bloque de piedras.

La última capa de 0.20 – 1.50 m, es un potente estrato de suelo natural conformado por gravas limosas mezclado con arena, siendo no cohesivos, no plástico, encontrándose en estado seco y presencia de Bolonería angulosa de T.M. de 12". El suelo de características uniforme perteneciente en la clasificación SUCS corresponde (GM).

No se apreció nivel freático, hasta el nivel prospectado, de 1.50; de profundidad, a la fecha ejecutados los trabajos (Junio del 2011).

DESCRIPCIÓN DE LA CONFORMIDAD DEL SUBSUELO DEL AREA DE ESTUDIO

De acuerdo con los perfiles estratigráficos inferidos, se determina que el subsuelo del área en estudio está conformado de la siguiente manera:

Luego se aprecia hasta una oportunidad explorada de 1.50 m; un potente estrato de suelo por gravas limosa mezclado con arena y la presencia de bolonería de tamaño de 20" a 40" perteneciente en la clasificación SUCS corresponde (GM).

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Referencia Metodológica

El diseño de Pavimento fue fundamentado en:

- a) La definición del parámetro geotécnico CBR de la Subrasante.
- b) El número de repeticiones de carga de eje equivalente N
- c) factor Regional
- d) Los coeficientes estructurales

Método utilizado

Método A.A.S.H.T.O. (American Association of State Highway and transportation officials) para pavimentos flexibles.

PARÁMETROS DE DISEÑO

a. CBR de la Subrasante

El ensayo de penetración realizado en el CBR muestra que estos suelos desarrollan distintos valores.

Por lo tanto de acuerdo a los resultados de laboratorio se ha considerado 02 CBR como valor de diseño 24% y 28% Suelos clasificación SUCS (GM).

b. Número de repeticiones de Carga de Eje Equivalente

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 31: Estudio de suelos – hoja 9.

La composición del tráfico para calles de zonas populares está compuesto generalmente por vehículos livianos, camiones, automóviles, moto taxis y un porcentaje de vehículos pesado.

Los vehículos pesados que usualmente transitan por estas zonas populares son los ómnibus de transporte público, camiones de recojo de basura, volquetes para transporte de materiales de construcción, camiones de mudanzas, vehículos distribuidos de productos de consumo, etc. Las cargas por eje de estos vehículos exceden con frecuencia la carga de referencia establecida por el método de diseño AASHTO.

c. Factor Regional

En función a los valores de precipitaciones consideremos en el diseño el factor original igual a 1.50.

d. Coeficiente Estructural

A fin de cubrir los Números Estructurales SN, determinados se adoptan los siguientes coeficientes de equivalencia de espesor.

CAPAS	AASHTO
Carpeta Asfáltica	0.17 / cm
Base Granular	0.06 / cm

DETERMINACIÓN DE ESPESORES

Método AASHTO

- Cálculos de Snt

Utilizando el nomograma AASHTO con los siguientes parámetros

- Tráfico N18 = 10^7
- Suelos CBR = 24% y 28%
- Factor Regional = 1.5
- Índice de Servicios = 2
- Se tiene que SNr = 2.0

Estructura Adoptada

- Carpeta Asfáltica = 5.0 cm
- Base granular = 20.0 cm

Chequeo del SN

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 32: Estudio de suelos – hoja 10.

Donde:

a1, a2, a3 = Coeficientes estructurales en función de la calidad de materiales para mezcla asfáltica, base y sub base respectivamente.

Aplicando la Ecuación:

$$SN = a1D1 + a2D2 + a3D3$$

$$SN = 0.17 \times 5 + 0.06 \times 20 + 0.05 \times 0.00$$

$$SN = 2.05$$

Se establece que la Estructura adoptada, satisface el número estructural requerido.

CUADRO DE RESUMEN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

METODO AASHTO

CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	=	5.0 CM
BASE	=	20.0 CM
ESPELOR TOTAL	=	25.0 CM

ESTRUCTURA PROPUESTA

Pavimento Flexible

De acuerdo a los parámetros de diseño la alternativa económica, la estructura del pavimento elegido para una vida útil de 20 años es la siguiente:

ESTRUCTURA:

CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE	=	5.0 cm
BASE GRANULAR TIPO A-1-a (0) CBR 80% MIN.	=	<u>20.0 cm</u>
ESPELOR TOTAL	=	25.0 cm

PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSA PARA VEREDA

Se diseña con la finalidad de que la losa de Concreto absorba la totalidad de los esfuerzos transmitidos por la sobrecarga y su propio peso. Asimismo estos esfuerzos sean transmitido a la base granular y luego a la subrasante.

Como consecuencia de su alto grado de rigidez y sustancial resistencia de viga, la losa de concreto distribuye las cargas que soportan sobre una gran zona de la subrasante transmitiendo de este modo, presiones muy altas, notándose con la necesidad de contar con una subrasante uniforme y densa.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 33: Estudio de suelos – hoja 11.

CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE

De acuerdo con el análisis efectuado de la estratigrafía del subsuelo y a los ensayos de laboratorio, se concluye que la subrasante de la Losa estará constituida por suelos limos arenosos plásticos, presentando las siguientes características:

- Permeabilidad : Regular
- Elasticidad : Malo
- Características de drenaje : Regular
- valor como Subrasante : Regular a Bueno
- Valor Relativo de Soporte
Al 95% de la M.D.S. : 24% y 28%
- Módulo de reacción de la
Subrasante Kg/cm³ : 5 Kg.

DISEÑO

Para el Diseño de mezcla para la Losa se usaron los gráficos del Instituto de Cemento Pórtland Argentino, comprobado con los gráficos de Westergard de las cuales se han adoptado los siguientes parámetros:

- Resistencia del Concreto a la Comprensión
Después de 28 días de fragua : 175 kg/cm²
- Módulos de resistencia a la Tensión
De flexión. : MR = 25 KG/CM²
- Carga : 5,000 kg.

ESPEORES RECOMENDADOS EN DISEÑO

Teniendo las características de la Subrasante en donde los suelos son gravoso limoso y mezclado con arena no plástico y pertenece en la clasificación SUCS (gm), con un del terreno natural de regular a bueno y un Valor Relativo de Soporte (CBR = 24% Y 28%), se presenta el siguiente diseño:

1. BASE GRANULAR E = 10 CMS.

Sobre el suelo de la sub-rasante compactada y aprobada por la supervisión de obra, se colocará una capa de material granular (Afirmado), cuyas especificaciones técnicas corresponden a la clasificación A = 1 – a (0) y tendrá un espesor compactado de 10 cms; exigiéndose el 100% del Proctor Modificado de su M.D.S.

2. LOSA RIGIDA E = 10 CMS, F°C = 175 KG/CM²

Será de Concreto Premezclado con cemento Pórtland Tipo I con una resistencia a la compresión de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de fragua que incluye a la losa propiamente dicha y una capa de desgaste, tendrá un espesor de 10 cms.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 34: Estudio de suelos – hoja 12.

VEREDAS Y RAMPAS PARA MINUSVALIDOS

De acuerdo a los parámetros de diseño y consideración una alternativa económica, la estructura de la vereda y rampa para minusválidos es la siguiente:

ESTRUCTURA: VEREDAS Y RAMPAS PARA MINUSVÁLIDOS

LOSA DE CONCRETO F^oC = 175 KG/CM² = 10 cm

BASE GRANULAR TIPO A-1-a (0) CBR

80% min. = 10 cm

ESPESOR TOTAL = 20 cm

ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Tipo y Profundidad de cimentación

De acuerdo al análisis de cimentación, trabajo de campo, ensayos de laboratorio, descripción de los perfiles estratigráficos y características del proyecto se ha considerado un tipo de cimentación de cimientos corridos desplantados a una profundidad de 0.80 m en material de grava limosa con arena.

Cálculo de Capacidad Admisible (q_{ad})

Parámetros de Cálculo

Se empleará para el cálculo de capacidad de carga última por corte las fórmulas propuestas por Terzaghi (ecuación N° 01), para cimientos corridos.

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} (c \cdot N + \gamma \cdot D_1 \cdot N + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y) \quad (\text{ecuación N}^\circ 01)$$

Donde:

- q_{ad} = Capacidad Portante Admisible
- φ = Angulo de fricción interna
- γ = Peso específico del suelo (gr/cm³)
- c = Cohesión (gr/cm³)
- D₁ = Prof. de cimentación (m)
- B = Ancho de zapata (m)
- N_q N_c y N_γ = Factores de capacidad de carga (función de φ)
- FS = Factor de Seguridad
- N = 30 (estimado según suelo característico)

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 35: Estudio de suelos – hoja 13.

Debido a que la falla que podría producirse sería del tipo local (suelo tipo grava limosa con arena, no plástico) se ha establecido el ángulo de fricción mediante el corte directo, obteniéndose un valor de $34^{\circ} 50'$.

Los factores de capacidad de carga para un ángulo de $34^{\circ} 50'$ son:

$$N_q = 40.50$$

$$N_y = 41.50$$

Utilizando la fórmula

$$q_{ad} = \frac{1}{F.S.} (c N_c + D_1 N_q + \frac{1}{2} B \gamma N_y) \quad (\text{Ecuación N}^{\circ} 01)$$

Donde:

Suelo Característico = GM (Grava limosa con arena)

Napa Freática = No habida

$$C = 0.0 \text{ gr/cm}^3$$

$$\phi = 34^{\circ} . 50'$$

$$\gamma = 1.90 \text{ Tn/m}^3$$

$$D_1 = 0.80 \text{ m}$$

$$B = 0.60 \text{ m}$$

$$N_q = 41.50$$

$$N_y = 42.50$$

$$FS = 3$$

Reemplazando en la ecuación N° 01 se tienen capacidades de cargas admisibles de:

$$q_{ad} = 0.340 \text{ kg/cm}^2$$

Criterio de Asentamiento Permisible (q_d)

Se aplicará la ecuación N° 02 para un asentamiento permisible de 2.5 cm

$$q_d = 0.6 (N - 3) \frac{(B + 0.305)^2}{2B} \cdot F_p \quad (\text{ecuación N}^{\circ} 02)$$

$$F_p = 1 + \frac{Z}{B} \leq 2$$

Siendo Z la profundidad de desplante sin tomar en cuenta el nivel freático.

Parámetros de Cálculo

Suelo Característico = GM (Grava angulosa limosa con arena)

$$N = 30 \text{ (estimado según suelo característico)}$$

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 36: Estudio de suelos – hoja 14.

B = 0.80 m
 Z = 0.80m
 F_p = 2.0

Aplicando la ecuación N° 02, se obtiene que:

$$q_{ad} = 3.7 \text{ kg/cm}^2$$

Es decir se requerirá aplicar al suelo una carga de 3.7 kg/cm², sobre el suelo de grava limosa arenosa que constituye el suelo de fundación, para generar un asentamiento permisible de 2.5 cumpliéndose que:

$$q_{ad} < q_{ad} \quad \text{OKI}$$

POTENCIAL DE EXPANSIÓN

De acuerdo a Seed, Woodward y Lundgren, establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión determinado en laboratorio.

INDICE DE PLASTICIDAD	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
0 – 15	BAJO
15 – 35	MEDIO
35 – 55	ALTO
> 55	MUY ALTO

Con los datos obtenidos en el laboratorio se tiene:

CALICATA	PROF. (m)	INDICE PLASTICO	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
C – 1	0.00 – 1.50	N.P.	BAJO
C – 2	0.20 – 1.50	N.P.	BAJO
C – 3	0.00 – 1.50	N.P.	BAJO
C – 4	0.20 – 1.50	N.P.	BAJO
C – 5	0.00 – 1.50	N.P.	BAJO
C – 6	0.20 – 1.50	N.P.	BAJO
C – 7	0.30 – 1.50	N.P.	BAJO
C – 8	0.20 – 1.50	N.P.	BAJO

Comparando estos valores con los índices Plásticos de los suelos encontrados (N.P) se concluye que el potencial de expansión es bajo y/o nulo.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 37: Estudio de suelos – hoja 15.

AGRESIÓN DEL SUELO AL CONCRETO DE CIMENTACIÓN

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.). Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento.

Las concentraciones de estos elementos en proporciones nocivas, aparecen en el análisis químico efectuado en el LABORATORIO NCJ SAC. La fuente de esta información corresponde a las recomendaciones (BS 1377 – Parte 3).

En los análisis químicos se puede observar que a la profundidad de cimentación que se recomienda se tiene una concentración de sulfatos promedio de 500.0 p.p.m y 800.0 p, p,m; lo cual indica que No ocasiona ataque al concreto de la cimentación. La concentración promedio de cloruros en el suelo es de 800.00 p.p.m y 750 p.p.m; lo anterior indica una acción de baja agresividad a la armadura de la cimentación, más aún si no existe agua o nivel freático en la zona.

En resumen se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene bajas concentraciones de sulfatos y cloruros, por lo tanto se recomienda el uso de CEMENTO TIPO I.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al resultado de los cálculos Características Físico – Mecánicas de los Suelos, se establecen las siguientes consideraciones finales:

- El presente estudio está referido a la evaluación del terreno de fundación que deberá tenerse en cuenta en el diseño de Pistas y Veredas de las Calles del sector T-AA.HH. Huaycán ATE, ubicado en el Distrito de Ate, Provincia y Dpto. de Lima.
- Los trabajos de campo se han realizado dentro de la metodología de trabajo 08 Calicatas a profundidades de hasta 1.50m según la norma de diseño vial MTC-2013 además se han realizado ensayos de propiedades físicas como son los Límites de Consistencia; humedad natural, Peso Volumetrico – Proctor Modificado para determinar los grados de compactación.
- De acuerdo con los resultados se tomó la decisión con concreto asfáltico en caliente PEN 120-1250 y las veredas y martillos con concreto de 210 kg/cm²

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 38: Estudio de suelos – hoja 16.

Alternativa de Solución:
Para una vida útil de 20 años se recomienda:

Estructura:

Concreto Asfáltico en caliente	=	5.0 cm
Base Granular Tipo A – 1.a (0) CBR 80% MIN.	=	<u>20.0 cm</u>
ESPESOR TOTAL	=	25.0 cm

Alternativa para Veredas y Rampas para Minusválidos

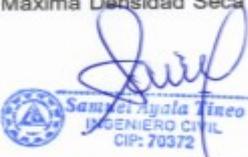
De acuerdo a los parámetros de diseño y consideración una alternativa económica, la estructura de la vereda y rampa para minusválidos es la siguiente:

Estructura: Veredas y Rampas para Minusválidos

Losa de concreto F ^o c = 175 KG/CM2	=	10 cm
Base Granular Tipo A-1-a (0) CBR. 80% MIN.	=	<u>10 cm</u>
	=	20 cm

El material para base granular será A-1-a(0) según ASSHTO

- Para la implantación del diseño propuesto se deberá poner especial énfasis en conseguir las condiciones requeridas de densidad y resistencia del suelo de Subrasante, el cual deberá ser compactada, hasta un valor equivalente al 95% de Máxima Densidad Seca, según el Ensayo Proctor Modificado.
Las densidades de compactación de Subrasante se realizarán cada 240 m2, en tres bolillos.
- Asimismo la Base granular deberán ser compactada hasta obtener un valor equivalente al 100% de Máxima Densidad Seca, según el Ensayo del Proctor Modificado.
Las densidades de compactación de Base se realizarán cada 240 m2, en tres bolillos.
- También en la Subrasante y Base granular en las veredas y rampas deberán ser compactada hasta obtener un valor equivalente al 90% de la Máxima Densidad Seca (Subrasante) y 95% de la Máxima Densidad Seca (Base), según el Ensayo del Proctor Modificado.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 39: Estudio de suelos – hoja 17.

Las Densidades de compactación de la Subrasante y Base se realizarán cada 50 metros en tres zonas:

Centro, lado izquierdo y lado derecho de la vía.

- La imprimación asfáltica, que consiste en la mezcla RC-250 con diesel tipo 1 de 10% y 20%, según sea la textura de la superficie de base a fin de que se logre, una penetración de por lo menos 10 mm en 24 horas, debiendo usar de 0.90 a 2.3 litros de asfalto por m².

La temperatura del riego de imprimación entre 70°C y 100°C.

- Se recomienda que el tipo de cimentación para la Construcción de Muro de Contención se utilizará cimientos corridos, para evitar los asentamientos diferenciales.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA AASHTO T-180. ASTM D 1557)

PROYECTO:	"EVALUACION DEL TERRENO DE FUNDACION QUE DEBERA TENERSE EN CUENTA EN EL DISEÑO DE PISTAS Y VEREDAS DE LAS CALLES DEL SECTOR T-AA.HH. HUAYCAN ATE"	ING. RESP.	Samuel Ayala Tineo
MATERIAL	CALICATA C – 2	FECHA	JUNIO 2019
MATERIAL	CALICATA C – 2		
UBICACIÓN	DISTRITO DE ATE, PROVINCIA Y DPTO DE LIMA	FORMATO	F – 003
MUESRA	C – 2 Prof: (0.20 – 1.20 m)	TAMAÑO MAX.	½"
PROCEDENCIA	CALLE YENURI CHAGUALA ZONA "T" AA.HH. HUAYCAN – DISTRITO DE ATE.	CLASF. (SUCS)	GM
RÉGISTRO	EPM1	CLASF. (AASHTO)	A-1-b (0)

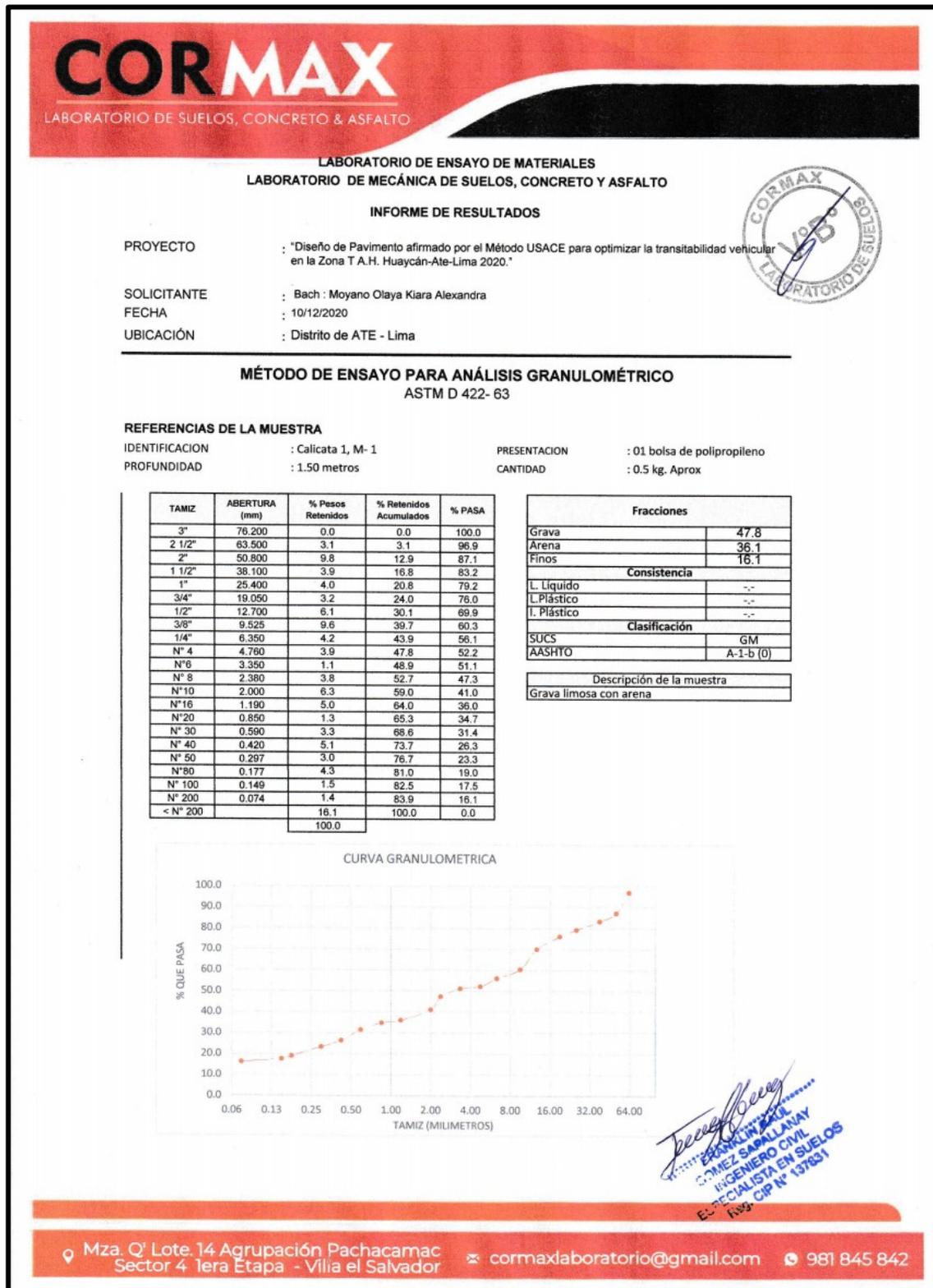


Samuel Ayala Tineo
INGENIERO CIVIL
CIP: 70372

Fuente: Elaboración Propia.

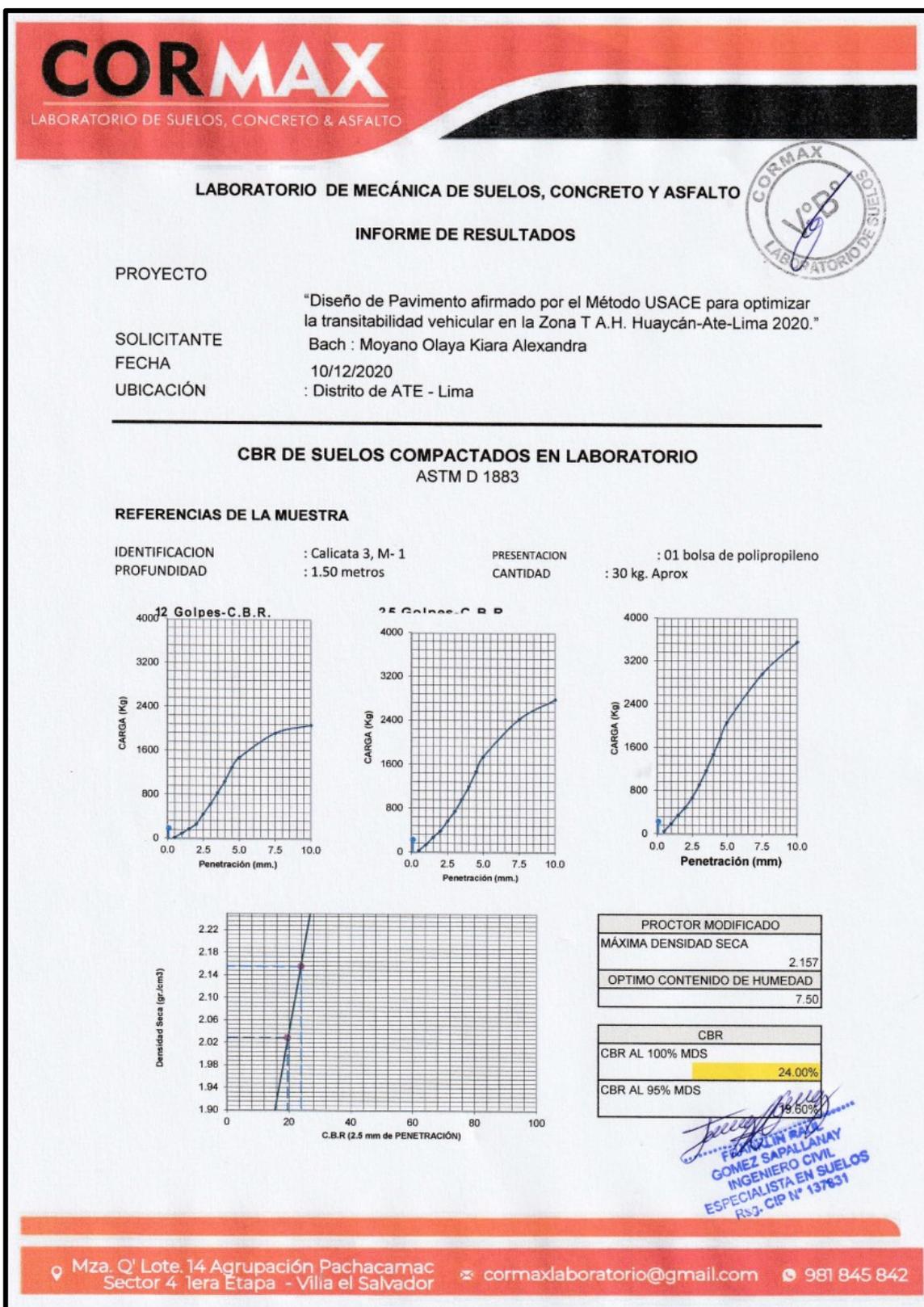
Anexo 7
Ensayos de mecánica de suelos.

Figura 40: Ensayo de análisis granulométrico.



Fuente: CORMAX S.A.C.

Figura 41: Ensayo de CBR.

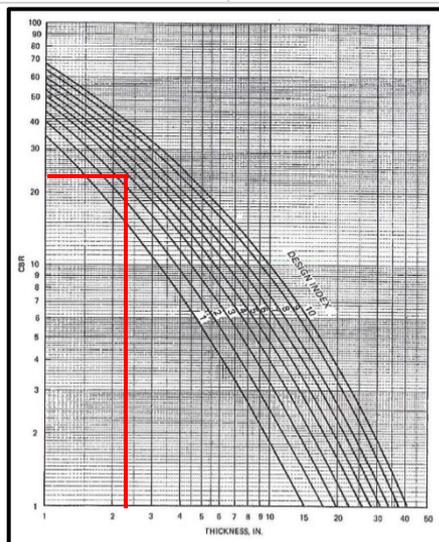


Fuente: CORMAX S.A.C.

Anexo 8
Memoria de cálculo.

Figura 42: Memoria de cálculo.

MEMORIA DE CÁLCULO	
TÍTULO:	Diseño de Pavimento afirmado por el Método USACE para optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T A.H. Huaycán-Ate-Lima 2020.
AUTORA:	Bach. Moyano Olaya, Kiara Alexandra
MÉTODO USACE	
DETERMINACIÓN DE ESPESOR DE AFIRMADO POR FÓRMULA EMPÍRICA USACE	DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE AFIRMADO MEDIANTE GRÁFICA USACE
Datos:	Datos:
CBR promedio subarasante: 24%	CBR promedio subarasante: 24%
CBR del afirmado: 50%	Índice de diseño: 4
EAL de diseño: 155559 EE	
$\text{Log } t = 1.7054 * \frac{R^{0.1237}}{C_1^{0.4663} * C_2^{0.1423}}$	
Siendo:	
t:	Espesor de la capa de afirmado en cm
C1:	CBR del afirmado (%)
C2:	CBR de la surasante (%)
R:	Repeticiones de cargas (número de EE).
De la fórmula se obtiene:	De la gráfica se obtiene:
e = 5.87 cm	e = 2.3 pulg = 5.8 cm.
<p>CONCLUSIÓN: De los datos indicados se obtuvo un espesor de afirmado de 5.87cm para el cálculo por fórmula empírica y de 5.8 cm empleando la gráfica, pero, el Método USACE señala que como mínimo se debe emplear un espesor de afirmado de 4 pulg, por lo cual se optó finalmente por un espesor de afirmado de 12 cm.</p>	
Espesor de afirmado a emplearse: e= 12 cm.	



Fuente: Propia.

Anexo 9
Ficha de observación.

Figura 43: Ficha de observación.



FICHA DE OBSERVACIÓN

Título: "Diseño de Pavimento afirmado por el Método USACE para optimizar la transitabilidad vehicular en la Zona T A.H. Huaycán-Ate-Lima 2020."

Autora: Bach. Moyano Olaya, Kiara Alexandra

Fecha: 17-12-20.

I.	Información general:	Estado actual de las calles de la Zona T del A.H. Huaycán del distrito de Ate – Lima.		
	LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	REGIÓN
	Zona T del A.H. Huaycán.	Ate	Lima	Lima

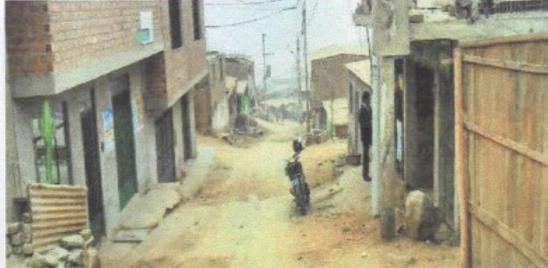
INFORMACIÓN DE LA INSPECCIÓN REALIZADA EN LAS CALLES DE LA ZONA EN ESTUDIO:

Existencia de bacheo.	Carencia de tratamiento superficial.	Presencia de alto grado de ahuellamiento.	Grado de deterioro alto	Mala calidad del aire.
✓	✓	✓	✓	✓

INFORMACIÓN DEL TRÁFICO DE VEHÍCULOS EN LAS CALLES DE LA ZONA EN ESTUDIO:

Calle identificada.	Sentido de la ruta.	Hora por día.	Conteo de autos.	Conteo de camionetas.	Conteo de mototaxis	Conteo de camiones.
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

II. REGISTROS FOTOGRÁFICOS

OBSERVACIONES:

NOMBRE DEL REVISOR: ING. AYALA TINEO, SAMUEL

Ate, 17 de diciembre del 2020.




Fuente: Propia.