



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño de un pavimento flexible empleando mezclas asfálticas con poliestireno expandido en la avenida Ferrocarril, El Agustino-2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Rojo Ventura, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-2789-6658)

Samanamud Taboada, David Eleazar (ORCID: 0000-0002-3099-1840)

ASESOR:

Mg. Segura Terrones Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-9320-0540)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedicó mi investigación a mi madre María Elena Ventura Montesinos por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, a mis hermanos por estar siempre en los buenos y malos momentos de mi vida universitaria.

Rojo Ventura, Luis Alberto

Dedicó mi trabajo de investigación a mis padres por haberme apoyado dándome su aliento de seguir adelante y al Dr. Elmer Zamora por sus enseñanzas y consejos, a Dios y a todas las personas que estuvieron conmigo en los momentos difíciles y me ayudaron a ser mejor persona y profesional.

**Samanamud Taboada, David
Eleazar**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme sabiduría, también agradezco a mi asesor por guiarme durante este proceso de investigación, por su preocupación constante y su exigencia para realizar un trabajo respaldado con información de calidad.

Agradezco a todos mis docentes que durante estos 5 años me han brindado su apoyo, dedicación y que con sus enseñanzas hicieron que pueda crecer como profesional día a día.

Rojo Ventura, Luis Alberto

Agradezco a mis padres y a las personas que me apoyaron en todo momento.

**Samanamud Taboada, David
Eleazar**

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA	20
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación.....	20
3.2. Variables y Operacionalización	21
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	25
3.6. Método de análisis de datos	27
3.7. Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	51
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis granulométrico de poliestireno.....	29
Tabla 2. Granulometría de agregados y finos.....	31
Tabla 3. Granulometría de agregados gruesos.....	32
Tabla 4. Resumen de Ensayos de Calidad.....	34
Tabla 5. Insumos del Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente.....	34
Tabla 6. Dosificación para el Diseño Marshall.....	35
Tabla 7. Resultados Ensayo Marshall Mezcla Asfáltica Convencional.....	35
Tabla 8. Insumos del Diseño de Mezcla Asfáltica en caliente Modificada.....	36
Tabla 9. Dosificación 1 para el Diseño Marshall Modificado.....	36
Tabla 10. Resultados del Ensayo Marshall con 1% de poliestireno.....	36
Tabla 11. Resultados del Ensayo Marshall con 1.5% de poliestireno.....	37
Tabla 12. Dosificación 3 para el diseño Marshall Modificado.....	37
Tabla 13. Resultados del Ensayo Marshall con 2% de poliestireno.....	37
Tabla 14. Dosificación 3 para el Diseño Marshall Modificado.....	38
Tabla 15. Mezcla Asfáltica convencional vs Mezcla Asfáltica con 2% poliestireno.....	38
Tabla 16. Sulfatos y Cloruros.....	43
Tabla 17. Sulfatos y Cloruros.....	43

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Curva granulométrica.....	30
Figura 2. Curva granulométrica del agregado fino.....	32
Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso.....	33
Figura 4. Estabilidad vs Tipo de mezcla Asfáltica.....	39
Figura 5. Contenido de vacíos vs Tipo de Mezcla Asfáltica.....	39
Figura 6. Fluencia vs Tipos de Mezcla Asfáltica.....	40
Figura 7. Peso específico vs Tipo de Mezcla Asfáltica.....	41
Figura 8. Rigidez Marshall vs Tipo de Mezcla Asfáltica.....	41
Figura 9. Ubicación de la Av. Ferrocarril.....	42
Figura 10. Abaco de AASHTO.....	45
Figura 11. Programa AASHTO 93.....	50
Figura 12. Av. Ferrocarril.....	98
Figura 13. Tamizado de agregados gruesos y finos.....	172
Figura 14. Perlas de Poliestireno Expandido.....	172
Figura 15. Ensayo de granulometría donde pasara cada agregado a la respectiva malla.....	173
Figura 16. Secado de cada agregado a 140°C.....	174
Figura 17. Ensayo de peso específico de los agregados (peso unitario).....	175
Figura 18. Ensayo de Absorción determina la porción de sólidos de los agregados.....	176
Figura 19. Ensayo de peso Unitario del agregado.....	176
Figura 20. Cemento asfáltico proveniente del petróleo crudo caliente.....	177
Figura 21. Incorporación del cemento asfáltico con los agregados para obtener la mezcla asfáltica.....	178
Figura 22. Briquetas, contiene agregados PEN 60/70, incorporado el poliestireno expandido.....	178
Figura 23. Máquina Marshall para ver la resistencia de las briquetas.....	179
Figura 24. Briquetas en baño María.....	180
Figura 25. Prensa de compresión para briquetas lista para la rotura.....	180

RESUMEN

Nuestro proyecto de investigación “diseño de pavimento flexible empleando mezclas asfálticas con poliestireno expandido en la av. ferrocarril el agustino 2020” tuvo como finalidad general determinar el porcentaje óptimo de la incorporación del poliestireno expandido para poder mejorar las propiedades mecánicas que son la estabilidad, impermeabilidad y flexibilidad en las mezclas asfálticas en caliente, en nuestra investigación se obtuvo los agregados pétreos de la cantera la “Gloria” y el cemento asfáltico PEN 60/70 de “REPSOL” ,estos materiales fueron procesados y ensayados de acuerdo a la norma y las especificaciones del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)(EG-2013).

Nuestro proyecto de investigación tiene como objetivo un diseño Experimental de tipo Aplicada, de un enfoque cuantitativo y un nivel exploratorio. Ya que nuestra población está compuesta por 1.33 kilómetros, así mismo nuestra muestra es de 314.15 metros además de un muestreo por conveniencia no probabilístico. En el método de observación se obtuvieron fichas técnicas para poder desarrollar la recolección de datos para la obtención de resultados en el cual estos fueron obtenidos mediante la elaboración de los ensayos y mediante un análisis para la interpretación.

Se realizó diferentes ensayos de calidad a nuestros agregados (finos y gruesos), al igual del cemento asfáltico y a las mezclas asfálticas para comprobar y establecer la mejoras de las propiedades mecánicas que se da en la incorporación del poliestireno expandido, además se desarrolló el ensayo Marshall con una mezcla convencional y 3 ensayos Marshall adicionándole el poliestireno expandido. Los resultados óptimos de nuestras mezclas asfálticas se obtuvieron al incorporar el 2% en relación a la mezcla con una estabilidad ,fluencia contenido y rigidez de 1085 kg 4.2mm y,6% y 2583.0 kg respectivamente al ser comparadas con la mezcla convencional con valores 1,028 kg, 4.5mm y 6.3% y 2,310.

Palabras claves: Pavimento flexible, Poliestireno expandido, Briquetas.

ABSTRACT

Our research project "flexible pavement design using asphalt mixtures with expanded polystyrene in av. The Augustinian Railway 2020 "had the general purpose of determining the optimal percentage of the incorporation of expanded polystyrene in order to improve the mechanical properties, which are the stability, impermeability and flexibility in hot asphalt mixtures, in our research the stone aggregates from the quarry were obtained "Gloria" and "REPSOL" PEN 60/70 asphalt cement, these materials were processed and tested according to the norm and specifications of the Ministry of Transportation and Communications (MTC) (EG-2013).

Our research project aims at an Applied Experimental design, with a quantitative approach and an exploratory level. Since our population is composed of 1.33 kilometers, likewise our sample is 314.15 meters in addition to a non-probabilistic convenience sampling. In the observation method, technical sheets were obtained to be able to develop the data collection to obtain results in the which these were obtained through the elaboration of the tests and through an analysis for interpretation.

Different quality tests were carried out on our aggregates (fine and coarse), as well as on asphalt cement and asphalt mixtures to verify and establish the best mechanical properties that occurs in the incorporation of expanded polystyrene, in addition the Marshall test was developed with a conventional mixture and 3 Marshall tests adding expanded polystyrene to it The optimal results of our asphalt mixtures were obtained when incorporating 2% in relation to the mixture with a stability, creep content and stiffness of 1085 kg 4.2mm and, 6% and 2583 .o kg respectively when compared with the conventional mixture with values 1,028 kg, 4.5mm and 6.3% and 2,310.

Keywords: Flexible flooring, Expanded polystyrene, Briquettes.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el mundo está atravesando problemas ambientales tan graves que ocasionan que se produzcan cambios climáticos que afectan severamente a los habitantes de este planeta. Una de las causas por la cual este cambio se está produciendo es debido al gran incremento en el uso de plásticos o polímeros, un elemento que es dañino y que es considerado no biodegradable, lo que significa, que su descomposición no es natural y que puede llegar a demorar hasta mil años en degradarse.

Córdova (2015), sostuvo hoy en día no existe ningún beneficio con respecto al reciclaje de los polímeros en comparación con el PET, esto gracias a que el problema radica en la separación y la insignificante utilidad que se les da a estos polímeros en relación a su masa y volumen. El mal manejo de desechos de polímeros tiene como consecuencias no poder aprovechar muy bien el poliestireno expandido.

En nuestro país, aun no existe una normativa que ayude a poder controlar la finalidad de los plásticos o polímeros con respecto a su descomposición, por lo que se hace indispensable que las autoridades correspondientes se hagan cargo de esta problemática haciendo normas o leyes que ayuden a que estos plásticos tengan un propósito más allá de su vida útil y que no se permita que llegue a producir más daño medioambiental.

Además del problema ambiental que ocasiona los plásticos también tenemos falencias en los pavimentos de Lima Metropolitana que están sujetos a la opción continua del tránsito vehicular. Estos dos factores son muy importantes para optimizar el transporte en nuestro país. Por ello, en nuestra investigación hablaremos y analizaremos los problemas que tienen las mezclas asfálticas a través del análisis de las propiedades mecánicas mejoraremos en porcentajes cada una de ellas mediante ensayos de laboratorio.

Fernández (2018) menciona que el pavimento siendo una de las obras civiles más importantes a nivel mundial contiene una fase de diseño finito trayendo como consecuencia que esta genere fallas al término de su diseño e implementación. Esto quiere decir que, durante el tiempo de vida útil de dicho pavimento se

presentaran deterioros que lleven a acabar con su tiempo de utilidad y que traerán consecuencias mayores, no solo para los habitantes beneficiados por esta obra sino también que traerá consecuencias a las municipalidades por que se generaran costos extras que no estaban previstos desde el inicio, y para los habitantes dado que al tener un pavimento dañado, podría generar que su vehículos puedan tener algún inconveniente al momento de transitar por dicho pavimento.

En esta investigación se va a utilizar el poliestireno expandido que se caracteriza por ser un plástico no biodegradable, esta incorporación permitirá la mejora de algunos atributos mecánicos en la mezcla asfáltica para su uso en forma caliente. Es importante adecuarse a un marco normativo impuesto en este caso por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), por ello se utilizará "El Manual de Carreteras del Perú" y verificaremos la calidad de nuestros agregados como también las propiedades de nuestro material plástico que es el poliestireno expandido.

El presente trabajo pretende realizar el diseño de un pavimento flexible modificando su carpeta asfáltica con poliestireno expandido reciclado, es decir, se reemplazará un porcentaje del cemento asfáltico para la incorporación de poliestireno expandido y de esta manera diseñar una mezcla asfáltica convencional y otra mezcla asfáltica modificada.

La investigación encontró su justificación teórica a nivel científico al conocimiento, el desarrollo de este trabajo permite la interconexión y la integración de los procesos para el diseño de un pavimento con nuevas tecnologías eco ambientales, de esta manera contribuimos a la indagación de nuevos conocimientos en el campo de mezclas asfálticas además de crear una puerta a nuevos aportes a nuestro tema de investigación.

Tacza (2019) mencionó que las aportaciones teóricas con relación a la investigación deben ayudar al desarrollo teórico para determinar el alcance epistemológico y a su vez generar reflexión creando una controversia académica sobre el conocimiento causado.

La justificación social en nuestra investigación sobre pavimentos flexibles contribuye a la optimización de nuevos procesos para verificar la influencia del

mismo en las propiedades mecánicas de esta forma se pretende aminorar costos reutilizando un material para mitigar el impacto que este ocasiona, es decir, contribuimos a la optimización de procesos constructivos con una tecnología eco amigables.

“En la revelación social, se definen las aportaciones que el trabajo ofrece para la solución de las demandas de las personas para obtener una mejor calidad de vida” (Tacza, 2019, p.3).

Estrada (2017) sostuvo que el estudio de estos polímeros aplicados de la forma en la que se explica, aportara sabiduría tanto para estudiantes como para ingenieros que ya ejercen la carrera y que están dispuestos a seguir aprendiendo sobre temas relacionados a pavimentos y sus derivados, empleando nuevas tecnologías para el uso de estas mezclas asfálticas.

Teniendo una realidad problemática ya establecida y explicada anteriormente, se planteó un problema general el cual sería: ¿Cómo influye el poliestireno expandido en las propiedades mecánicas del diseño de un pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino-2020?

Del cual se pueden extraer los siguientes problemas específicos:

- **PE1:** ¿Cómo influye el poliestireno expandido en la flexibilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020?
- **PE2:** ¿Cómo el poliestireno expandido mejorara en la estabilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020?
- **PE3:** ¿Cómo afecta el poliestireno expandido en la impermeabilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020?
- **PE4:** ¿Cómo influye el poliestireno expandido en el espesor de la carpeta asfáltica del diseño del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020?

El objetivo general fue: Determinar cómo influye el poliestireno expandido en las propiedades mecánicas del diseño de un pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Determinar cómo influye el poliestireno expandido en la flexibilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020.
- **OE2:** Determinar cómo mejorara el poliestireno expandido en la estabilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020.
- **OE3:** Determinar cómo afecta el poliestireno expandido en la impermeabilidad del pavimento flexible en la avenida avenida Ferrocarril, El Agustino 2020.
- **OE4:** Determinar cómo influye el poliestireno expandido el espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible en la avenida avenida Ferrocarril, El Agustino 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Con el objetivo de poder comprender más sobre el tema que estamos hablando en esta investigación, se realizó una recolección de datos e información que estén de la mano con las variables tanto dependiente como independientes que contiene este trabajo de investigación. Para ello se tiene como principales antecedentes nacionales los siguientes:

Corbacho (2019), en su investigación tuvo como objetivo general la de examinar la estabilidad Marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de rueda cargada de Hamburgo de una mezcla asfáltica alterada donde sustituyo parcialmente el agregado fino por fibras de tereftalato de poliestireno reciclado. La investigación se realizó en la ciudad de Cuzco en el año 2018 y también fue una investigación de carácter cuantitativa. Concluyo que esta investigación determino que la mezcla asfáltica alterada por fibras de tereftalato, mostro un aumento en la dureza a la estabilidad y deformación permanente en un 24% con relación a la mezcla asfáltica tradicional. También recomendó que hacer un cambio de canteras sería una buena opción y que usar las progresiones de las normas ASTM-D seria de buen aprovechamiento ya que presenta una fuerte propiedad de los agregados pétreos.

Gargate y Huamaní (2018), para su investigación realizada en la ciudad de lima en el año 2018, tuvieron como objetivo general la de analizar el comportamiento de una mezcla asfáltica tradicional y la de una mezcla asfáltica

modificada con polímeros respecto a sus propiedades mecánicas. Esta investigación fue de forma experimental, donde concluyeron que la mezcla tradicional asfáltica en caliente que contiene 40% de grava, 35% de arena y 25% de arena zarandeada, también tuvieron unos porcentajes de ligantes asfálticos de 5.5% y 5.1% en su mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS. Y, por último, recomendaron usar la mezcla asfáltica altera con polímeros SBS ya que durante su ensayo Marshall se obtuvo una mejoría con respecto a su estabilidad en un pavimento flexible donde determinaron que esta mezcla modificada mejora el producto con relación a sus propiedades moleculares.

Silvestre (2017), donde el objetivo general fue la de establecer ciertos porcentajes de perfección es las propiedades tanto físicas como estructurales entre una mezcla asfáltica tradicional y una mezcla asfáltica alterada con polímeros. Esta investigación fue de carácter cuantitativa-experimental. Concluyo en que, su investigación se centró en apearse a las normas brindadas por el MTC donde ofrecen un requerimiento necesario para que una mezcla asfáltica con todos los sus criterios de diseño. También recomendó hacer estudios iguales a los métodos de la actual investigación para las zonas de la selva y zonas donde se presente una temperatura extrema en el país.

Ramírez (2015), cuyo objetico general fue la de establecer el grado de compatibilidad de los agregados, porcentaje optimo y un diseño de mezcla asfáltica tanto para caliente como para frio realizadas con cemento asfaltico PEN 60/70, emulsión asfáltica CSS-1HP y agregados derivados de la cantera San Martin. La investigación del trabajo fue de tipo descriptivo, concluyendo que los agregados provenientes de dicha cantera muestras unas propiedades físicas angulares y poseen una resistencia de desgaste de 18.06%. acorde al análisis ejecutado se decidió que los agregados de esta cantera desempeñan con los parámetros establecidos sobre la especificación técnica del MTC y su gran resistencia es de 40% para alturas menores a 3000 msnm según el MTC E207.

Dávalos (2015), La de aumentar las características mecánicas de la mezcla asfáltica a través de implementar perlas de poliestireno reciclado. Se utilizo una técnica que consistió en el análisis de datos de los diseños experimentales, concluyendo que las mezclas asfálticas donde están implementadas las perlas de

poliestireno reciclado si aumento sus características mecánicas en un porcentaje de 60, se recomendó hacer ensayos para aumentar además del EPS, otros tipos de polímeros solicitando así optimizar las características mecánicas que presento su tesis.

Mientras que, los antecedentes a nivel internacional se tomaron las siguientes investigaciones:

Akbar, Akbar, Khan, Ali, Karim y Fataz-ur-rehman (2019), cuyo objetivo general fue agregar una cantidad variable de poliestireno a la mezcla de asfalto hasta que logren las propiedades físicas deseadas. La investigación del trabajo fue experimental, con pruebas de ensayos en laboratorios, concluyeron que el estudio del comportamiento del contenido de betún modificado con polistireno descubre que la mezcla modificada posee características Marshall mejoradas observando que la estabilidad Marshall aumenta con el contenido de poliestireno hasta un 5%. Con un contenido de poliestireno del 15%, lo cual el valor es bajo, como criterio mínimo del diseño Marshall existe un 35% de incremento en la resistencia con un contenido de poliestireno del 15% y esto es un signo positivo de carga del asfalto. Recomendaron elaborar una propuesta de proyecto para realizar más estudios sobre otros aspectos como recolección, procesamiento y una adecuada utilización de materiales de desecho.

Fernández y Ruiz (2018), en su investigación tuvieron como objetivo general la de hacer una comparación de las cualidades mecánicas y comportamiento entre una mezcla asfáltica tradicional y una mezcla asfáltica variada con poliestireno en caliente por vía seca, empleando el método Marshall y describiendo todos los ensayos realizados, tomando como conclusión que teniendo los resultados de los ensayos Marshall realizada a los tipos de mezclas asfálticas se pudo incrementar la estabilidad y mantener el valor del flujo y así recomendaron realizar las mezclas modificadas incorporando el poliestireno en su fase final del proceso de mezcla ya que las propiedades del poliestireno pueden resultar perjudicial exponiéndose en forma prolongada a altas temperaturas del proceso de mezcla.

Parra (2018), En su investigación presento como objetivo general la de comparar las características mecánicas entre una mezcla asfáltica alterada con polímeros reutilizados y una mezcla asfáltica convencional, también, la de reducir su inclinación a las imperfecciones estables de la mezcla con polímeros. Se realizaron ensayos en laboratorios tales como los básicos que fueron el ensayo AASHTO y la de ASTM para poder comprobar sus características tanto físicas como mecánicas. Esta investigación concluyó con que la hipótesis propuesta se confirmó gracias a los ensayos realizados en laboratorio pues se incrementó el rendimiento y se mejoró sus características gracias a que se reemplazó una parte de la mezcla asfáltica con poliestireno expandido dando ese su resultado y llegando a la deducción que las características de la mezcla reciclada se mejoraron en todo aspecto dándole una mejor vida útil al pavimento.

Jawad y Ghassan (2017), tuvieron como objetivo principal la de estudiar las aptitudes del EPS como un material secundario para el diseño de pavimento sometiendo a esta nueva mezcla modificada a pruebas de laboratorio como a pruebas Marshall finalizando y concluyendo así que los valores de penetración y ductilidad se redujeron a medida que el porcentaje de EPS aumentaba en la mezcla modificada por lo que su viscosidad aumento al momento se añadir más plástico en el adhesivo del asfalto.

Khan, Kabir, Alhussain y Almansoor (2016), en su artículo científico tienen como objetivo principal la de buscar algunas posibilidades de modificar el adhesivo tradicional de PG 64-10 a temperaturas mayores y la de poder reciclar los residuos comunes para así también tener un ambiente más limpio y saludable en el que podamos vivir. Realizaron pruebas en laboratorios donde usaron el aglomerante SuperPave, llegando a la conclusión que el aglutinante o adhesivo de polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad y el caucho desmenuzado mejoran notablemente las propiedades reológicas del adhesivo.

Para la presente investigación se halló la teoría de Boussinesq, creada por Joseph Valentín Boussinesq en el año 1885 desarrollando una expresión matemática para adquirir el aumento de esfuerzos en una masa semi-infinita de suelo debido a la aplicación de una carga puntual en la superficie. Boussinesq obtuvo soluciones para áreas cargadas modificando así estratos de suelo de espesor finito, estilo de

varios estratos y aplicación de cargas por debajo de la superficie de la masa del suelo.

Para Paredes (2009), la teoría de Boussinesq “toma en cuenta los estratos del pavimento y las propiedades mecánicas de los materiales que conforman la masa de suelo, para calcular el estado de esfuerzos de esta a cualquier profundidad. Esta teoría es utilizada para determinar los esfuerzos, deformaciones y deflexiones producidas por las cargas de tránsito. (p.17)

ANAPE define al poliestireno como “corcho blanco”, “poliespan” o “porexpan” que es un componente plástico celular normalmente de color blanco, con una composición básica de aire en un 98% (Lozada, 2017).

Lozada (2017) explica que el poliestireno es una resina termoplástica poco dura que proviene del derivado del benceno obtenida del proceso de destilación del petróleo. Conocida desde el año 1930, es considerada en el mercado por su bajo costo, también es conocida por ser un termoplástico de alto volumen, un buen aislante térmico y de ello se derivan diversos colores las cuales son usadas en su mayoría para los vasos desechables.

Desarrollo del enfoque conceptual de la variable propiedades mecánicas de un diseño de pavimento flexible: Ramírez (como se citó en Salazar, 2019) describió que existen posturas en que las mezclas asfálticas modificadas, no son capaces para resistir la acción conjunta del clima y el tránsito, por ende, es importante mejorar las mezclas más resistentes y sobre todo sus propiedades mecánicas.

El valor relativo de soporte de diseño es una prueba muy importante que nos sirve determinar las características de un suelo que se utilizara principalmente para desarrollar el diseño de pavimento donde también se desarrollara las subrasantes o también la colocación de superficies de estructuras.

Herrera y Ibadango (2014) mencionó que en un estudio de tráfico vehicular se va obtener las características y el comportamiento de tránsito vehicular, estos requerimientos son necesarios para la planificación de un proyecto vial, operación de carreteras, avenidas.

Además, a través de este de este estudio de tránsito vamos a obtener el flujo vehicular, es decir la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vía y el nivel de eficiencia del proyecto (pag.5).

Aguilar (2015) mencionó que este valor se obtiene de un diseño estructural de un pavimento según el tipo de magnitud, solicitaciones, repeticiones de carga, clima, localización y el comportamiento esfuerzo–deformación. Por lo general este módulo está relacionado con las deformaciones elásticas bajo carga móvil y repetida (pag. 5).

Corbacho (2019) afirmo que los agregados son importantes para la elaboración de las mezclas asfálticas y ensayos, ya que debe tener un tamaño apropiado según pide la norma para el ensayo y que sea de buena calidad

Corbacho (2019) sostuvo que este agregado es muy importante para la elaboración de las mezclas asfálticas y ensayos ya que este debe pasar por un control de calidad y así también estar conforme al sistema SUCS (Sistema Unificados de Clasificación de Suelos).

Ramírez (2015) describió que la calidad tanto de agregados gruesos como finos es muy importante mediante el ensayo porque esto dependerá de donde provienen los agregados ya que tienen que pasar por un control de calidad.

Fernández y Ruiz (2018) mencionaron que en este ensayo granulométrico se estudiara principalmente el tamaño de cada agregado que pasaran por tamices diferentes, así mismo se verá si la calidad de donde proviene cada agregado para ver si es buena, generar unos buenos resultados al momento de desarrollar este ensayo y para ver cómo se comporta la mezcla durante la compactación.

Corbacho (2019) explicó que en este análisis nos dará a determinar la proporción en volumen o la proporción del compuesto de la cantidad de partículas fracturada que van a contribuir a la adherencia de nuestra mezcla

Cervera (2016) sostuvo que la impermeabilidad es una propiedad mecánica esta permitirá que no ingrese algún líquido que pueda dañar la parte interna del pavimento, esto también influye mucho para que el pavimento pueda tener una mayor duración resistencia y no pueda tener ningún agrietamiento.

Cervera (2016) indicó que la estabilidad es una propiedad mecánica que obtenemos a través del ensayo de Marshall en la cual se podrá ver la resistencia de la mezcla asfáltica sin que tenga ninguna deformación al momento que transcurran los vehículos.

Corbacho (2019) enunció que la flexibilidad es muy importante porque dependerá a la hora que pase vehículos pesados o livianos pueda resistir sin que tenga algún agrietamiento o deformación y no pueda dañar parte interna del pavimento.

Tueros (2016) mencionó que el objetivo del análisis Marshall es dar a conocer el contenido óptimo del cemento asfáltico, nos referimos del agua hacia el cemento asfáltico en la cual veremos por las siguientes características que son la trabajabilidad, estabilidad y durabilidad.

Con respecto al análisis Marshall para el diseño de una mezcla asfáltica se tienen que tomar en cuenta los conceptos mecánicos Marshall, entre los cuales tenemos:

Tueros (2016) sostuvo que el flujo de Marshall nos indica sobre los valores tanto como es la estabilidad y densidad para así poder ver su mejoramiento hacia el pavimento y poder ver cuáles son las fallas.

Tueros (2016) mencionó que la Estabilidad Marshall de una mezcla asfáltica representa la carga máxima que va tener el pavimento flexible y que tiene nuestra briqueta de ensayo su unidad de medida se encuentra en kilogramos o libras, además la estabilidad Marshall se mide a una cierta temperatura con el fin de verificar su resistencia a la intemperie.

San Martín (2016) sostuvo que la Rigidez Marshall se obtiene de la relación que existe entre el valor del flujo Marshall con respecto al valor de la estabilidad Marshall a través del aparato Marshall en un ensayo de tracción indirecta a la briqueta con el fin de obtener una tensión horizontal establecida.

Además de los conceptos mecánicos Marshall, tenemos que tener en cuenta las demás características de nuestra mezcla asfáltica, entre los cuales tenemos.

Dávalos (2015) mencionó que en este ensayo de densidad veremos al momento de compactar si queda con alguna imperfección durante el proceso de compactación y así ver la humedad.

Dávalos (2015) sostuvo que el contenido adecuado de asfalto dependerá de la granulometría y de todos los agregados que se usaran en el cemento asfáltico para así poder determinar el promedio de cada uno de ellos.

Tueros (2016) describió que en este ensayo es para ver mediante la compactación si tiene algún vacío donde pueda entrar algún líquido dentro de la mezcla y pueda ser causante de un deterioro rápido al momento que puedan pasar los vehículos en el pavimento.

Desarrollo del enfoque conceptual de la variable poliestireno expandido: Mohajerani et al (como se citó en Parra, 2018) sostiene que el poliestireno expandido es un componente de plástico reciclado proveniente con el nombre de polímero está conformado por un 98% de aire y un 2% de materia prima que es el mismo poliestireno ya que también sirve para otras cosas de mayor importancia este material pasa a su vez por un tambor triturador y a su vez se obtiene una peras de poliestireno en forma de bolitas.

Corbacho (2019) sostuvo que el cemento asfáltico es una mezcla impermeabilizante compuesta con agregados que es construida mediante el petróleo en caliente ya que este se puede utilizar en diferentes obras como son carreteras este así mismo ayudara a que no pueda ingresar ningún líquido a la parte interna del pavimento.

Fernandez y Ruiz (2018) indicaron que en el ensayo de densidad veremos al momento de compactar si queda con alguna imperfección durante el proceso de compactación y así ver la humedad.

Tueros (2016) sostuvo que este ensayo nos ayuda a trabajar en la parte de durabilidad o resistencia al asfalto del pavimento ya que además de darle una resistencia más suave además debe de coincidir con la determinación que se da para la viscosidad bajo los reglamentos conocidos que son de carga, tiempo y temperatura

Tueros (2016) mencionó que en este ensayo veremos de cuán importante es el líquido que va a desplazarse en el cemento asfáltico y se va a diluir y además veremos su trabajabilidad, así también de qué manera se comportara en la mezcla y compactación del pavimento.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de la Investigación

Esta investigación será de carácter tipo aplicada.

Tal y como nos indica Vargas (2009), una investigación “es una tendencia reciente que minimiza las fronteras entre lo teórico y lo aplicativo, que propugna una vinculación inseparable entre el “saber y el hacer”, pretendiendo que toda investigación teórica se enfoque en sus aplicaciones” (p. 160).

También, Vargas (2009) nos indican que, “las conclusiones sobre la investigación aplicada vista como un proceso investigativo científico, serio y riguroso, y como una forma necesaria y óptima para conocer las realidades desde la evidencia misma” (p. 156).

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que nos vamos a basar en hechos que ya se han comprobado para explicar cierto problema y así mismo los resultados que obtendremos nos darán en porcentajes o cantidades. Según Hernández et al (2016) nos indica esta investigación está relacionada más al procedimiento que queremos comprobar mediante métodos, ensayos o algún método matemático.

Alan y Cortez (2017) sostuvieron que el estudio cuantitativo es una extraordinaria metodología en la adquisición de resultados, como también para probar o refutar una hipótesis, cuyo procedimiento y estructura de la investigación es aplicable en diversos campos y disciplinas científicas.

Diseño de Investigación:

El trabajo responde a un diseño de investigación experimental, ya que vamos a manipular la variable independiente mezclas asfálticas empleando poliestireno expandido y así también se verá el efecto que cause a la variable dependiente que es diseño de un pavimento flexible observando un antes y un después en nuestra

investigación, veremos un diseño de pavimento convencional y un pavimento con el poliestireno, relacionaremos y veremos el mejoramiento. Según Babbie (2014) indica que el estudio experimental está relacionada a un grupo ya sea de actividades metódicas y técnicas, nos sirve para realizar una indagación más detallada sobre lo que vamos a investigar.

Baena (2017) sostuvo que la investigación experimental se obtiene a causa del manejo de una variable experimental no comprobada, en disposiciones rigurosamente verificada, con la finalidad de especificar por qué se obtiene una situación o un suceso en particular.

Nivel de Investigación:

El estudio es de nivel exploratorio, lo llamamos así cuando la finalidad es contextualizar un tema o problema poco estudiado o que no ha sido abordado este estudio a nivel local, permitiéndonos familiarizar con un fenómeno relativamente desconocido, nuestra investigación es muy poca estudiada y además es tecnológico. Según Hernández et al (2016) la investigación exploratoria es cuando queremos realizar o analizar un estudio determinado y además este debe ser innovador y tecnológico.

Sánchez, Reyes y Mejía (2018) mencionaron que el nivel exploratorio es una aproximación del indagador a la dificultad o fenómeno a estudiar, con la finalidad de elaborar un análisis detallado y obtener más elementos al momento de proponer el problema y concretar las hipótesis. Este acercamiento se puede dar a través de diferentes vías ya sea por la observación directa o indirecta, entrevistas a informantes claves o por un análisis documental, su finalidad es ayudar al indagador a definir el problema, establecer hipótesis y determinar la metodología para la formulación de una investigación definitiva.

3.2. Variables y Operacionalización

Variable dependiente: Diseño de un pavimento flexible

Definición conceptual: Saravia y Vejarano (2019) menciono que los pavimentos están conformados por una o varias capas de mezclas asfálticas. Se le llama flexible porque no es diferentes la rigidez de las capas del pavimento, por ello, este modelo de pavimento dirige los esfuerzos concentrados y las deformaciones de las

capas inferiores en pequeñas áreas por lo cual la estructura del pavimento se modifica ante la aplicación de la carga.

Variable independiente: Mezclas asfálticas empleando poliestireno expandido

Definición conceptual: Bustamante y Díaz (2014) explicó: El Poliestireno Expandido está compuesto por un material plástico celular y rígido en la cual está elaborado por perlas pre expandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire. (p. 158)

3.3. Población, muestra y muestreo

Nuestro proyecto de investigación llevará como contexto la avenida Ferrocarril ya que se está estudiando las propiedades mecánicas que van incluir en su desempeño como pavimento. Por ello, nuestra población está conformada por los 1,33 kilómetros de la avenida Ferrocarril, El Agustino.

Criterios de inclusión: Diseñaremos 60 briquetas

Hernandez et al. (2016) nos explica que la población es la agrupación de casos que coinciden con una misma característica, proviene de la definición de la muestra para hacer poder limitarla y que esta pueda ser analizada o estudiada y evaluar se resultado.

Alan y Cortez (2017) sostuvieron que la población o universo abarca el total de objetos o sujetos a los que se les va a investigar, la selección se da a través de ciertas características que ayudan en el beneficio de información relevante para estudiar el problema.

Muestra:

Para Hernández et al (2016) la muestra “es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (p.173).

Para esta investigación se tomó como muestra un tramo de la Avenida Ferrocarril el cual tendrá por distancia un valor de 314.15 metros. También tiene como fin la de proponer un diseño del pavimento flexible de todo el tramo de la Avenida

Ferrocarril ubicada en el distrito de El Agustino, sin embargo, esta investigación se centró en analizar y estudiar el impacto que este generaría, donde se tomó un tramo puntual como muestra de investigación para de esta forma otorgar la confiabilidad correspondiente a la investigación.

Fórmula de población finita:

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{E^2 \times (N-1) + Z^2 \times P \times Q}$$

n= Tamaño de muestra

Z= Grado de confiabilidad (95%=2)

P= Probabilidad (50)

Q= No Probabilidad (50)

E= Margen de Error (5%)

N= Tamaño de población N=1.5Km 1500 metros

Muestreo:

Muestreo por conveniencia es una técnica no probabilística la cual utilizaremos para crear muestras de acuerdo a la facilidad de acceso que nos da la norma del Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC), por otra parte, el nivel de confiabilidad está delimitada también por esta norma.

Tamayo (2003) sostuvo que el muestreo por conveniencia es la selección de unidades muestrales ya sea de acuerdo a la conveniencia o asequible del indagador, se puede emplear en casos que se desee obtener investigaciones de la población ya sea de manera rápida y económica.

Unidad de análisis:

La muestra está compuesta por las 60 briquetas que se van a romper en el ensayo Marshall, representan al pavimento flexible que se va a construir en la avenida Ferrocarril, El Agustino. Están compuesta por 60 briquetas debido a que se realizará 4 diseños de mezclas asfálticas el primer diseño será nuestro patrón debido a que no será modificada con poliestireno expandido el cual está definido

en la norma de carreteras del MTC por 15 briquetas en cada diseño, por lo cual nuestro primer diseño tendrá 15 briquetas, Nuestro segundo diseño de mezcla asfáltica modificada con 1% de poliestireno expandido, de igual forma según la norma del MTC. Nuestro tercer diseño de mezcla asfáltica modificada con el 1,5 % de poliestireno expandido, por último, tendrá 15 briquetas con el 2% de poliestireno expandido

Sánchez, Reyes y Mejía (2018) mencionan que la unidad de análisis es una expresión que se obtiene en dicha investigación, la cual se define por cualidades o propiedades que se diferencia una de otra, totalmente o parcialmente, pueden acceder a órdenes en base con algunos criterios.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para esta investigación, la recolección de datos será mediante la técnica básica de observación que consistirá en poder emplear los datos de los ensayos de laboratorio que realizaremos y así poder responder nuestros problemas.

Técnica: Observación

Para Sánchez, Reyes y Mejía (2018) la observación experimental o de laboratorio es un “Tipo de observación, en el que el investigador manipula y controla ciertas variables para observar sus efectos en el fenómeno observado” (p. 98).

Borja (2016) sostuvo que la observación para proyectos de investigación en ingeniería, se debe plasmar los datos visualizados en formatos convenientes para la recolección de información, en este caso un formato para diseño de mezclas.

Instrumento: Ficha Técnica, fotografías, software

“La ficha técnica sirve para anotar datos generales, características de los agregados y características de la mezcla asfáltica” (Delgado y Solano, 2019, p. 23).

Validez:

Para poder validar los ensayos en nuestra hipótesis se desarrollará en el laboratorio del ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) el cual tienen un centro especializado en pavimentos que tiene por nombre A&R INGENIERO S.A.C. especialistas en diseño de pavimentos flexibles.

De acuerdo con Sánchez, Reyes y Mejía (2018), la validez “es el grado en que un método o técnica sirve para medir con efectividad lo que supone que esta midiendo” (p. 124)

3.5. Procedimientos

Diseño de pavimento flexible

Saravia y Vejarano (2019) sostuvo que la estructura de un pavimento flexible típico consiste en una carpeta asfáltica en la superficie, seguida de una capa de base y luego una capa de subbase construida sobre la subrasante compactada.

La carpeta asfáltica, también llamada concreta asfáltica, está hecha de una mezcla bituminosa en caliente (HMA). La base está hecha de áridos o agregado triturado que puede ser estabilizado con asfalto, cemento Portland u otro agente estabilizador y la subbase es granular.

Llamamos pavimento flexible aquella estructura que está compuesta por capas de material que dan soporte a la deflexión o al flexionamiento ya que esto dependerá de acuerdo a las cargas de vehículos que transcurren sobre la vía de esta forma el desarrollo de un pavimento flexible se da cuando encontramos abundante

Procedimiento del ensayo Marshall:

Ensayo de mezclas asfálticas mediante método Marshall este procedimiento nos sirve para determinar los valores de estabilidad y deformabilidad de los pavimentos a continuación el proceso:

Primero debemos tener la granulometría de cada agregado como la arena gruesa, arena fina y la piedra chancada todos estos agregados tienen que estar caliente para tener una mejor trabajabilidad en la cual la arena gruesa tiene que contener un 45% de su peso, 5% de arena fina 50 % de piedra chancada.

Tendremos que hacer una briqueta que es de forma de collarín para poder encontrar su densidad y mediante la máquina de Marshall vamos hallar su estabilidad y flujo y además se tiene que realizar peso específico de cada uno de ellos seguidamente tendremos que hacer 15 probetas que son tres probetas por cada porcentaje.

Los agregados gruesos tienen que cumplir con ciertos requisitos:

Tenemos que ver el ensayo de durabilidad, ensayo de abrasión de los ángeles, ensayo de índice de durabilidad, ensayos de sales y solubles, ensayo de absorción, ensayo de adherencia, ensayo de caras fracturadas este ensayo es muy importante ya que va permitir que tenga mayor estabilidad y que se adhiera mejor al asfalto del pavimento.

Los agregados finos tienen que cumplir con ciertos requisitos:

Tenemos que ver el ensayo de equivalente de arena, angularidad del agregado fino, ensayo de plasticidad.

Preparación para la briqueta:

Primeramente, tiene que estar calentado a 140 C°, luego se verá el peso del agregado grueso (piedra chancada), se verá los pesos de los agregados finos y finalmente el peso de la mezcla asfáltica (petróleo crudo caliente) se mezcla los tres componentes, luego se calientan los moldes que son de forma de collarín y se agrega los componentes mezclados y se les da 15 chuseadas alrededor

Compactación:

Se compacta las briquetas con 75 golpes con la maquina compactadora automática luego obtenemos la briqueta.

Para hallar el peso específico hallamos su peso de aire + el peso de la briqueta sumergida en agua por tres a cuatro minutos luego va a baño María para finalmente se coloque en la máquina de Marshall.

Finalmente, a la máquina de Marshall se le coloca una mordaza y se da la compresión y se ve la deformación a través de un cronometro y se mide en centésimas de pulgadas.

3.6. Método de análisis de datos

Esta investigación tendrá como método de análisis de datos el método no probabilístico, por razones que mediante gráficos numéricos se podrá comparar los resultados del patrón de diseño tradicional y el de tres diseños modificados, con el fin de corroborar el grupo de control en relación al grupo experimental esto a través de un análisis experimental.

3.7. Aspectos éticos

Este proyecto se desarrolló teniendo en cuenta la normativa y las reglas impuestas por la Universidad Cesar Vallejo obtenidas desde su publicación en el campus de esta, para evitar así algún tipo de copia de información de anteriores investigaciones. También esta tesis se centró en el uso del manual de referencias al estilo APA para poder citar y poner referencias adecuadamente.

La autenticidad de los resultados de esta investigación será anexada y planteada en esta misma para así tener un mayor índice de confiabilidad sabiendo que se debe de tener una responsabilidad tanto social jurídica como ética. Además, se ha considerado los principios éticos como la beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia.

Moscoso y Díaz (2017) sostuvieron que son características éticas que velan por el bienestar de los sujetos a investigar, caracterizándose en ambos el hecho de hacer el bien que van más allá de las obligaciones.

Álvarez (2018) menciona que uno de los principios éticos de autonomía es poder ofrecer a la sociedad considera vulnerable la protección que merecen al momento que estos sean objeto de estudios. Donde consideró que la población vulnerable es todos aquellos condenados a su libertad, niños, mujeres, personas que estén padeciendo alguna enfermedad, con bajos recursos económicos o con escasa educación. Una de las formas en que se puede proteger a este conjunto de personas es que se les debe informar sobre el procedimiento que se realiza durante la investigación para así obtener su autorización, brindándoles así el poder elegir si desean participar o no de dicha investigación y hacerlos sentir que tienen total libertad de elección.

“El investigador debe ejercer un juicio razonable, ponderable y tomar las precauciones necesarias para asegurar que sus sesgos, y las limitaciones de sus capacidades y conocimiento, no den lugar o toleren practicas injustas. Se reconoce que la equidad y la justicia otorgan a todas las personas que participan en la investigación derecho a acceder a los resultados. El investigador está también obligado a tratar equitativamente a quienes participan en los procesos, procedimientos y servicios asociados a la investigación” (Comité Institucional de Ética en Investigación, 2016, p. 3-4).

IV. RESULTADOS

Granulometría del poliestireno

Para proceder a modificar la mezcla asfáltica hemos tenido que obtener el coeficiente de uniformidad del poliestireno y de esta forma verificar que sea uniforme para que reemplace a nuestro agregado fino.

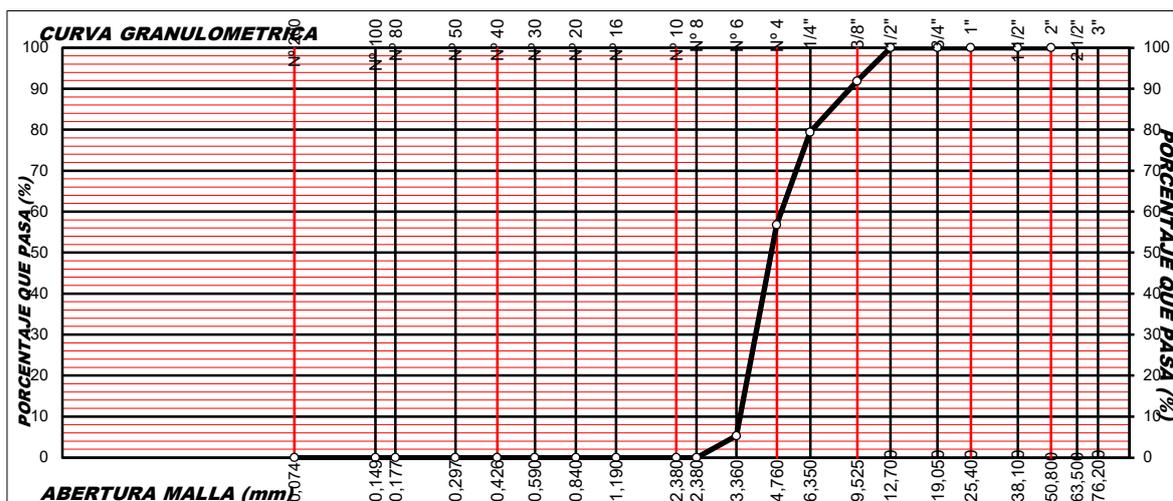
Partículas se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Análisis granulométrico de poliestireno

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA			
	ABERTURA (mm)	PESO RET (gr) 400	RET (%)	PASA (%) 100
3"	76.200		-	
2 1/2"	63.500		-	
2"	50.800	0.00	-	100
1 1/2"	38.100	0.00	-	100
1"	25.400	0.00	-	100
3/4"	19.050	0.00	-	100
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	32.64	8.16	91.84
1/4"	6.350	49.80	12.45	79.39
N° 4	4.760	90.32	22.58	56.81
N° 6	3.360	205.92	51.48	5.33
N° 8	2.380	21.32	5.33	0.00
N° 10	2.000	0.00		
N° 16	1.190	0.00		
N° 20	0.840	0.00		
N° 30	0.590	0.00		
N° 40	0.426	0.00		
N° 50	0.297	0.00		
N° 80	0.177	0.00		
N° 100	0.149	0.00		
N° 200	0.074	0.00		
-200		0.00		

Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Curva granulométrica.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, hallaremos el coeficiente de uniformidad de las perlas de poliestireno para evaluar la uniformidad del tamaño de partículas del material. Esta se expresa como la relación entre D60 y D10 siendo:

D60 = el diámetro por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso; y, D10 = el diámetro por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso.

Según la Figura N° 1 tenemos:

$$D60 = 23.903$$

$$D10 = 4.368$$

$$Cu = 5.47$$

- Densidad del Poliestireno (ver anexo N°4)

Como se muestra en la ficha técnica situada en el Anexo 4, la densidad del poliestireno es de 10 kg/m³.

- Porcentaje de Absorción del poliestireno (ver anexo N°4)

Como se muestra en la ficha técnica situada en el Anexo 4, la absorción del poliestireno es del 2%.

Granulometría de agregados finos y gruesos

RESUMEN DE ENSAYO

IDENTIFICACION DE LA MEZCLA

- (1) Cant. La Gloria Piedra Chancada = 30%
 (2) Cant. La Gloria Arena Zarandeada = 68.5%

OBSERVACIONES

-Especificaciones del MTC EG-2013

Tabla 2. Granulometría de agregados y finos

PROYECTO	:	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL EL AGUSTINO - 2020	
SOLICITANTE	:	ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR	MUESTRA : CANTERAS IDENTIFICACIÓN : ARENA ZARANDEADA
UBICACIÓN	:	EL AGUSTINO - LIMA	
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2/11/2020	CANTIDAD : 75 KG
FECHA DE EJECUCIÓN	:	2/11/2020	TÉCNICO RESPONSABLE : DANNY LÓPEZ VIGO

	TAMIZ		MATERIAL RETENIDO			%ACUM. PASA	ESPECIFICACIONES				
	N°	AB.(mm)	PESO (g)	%PARC.	%ACUM.		MÍN. (%)	MÁX. (%)			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						100.00%			PESO INICIAL (g)	2,596.0	
	3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			PORC. DE FINOS (g)	518.7	
	1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			HUMEDAD (%)	4.81%	
	3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			LL (%)	NP	
	1/4"	6.350	22.16	2.92%	2.92%	97.08%			LP (%)	NP	
	N° 4	4.760	26.03	3.44%	6.36%	93.64%			JP (%)	-	
	N° 8	2.380	69.41	9.16%	15.52%	84.48%			Cu	13.15	
	N° 10	2.000	74.55	9.84%	25.36%	74.64%			Cc	2.51	
	N° 16	1.190	46.92	6.19%	31.55%	68.45%					
	N° 20	0.840	110.72	14.61%	46.16%	53.84%					
	N° 30	0.595	85.64	11.30%	57.46%	42.54%			D10 (mm)	0.074	
	N° 40	0.420	98.49	13.00%	70.46%	29.54%			D30 (mm)	0.425	
	N° 50	0.297	70.99	9.37%	79.83%	20.17%			D60 (mm)	0.973	
	N° 80	0.177	28.95	3.82%	83.65%	16.35%			TMN	1/2"	
	N° 100	0.149	23.47	3.10%	86.75%	13.25%			MF		
	N° 200	0.074	23.57	3.11%	89.86%	10.14%			HUSO	ASTM C33	
	BANDEJA		76.86	10.14%	100.00%	0.00%					
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA	% GRAVA		46.16%	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN:							
	% ARENA		43.70%	AASHTO		SUCS		ARENA BIEN GRADA CON LIMO Y GRAVA			
	% FINOS		10.14%	A-1-a (0)		SW-SM					

Fuente: Elaboración A&R INGENIEROS SAC.

Figura 2. Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Elaboración A&R INGENIEROS SAC.

Tabla 3. Granulometría de agregados gruesos

PROYECTO	: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020	MUESTRA	: CANTERAS
SOLICITANTE	: ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR	IDENTIFICACIÓN	: PIEDRA CHANCADA HUSO 67
UBICACIÓN	: EL AGUSTINO - LIMA	CANTIDAD	: 75 KG
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2/11/2020	TÉCNICO RESPONSABLE	: DANNY LÓPEZ VIGO
FECHA DE EJECUCIÓN	: 2/11/2020		

	TAMIZ		MATERIAL RETENIDO		%ACUM. PASA	ESPECIFICACIONES		
	N°	AB. (mm)	PESO (g)	%PARC.		%ACUM.	MIN. (%)	MÁX. (%)
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	76.200	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
	2 1/2"	63.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
	2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
	1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
	1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
	1/2"	12.700	132.60	26.00	26.00%	74.00%		
	3/8"	9.525	229.50	45.00%	71.00%	29.00%		
	1/4"	6.350	127.50	25.00%	96.00%	4.00%		
	N° 4	4.750	20.40	4.00%	100.00%	0.00%		
	N° 8	2.380	0.00	0.00%	100.00%	0.00%		
	N° 16	1.190	0.00	0.00%	100.00%	0.00%		
	N° 30	0.595	0.00	0.00%	100.00%	0.00%		
	N° 50	0.297	0.00	0.00%	100.00%	0.00%		
	N° 100	0.149	0.00	0.00%	100.00%	0.00%		
N° 200	0.074	0.00	0.00%	100.00%	0.00%			
	BANDEJA	0.00	0.00%	100.00%	0.00%			
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA	% GRAVA	100.00%	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN:				GRAVA POBREMENTE GRADADA	
	% ARENA	0.00%	AASHTO	SUCS				
	% FINOS	0.00%	A-1-a (0)	GP				

Fuente: Elaboración A&R INGENIEROS SAC.

Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso.



Fuente: Elaboración A&R INGENIEROS SAC.

En la figura n verificamos la gradación de los agregados según el diseño del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

-Módulo de finura de agregado fino (sin poliestireno):

$$MF = \frac{SUMA(150 \mu m (N^{\circ} 100); 300 \mu m (N^{\circ} 50); 600 \mu m (N^{\circ} 30); 1,18 mm (N^{\circ} 16); 2,36 mm (N^{\circ} 8))}{100}$$

$$MF = 3.3$$

El módulo de finura se encuentra dentro del rango permitido lo cual permite que no afecte a la trabajabilidad y la resistencia que va a aportar el agregado.

-Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = D_{60}/D_{10} = 130.58$$

Ensayos de calidad de agregados finos y gruesos

Los ensayos de calidad realizados se encuentran en nuestro ANEXO N°10, en el cual hemos realizado un resumen de los resultados con el fin de verificar si se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la norma de carreteras del MTC.

Tabla 4. Parámetros de Ensayos de Calidad

Ensayo	Norma	Requerimiento Altitud ≤3000 msnm	Resultados
Índice de Plasticidad malla N°40	MTC E 111	Np	Np
Equivalente de Arena	MTC E 114	60%	50%
Absorción para agregado grueso	MTC E 206	1.0% máx.	0.58%
Absorción para agregado fino	MTC E 205	0.5% máx.	0.76%
Abrasión de los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	14%
Sales Solubles totales para agregado grueso	MTC E 219	0.5% máx.	178 mg/kg
Sales Solubles totales para agregado fino	MTC E 219	0.5% máx.	570 mg/kg
Caras fracturadas	MTC E 210	85% min. / 50% min.	99.6% / 98.5%
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	2.70%
Riedel Weber (aditivo 0.5%)	MTC E 220	4 min	4-9
Adherencia	MTC E 517	+95	+95

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla N°4, nuestros agregados cumplen con los parámetros para su diseño de mezclas asfálticas adecuado según el MTC.

Mezcla asfáltica convencional

Nuestra mezcla asfáltica convencional va a ser nuestro patrón ya que no se encuentra modificada con ningún material plástico.

Tabla 5. Insumos del Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente

INSUMOS	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	PROCEDENCIA
Agregados	Piedra Chancada	Cantera La Gloria
	Arena Zarandeada	Cantera La Gloria
Asfalto - Cemento Asfáltico	PEN 60/70	Repsol
Aditivo mejorador de Adherencia	Quimibond 3000	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Dosificación para el Diseño Marshall.

INSUMOS	PORCENTAJE %
(1) Agregado grueso	30 %
(2) Agregado fino	70 %
(3) Aditivo mejorador de adherencia (% peso del PEN 60/70)	0.5%

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la aplicación de mezclas asfálticas convencionales y verificar su mejora. A continuación, se muestran los resultados óptimos de nuestro diseño patrón la cual no ha sido modificada.

Tabla 7. Resultados Ensayo Marshall Mezcla Asfáltica Convencional

	C.A%	Peso Específico (gr/cm ³)	% Vacíos	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Relación Estabilidad flujo (kg/mm)
Mezcla asfáltica Convencional	5.0	2.551	10.57	958.9	3.8	2,525.3
	5.5	2.546	8.82	989.8	4.0	2,500.0
	6.0	2.521	7.25	1,022.0	4.3	2,396.3
	6.5	2.496	4.60	1,032.7	4.8	2,228.7
	7.0	2.474	4.66	1,019.0	5.0	2,053.0
C.A.% óptimo	6.3	2.360	6.3	1,028	4.5	2,310

Fuente: Elaboración propia

Mezclas asfálticas modificadas

Para determinar si mejoran o no nuestra mezcla asfáltica modificada con relación a nuestro patrón hemos realizado 3 diseños con 3 diferentes contenidos de poliestireno en reemplazo del agregado fino. Tal y como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 8. Insumos del Diseño de Mezcla Asfáltica en caliente Modificada

INSUMOS	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	PROCEDENCIA
Agregados	Piedra Chancada	Cantera La Gloria
Asfalto - Cemento Asfáltico	Arena Zarandeada	Cantera La Gloria
	PEN 60/70	Repsol
Aditivo mejorador de Adherencia	Quimibond 3000	
Polímero termoplástico	Perlas de Poliestireno	Isocret

Fuente: Elaboración propia

-Incorporando el 1% de perlas de poliestireno para una mezcla asfáltica en caliente

Tabla 9. Dosificación 1 para el Diseño Marshall Modificado

INSUMOS	PORCENTAJE %
(1) Agregado grueso	30 %
(2) Agregado fino	69.0 %
(3) Aditivo mejorador de adherencia (% peso del PEN 60/70)	0.5%
% (poliestireno)	1%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, mostraremos los resultados obtenidos en el ensayo Marshall para mezclas modificadas con el 1% de perlas de poliestireno:

Tabla 10. Resultados del Ensayo Marshall con 1% de poliestireno.

	C.A%	Peso Específico (gr/cm ³)	% Vacíos	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Relación Estabilidad flujo (kg/mm)
Incorporación del 1% de perlas de poliestireno	5.0	2.571	10.48	988.1	4.0	2,498.0
	5.5	2.563	9.76	985.9	4.3	2,294.0
	6.0	2.534	7.00	1,040.1	4.5	2,299.3
	6.5	2.509	8.80	1,017.2	5.4	1,895.3
	7.0	2.494	4.64	1,030.4	5.9	1,751.0
C.A.% óptimo	6.5	2.355	6.5	1,028	5.3	1,951

Fuente: Elaboración propia

Para Mayor detalle de la obtención de resultados véase el Anexo 5.3.

A continuación, mostraremos los resultados obtenidos en el ensayo Marshall para mezclas modificadas con el 1.5% de perlas de poliestireno:

Tabla 11. Resultados del Ensayo Marshall con 1.5% de poliestireno

	C.A%	Peso Específico (gr/cm ³)	% Vacíos	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Relación Estabilidad flujo (kg/mm)
Incorporación del 1.5% de perlas de poliestireno	5.0	2.578	11.46	942.7	3.7	2,549.0
	5.5	2.553	8.58	984.0	3.9	2,501.7
	6.0	2.538	6.89	1,018.4	4.2	2,443.7
	6.5	2.516	5.56	1,039.5	4.5	2,327.0
	7.0	2.494	4.52	1,031.4	4.6	2,245.0
C.A.% óptimo	6.1	2.368	7.0	1,022	4.2	2,410

Fuente: Elaboración propia

Para Mayor detalle de la obtención de resultados véase el Anexo 5.4.

-Incorporando el 1.5% de perlas de poliestireno para una mezcla asfáltica en caliente.

Tabla 12. Dosificación 3 para el diseño Marshall Modificado.

INSUMOS	PORCENTAJE %
(1) Agregado grueso	30 %
(2) Agregado fino	68.5 %
(3) Aditivo mejorador de adherencia (% peso del PEN 60/70)	0.5%
% (poliestireno)	1.5 %

Fuente: Elaboración propia

-A continuación, mostraremos los resultados obtenidos en el ensayo Marshall para mezclas modificadas con el 2% de perlas de poliestireno:

Tabla 13. Resultados del Ensayo Marshall con 2% de poliestireno

	C.A%	Peso Específico (gr/cm ³)	% Vacíos	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Relación Estabilidad flujo (kg/mm)
Incorporación del 2% de perlas de poliestireno	5.0	2.589	10.43	986.9	3.6	2,719.3
	5.5	2.569	7.81	1,039.7	3.8	2,713.0
	6.0	2.546	6.14	1,068.5	4.1	2,585.0
	6.5	2.529	4.94	1,087.9	4.2	2,591.0
	7.0	2.514	4.77	1,119.4	4.5	2,488.0
C.A.% óptimo	6.3	2.403	6.0	1,085	4.2	2,583

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle de la obtención de resultados véase el Anexo 5.5.

-Incorporando el 2% de perlas de poliestireno para una mezcla asfáltica en caliente

Tabla 14. Dosificación 3 para el Diseño Marshall Modificado.

INSUMOS	PORCENTAJE %
(1) Agregado grueso	30 %
(2) Agregado fino	68.0 %
(3) Aditivo mejorador de adherencia (% peso del PEN 60/70)	0.5%
% (poliestireno)	2 %

Fuente: Elaboración propia

Propiedades de las mezclas asfálticas

Con el propósito de verificar la mejora de nuestra mezcla asfáltica modificada con perlas de poliestireno en comparación con nuestra mezcla asfáltica convencional, desarrollamos una tabla de comparación y resaltamos el diseño de mezcla asfáltica óptimo ya que tuvo mejores resultados.

Tabla 15. Mezcla Asfáltica convencional vs Mezcla Asfáltica con 2% poliestireno.

Tipo de Mezcla asfáltica	C.A%	Peso Específico (gr/cm ³)	% Vacíos	% VMA	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Relación Estabilidad flujo (kg/mm)
Mezcla asfáltica convencional	6.3	2.360	6.3	20.1	1028.0	4.5	2310.0
Mezcla asfáltica con 1% poliestireno	6.5	2.355	6.5	21.0	1028.0	5.3	1951.0
Mezcla asfáltica con 1.5% poliestireno (óptimo)	6.1	2.368	7	20.5	1022.0	4.2	2410.0
Mezcla asfáltica con 2% poliestireno	6.3	2.403	6.0	19.9	1085.0	4.2	2583.0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°15, se puede observar la variación que existe en la estabilidad de la mezcla convencional y las mezclas modificadas, estas están seleccionadas según la estabilidad, fluencia, % de vacíos, peso específico y rigidez de mezclas asfálticas.

Figura 4. Estabilidad vs Tipo de mezcla Asfáltica.

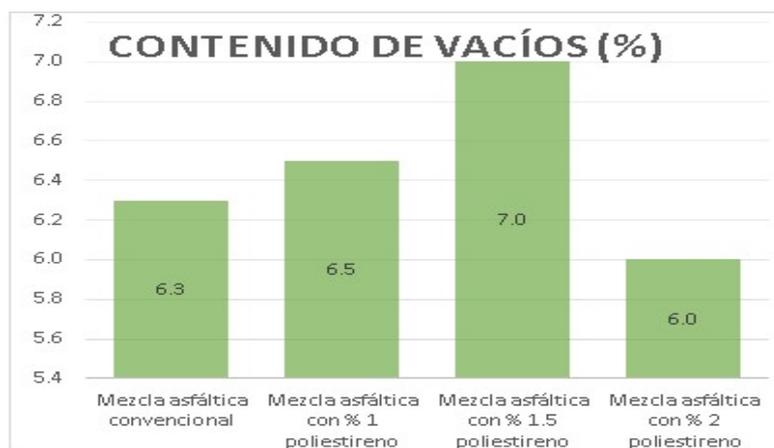


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Como se muestra en la Figura N° 4, se puede verificar que nuestros diseños tienden a un aumento de estabilidad en base al aumento de las perlas de poliestireno al 2%, la mezcla convencional tiene una estabilidad de 1028.0 kg y nuestra mezcla modificada óptima tiene una estabilidad de 1085.0 kg aumentado en un 5.5% lo cual contribuye a nuestra estabilidad del pavimento flexible optimizando sus propiedades mecánicas.

Figura 5. Contenido de vacíos vs Tipo de Mezcla Asfáltica



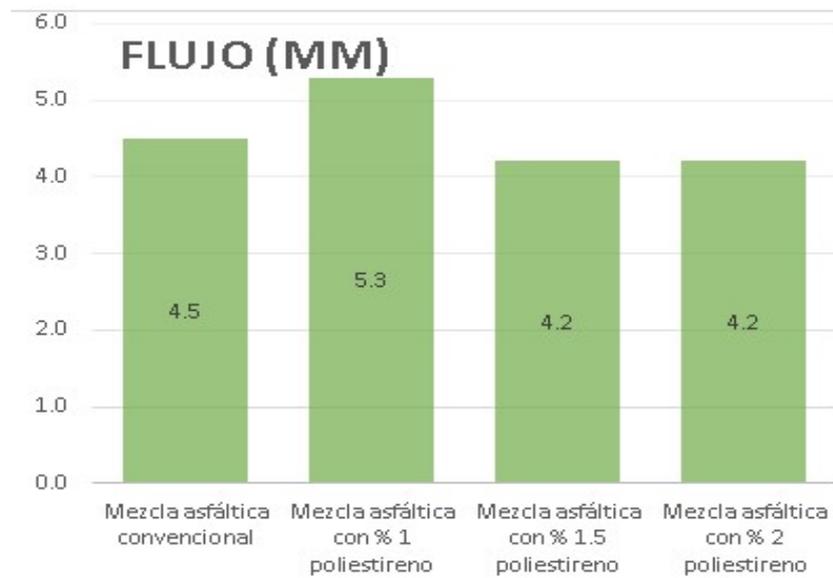
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Como se muestra en la Figura N° 5, se puede verificar que nuestros diseños tienden a una reducción en base al aumento de las perlas de poliestireno al 2%, la mezcla

convencional tiene un contenido de vacíos de 6.3% y nuestra mezcla modificada óptima tiene un contenido de vacíos de 6.0% reduciendo en un 4.8% lo cual contribuye a nuestra impermeabilidad del pavimento flexible optimizando sus propiedades mecánicas.

Figura 6. Fluencia vs Tipos de Mezcla Asfáltica.

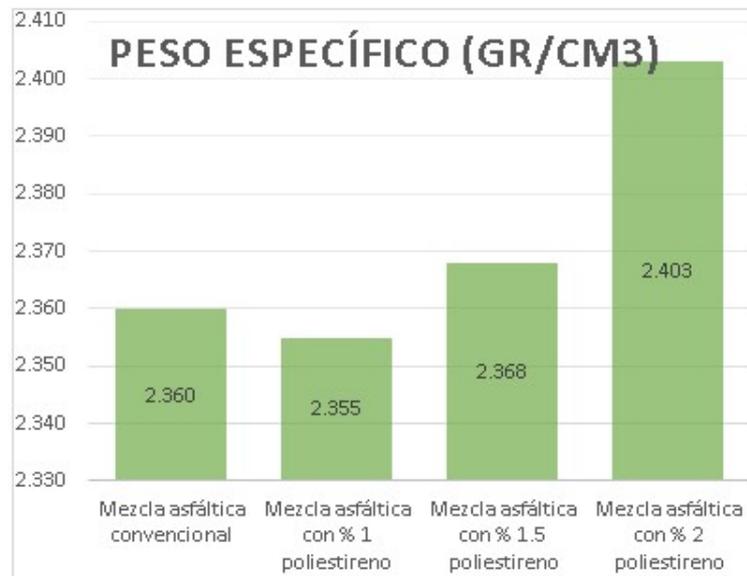


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Como se aprecia en la Figura N° 6, se puede verificar que nuestros diseños tienden a una reducción en base al aumento de las perlas de poliestireno con 2%, la mezcla convencional tiene un flujo de 4.5 mm de pulgada y nuestra mezcla modificada óptima tiene un contenido de vacíos de 4.3 mm de pulgada reduciendo en un 6.7% lo cual contribuye a nuestra flexibilidad del pavimento flexible optimizando sus propiedades mecánicas.

Figura 7. Peso específico vs Tipo de Mezcla Asfáltica.

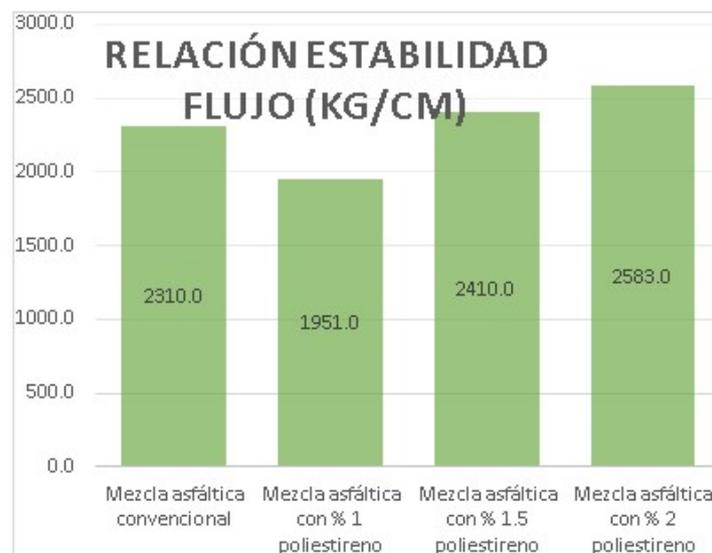


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Como se muestra en la Figura N° 7, se puede observar que la mezcla asfáltica convencional tiene un peso específico de 2.360g/cm³ y nuestra mezcla modificada óptima con el 2% de poliestireno tiene un peso específico de 2.403g/cm³ lo cual contribuye a que nuestro pavimento flexible sea más denso.

Figura 8. Rigidez Marshall vs Tipo de Mezcla Asfáltica.



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Como se puede apreciar en la figura N° 8, nuestra mezcla convencional tiene una rigidez de 2310.0 kg/cm² y nuestra mezcla modificada óptima con el 2% de poliestireno tiene una rigidez de 2583.0kg/cm² aumentando en un 11.8% lo cual beneficia a la rigidez de nuestro pavimento flexible.

Diseño del pavimento flexible

En consecuencia, se desarrollará el grosor de dicho pavimento en la cual se obtendrá que especificar los subsiguientes parámetros:

Se determinó el Valor relativo de soporte de diseño (CBR)

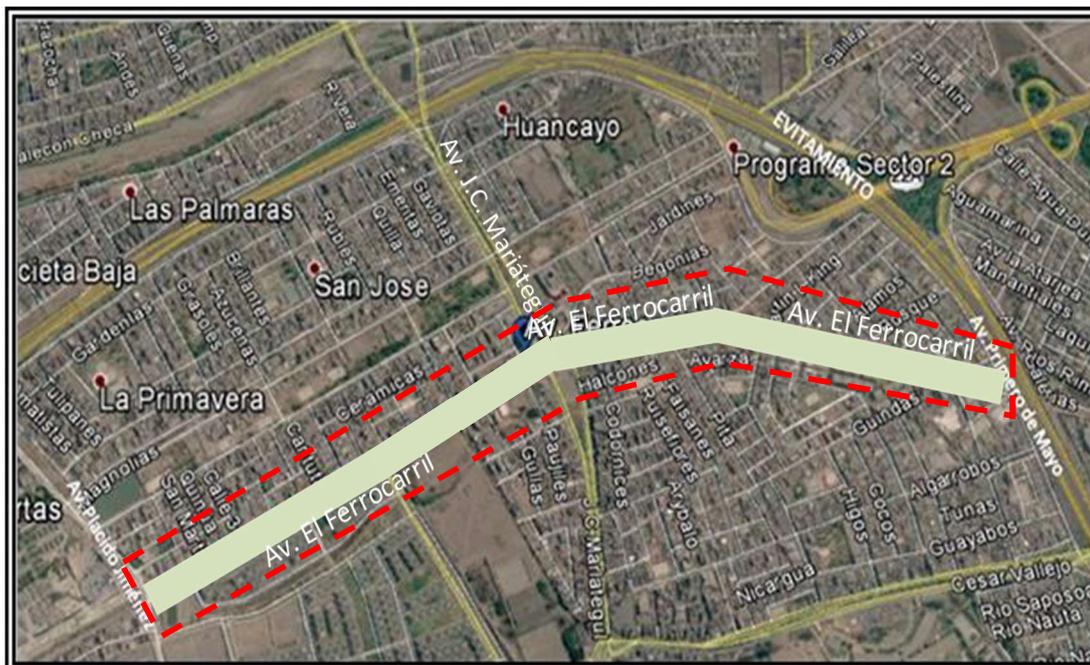
Así también se obtuvo la Determinación el EAL

Coordenadas UTM

X= 282464

Y= 8667002

Figura 9. Ubicación de la Av. Ferrocarril.



Fuente: Google Maps.

DETERMINACION DEL CBR DE DISEÑO (Californiano Bearing Ratio)

Del estudio de suelos tenemos: VER EN ANEXO N°11

CBR = 30%

DETERMINACION DEL EAL: VER EN ANEXO N°11

Del estudio de tránsito tenemos:

EAL = 128,133.78 = 1.281E+09

Para la determinación del Espesor de la base granular usamos la siguiente fórmula:

$$e = (219.211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR}^2) \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120))$$

Consideramos el grosor de la base e = 20cm

Reemplazando nuestros datos tenemos:

$$e = 200.71 \text{ mm.}$$

Consideramos el espesor de la sub base como:

$$e = 20 \text{ cm.}$$

Agresión al suelo de cimentación:

Tabla 16. Sulfatos y Cloruros.

ELEMENTO QUÍMICO	PARÁMETROS	RESULTADO DEL ENSAYO	GRADO DE AGRESIVIDAD
C-2 (1.50 mts)			
CLORUROS	0 – 6,000.0 ppm	853.65 ppm	NO PERJUDICIAL
SULFATOS	0 - 1,000.0 ppm	937.12 ppm	LEVE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Sulfatos y Cloruros.

ELEMENTO QUÍMICO	PARÁMETROS	RESULTADO DEL ENSAYO	GRADO DE AGRESIVIDAD
C-8 (1.50 mts)			
CLORUROS	0 – 6,000.0 ppm	287.65 ppm	NO PERJUDICIAL
SULFATOS	0 - 1,000.0 ppm	899.01 ppm	LEVE

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

PARÁMETROS CONSIDERADOS POR EL MÉTODO AASHTO – 93

MÓDULO RESILIENTE

Para acceder a los Ábacos de diseño AASHTO – 93, es necesario conocer el Módulo Resiliente (Mr) de la subrasante, de los ensayos de C.B.R. (ASTM D-

1883) ejecutados con el objetivo de obtener la Capacidad de Soporte de dicho suelo del terreno de fundación arrojan un CBR de diseño (al 95% de la Máxima Densidad Seca) para el pavimento de la vía en estudio igual a 25.00 % (determinado al valor promedio), tenemos:

$$Mr=2555(CBR)$$

$$0.64(PSI)$$

$$Mr = 20048.00 (PSI)$$

Módulo de Elasticidad de la base

Para el caso de pavimento se empleará como “base” un material que tenga un CBR de 40%, tomando como referencia el valor mínimo tomado de la Tabla 402- 02, establecido en los detalles técnicos generales para ejecución de dichas carreteras EG – 2013.

Debido a la consideración anterior el módulo de elasticidad de la capa de base (Esb) a emplear se estima a partir de las correlaciones que la guía de diseño presenta.

Coeficiente estructural:

$$a_3 \square .058 * (CBR) ^{.1}$$

$$a_3 = 0.12$$

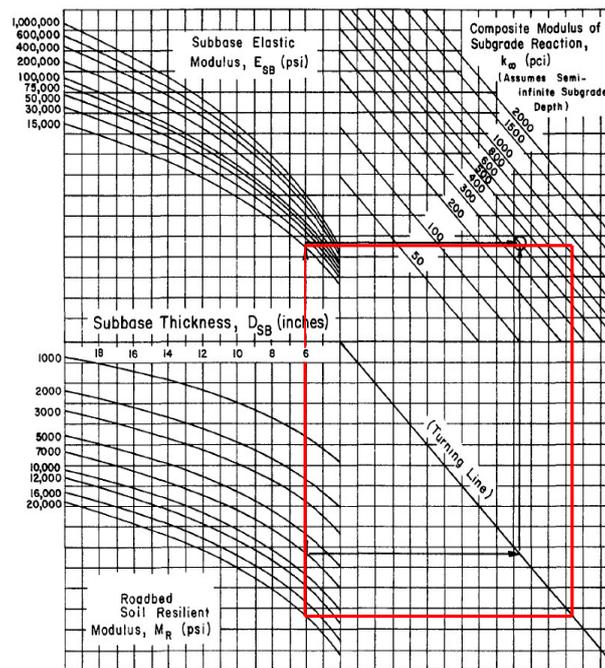
$$a_3 \square .227 * \log (Esb) \square .839$$

Para Cálculo de base (Esb):

$$Esb = 17,000 \text{ psi}$$

De acuerdo al ábaco de la AASHTO (figura 10) para dicho cálculo se obtuvo del módulo de reacción de la sub rasante (k) y un espesor de base (DSB) de 20 cm, Mr de 22,550 psi y módulo de elasticidad de la sub base de 17000 psi.

Figura 10. Abaco de AASHTO.



Fuente: Elaboración AASHTO.

Se obtiene un valor compuesto de $K = 900$ psi

El módulo de reacción compuesto de la sub rasante, se corrige por presencia de fundación rígida (roca cercana entre los 3 metros de profundidad), de acuerdo a la siguiente figura.

Siguiendo la aplicación de la norma AASHTO, se determina el Módulo Efectivo de Reacción de la subrasante tomando como valor el factor de pérdida de soporte asumido $LS = 1.0$ y Módulo de Reacción de la Sub-Rasante sin corregir $k=900$ psi, por lo tanto, del ábaco (Figura 2) se obtiene que k' efectivo es $K' = 250$ P

Confiabilidad (R%)

La confiabilidad lo define la AASHTO como la posibilidad en el que de tipo particular de daño (o unión de dicha concentración de daños), deben mantenerse por debajo o dentro de los parámetros permitidos en la vida de diseño del pavimento

El rango de confiabilidad recomendado se da:

R = 85.0%.

Dada la proporción de confiabilidad, la Desviación Standard Normal (Zr) en la cual se obtendrá de la Tabla 3, de la Guía de Diseño AASHTO – 93. Para 95% de Nivel de Confiabilidad nos resulta:

$$Z_r = -1.645.$$

Criterios de Evaluación se dará a conocer el modelo de dicho uso peatonal, así también como el transporte liviano, transporte de máxima carga y de vehículos para emergencias tales como las unidades de bomberos, ambulancias y primeros auxilios.

Capacidad portante del suelo según los reportes del laboratorio sabemos que el material de la subrasante está compuesto por arcilla arenosa (CL) o A-6(9), su valor de soporte CBR es de 40.00% a menos de 1.50m de profundidad.

Capacidad de rueda la carga por rueda por lo general es de 8 000 libras para un tren de tipo H20 o camión que contiene la carga de 16 000 libras por eje.

Se da las cualidades del terreno de fundación de acuerdo al registro de excavaciones, dicho material es permanente en el nivel de subrasante en la cual está constituida por arcilla arenosa color marrón claro rojizo. En el laboratorio se efectuó un ensayo Californiano Bearing Ratio (CBR) en una muestra representativa, obteniéndose:

$$\text{C.B.R al 100\% de la MDS: 98.00\%} \quad - \quad \text{C.B.R al 95\% de la MD 40.00\%}$$

Se determinó que el ensayo CBR elaborada en laboratorio, se obtuvo el módulo resiliente de la subrasante de la relación de Henkelom y Klomp, quienes establecieron que el módulo resiliente en psi:

$$M_r (\text{psi}) = 1,50 \times \text{CBR}$$

$$\text{Para nuestro caso } M_r (\text{psi}) = 1,50 \times (40.00) = 6,000 \text{ psi}$$

Procedimiento de Diseño

$$\text{Log}N_{18} = ZR S_o + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right]}{0.40 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log MR -$$

8.07 (EC.1)

Donde:

SN: Ecuación en el cual se obtiene el Número estructural requerido espesor total del pavimento

W18: Número de ejes equivalentes de 80 KN (18,0000lb) en el periodo de diseño.

ZR : Desviación estándar normal (depende de la confiabilidad, de diseño).

S_o : Error estándar por efecto de tráfico y comportamiento.

ΔPSI : variación de índice de serviciabilidad.

MR : Modulo de resiliente de la subrasante medido en psi.

El valor de SN o número estructural requerido para este proyecto se transforma en los espesores de la carpeta asfáltica, base y sub base, mediante coeficientes de capa que manifiesta

La dureza relativa de los materiales de cada capa. La ecuación de diseño es la siguiente

$$\text{Donde } SN = \alpha_1 * D_1 + \alpha_2 * D_2 * m_2 + \alpha_3 * D_3 * m_3$$

A_i : Coeficiente de la capa i (1/pulg.)

D_i : Espesor de la capa i (pulg.)

m_i : Coeficiente de drenaje de la capa i (adimensional)

Los subíndices 1,2 y 3 se refieren a las capas de carpeta asfáltica. Base y sub base (si se aplica) respectivamente. Los coeficientes de capa dependen del módulo resiliente del suelo (MR), se establece utilizar las definiciones esfuerzo-deformación de un sistema multicapa. Los coeficientes de capa usados en la pista de prueba AASHO SON:

Concreto asfáltico superficial a1 0.40 – 0.75 pulg-3

Base de material granular a2 0.10 – 0.20 pulg 8

Sub base de material granular a3 0.10 - 0.20 pulg 8

Cálculo de Número Estructural

El diseño de la carretera dependerá del tráfico esperado durante la vida de servicio y la confiabilidad en el comportamiento. Luego de calificar el suelo de la subrasante y determinar los valores de la confiabilidad (R), para el error estándar So y ESAL estimado, se puede determinar el valor del número estructural, SN, usando la ecuación (1).

Para el diseño del pavimento se tiene en cuenta los siguientes datos:

a) Periodo de Diseño: 10 años

b) Transito: Del estudio de tránsito realizado se sabe que el EAL (diseño) = 1.56E+05

c) Factor de confiabilidad(R): consideramos el 85%

d) Desviación Estándar Normal (Zr): Para Zr (85%) =-1.037

e) Efectos medioambientales: Las variaciones térmicas y humedad, afectan la resistencia, durabilidad y capacidad de transporte de carga

f) Perdida de Serviciabilidad: Es la calidad de servicio del pavimento al inicio (Po) y al final (Pt) de la vida útil del pavimento, se define como:

$$\Delta PSI = PO - PT$$

Para nuestro caso usamos: Po =4.20 y Pt =2.00

Y tenemos $\Delta PSI = Po - Pt = 4.2 - 2.0 = 2.2$

g) Modulo Resiliente Efectivo del suelo: Las propiedades mecánicas del suelo de la subrasante se caracterizan en AASTHO 93 por el módulo resiliente, MR. El módulo resiliente mide las propiedades elásticas reconociendo sus características no lineales.

El módulo resiliente se correlaciona con el CBR, mediante la siguiente ecuación:

$$MR \text{ (psi)} = 1.50 \times CBR = 1.50 \times (40) = 6,000 \text{ psi}$$

h) Pasos para el diseño:

Coefficientes de capa a1, usando los monogramas de diseño: $a1 = 0.20$ y $a2 = 0.20$

Coefficientes de drenaje, en el cual se obtendrá una buena calidad de drenaje para una determinada duración de saturación entre 5-25%: $m2 = m3 = 1.00$

Calculando tenemos:

El número estructural total (SNT) se da en función a la capacidad de soporte de la subrasante y del número de ejes equivalentes para el periodo de diseño. De manera siguiente y ascendente, se determina el número estructural de cada capa y a la vez examinar la capacidad del soporte de la base para el dicho tráfico. La diferencia entre los números estructurales así encontrados, es el número estructural que debe cumplir la capa correspondiente.

Standard Normal Deviate	$Z_r = -1.645$
Overall Standard Deviate	$S_o = -0.45$
Serviciabilidad Inicial	$P_i = -4.20$
Serviciabilidad Final	$P_t = -2.00$
Coefficiente de Drenaje	$m = -1.00$
Módulo Resiliente	$M_r = -6,000 \text{ psi}$
Transito	$EAL \text{ diseño} = 4.32 \text{ E}+06$

Con estos datos ingresamos al programa AASTHO 93

Figura 11. Programa AASTHO 93

The screenshot shows the 'Ecuación AASTHO 93' window with the following data:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible, Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 85% $Z_r = -1.037$, $S_o = 0.45$
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.2, PSI final = 2
- Módulo resiliente de la subrasante:** $M_r = 6000 \text{ psi}$
- Información adicional para pavimentos rígidos:**
 - Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi): []
 - Coefficiente de transmisión de carga - (J): []
 - Módulo de rotura del concreto - S_c (psi): []
 - Coefficiente de drenaje - (Cd): []
- Tipo de Análisis:** Calcular SN, Calcular W18
- Número Estructural:** $W18 = 128133.78$, $SN = 2.53$

Fuente: Elaboración AASTHO.

$$SN = 2.53$$

Considerando el grosor de la carpeta asfáltica de 2" y para verificar el espesor de la base granular usamos la siguiente expresión:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2$$

$$1.61 = 0.20 * 2 + 0.13 * D_2 * 1$$

$$D_2 = 8.95''$$

Por lo tanto los espesores finales son:

Superficie de rodadura = 3" (7.5cm)

Base granular = 8" (20cm)

Sub base granular = 8" (20cm)

V. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación correspondiente al diseño de infraestructura vial que fue interpretada y validada mediante un diseño de pavimento flexible y ensayos de laboratorio normados en el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se confirma el trabajo de investigación de (Gargate y Huamaní) en su trabajo que lleva por título “análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible-lima 2018” quien señalan que a través del Ensayo Marshall la estabilidad mejora modificando la mezcla con SBS, la cual en nuestro caso de igual forma aumenta la estabilidad en un 5.5% lo cual mejora favorablemente nuestro pavimento flexible.

El valor de estabilidad coincide con nuestros resultados, esto debido a la modificación de la mezcla asfáltica con polímeros, la diferencia de su investigación y la nuestra es en el valor de contenido óptimo de asfalto, el cual en el caso de ellos fue el 5.5% y en nuestro caso tiene un contenido óptimo de asfalto de 6.3% en relación a la mezcla.

Así mismo, la investigación confirmada por (Dávalos) en su trabajo de investigación que lleva por título “Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido”, el cual utilizo nuestra misma técnica de recolección de datos a través de la adición de poliestireno. En el cual nos indican que las propiedades mecánicas mejoran en un 60% con la adición del poliestireno, en el caso de este trabajo de investigación no hay una semejanza significativa ya que en nuestro caso la estabilidad, flujo, contenido de vacíos mejoran en un 5.5%, 6.7% y 4.8% respectivamente.

Por último, la investigación realizada por (Fernandez y Ruiz), que lleva por título “Mezcla asfáltica modificada con poliestireno por vía seca”, concluyeron que a través de los resultados Marshall se incrementa el valor de la estabilidad pero el flujo se mantiene en su valor inicial. El resultado de la estabilidad de esta investigación coincide con la nuestra ya que nuestra estabilidad también mejora en un 5.5% incorporando poliestireno, pero en el caso del valor de flujo no coincide ya que en nuestro caso este valor mejora favorablemente reduciendo un 6.7% del valor patrón el cual le otorga mayor resistencia frente a deformaciones permanentes.

VI. CONCLUSIONES

Primero:

Nuestro trabajo de investigación afirma que las mezclas asfálticas modificadas con perlas de poliestireno expandido para el diseño de un pavimento flexible mejoran favorablemente sus propiedades mecánicas con un porcentaje del 2% de poliestireno con respecto al peso de la mezcla. Nuestro pavimento tendrá mejores propiedades mecánicas y sin perjudicar el diseño del espesor de la carpeta asfáltica para su aplicación en la Avenida Ferrocarril, El Agustino-Lima.

Segundo:

Tomamos la hipótesis alterna que indica que el poliestireno expandido mejora la propiedad de la flexibilidad del pavimento flexible comprobándose que el valor del flujo de nuestra mezcla convencional tuvo un valor de 4.5 milímetros de pulgadas, mientras que nuestra mezcla modificada con el 2% de poliestireno tuvo un flujo de 4.3 milímetros de pulgadas, esto mejorará a las propiedades elásticas y flexibilidad del pavimento sin deformarse por la aplicación de cargas de tránsito vial y esto mejoraría favorablemente a nuestro pavimento flexible.

Tercero:

Tomamos la hipótesis alterna que indica que el poliestireno expandido aumentaría a estabilidad del pavimento flexible comprobándose que el valor de estabilidad de nuestra mezcla convencional tuvo un valor de 1028.0 kg, mientras que nuestra mezcla modificada con el 2% de poliestireno tuvo una estabilidad de 1085.0 kg mejorando en un 5.5%, esto influye positivamente en nuestro pavimento ya que la resistencia a las cargas vehiculares mejorarían y se evitarían desplazamiento y deformaciones o asentamiento de nuestro pavimento flexible.

Cuarto:

Tomamos la hipótesis alterna que indica que el poliestireno expandido mejoraría la impermeabilidad de nuestro pavimento flexible comprobándose que el valor de contenido de vacíos de nuestra mezcla convencional tuvo un valor de 6.3%, mientras que nuestra mezcla modificada con poliestireno expandido tuvo un valor de 6.0% reduciendo los vacíos en un 4.8%, esto influye positivamente a nuestro pavimento flexible ya que evita el paso del aire a nuestro diseño y además

filtraciones de sustancias líquidas y otras sustancias perjudiciales a nuestro terreno de fundación lo cual causaría grietas y el deterioro de nuestro pavimento. El manual de carreteras nos indica que el contenido de vacíos debe de encontrarse entre el 3% y 5% para permitir una compactación adicional a nuestra carpeta asfáltica.

Quinto:

Tomamos la hipótesis alterna que indica que el poliestireno expandido no perjudica al espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible, comprobándose que las propiedades mecánicas de las mismas no se han visto afectadas por la modificación del agregado fino y esto no implicaría aumentar el espesor de la capa de rodadura, así que el diseño del pavimento se mantendrá según los cálculos obtenidos y podrán ser aplicados para la propuesta en la Avenida Ferrocarril, El Agustino-Lima.

Sexto:

Finalmente, el presente trabajo de investigación tiene varios aportes al diseño de infraestructura viales, aportes estructural, económico y medioambiental, comprobándose nuestras hipótesis alternas y además verificándose que las perlas de poliestireno más económicas que el agregado fino generando un ahorro en los insumos. Así mismo, al ser un material no biodegradable, estaríamos contribuyendo al medio ambiente ya que reutilizaríamos el material termoplástico para aplicarlo en la construcción de un pavimento flexible en la Avenida Ferrocarril, El Agustino-Lima.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar nuevos porcentajes de poliestireno para nuevas investigaciones y de esta forma existen mejores resultados con otra dosificación de mezcla asfáltica modificada.

Se recomendamos realizar nuevas investigaciones de mezclas asfálticas modificadas con polímeros ya que según antecedentes validados las propiedades mecánicas tienden a mejorar, los cuales nos permiten nuevos aportes a la ingeniería civil.

En el presente trabajo de investigación se tuvo dificultades para la recolección de las especificaciones técnicas de la mecánica de suelos, por ello se recomienda en una futura investigación realizar de igual forma un ensayo de mecánica de suelos al pavimento en el cual se va a proponer la aplicación de esta mezcla asfáltica modificada.

REFERENCIAS

- Aguilar Quispe , R. C. (2015). *Diseno de pavimento flexible de la calle san miguel de piura - asociacion huacsapata, paucarpa ta - arequipa, usando el modulo de resiliencia efectivo*. Arequipa . Recuperado el 4 de Diciembre de 2020, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/215>
- Alan Neill , D., & Cortez Suárez , L. (2017). *Procesos y fundamentos de la investigación científica* . Machala, Ecuador: UTMACH. Recuperado el 29 de Junio de 2020
- Alvarez Viera , P. (2018). *Ética e investigación*. Colombia . Recuperado el 30 de Junio de 2020, de <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/434>
- Akbar, A., Akbar, K., Khan , N., Ali, A., Karim, A., & Fataz-ur-rehman. (26 de April de 2019). *Evaluation of the Effect of Polystyrene on the Performance of Asphalt Mixes*, 48-55. doi:doi: 10.11648/j.am.20190802.12
- Baena Paz , G. (2017). *Metodología de la investigación (3ra edición)* . México : Grupo editorial Patria . Recuperado el 29 de Junio de 2020
- Borja S., M. (2016). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo. Recuperado el 03 de Julio de 2020
- Bustamante Medina , D. M., & Diaz Salcedo , C. A. (2014). *Evaluacion de las propiedades mecanicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado*. Arequipa. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2894>
- Cervera Borja , C. A. (2016). *Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos, Cajamarca, 2016*. Cajamarca . Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://hdl.handle.net/11537/11236>
- Coicue Duarte , L. F., & Sepulveda Salazar , C. C. (2017). *Poliestireno de baja densidad como alternativa para mejorar las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica densa en claiente MDC-19*. Bogotá. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://hdl.handle.net/10983/15277>

- Comité Institucional de Ética en Investigación . (25 de Enero de 2016). Código de Ética para Investigación. *ULADECH*, 1-6 . Recuperado el 29 de Junio de 2020, de <http://www.uladech.edu.pe>
- Corbacho Chipana , J. E. (2019). *Análisis de la estabilidad marshall y la deformación permanente mediante el ensayo de rueda cargada de hamburgo de una mezcla asfáltica modificada en caliente con fibras de tereftalato de poliestireno reciclado en la ciudad del Cusco - 2018*. Cusco. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/3571>
- Córdova Recinos , O. G. (2015). *Evaluación de alternativas de reciclaje de poliestireno expandido (Duroport)*. Guatemala . Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puidi/INF-2014-44.pdf>.
- Dávalos Murray, Y. R. (2015). *Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: Poliestireno expandido* . Arequipa. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1910>
- Delgado Reyes, C. N., & Solano Paredes, S. J. (2019). *Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE-2019*. Lima . Recuperado el 03 de Julio de 2020, de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/41898>
- Estrada Escalante , V. R. (2017). *Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 plus y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBS PG 70-28*. Cusco. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1057>
- Fernández Rodríguez , P. E., & Ruiz Bedoya , N. A. (2018). *Mezcla asfáltica modificada con poliestireno por vía seca* . Quito. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15075>

- Fernandez Valero , Y. (2018). *Aplicación del sistema de gestión de pavimentos para mejorar la conservación y serviciabilidad del pavimento - Juliaca - 2016*. Puno . Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7526>
- Gargate Alva, F. M., & Huamani Sánchez , J. N. (2018). *Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018* . Lima. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/34891>
- Hernández Sampieri , R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio , M. D. (2014). *Metodología de la investigación (6ta edición ed.)*. México: McGraw Hill. Recuperado el 29 de Junio de 2020
- Herrera Heredia , V. R., & Ibadango Lòpez , L. S. (2014). *Estudio de tráfico y soluciones al congestionamiento vehicular en la Av. Universitaria (intersecciones con Bolivia-Santa Rosa), de la Ciudad de Quito*. Quito. Recuperado el 4 de Diciembre de 2020, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2967>
- Jawad Al-Haydari, I. S., & Ghassan Masued, G. (Noviembre de 2017). Benefit of using expanded polystyrene packaging material to improve pavement mixture properties . *Applied Research Journal* , 332-342. doi:10.13140/RG.2.2.21466.18882
- Khan, I. M., Kabir, S., Alhussain , M. A., & Almansoor, F. F. (2016). Asphalt design using recycled plastic and crumb-rubber waste for sustainable pavement construction. *El Sevier*, 145, 1557-1564. doi:10.1016/j.proeng.2016.04.196
- Lozada Alarcón , S. I. (2017). *Recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial de naranja, Lima 2017*. Lima. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/3564>
- Moscoso Loaiza, L. F., & Díaz Heredia , L. P. (2017). Aspectos éticos en la investigación cualitativa con niños . *Latinoamericana de Bioética* , 18(1), 1-15. doi:10.18359/rbi.2955

- Paredes Matta, E. V. (2009). *Comportamiento mecánico de las mezclas tipo SMA (Stone Mastic Asphalt)*. Lima. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/135>
- Parra Melgar, E. (2018). *Sustitución parcial del asfalto en una mezcla para pavimento a base de polímero reciclados*. Querétaro. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1131>
- Ramírez Montenegro, M. A. (2015). *Evaluación de compatibilidad de mezclas asfálticas, utilizando gregados de la cantera San Martín con cemento asfáltico PEN60/70 y emulsión asfáltica CSS-1HP*. Trujillo. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2528>
- Salazar Saldaña, G. K. (2019). *Comportamiento de las mezclas asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca*. Chimbote. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31641>
- Silvestre Velasquez, D. F. (2017). *Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima - 2017*. Lima. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1506>
- Sánchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., & Mejía Sáenz, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica*. Lima, Perú: Business Support Aneth S.R.L. Recuperado el 29 de Junio de 2020
- San Martín Maldonado, M. J. (2016). *Medida del módulo de rigidez de mezclas asfálticas reforzadas con fibras usando el ensayo de tracción indirecta*. Concepción. Recuperado el 9 de Agosto de 2020, de <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/2381>
- Saravia Alvarez, P. E., & Vejarano Quintana, H. M. (2019). *INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO SOBRE LA COMPACTACIÓN, CAPACIDAD DE SOPORTE Y RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE UN MATERIAL GRANULAR PARA CAPA BASE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUANCHACO - SANTIAGO*

DE CAO. Huanchaco . Recuperado el 4 de Diciembre de 2020, de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13160>

Tacza Zevallos , J. N. (2019). *Manual para la elaboración del plan de tesis o plan de trabajo de investigación*. Lima . Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <https://www.usmp.edu.pe/fia/pdf/graduados/titulo/Plan-de-Tesis-o-Plan-de-Trabajo-de-Investigacion.pdf>.

Tamayo y Tamayo , M. (2003). *El proceso de la investigación científica (4ta edición)* . México : Limusa S.A. . Recuperado el 03 de Julio de 2020

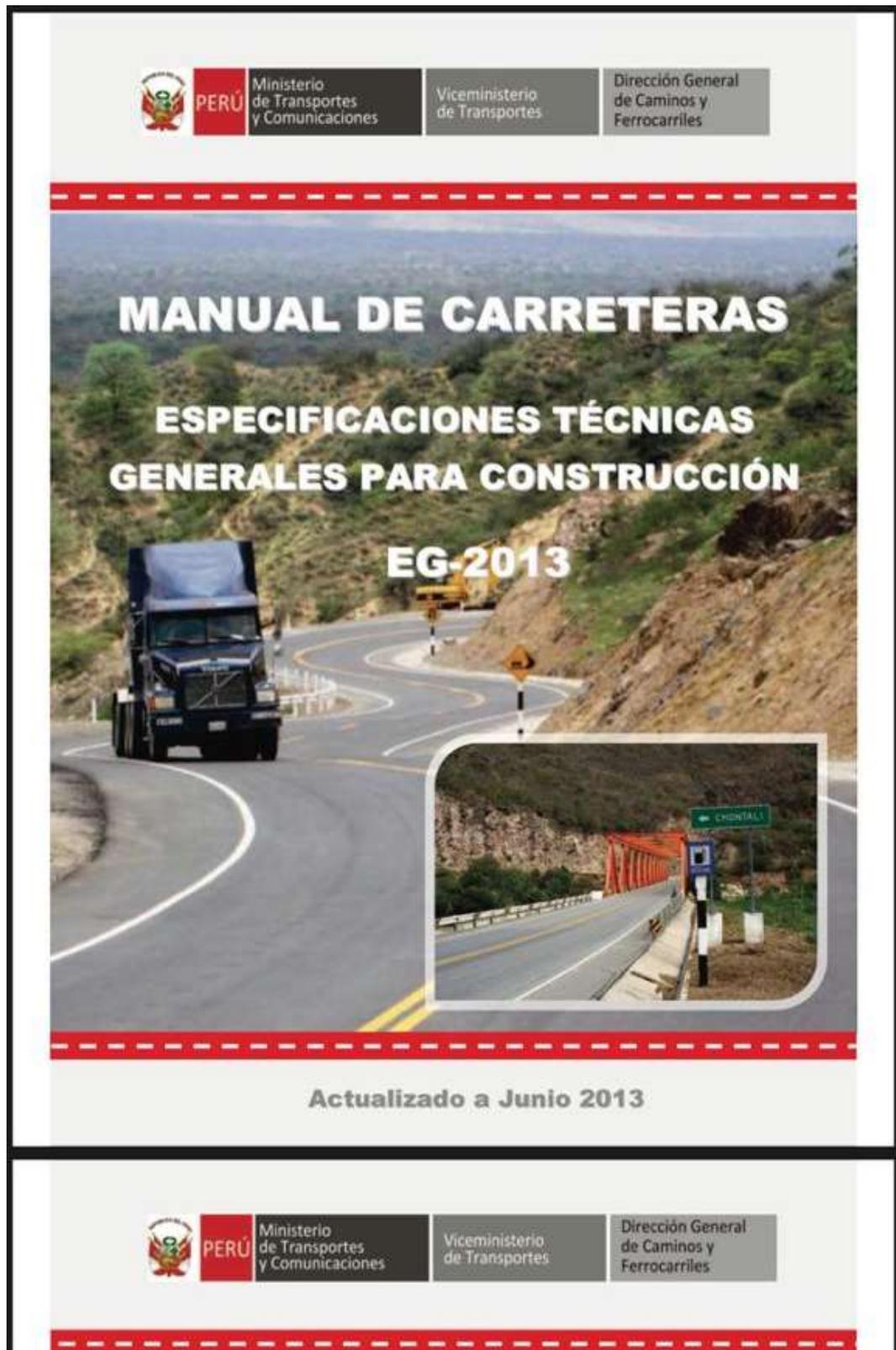
Tueros Davila , M. N. (2016). *Incorporación de polvo de caucho en mezcla asfáltica convencional para mejorar el comportamiento de la superficie de rodadura frente al ahuellamiento en la ciudad de Huancayo 2016*. Huancayo. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/283>

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE	Saravia y Vejarano (2019) menciona que los pavimentos están conformados por una o varias capas de mezclas asfálticas. Se le llama flexible porque no es diferente la rigidez de las capas del pavimento, por ello, este modelo de pavimento dirige los esfuerzos concentrados y las deformaciones de las capas inferiores en pequeñas áreas por lo cual la estructura del pavimento se modifica ante la aplicación de la carga. (p. 31-32)	Se caracteriza por estar conformado por una capa de mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular, las cuales mayormente van reduciendo su calidad conforme se acercan más a la subrasante.	-Agregados gruesos y finos	-Calidad de agregados gruesos y finos	Numérica continua
			-Impermeabilidad, Estabilidad, Flexibilidad.	-Estabilidad Marshall, flujo, densidad, contenido óptimo de asfalto y contenido de vacíos	Numérica continua
			-Estudio de suelos	-Tipo de suelos	Numérica continua
			-Espesores de capa	-Espesor de base, espesor de subbase, espesor de subrasante, espesor de carpeta asfáltica	Numérica continua
			-Estudio de tráfico vehicular	-Número de vehículos por día	Numérica continua
			-Módulo de resiliencia	-Kg/cm ²	Numérica continua

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables.

MEZCLA ASFÁLTICA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO	Bustamante y Díaz (2014) explicó: El Poliestireno Expandido se define técnicamente cómo un material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas pre-expandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire. (p. 158)	Material termoplástico de tipo polímero que es de tipo reciclable y se puede utilizar en un proceso constructivo	Calidad de material (poliestireno expandido) y cemento asfáltico	Ficha técnica (densidad, ensayo de penetración, ensayo de viscosidad)	Numérica continua
			Proporción de poliestireno en relación a la muestra (1%, 1.5%, 2%)	Porcentajes	Numérica continua

Anexo 2: Manual de Carreteras.



Anexo 3: MTC E 504.



Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

MTC E 504

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

1.0 OBJETO

- 1.1 Determinar a partir de la preparación y compactación de especímenes de mezcla bituminosa para pavimentación, de altura nominal de 64 mm y 102 mm de diámetro, el diseño de una mezcla asfáltica y calcular sus diferentes parámetros de comportamiento, por medio del método manual Marshall.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este modo operativo está destinado para su empleo con mezclas densas bituminosas de laboratorio y aquellas producidas en planta, con agregados hasta de 25 mm de tamaño máximo y para recompactación de muestras de pavimentos asfálticos.

- 2.2 Los especímenes de mezclas bituminosas compactadas, moldeadas por este procedimiento son empleados para varios ensayos físicos tales como estabilidad, flujo, resistencia a tracción indirecta y módulos. El análisis de densidad y vacíos también es conducido sobre especímenes para diseño de mezcla y evaluación de la compactación en campo.

Nota 1. Las mezclas no compactadas son empleadas para la determinación del peso específico teórico máximo.

- 2.3 Los valores de estabilidad Marshall y flujo junto con la densidad, vacíos de aire de la mezcla total, vacíos en el agregado mineral ó simplemente vacíos ó ambos, llenados con asfalto; son empleados para el diseño de mezclas en laboratorio así como para la evaluación de mezclas asfálticas. Así también la estabilidad y flujo Marshall pueden ser empleados para monitorear los procesos de producción de mezclas bituminosas en planta. También pueden ser empleados como referencia para evaluar diferentes mezclas y los efectos de acondicionamientos tales como con agua.

- 2.4 La estabilidad y flujo Marshall son características de las mezclas bituminosas determinadas a partir de especímenes compactados de una geometría específica y en una manera prescrita. La estabilidad Marshall es la máxima resistencia a la deformación a una razón constante de carga. La magnitud de la estabilidad Marshall varía con el tipo y gradación del agregado y grado del bitumen empleado así como su cantidad. Varias agencias establecen criterios para los valores de la estabilidad Marshall. El flujo Marshall es una medida de la deformación de las mezclas bituminosas determinado durante el ensayo de estabilidad. No existe un valor ideal pero hay límites aceptables. Si el flujo en el contenido óptimo de asfalto sobrepasa el límite superior, la mezcla se considera demasiado plástica ó inestable, y si está bajo el límite inferior esta se considera demasiado rígida.

- 2.5 Para propósitos de diseño de mezcla los resultados de los ensayos de estabilidad y flujo deberán consistir del promedio de un mínimo de 03 especímenes por cada incremento de contenido de ligante, donde el contenido de ligante varía en incrementos de 0,5% sobre un

Anexo 4: Ficha Técnica perlas de poliestireno.

PRESENTACION:

• **Isocret** se comercializa en **bolsas de 170 litros (1.6kg)**, la cual rinde 0.20m³ de hormigón, y de **85 litros (0.80kg)**, con un rendimiento de 0.1m³ de hormigón liviano.

• Para facilitar el uso del producto las bolsas de ISOCRET llevan impreso el modo de empleo, la proporción de la mezcla y propiedades del hormigón para densidades entre 250 y 350 kg/m³, siendo la aconsejada para contrapiso como mínimo la correspondiente a 250 Kg/m³.

Las propiedades del hormigón ultraligero fueron determinadas en los laboratorios de física mecánica de la Facultad de Ingeniería de la "Università degli Studi di Bologna" y en el Laboratorio de Estudios Termotécnicos del Instituto Giordano



DATOS TÉCNICOS:

Características de las perlas ISOCRET:

Densidad	10 Kg/m ³ con tolerancia $\pm 10\%$
Forma	perfectamente esférica
Color	blancas
Granulometría:	variable entre 4 y 8 mm.

Resistencia frente a sustancias:

El aditivo E.I.A. es alcalino con pH = 13 \pm 1, no es corrosivo y estable en condiciones normales. Debe tenerse en cuenta durante la estiba y el uso del producto la sensibilidad del EPS isopor a los efectos de disolventes orgánicos. Se recomienda verificar la reacción del material cuando se deba poner en contacto con sustancias de composición desconocida.

TABLAS DE DOSIFICACION PARA HORMIGON:

Tabla N° 1:

Dosificación para 0,20 m³ hormigón (una bolsa de 170 lts)

Densidad en seco (kg/m ³)	250	300	350
Cemento (kg)	50	60	70
Agua (lts)	25	30	35
Isocret (bolsa 170 lts)	1	1	1
Arena (kg)	--	--	--

Anexo 5: Instrumentos de recolección de datos

Anexo 5.1: Informe de los ensayos Marshall



Callao, 21 de noviembre de 2020

C – A&R L.S.A.C. N° 036-2020

Señores:
ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO
SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Presente: -

Atención: Samanamud Taboada, David Eleazar

Asunto: Entrega de Certificados de Diseño de Pavimentos con el Método Marshall.

De nuestra mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme usted para expresarle un cordial saludo y a la vez remitirle:

- Entrega de los certificados emitidos según el detalle siguiente:

Agradeciendo su atención a la presente, hago propicia la ocasión para reiterarle nuestros saludos.

N° Certificado	DESCRIPCIÓN	SERVICIO
IF-2020-952-AGA001	GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO	ARS - 20090
IF-2020-952-AGP001	GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO	ARS - 20090
IF-2020-952-IDA001	ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA	ARS - 20090
IF-2020-952-MFA001	MATERIAL FINO QUE PASA POR MALLA #200	ARS - 20090
IF-2020-952-AMN001	ENSAYO DE ABRASIÓN	ARS - 20090
IF-2020-952-GEG001	GE, ABS Y POROSIDAD DEL AGREGADO GRUESO	ARS - 20090
IF-2020-952-GEF001	GE, ABS Y POROSIDAD DEL AGREGADO FINO	ARS - 20090
IF-2020-952-PCA001	ENSAYO DE PARTICULAS CHATAS O ALARGADAS	ARS - 20090
IF-2020-952-PCF001	ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS	ARS - 20090
IF-2020-952-ARW001	ENSAYO RIEDEL WEBER	ARS - 20090
IF-2020-952-CAA001	ENSAYO STRIPPING	ARS - 20090
IF-2020-952-ESS001	ENSAYO DE SST	ARS - 20090
IF-2020-952-AGG001	GRANULOMETRÍA GLOBAL	ARS - 20090



IF-2020-952-EMM001	ENSAYO DE MECLA ASFÁLTICA (MARSHALL)	ARS - 20090
IF-2020-952-AGG002	GRANULOMETRÍA GLOBAL	ARS - 20090
IF-2020-952-EMM002	ENSAYO DE MECLA ASFÁLTICA (MARSHALL)	ARS - 20090
IF-2020-952-AGG003	GRANULOMETRÍA GLOBAL	ARS - 20090
IF-2020-952-EMM003	ENSAYO DE MECLA ASFÁLTICA (MARSHALL)	ARS - 20090

Sin más, me despido, no sin antes agradecer su atención y entera confianza con nuestra empresa.

Atentamente,



Víctor F. Rojas Caballero
GERENTE DE PROYECTOS
GRUPO A&R INGENIEROS S.A.C.

Víctor Rojas Caballero
Gerente de Proyecto
Grupo A&R Ingenieros SAC.

Anexo 5.1.1: Resultado de ensayo de granulometría de piedra chancada.



INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-AGP001 ARS-20090

ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE

COD: A&R - FP - 2019 - 022
REV: 1
APR: J.A.Q.
FEC: FEB - 2019

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

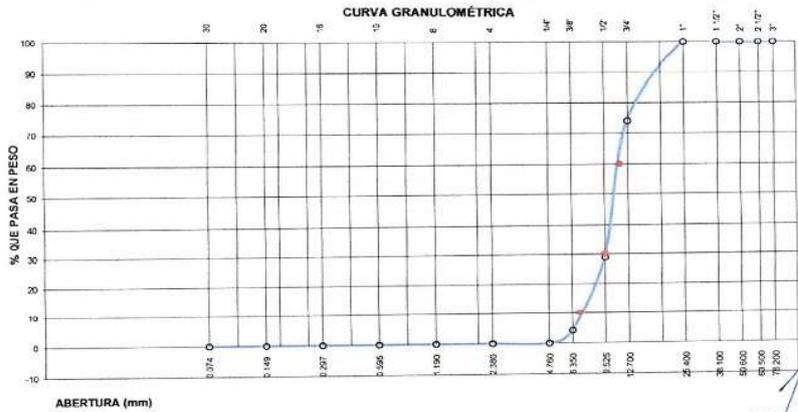
SOLICITANTE : ROJÓ VENTURA, LUIS ALBERTO **MUESTRA** : CANTERAS

UBICACIÓN : EL AGUSTINO - LIMA **IDENTIFICACIÓN** : PIEDRA CHANCADA

FECHA DE RECEPCIÓN : 2/11/2020 **CANTIDAD** : 75 KG

FECHA DE EJECUCIÓN : 2/11/2020 **TÉCNICO RESPONSABLE** : DANNY LÓPEZ VIGO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZ		MATERIAL RETENIDO		%ACUM PASA	ESPECIFICACIONES	
	N°	AB. (mm)	PESO (g)	%PARC.		%ACUM	MÍN (%)
	3"	76.200	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
	2 1/2"	63.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
	2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
	1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
	1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
	1/2"	12.700	132.60	26.00%	26.00%	74.00%	
	3/8"	9.525	229.50	45.00%	71.00%	29.00%	
	1/4"	6.350	127.50	25.00%	96.00%	4.00%	
	N° 4	4.750	20.40	4.00%	100.00%	0.00%	
	N° 8	2.380	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	
	N° 16	1.190	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	
	N° 30	0.595	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	
	N° 50	0.297	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	
	N° 100	0.149	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	
	N° 200	0.074	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	
	BANDEJA		0.00	0.00%	100.00%	0.00%	
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA	% GRAVA	100.00%	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN:		GRAVA POBREMENTE GRADADA		
	% ARENA	0.00%	AASHTO				
	% FINOS	0.00%	A-1-a (0)				



OBSERVACIONES:

RAUL RODOLFO
POZO GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg.-CIP N° 130429

Anexo 5.1.2: Resultado de ensayo de granulometría de arena zarandeada.



INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-AGA001 ARS-20090

ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE

COD: A&R - FP - 2019 - 022
REV : 1
APR : J.A.G.
FEC : FEB - 2019

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO **MUESTRA** : CANTERAS
SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR **IDENTIFICACIÓN** : ARENA ZARANDEADA

UBICACIÓN : EL AGUSTINO - LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 2/11/2020 **CANTIDAD** : 75 KG

FECHA DE EJECUCIÓN : 2/11/2020 **TÉCNICO RESPONSABLE** : DANNY LÓPEZ VIGO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZ		MATERIAL RETENIDO			%ACUM PASA	ESPECIFICACIONES			
	N°	AB (mm)	PESO (g)	%PARC.	%ACUM		MÍN. (%)	MÁX. (%)		
	3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			PESO INICIAL (g)	2,596.0
	1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			PORC. DE FINOS (g)	518.7
	3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			HUMEDAD (%)	4.81%
	1/4"	6.350	22.16	2.92%	2.92%	97.08%			LL (%)	NP
	N° 4	4.760	26.03	3.44%	6.36%	93.64%			LP (%)	NP
	N° 8	2.380	69.41	9.16%	15.52%	84.48%			IP (%)	-
	N° 10	2.000	74.55	9.84%	25.36%	74.64%			Cu	13.15
	N° 16	1.190	46.92	6.19%	31.55%	68.45%			Cc	2.51
	N° 20	0.840	110.72	14.61%	46.16%	53.84%				
	N° 30	0.595	85.64	11.30%	57.46%	42.54%			D10 (mm)	0.074
	N° 40	0.420	98.49	13.00%	70.46%	29.54%			D30 (mm)	0.425
	N° 50	0.297	70.99	9.37%	79.83%	20.17%			D60 (mm)	0.973
	N° 80	0.177	28.95	3.82%	83.65%	16.35%			TMN	1/2"
	N° 100	0.149	23.47	3.10%	86.75%	13.25%			MF	
	N° 200	0.074	23.57	3.11%	89.86%	10.14%			HUSO	ASTM C33
	BANDEJA		75.86	10.14%	100.00%	0.00%				
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA	% GRAVA		46.16%		CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN:					
	% ARENA		43.70%		AASHTO		SUCS		ARENA BIEN GRADA CON LIMO Y GRAVA	
	% FINOS		10.14%		A-1-a (0)		SW-SM			



OBSERVACIONES:

RAUL RODOLFO POZO GARCIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 130429

Anexo 5.1.3: Resultado de ensayo de equivalente de arena AASTM-D2419.

INFORME DE LABORATORIO N° IF-2020-952-IDA001
ARS - 20090
 ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE

COD: A&R-IF-2019-026
 REV: 1
 A&R: J.A.G.
 FECH: 08E - 2019

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO **MUESTRA** : CANTERAS
 SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR **IDENTIFICACIÓN** : ARENA ZARANDEADA

FECHA DE ENSAYO : 2/11/2020 **CANTIDAD** : 75 KG

FECHA RECEPCIÓN : 2/11/2020 **PRESENTACIÓN** : SACOS DE POLIESTIRENO

ING. RESPONSABLE : RAÚL POZO GARCÍA **TÉC. RESPONSABLE** : ERIKA BELLIDO

EQUIVALENTE DE ARENA ASTM - D2419					
DESCRIPCIÓN	UNID.	IDENTIFICACIÓN			PROMEDIO
		1	2	3	
Hora de entrada a saturación		13:37:00	13:39:00	13:41:00	
Hora de salida de saturación (más 10')		13:47:00	13:49:00	13:51:00	
Hora de entrada a decantación		13:49:00	13:51:00	13:53:00	
Hora de salida de decantación (más 20')		14:09:00	14:11:00	14:13:00	
Altura máxima de material fino	cm	9.20	9.00	9.30	
Altura máxima de la arena	cm	4.60	4.40	4.50	
EQUIVALENTE DE ARENA	%	50.0	48.9	48.4	50


**RAUL RODOLFO
 POZO GARCÍA**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 130429

OBSERVACIONES: MATERIAL IDENTIFICADO Y MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

Anexo 5.1.4: Resultado de ensayo de cantidad de material fino que pasa por el tamiz N.º 200 ASTM-C117.



INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-MFA001
ARS - 20090

COD: A&R-FP-2019-025
REV: 1
APR: J.A.Q.

**ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO **MUESTRA** : CANTERAS
SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR **IDENTIFICACIÓN** : ARENA ZARANDEADA

FECHA DE ENSAYO : 2/11/2020 **CANTIDAD** : 75 KG

FECHA RECEPCIÓN : 2/11/2020 **PRESENTACIÓN** : SACOS DE POLIESTIRENO

ING. RESPONSABLE : RAÚL POZO GARCÍA **TÉC. RESPONSABLE** : J.V.

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200
ASTM - C117**

DATOS		1	2	PROMEDIO
PESO INICIAL SECO (g)		501.14	502.09	
PESO FINAL SECO (g)		446.84	452.14	
PESO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ N°200 (g)		54.3	49.95	
RESULTADO (%)		10.8	9.9	10.4

OBSERVACIONES:

Ry
RAUL RODOLFO
POZO GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 130429

Anexo 5.1.5: Resultado de ensayo de determinación a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión en la máquina de los ángeles NPT 400.019.



INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-AMN001

ARS - 20090

ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE

COD: ABR-19-2019-032
REV: 1
APR: J.A.Q.
FEC: ENE - 2019

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ALFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO MUESTRA : CANTERAS
SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR IDENTIFICACIÓN : PIEDRA CHANCADA HUSO 67

FECHA RECEPCIÓN : 2/11/2020 CANTIDAD : 75 KG

FECHA DE ENSAYO : 2/11/2020 PRESENTACIÓN : SACOS DE POLIESTIRENO

ING. RESPONSABLE : RAÚL POZO GARCÍA TÉC. RESPONSABL : ERIKA BELLIDO

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (NPT 400.019)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO	RESULTADO (%)
PIEDRA CHANCADA USO 67	GRADACIÓN 8	14
	NÚMERO DE ESFERAS 11	

OBSERVACIONES: MUESTRA PROPORCIONADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE

RP
RAUL RODOLFO
POZO GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 130429

Anexo 5.1.6: Resultado de ensayo de gravedad específica, absorción y porosidad de agregado grueso ASTM C127.



**INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-GEG001
ARS - 20090**

ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE

COD: A&R - FP - 2019 - 023
REV: 1
APR: J.A.G.
FEC: FEB - 2019

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO
SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR

FECHA RECEPCIÓN : 2/11/2020

FECHA DE ENSAYO : 2/11/2020

ING. RESPONSABLE : RAÚL POZO GARCÍA

MUESTRA : CANTERAS

IDENTIFICACIÓN : PIEDRA CHANCADA HUSO 67

CANTIDAD : 75 KG

PRESENTACIÓN : SACOS DE POLIESTIRENO

TÉC. RESPONSABL : DANNY LOPEZ VIGO

GRAVEDAD ESPECÍFICA, ABSORCIÓN Y POROSIDAD DE AGREGADO GRUESO ASTM C127				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	1	2	PROMEDIO
Peso del agregado saturado	[g]	5,523.00	5,425.00	
Peso del agregado sumergido	[g]	3,525.00	3,450.00	
Vol. de masa + vol. de vacíos	[cm ³]	1,998.00	1,975.00	
Peso del agregado seco	[g]	5,515.00	5,370.00	
Vol. de masa	[g]	1,990.00	1,920.00	
Peso Especifico (Base seca)	[g/cm ³]	2.76	2.72	2.74
Peso Especifico (Base saturada)	[g/cm ³]	2.76	2.75	2.76
Peso Especifico (Aparente)	[g/cm ³]	2.77	2.80	2.78
Absorción	[%]	0.15	1.02	0.58

OBSERVACIONES: MUESTRA PROPORCIONADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE

RPG
RAÚL ROBOLEFO
POZO GARCÍA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIR. N° 130429

Anexo 5.1.7: Resultado de ensayo de determinación de gravedad específica y absorción del agregado fino ASTM C 128-15.



INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-GEF001
ARS - 20090

ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE

COD: A&R-PP-2019-023
REV : 1
APR : J.A.G.
FE: FEB-2019

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO
SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR

FECHA RECEPCIÓN : 2/11/2020

FECHA DE ENSAYO : 2/11/2020

ING. RESPONSABLE : RAÚL POZO GARCÍA

MUESTRA : CANTERAS

IDENTIFICACIÓN : ARENA ZARANDEADA

CANTIDAD : 75 KG

PRESENTACIÓN : SACOS DE POLIESTIRENO

TÉC. RESPONSABLE : DANNY LOPEZ VIGO

DETERMINACION DE GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (ASTM C 128 - 15)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	1	2	PROMEDIO
Peso del Agregado	[g]	500.00	500.00	
Peso del Picnómetro	[g]	143.90	156.82	
Peso del Agregado + Picnómetro	[g]	643.90	656.82	
Peso del Picnómetro + Agregado + Agua	[g]	959.50	973.84	
Peso del Agua	[g]	315.60	317.02	
Peso del Agregado seco	[g]	495.98	496.50	
Vol. del Picnómetro	[cm ³]	500.00	500.00	
Peso Especifico (Base seca)	[g/cm ³]	2.69	2.71	2.70
Peso Especifico (Base saturada)	[g/cm ³]	2.71	2.73	2.72
Peso Especifico (Aparente)	[g/cm ³]	2.75	2.77	2.76
Absorción	[%]	0.81	0.70	0.76

OBSERVACIONES: MUESTRA PROPORCIONADA Y SELECCIONADA POR EL CLIENTE

RAÚL ROBERTO
POZO GARCÍA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 130429

Anexo 5.1.8: Resultado de ensayo de agregados, Partículas chatas o alargadas en el agregado grueso NTP 400.040.



**INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-PCA001
ARS - 20090**

**ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE**

COD: A&R-FP-2019-025
REV: 1
APR: J.A.Q.

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO **MUESTRA** : CANTERAS
SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR **IDENTIFICACIÓN** : PIEDRA CHANCADA HUSO 67

FECHA RECEPCIÓN : 2/11/2020 **CANTIDAD** : 75 KG

FECHA DE ENSAYO : 2/11/2020 **PRESENTACIÓN** : SACOS DE POLIESTIRENO

ING. RESPONSABLE : RAÚL POZO GARCÍA **TÉC. RESPONSABLE** : J.V.

**AGREGADOS, PARTÍCULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO
NTP 400.040**

IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	RESULTADO (%)
PIEDRA CHANCADA HUSO 67	PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (RELACIÓN 1 A 3)	2.7

OBSERVACIONES: MUESTRA PROPORCIONADA E IDENTIFICADA POR EL CLIENTE

RAUL ROZOLFO
POZO GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg-CIP.N° 130429

Anexo 5.1.9: Resultado de Ensayo de porcentajes de caras de fractura en el agregado grueso MTC E-210.



INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-PCF001
ARS - 20090

COD: A&R-FP-2019-025
REV: 1
APR: J.A.Q.

ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO **MUESTRA** : CANTERAS
SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR **IDENTIFICACIÓN** : PIEDRA CHANCADA HUSO 67

FECHA RECEPCIÓN : 2/11/2020 **CANTIDAD** : 75 KG

FECHA DE ENSAYO : 2/11/2020 **PRESENTACIÓN** : SACOS DE POLIESTIRENO

ING. RESPONSABLE : RAÚL POZO GARCÍA **TÉC. RESPONSABLE** : J.V.

PORCENTAJE DE CARAS DE FRACTURA EN EL AGREGADO GRUESO MTC E-210

IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	RESULTADO (%)
PIEDRA CHANCADA HUSO 67	Partículas con una o más caras de fractura	99.6
	Partículas con dos o más caras de fractura	98.5

RAÚL
RAUL RODOLFO
POZO GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIR N° 130429

OBSERVACIONES:

Anexo 5.1.10: Resultado de ensayo de Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (procedimiento Riedel Wieber) MTC E-220.



INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-ARW001

ARS - 20090

**ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE**

COD: A&R-FP-2018-025
REV: 1
APR: J.A.Q.

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO **MUESTRA** : AGREGADOS
SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR **IDENTIFICACIÓN** : ARENA ZARANDEADA

FECHA RECEPCIÓN : 2/11/2020 **CANTIDAD** : 75 KG

FECHA DE ENSAYO : 2/11/2020 **PRESENTACIÓN** : SACOS

ING. RESPONSABLE : RAÚL POZO GARCÍA **TÉC. RESPONSABLE** : J.V.

**ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ÁRIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL WIEBER)
MTC E-220**

IDENTIFICACIÓN	ADITIVO (% EN PESO DEL ASFALTO)	RESULTADO (GRADO)
		DESPRENDIMIENTO PARCIAL - DESPRENDIMIENTO TOTAL
ARENA ZARANDEADA	0.50%	4 - 9

OBSERVACIONES: Tipo de ligante: Cemento asfáltico PEN 60/70
Tipo de aditivo: Mejorador de adherencia "Quimibond 3000"

RAÚL RODOLFO
POZO GARCÍA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 430429

Anexo 5.1.11: Resultado de ensayo de cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos (incluye emulsiones) en presencia del agua (Stripping) mezclas abiertas y/o T.S.



INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-CAA001
ARS - 20090

COD: A&R-FP-2018-025
REV: 1
APR: J.A.Q.

**ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO **MUESTRA** : AGREGADOS
SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR **IDENTIFICACIÓN** : PIEDRA CHANCADA HUSO 67

FECHA RECEPCIÓN : 2/11/2020 **CANTIDAD** : 75 KG

FECHA DE ENSAYO : 2/11/2020 **PRESENTACIÓN** : SACOS DE POLIESTIRENO

ING. RESPONSABLE : RAÚL POZO GARCÍA **TÉC. RESPONSABLE** : J.V.

CUBRIMIENTO DE LOS AGREGADOS CON MATERIALES ASFÁLTICOS (INCLUYE EMULSIONES) EN PRESENCIA DEL AGUA (STRIPPING) MEZCLAS ABIERTAS Y/O T.S.

IDENTIFICACIÓN	REVESTIMIENTO (%)	CUBRIMIENTO (%)
PIEDRA CHANCADA HUSO 67	100	+ 95

OBSERVACIONES: Cemento asfáltico PEN 60/70

RAUL RODOLFO
POZO GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 130429

Anexo 5.1.12: Resultado de ensayo de sales solubles en agregados para pavimentos flexibles MTC E-219.



INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-GEG001
ARS - 20090
 ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE

COD: A&R - FP - 2019 - 096
 REV: 1
 APR: J.A.Q.
 FEC: FEB - 2019

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALEERTO
 SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR

FECHA RECEPCIÓN : 2/11/2020

FECHA DE ENSAYO : 2/11/2020

ING. RESPONSABLE : RAÚL POZO GARCÍA

MUESTRA : AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN : LA QUE SE INDICA

CANTIDAD : 75 KG

PRESENTACIÓN : SACOS DE POLIESTIRENO

TÉC. RESPONSABL : DANNY LOPEZ VIGO

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES MTC E - 219	
IDENTIFICACIÓN	UNIDAD
ARENA ZARANDEADA	635
PIEDRA CHANCADA HUSO 67	214

OBSERVACIONES:

R. P.
 RAÚL RODRÍGUEZ
 POZO GARCÍA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 130429

Anexo 5.2: Informe de ensayo Marshall de mezcla asfáltica convencional.



INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-AGG001 ARS-20090

COD: A&R - FP - 2019 - 022
REV: 1
APR: J.A.G.
FEC: FEB - 2019

ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

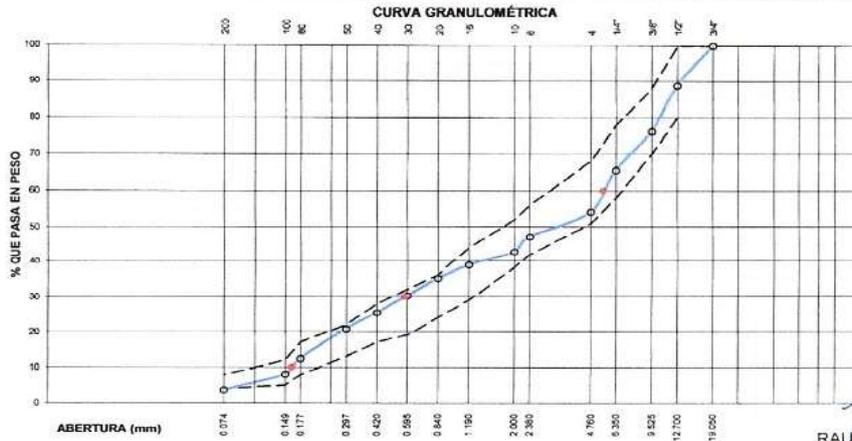
SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO **MUESTRA** : AGREGADOS
SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR **IDENTIFICACIÓN** : LA QUE SE INDICA

UBICACIÓN : EL AGUSTINO - LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 2/11/2020 **CANTIDAD** : 75 KG

FECHA DE EJECUCIÓN : 2/11/2020 **TÉCNICO RESPONSABLE** : DANNY LÓPEZ VIGO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZ		MATERIAL RETENIDO			%ACUM PASA	ESPECIFICACIONES		MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL
	N°	AB (mm)	PESO (g)	%PARC.	%ACUM.		MIN. (%)	MAX. (%)	
	3/4"	19 050	0 00	0 00%	0 00%	100 00%		100	
	1/2"	12 700	89 56	11 31%	11 31%	88 69%	80	100	
	3/8"	9 525	98 46	12 43%	23 73%	76 27%	70	88	70.00% ARENA ZARANDEADA
	1/4"	6 350	85 48	10 79%	34 52%	65 48%			30.00% PIEDRA CHANCADA
	N° 4	4 760	89 72	11 33%	45 85%	54 15%	51	68	
	N° 6	2 380	55 49	7 00%	52 85%	47 15%			
	N° 10	2 000	34 55	4 38%	57 22%	42 78%	38	52	
	N° 16	1 190	32 22	4 07%	61 28%	38 72%			
	N° 20	0 840	29 61	3 74%	65 02%	34 98%			
	N° 30	0 595	37 44	4 73%	69 75%	30 25%			
	N° 40	0 420	38 52	4 86%	74 61%	25 39%	17	28	
	N° 50	0 297	36 94	4 66%	79 27%	20 73%			
	N° 80	0 177	65 49	8 39%	87 67%	12 33%	8	17	
	N° 100	0 149	33 47	4 22%	91 89%	8 11%			
	N° 200	0 074	35 59	4 49%	96 38%	3 62%	4	8	
	BANDEJA		28 65	3 62%	100 00%	0 00%			
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA	% GRAVA	65 02%	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN:			ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA			
	% ARENA	31 36%	AASHTO SUCS						
	% FINOS	3 62%	A-1-a (0) SP						



R.R.
RAUL RODOLFO
POZO GARCIA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 130429

OBSERVACIONES:

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFALTICAS CON POLIESTIRENO EXPANADO EN LA AVENIDA FERROCARRIL EL AGUSTINO - 2008
 RECEPCIÓN : 21/10/20
 FECHA DE ENSAYO : 01/10/20
 RESPONSABLE : Ing. RAUL POZO GARCIA

ENSAYO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

REFERENCIA DE LA PRUEBA :
 IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL
 MAESTRIA : CANTERA LA CALERA
 TAMAÑO MÁX. AGREG : 34.5mm

TIPO DE ASFALTO : Sólido
 CLASIFICACIÓN : PEN 60/70
 TEMP. DE MEZCLA (°C) : 140-145

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE - MÉTODO MARSHALL
 ASTM D 6926 - ASTM D 6927**

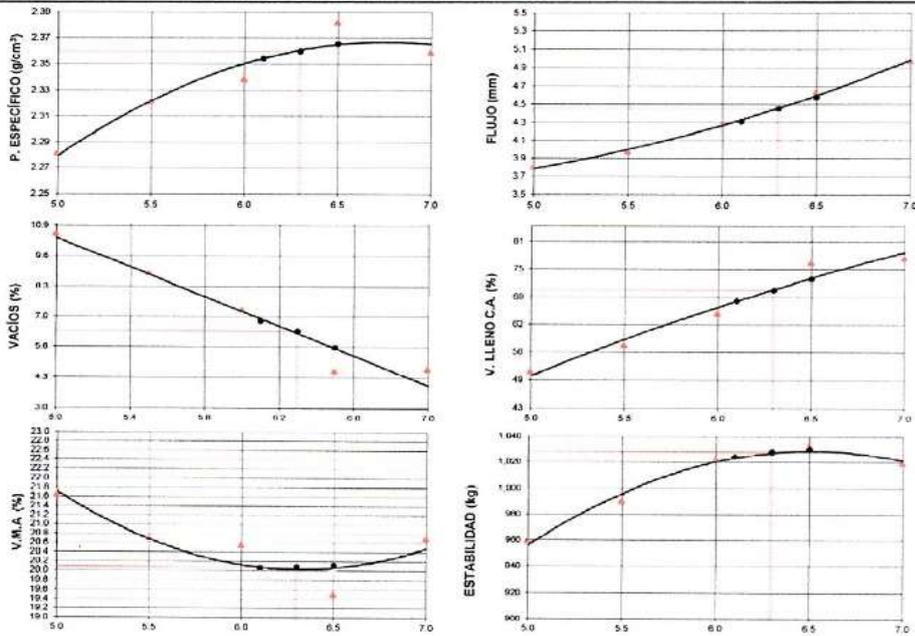
N°	DETERMINACIÓN	UNID.	PROMEDIO			PROMEDIO			PROMEDIO			PROMEDIO			PROMEDIO		
			1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C
1	GEOMETRÍA FLOTANTE EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	(N)	5.0	5.1	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	
2	AGREGADO SUELO (S) N° 4 EN PESO DE LA MEZCLA	(N)	28.50	28.95	28.30	28.30	28.30	28.30	28.30	28.30	28.30	28.30	28.30	28.30	28.30	28.30	
3	AGREGADO FINO (F) N° 4 EN PESO DE LA MEZCLA	(N)	86.50	86.95	86.10	86.10	86.10	86.10	86.10	86.10	86.10	86.10	86.10	86.10	86.10	86.10	
4	PULVERÍNEO EN PAGO N° 200 EN PESO DE LA MEZCLA	(N)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO (APARIENTE)	(g/cm³)	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO SUELO (S) N° 4	(g/cm³)	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO (F) N° 4	(g/cm³)	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	
8	PESO ESPECÍFICO DEL PULVERÍNEO (APARIENTE)	(g/cm³)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
9	ALCANTARA PROMEDIO DE LA BLOQUETA	(mm)	6.61	6.58	6.74	6.61	6.54	6.71	6.62	6.74	6.62	6.68	6.75	6.67	6.63	6.65	6.68
10	PESO DE LA BLOQUETA AL AIRE (P)	(g)	1210.4	1210.6	1208.7	1210.2	1210.4	1210.5	1210.47	1209.0	1208.5	1208.1	1209.8	1209.4	1209.3	1209.3	1209.4
11	PESO DE LA BLOQUETA AL AGUA (Q)	(g)	1202.3	1202.5	1211.0	1203.9	1203.8	1205.0	1203.9	1203.92	1207.2	1207.8	1207.1	1204.0	1206.1	1205.1	1205.4
12	PESO DE LA BLOQUETA EN EL AGUA	(g)	88.0	87.0	88.1	88.3	86.5	86.4	86.4	86.5	86.1	86.6	87.0	87.0	87.0	87.0	87.0
13	VOLUMEN DE LA BLOQUETA	(cm³)	34.3	34.5	32.7	33.3	32.7	32.4	32.9	32.9	33.1	33.0	32.7	33.1	33.0	33.0	33.0
14	PESO ESPECÍFICO DE LA BLOQUETA	(g/cm³)	35.0	35.0	36.4	35.7	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6
15	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (MTC) DE B	(g/cm³)	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601
16	INDICES	(N)	5.0	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
17	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL	(g/cm³)	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
18	INDICES DE AGREGADO (MTC) (N) (A)	(N)	20.7	20.1	20.3	20.4	20.7	21.0	20.4	20.6	20.2	20.1	20.1	20.0	19.8	19.4	19.4
19	INDICES LLENADO CON CEMENTO ASFALTICO	(N)	34.1	47.2	52.1	37.0	37.3	36.3	36.1	37.3	36.0	35.1	34.2	35.0	35.7	35.0	34.0
20	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	(g/cm³)	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
21	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL	(N)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	ASFALTO EFECTIVO	(N)	4.26	4.62	4.62	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26
23	RELACION VOLUMEN / ASFALTO		210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210
24	FLUJO	(mm)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
25	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	(g)	1070	1070	1043	1066	1070	1060	1064	1030	1020	1040	1040	1030	1010	1000	1000
26	FACTORES DE ESTABILIDAD		0.96	0.93	0.92	0.96	1	0.98	1	0.98	1	1	1	1	1	1	1
27	ESTABILIDAD CORREGIDA	(g)	967	935	924	959	1070	1064	1062	958	920	1040	1040	1030	1010	1000	1000
28	RELACION ESTABILIDAD	(g/cm³)	2540	2400	2800	2520	2800	2800	2800	2400	2300	2400	2400	2300	2300	2300	2300

OBSERVACIONES : La preparación de mezcla de agregados con la plasticidad de los granulados "MTC" según ASTM D 6926.

Ry
RAUL RODOLFO POZO GARCIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 130429

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFALTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020
 SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO - SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR
 RECEPCIÓN : 2/11/2020 FECHA DE ENSAYO : 8/11/2020
 RESPONSABLE : Ing. RAÚL POZO GARCÍA

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE
 MÉTODO MARSHALL
 ASTM D 6926 - ASTM D 6927**



IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL
 MEZCLA DE AGREGADOS :
 MUESTRA : CANTERA LA GLORIA
 - Grava Chancada 3/4 : 30.0 %
 - Arena Chancada : 70.0 %
 - Poliestireno : 0.0 %

OBSERVACIONES :
 - La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MITC EG 2000


RAÚL RODOLFO POZO GARCÍA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 130429

	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Informe N° : AYR-NOV-90
		Fecha de Emisión : 17/11/2020
		Realizado por : D.L.V.
		Revisado por : Ing. RAÚL POZO GARCÍA
		Certificado N° : 952-2020/MAC

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL EL AGUSTINO - 2020
 SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO - SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2/11/2020 FECHA DE ENSAYO : 8/11/2020
 RESPONSABLE : Ing. RAÚL POZO GARCÍA

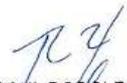
**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 - ASTM D 6927)**

IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL	LIGANTE BITUMINOSO
MEZCLA DE AGREGADOS	TIPO DE ASFALTO : Sólido
MUESTRA : CANTERA LA GLORIA	CLASIFICACIÓN : PEN 60/70
Grava Chancada 3/4" : 30 % LIMA	ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.3
Arena Chancada : 70 % LIMA	TEMP. DE MEZCLA (°C) : 140 - 145
Poliestireno : 0 %	FECHA DE ENSAYO : 8/11/2020
T. Máximo : 3/4 pulg	

ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL ASTM D 6926 - ASTM D 6927				
CARACTERÍSTICAS MÉTODO MARSHALL				
N° DE GOLPES			75	
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO (%)		6.1	6.3	6.5
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D 1188)		2.354	2.360	2.365
ESTABILIDAD (kg) (ASTM D 6927)		1,024	1,028	1,030
FLUJO (mm) (ASTM D 6927)		4.3	4.5	4.6
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D 3203)		6.8	6.3	5.6
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D 6926)		20.1	20.1	20.1
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D 6926)		67.7	70.2	72.8
RELACIÓN POLVO / ASFALTO (ASTM D 6926)		1.4		
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D 4469)		0.28		
ESTABILIDAD / FLUJO (kg/cm) (ASTM D 6927)		2,376	2,310	2,249
TEMPERATURA DE ROTURA (°C)		140 - 145		

OBSERVACIONES:

- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MTC EG 2000


RAÚL RODOLFO POZO GARCÍA
 INGENIERO CIVIL
 Rég. CIP N° 130429

Anexo 5.3: Informe de ensayo Marshall de mezcla asfáltica incorporando 1% de poliestireno.



INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-AGG002 ARS-20090

ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE

COD: A&R - FP - 2019 - 022
REV: 1
APR: I.A.C.
FEC: FEB - 2019

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

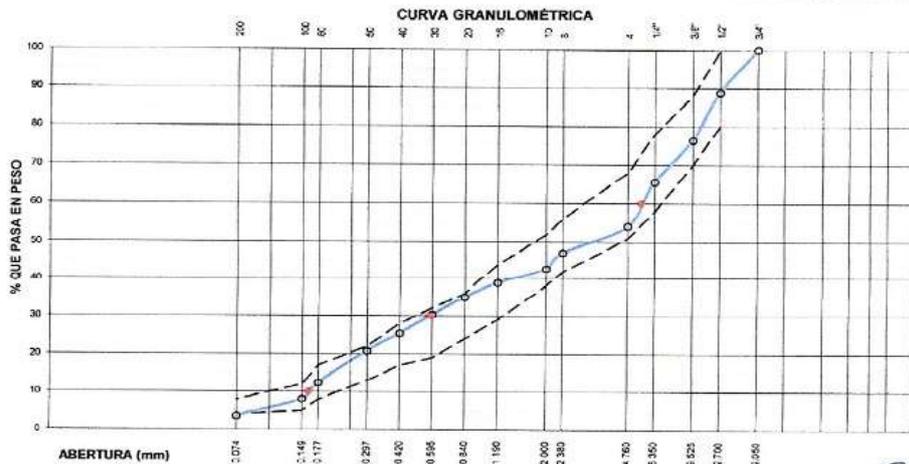
SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO **MUESTRA** : AGREGADOS
SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR **IDENTIFICACIÓN** : LA QUE SE INDICA

UBICACIÓN : EL AGUSTINO - LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 2/11/2020 **CANTIDAD** : 75 KG

FECHA DE EJECUCIÓN : 2/11/2020 **TÉCNICO RESPONSABLE** : DANNY LÓPEZ VIGO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZ	MATERIAL RETENIDO				%ACUM. PASA	ESPECIFICACIONES		MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL 69.00% ARENA ZARANDADA 30.00% PIEDRA CHANCADA 1.00% POLIESTIRENO
	N°	AB (mm)	PESO (g)	%PARC.	%ACUM.	MIN. (%)	MAX. (%)		
	3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		100	
	1/2"	12.700	89.56	11.31%	11.31%	88.69%	80	100	
	3/8"	9.525	98.46	12.43%	23.73%	76.27%	70	88	
	1/4"	6.350	85.48	10.79%	34.52%	65.48%			
	N° 4	4.760	89.72	11.33%	45.85%	54.15%	51	68	
	N° 8	2.380	55.49	7.00%	52.85%	47.15%			
	N° 10	2.000	34.55	4.36%	57.22%	42.78%	38	52	
	N° 16	1.190	32.22	4.07%	61.28%	38.72%			
	N° 20	0.840	29.61	3.74%	65.02%	34.98%			
	N° 30	0.595	37.44	4.73%	69.75%	30.25%			
	N° 40	0.420	38.52	4.86%	74.61%	25.39%	17	28	
	N° 50	0.297	36.94	4.66%	79.27%	20.73%			
	N° 80	0.177	66.49	8.39%	87.67%	12.33%	8	17	
	N° 100	0.149	33.47	4.22%	91.89%	8.11%			
	N° 200	0.074	35.59	4.49%	96.38%	3.62%	4	8	
	BANDEJA		28.65	3.62%	100.00%	0.00%			
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA	% GRAVA	65.02%	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN:			ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA			
	% ARENA	31.36%	MASHTO SUCS						
	% FINOS	3.62%	A-1-a (0) SP						



OBSERVACIONES:

RJ
RAÚL RODOLFO POZO GARCÍA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 130429

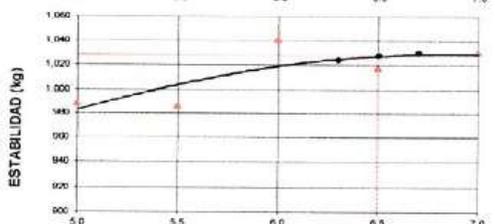
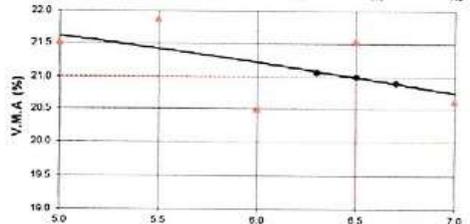
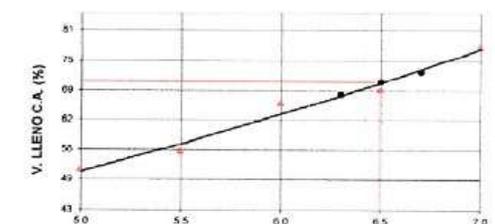
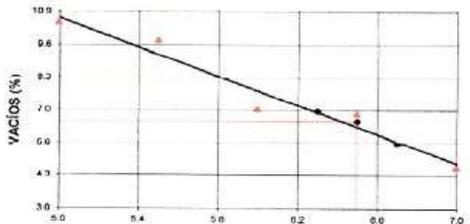
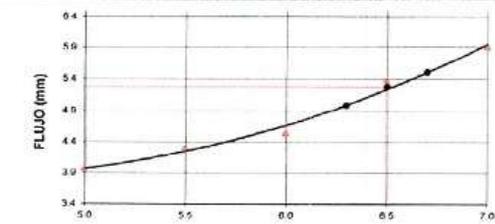
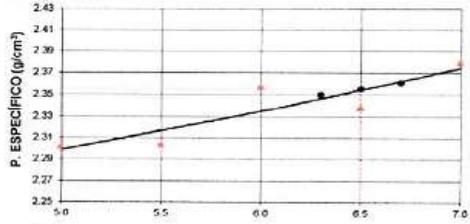


LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : AYR-NOV-91
 Fecha de Emisión : 17/11/2020
 Realizado por : D.L.V.
 Revisado por : Ing. Raúl Pozo García
 Certificado N° : 952-2020/MAC

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020
 SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO - SAMANAMUJ TABOADA, DAVID ELFAZAR
 RECEPCIÓN : 2/11/2020 FECHA DE ENSAYO : 8/11/2020
 RESPONSABLE : Ing. RAÚL POZO GARCÍA

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 MÉTODO MARSHALL
 ASTM D 6926 - ASTM D 6927**



IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL
 MEZCLA DE AGREGADOS :
 MUESTRA : CANTERA LA GLORIA
 - Grava Chancada 3/4" : 30.0 %
 - Arena Chancada : 69.0 %
 - Poliestireno : 1.0 %

OBSERVACIONES :
 - La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MTC EG 2000

RAÚL RODOLFO POZO GARCÍA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 130429

	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Informe N° : Ayr-NOV-91
		Fecha de Emisión : 17/11/2020
		Realizado por : D.L.V.
		Revisado por : Ing. RAÚL POZO GARCÍA
		Certificado N° : 952-2020/MAC

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020
 SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO - SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2/11/2020 FECHA DE ENSAYO : 8/11/2020
 RESPONSABLE : Ing. RAÚL POZO GARCÍA

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 - ASTM D 6927)**

IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL	LIGANTE BITUMINOSO
MEZCLA DE AGREGADOS	TIPO DE ASFALTO : Sólido
MUESTRA : CANTERA LA GLORIA	CLASIFICACIÓN : PEN 60/70
Grava Chancada 3/4" : 30 % LIMA	ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.5
Arena Chancada : 69 % LIMA	TEMP. DE MEZCLA (°C) : 140 - 145
Poliestireno : 1 %	FECHA DE ENSAYO : 8/11/2020
T. Máximo : 3/4 pulg	

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
MÉTODO MARSHALL
ASTM D 6926 - ASTM D 6927**

CARACTERÍSTICAS MÉTODO MARSHALL				
N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO (%)		6.3	6.5	6.7
PESO ESPECÍFICO (g/cm³) (ASTM D 1188)		2.350	2.355	2.361
ESTABILIDAD (kg) (ASTM D 6927)		1,024	1,028	1,030
FLUJO (mm) (ASTM D 6927)		5.0	5.3	5.5
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D 3203)		6.9	6.5	5.6
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D 6926)		21.1	21.0	20.9
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D 6926)		67.8	70.5	72.5
RELACIÓN POLVO / ASFALTO (ASTM D 6926)		1.4		
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D 4469)		0.28		
ESTABILIDAD / FLUJO (kg/cm) (ASTM D 6927)		2,052	1,951	1,873
TEMPERATURA DE ROTURA (°C)		140 - 145		

OBSERVACIONES:

- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MTC EG 2000


RAUL RODOLFO POZO GARCIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 130429

Anexo 5.4: Informe de ensayo Marshall de mezcla asfáltica incorporando 1.5% de poliestireno.

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

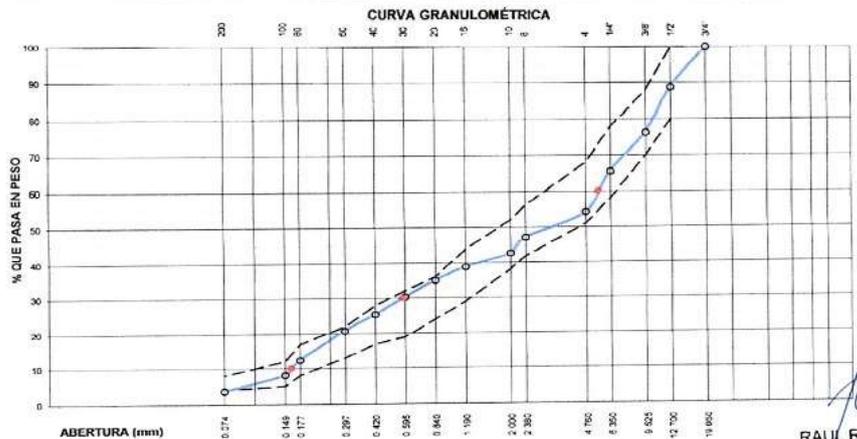
SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO **MUESTRA** : AGREGADOS

UBICACIÓN : SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR **IDENTIFICACIÓN** : LA QUE SE INDICA

FECHA DE RECEPCIÓN : 2/11/2020 **CANTIDAD** : 75 KG

FECHA DE EJECUCIÓN : 2/11/2020 **TÉCNICO RESPONSABLE** : DANNY LÓPEZ VIGO

	TAMIZ		MATERIAL RETENIDO		%ACUM PASA	ESPECIFICACIONES		
	N°	AB (mm)	PESO (g)	%PARC.	%ACUM.	MÍN (%)	MÁX (%)	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL 68.50% ARENA ZARANDEADA 30.00% PIEDRA CHANCADA 1.50% POLIESTIRENO
	1/2"	12.700	89.56	11.31%	11.31%	88.69%	80	
	3/8"	9.525	98.46	12.43%	23.73%	76.27%	70	
	1/4"	6.350	85.48	10.79%	34.52%	65.48%		
	N° 4	4.760	89.72	11.33%	45.85%	54.15%	51	
	N° 8	2.380	55.49	7.00%	52.85%	47.15%		
	N° 10	2.000	34.55	4.36%	57.22%	42.78%	38	
	N° 16	1.190	32.22	4.07%	61.28%	38.72%		
	N° 20	0.840	29.61	3.74%	65.02%	34.98%		
	N° 30	0.595	37.44	4.73%	69.75%	30.25%		
	N° 40	0.420	38.52	4.88%	74.61%	25.39%	17	
	N° 50	0.297	36.94	4.66%	79.27%	20.73%		
	N° 80	0.177	66.49	8.39%	87.67%	12.33%	8	
	N° 100	0.149	33.47	4.22%	91.89%	8.11%		
	N° 200	0.074	35.59	4.49%	96.38%	3.62%	4	
	BANDEJA		28.65	3.62%	100.00%	0.00%		
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA	% GRAVA	65.02%	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN:					
	% ARENA	31.36%	AASHTO	SUCS				ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA
	% FINOS	3.62%	A-1-a (0)	SP				



Ry
RAUL RODOLFO POZO GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 130429

OBSERVACIONES:

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL EL AGUATINO - 2023
 RECEPCIÓN : 21/02/22 FECHA DE ENSAYO : 01/10/2024
 RESPONSABLE : Ing. RAÚL POZO GARCÍA

ENSAYO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

REFERENCIA DE LA PRUEBA :
 IDENTIFICACIÓN : CASO MARSHALL TIPO DE ASFALTO : SMA6
 MUESTRA : CANTERA LA GLORIA CLASIFICACIÓN : FENR70
 TAMAÑO MÁX. AGREG : 34mm TEMP. DE MEZCLA (°C) : 160-165

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE - MÉTODO MARSHALL
ASTM D 6926 - ASTM D 6927**

N°	DESCRIPCIÓN	PROMEDIO														
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C
1	CEMENTO ASFÁLTICO EMPESO DE LA MEZCLA TOTAL (%)	5.0	5.0	5.0	5.5	5.5	6.0	6.0	6.5	6.5	7.0	7.0	7.5	7.5	8.0	8.0
2	AGREGADO EMPESO N° 4 EN PESO DE LA MEZCLA (%)	25.00	25.00	25.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
3	AGREGADO FINO N° 10 EN PESO DE LA MEZCLA (%)	60.02	60.02	60.17	61.17	61.02	61.02	61.02	61.02	61.02	61.02	61.02	61.02	61.02	61.02	61.02
4	PLURIMODOS EN PESA N° 200 EN PESO DE LA MEZCLA (%)	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
5	PESO EMPESOS DE ASFALTO APARENTE (g/cm³)	1.02	1.21	1.02	1.21	1.02	1.21	1.02	1.21	1.02	1.21	1.02	1.21	1.02	1.21	1.02
6	PESO EMPESOS DEL AGREGADO GRUESO (N° 10) (g/cm³)	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
7	PESO EMPESOS DEL AGREGADO FINO - BULK (g/cm³)	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
8	PESO EMPESOS DEL PULVER - APARENTE (g/cm³)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BROQUETA (cm)	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
10	PESO DE LA BROQUETA AL AIRE (g)	1204	1208	1214	1260	1264	1268	1274	1278	1284	1288	1294	1298	1304	1308	1314
11	PESO DE LA BROQUETA AL AGUA (g)	1205	1208	1212	1260	1264	1268	1274	1278	1284	1288	1294	1298	1304	1308	1314
12	PESO DE LA BROQUETA EN AGUA (g)	674	678	684	732	736	740	746	750	754	758	764	768	774	778	784
13	VOLUMEN DE LA BROQUETA (cm³)	107.3	108.0	108.8	113.3	113.8	114.4	115.0	115.6	116.2	116.8	117.4	118.0	118.6	119.2	119.8
14	PESO EMPESOS BULK DE LA BROQUETA (g/cm³)	2.27	2.29	2.28	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29
15	PESO EMPESOS MEDIO BULK (g/cm³)	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58
16	INDICES (%)	11.7	11.5	11.2	11.40	11.2	11.0	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	9.8	9.6	9.4	9.2
17	PESO EMPESOS BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
18	INDICES DE AGREGADO MEDIO (g/m³)	22.8	22.5	22.1	22.44	22.3	22.1	21.9	21.8	21.6	21.5	21.4	21.3	21.2	21.1	21.0
19	INDICES DE UNIÓN CON CEMENTO ASFÁLTICO (%)	48.4	48.9	49.4	49.8	49.4	49.1	48.8	48.5	48.2	48.0	47.8	47.6	47.4	47.2	47.0
20	PESO EMPESOS EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (g/cm³)	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
21	ASFALTO ABSORCIÓN DEL AGREGADO TOTAL (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	ASFALTO EFECTIVO (%)	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91
23	RELACION POLIQUÍPULO	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
24	PLANO (mm)	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
25	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (g)	984	989	993	1020	1024	1028	1033	1037	1041	1045	1049	1053	1057	1061	1065
26	FACTOR DE ESTABILIDAD	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
27	ESTABILIDAD CORREGIDA (g)	944	948	952	977	981	985	990	994	998	1002	1006	1010	1014	1018	1022
28	RELACION ESTABILIDAD	2.582	2.476	2.481	2.581	2.580	2.480	2.581	2.581	2.479	2.479	2.481	2.581	2.581	2.480	2.481

OBSERVACIONES :
 - La muestra se tomó de la muestra de la muestra tomada en las pesametros VUC 12, según MC 10300.


RAUL RODOLFO POZO GARCIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 130429

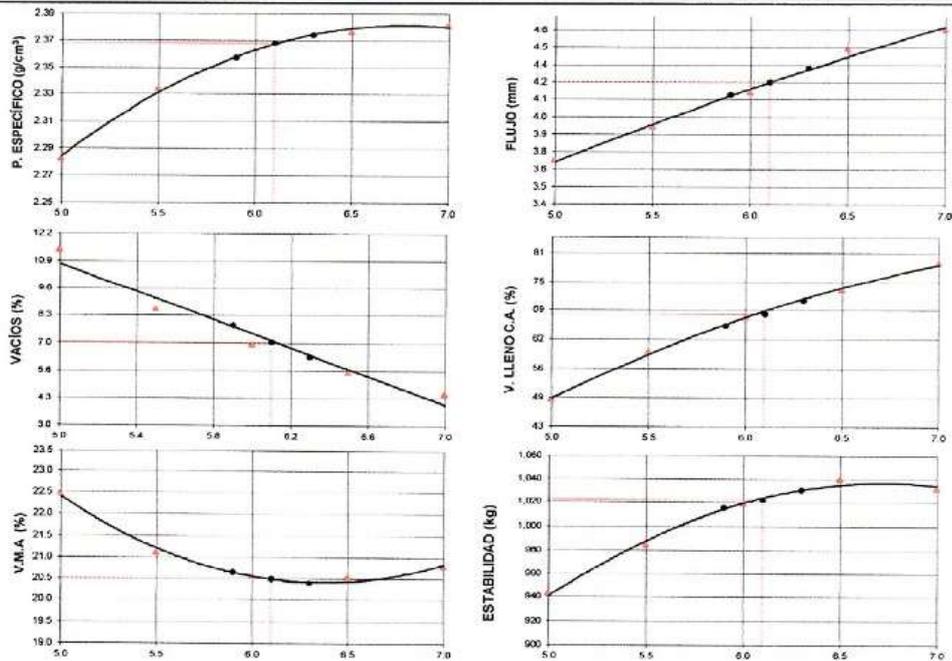


LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : AYR-NOV-92
Fecha de Emisión : 17/11/2020
Realizado por : D.L.V.
Revisado por : Ing. Raúl Pozo García
Certificado N° : 952-2020/MAC

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL EL AGUSTINO - 2020
SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO - SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR
RECEPCIÓN : 2/11/2020 FECHA DE ENSAYO : 8/11/2020
RESPONSABLE : Ing. RAÚL POZO GARCÍA

ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
MÉTODO MARSHALL
ASTM D 6926 - ASTM D 6927



IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL

MEZCLA DE AGREGADOS :

MUESTRA : CANTERA LA GLORIA

- Grava Chancada 3/4" : 30.0 %
- Arena Chancada : 68.5 %
- Poliestireno : 1.5 %

OBSERVACIONES :

- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MTC EG 2000

Ry
RAUL RODOLFO POZO GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 130429

	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Informe N° : AYR-NOV-92
		Fecha de Emisión : 17/11/2020
		Realizado por : D.L.V.
		Revisado por : Ing. RAÚL POZO GARCÍA
		Certificado N° : 952-2020/MAC

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL EL AGUSTINO - 2020
 SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO - SAMANAMUD TABOADA, DAVID CLEAZAR
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2/11/2020 FECHA DE ENSAYO : 8/11/2020
 RESPONSABLE : Ing. RAÚL POZO GARCÍA

ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 - ASTM D 6927)

IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL		LIGANTE BITUMINOSO	
MEZCLA DE AGREGADOS		TIPO DE ASFALTO : Sólido	
MUESTRA : CANTERA LA GLORIA		CLASIFICACIÓN : PEN 60/70	
Grava Chancada 3/4" : 30 % LIMA		ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.1	
Arena Chancada : 68.5 % LIMA		TEMP. DE MEZCLA (°C) : 140 - 145	
Poliestireno : 1.5 %		FECHA DE ENSAYO : 8/11/2020	
T. Máximo : 3/4 pulg			

ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL ASTM D 6926 - ASTM D 6927

CARACTERÍSTICAS MÉTODO MARSHALL				
N° DE GOLPES			75	
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO (%)		5.9	6.1	6.3
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D 1188)		2.357	2.368	2.374
ESTABILIDAD (kg) (ASTM D 6927)		1,015	1,022	1,030
FLUJO (mm) (ASTM D 6927)		4.2	4.2	4.3
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D 3203)		7.8	7.0	6.3
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D 6926)		20.7	20.5	20.4
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D 6926)		65.1	67.7	70.8
RELACIÓN POLVO / ASFALTO (ASTM D 6926)		1.5		
ADSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D 4469)		0.28		
ESTABILIDAD / FLUJO (kg/cm) (ASTM D 6927)		2,446	2,410	2,373
TEMPERATURA DE ROTURA (°C)		140 - 145		

OBSERVACIONES:

- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del fuso granulométrico "MAC - 02", según MITC EG 2000


RAÚL RODOLFO POZO GARCÍA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 130429

Anexo 5.5: Informe de ensayo Marshall de mezcla asfáltica incorporando 2% de poliestireno.



INFORME DE LABORATORIO IF-2020-952-AGG004 ARS-20090

COD: A&R - FP - 2019 - 022
REV : 1
APR : J.A.G.
FEC : FEB - 2019

ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE AGUA Y AIRE

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

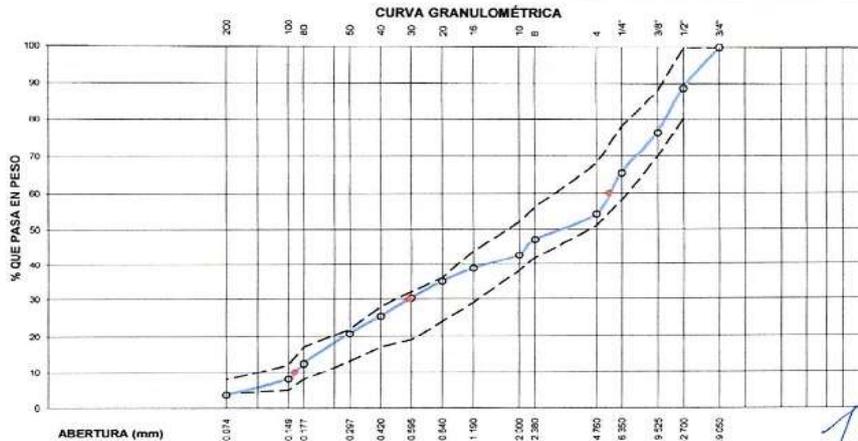
SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO **MUESTRA** : AGREGADOS

UBICACIÓN : EL AGUSTINO - LIMA **IDENTIFICACIÓN** : LA QUE SE INDICA

FECHA DE RECEPCIÓN : 2/11/2020 **CANTIDAD** : 75 KG

FECHA DE EJECUCIÓN : 2/11/2020 **TÉCNICO RESPONSABLE** : DANNY LÓPEZ VIGO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZ		MATERIAL RETENIDO			%ACUM. PASA	ESPECIFICACIONES		MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	
	N°	AB (mm)	PESO (g)	%PARC.	%ACUM.		MÍN (%)	MÁX (%)		
	3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		100		
	1/2"	12.700	89.56	11.31%	11.31%	88.69%	80	100		
	3/8"	9.525	98.46	12.43%	23.73%	76.27%	70	88	68.00% ARENA ZARANDEADA	
	1/4"	6.350	85.46	10.79%	34.52%	65.48%			30.00% PIEDRA CHANCADA	
	N° 4	4.760	89.72	11.33%	45.85%	54.15%	51	68	2.00% POLIESTIRENO	
	N° 8	2.380	55.49	7.00%	52.85%	47.15%				
	N° 10	2.000	34.55	4.36%	57.22%	42.78%	38	52		
	N° 16	1.190	32.22	4.07%	61.29%	38.72%				
	N° 20	0.840	29.61	3.74%	65.02%	34.98%				
	N° 30	0.595	37.44	4.73%	69.75%	30.25%				
	N° 40	0.420	38.52	4.86%	74.61%	25.39%	17	28		
	N° 50	0.297	36.94	4.66%	79.27%	20.73%				
	N° 80	0.177	66.49	8.39%	87.67%	12.33%	8	17		
	N° 100	0.149	33.47	4.22%	91.89%	8.11%				
	N° 200	0.074	35.50	4.49%	96.38%	3.62%	4	8		
	BANDEJA		28.65	3.62%	100.00%	0.00%				
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA	% GRAVA		65.02%	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN:						
	% ARENA		31.36%	AASHTO	SUCS		ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA			
	% FINOS		3.62%	A-1-a (0)	SP					



OBSERVACIONES:

R.R.
RAUL RODOLFO
POZO GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 130429



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : ATR-00V-13
 Fecha de Emisión : 13/11/2020
 Realizado por : D.L.V.
 Revisado por : Ing. RAUL POZO GARCIA
 Certificado N° : 953202MAC

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFALTICAS CON POLIESTIRENO EN UNO DE LA AVENIDA FERROCARRIL EL AZÚCAR - 2020
 RECEPCIÓN : 20/10/2020 FECHA DE ENSAYO : 01/10/2020
 RESPONSABLE : Ing. RAUL POZO GARCIA

ENSAYO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

REFERENCIA DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL TPO DE ASFALTO : 500g
 MUESTRA : CANTERA LA GLORIA CLASIFICACIÓN : PEN/970
 TAMAÑO MÁX. AGREG : 34.5φg TEMP. DE MEZCLA (°C) : 140 - 145

ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE - MÉTODO MARSHALL
 ASTM D 6926 - ASTM D 6927

N°	DESCRIPCIÓN	UN	PRIMARIO				SECUNDARIO				TERTIARIO				CUARTARIO				
			1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	4A	4B	4C	4D	
1	CEMENTO ASFALTICO EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	(%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
2	AGREGADO GRUESO (N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	(%)	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	
3	AGREGADO FINO (N° 60) EN PESO DE LA MEZCLA	(%)	65.20	65.20	65.20	65.20	65.20	65.20	65.20	65.20	65.20	65.20	65.20	65.20	65.20	65.20	65.20	65.20	
4	FLEJES MINUS EN PULG. 200 EN PESO DE LA MEZCLA	(%)	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	
5	PESO ESPECIFICO DEL ASFALTO - AMARILLO	(g/cm³)	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	
6	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (N° 4)	(g/cm³)	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	
7	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (N° 60)	(g/cm³)	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	
8	PESO ESPECIFICO DEL FLEJA - AMARILLO	(g/cm³)	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	
9	ALTIMA PROMEDIO DE LA PROBETA	(g)	6.46	6.51	6.46	6.49	6.54	6.49	6.51	6.52	6.46	6.50	6.49	6.49	6.46	6.45	6.54	6.46	6.50
10	PESO DE LA BROTADURA ARE (1)	(g)	1225	1218	1225	1218	1215	1225	1215	1215	1202	1205	1219	1205	1224	1215	1224	1215	1215
11	PESO DE LA BROTADURA ARE (2)	(g)	1214	1214	1214	1214	1217	1220	1218	1217	1216	1208	1218	1215	1212	1215	1221	1215	1214
12	PESO DE LA BROTADURA EL AGUA	(g)	685	685	685	685	704	704	704	704	704	704	704	704	704	704	704	704	704
13	VOLUMEN DE LA BROTETA	(cm³)	521	524	522	523	515	515	508	517	527	493	524	502	507	512	507	504	508
14	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO TOTAL	(g/cm³)	2.328	2.325	2.328	2.325	2.324	2.324	2.307	2.308	2.307	2.415	2.307	2.300	2.306	2.425	2.300	2.404	2.300
15	PESO ESPECIFICO MAQUINA (MTC) E DDE	(g/cm³)	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560	2.560
16	WACOS	(%)	9.7	10.2	11.4	10.43	8.0	8.4	7.1	7.8	13	12	7.2	5.8	5.1	4.2	5.5	4.84	4.5
17	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO TOTAL	(g/cm³)	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808	2.808
18	WACOS DE AGREGADO MAQUINA (MTC) E DDE	(%)	20.8	21.3	22.4	21.46	22.4	22.7	19.8	22.2	22.2	19.1	20.7	19.8	20.1	19.3	20.4	19.96	20.7
19	WACOS LLEVADOS CON CEMENTO ASFALTICO	(%)	33.5	32.2	40.5	31.53	35.1	35.1	30.8	31.47	33.8	33.0	30.0	30.2	30.4	31.2	31.2	31.2	30.9
20	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	(g/cm³)	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817
21	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL	(%)	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14
22	ASFALTO EFECTIVO	(%)	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87
23	RELACION POLVO/ASFALTO	(%)	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
24	FLUIDO	(mm)	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
25	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	(%)	1211	1212	1214	1214	1217	1214	1217	1215	1211	1212	1217	1215	1214	1215	1214	1215	1214
26	FACTOR DE ESTABILIDAD	(%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	ESTABILIDAD CORREGIDA	(%)	1211	1212	1214	1214	1217	1214	1217	1215	1211	1212	1217	1215	1214	1215	1214	1215	1214
28	RELACION ESTAB FLUIDO	(mm)	2886	2886	2792	2792	3030	2886	2810	2732	2812	2362	2362	2362	2362	2362	2362	2362	2362

OBSERVACIONES : La probeta se a hecho de la muestra simple y seccion de la muestra promedio MAC 07 según VTC 10-200

RAUL RODOLFO POZO GARCIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 130429

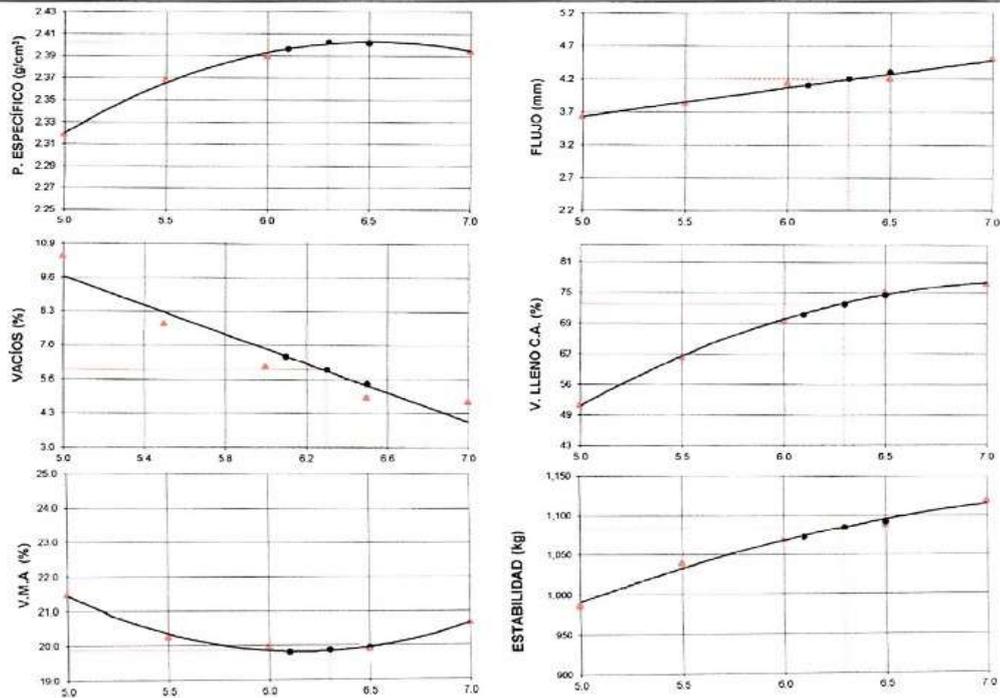


LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : AYR-NOV-93
Fecha de Emisión : 17/11/2020
Realizado por : D.L.V.
Revisado por : Ing. Raúl Pozo García
Certificado N° : 952-2020/MAC

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020
SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO - SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR
RECEPCIÓN : 2/11/2020 FECHA DE ENSAYO : 8/11/2020
RESPONSABLE : Ing. RAÚL POZO GARCÍA

ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
MÉTODO MARSHALL
ASTM D 6926 - ASTM D 6927



IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL

MEZCLA DE AGREGADOS :

MUESTRA : CANTERA LA GLORIA

- Grava Chancada 3/4" : 30.0 %
- Arena Chancada : 68.0 %
- Poliestireno : 2.0 %

OBSERVACIONES :

- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MTC.EG 2000

RPG
RAUL RODOLFO
POZO GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 130425

	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Informe N° : Ayr-NOV-93
		Fecha de Emisión : 17/11/2020
		Realizado por : D.L.V.
		Revisado por : Ing. RAÚL POZO GARCÍA
		Certificado N° : 952-2020/MAC

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA AVENIDA FERROCARRIL, EL AGUSTINO - 2020

SOLICITANTE : ROJO VENTURA, LUIS ALBERTO - SAMANAMUD TABOADA, DAVID ELEAZAR

FECHA DE RECEPCIÓN : 2/11/2020 FECHA DE ENSAYO : 8/11/2020

RESPONSABLE : Ing. RAÚL POZO GARCÍA

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 - ASTM D 6927)**

IDENTIFICACIÓN : DISEÑO MARSHALL

MEZCLA DE AGREGADOS

MUESTRA : CANTERA LA GLORIA

Grava Chancada 3/4" : 30 % LIMA

Arena Chancada : 68 % LIMA

Poliestireno : 2 %

T. Máximo : 3/4 pulg

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Sólido

CLASIFICACIÓN : PEN 60/70

ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.3

TEMP. DE MEZCLA (°C) : 140 - 145

FECHA DE ENSAYO : 8/11/2020

**ENSAYO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
MÉTODO MARSHALL
ASTM D 6926 - ASTM D 6927**

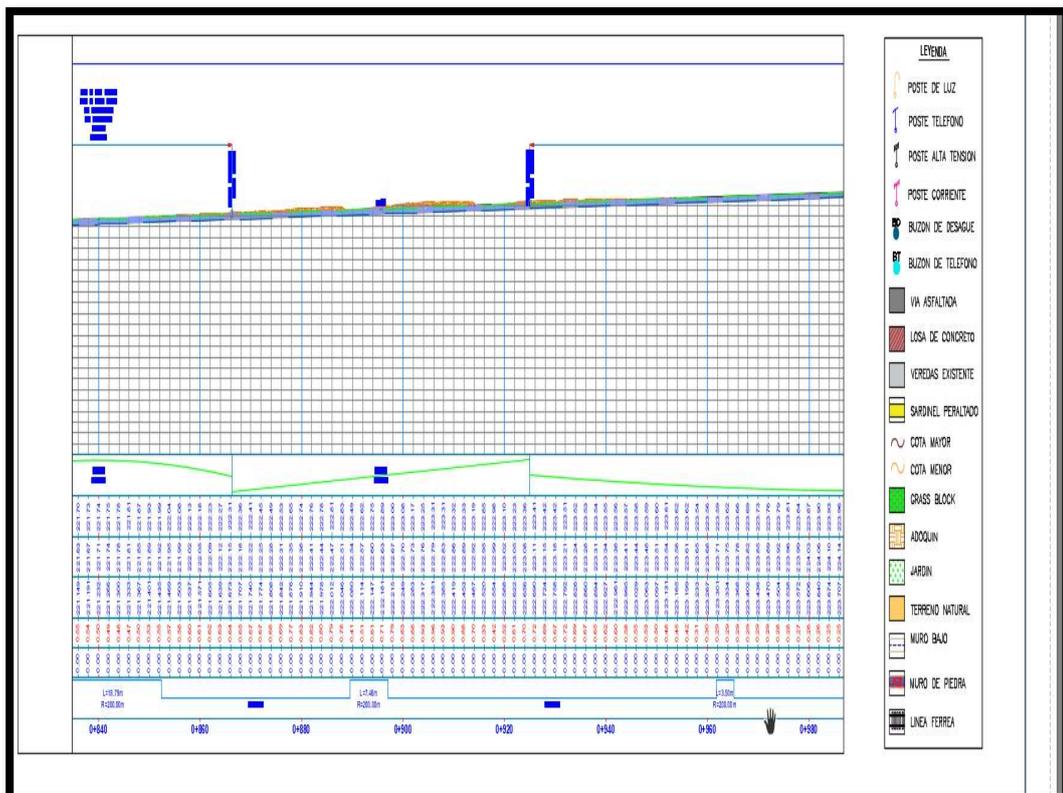
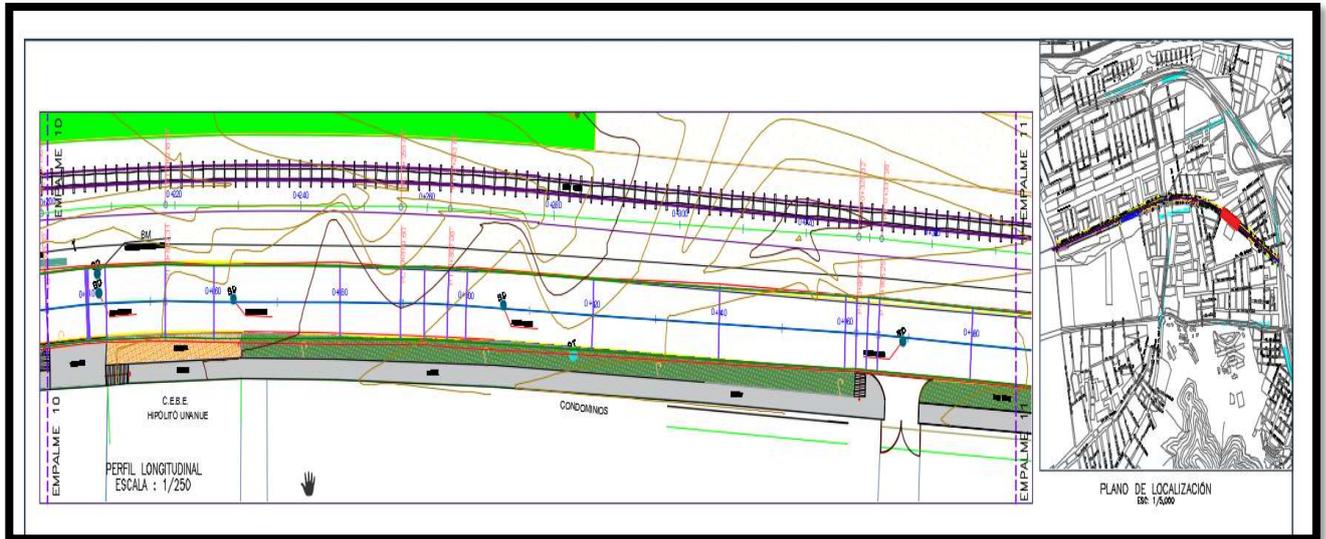
CARACTERÍSTICAS MÉTODO MARSHALL				
N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO EN PESO (%)		6.1	6.3	6.5
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D 1188)		2.396	2.403	2.401
ESTABILIDAD (kg) (ASTM D 6927)		1,072	1,085	1,092
FLUJO (mm) (ASTM D 6927)		4.1	4.2	4.3
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D 3203)		6.5	6.0	5.5
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D 6926)		19.8	19.9	19.9
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D 6926)		70.4	72.6	74.5
RELACIÓN POLVO / ASFALTO (ASTM D 6926)		1.4		
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D 4469)		0.28		
ESTABILIDAD / FLUJO (kg/cm) (ASTM D 6927)		2,615	2,583	2,540
TEMPERATURA DE ROTURA (°C)		140 - 145		

OBSERVACIONES:

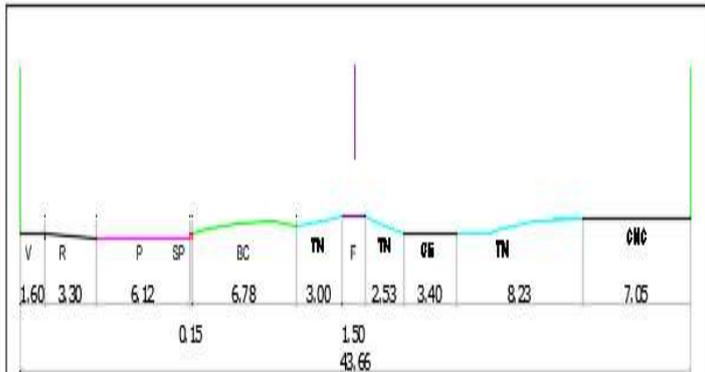
- La granulometría de la mezcla de los agregados cumple la gradación del huso granulométrico "MAC - 02", según MTC EG 2000


RAUL RODOLFO
POZO GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 130429

Anexo 6: Plano de perfil longitudinal



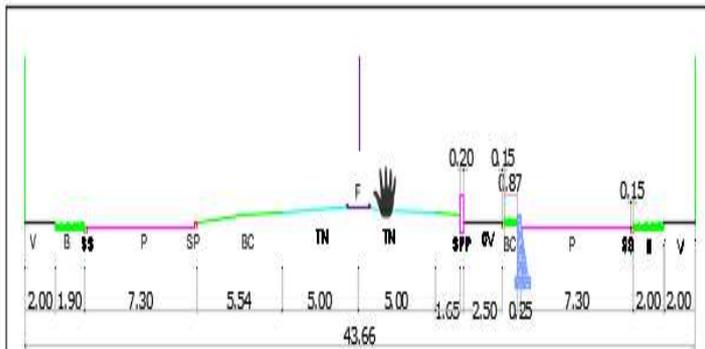
Anexo 7: Plano de sección vial



CORTE ACTUAL
CORTE D-D
ESC: 1/200

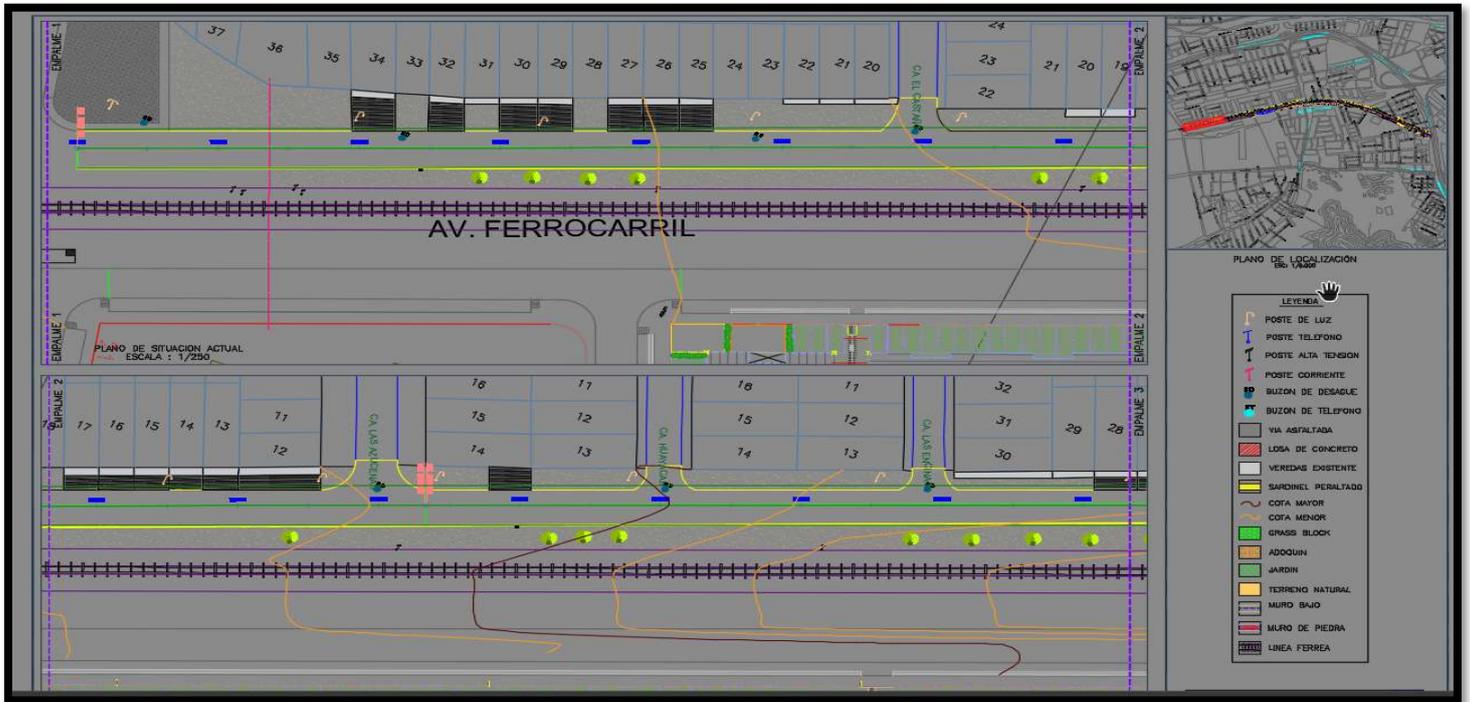
LEYENDA

P	PISTA
V	VEREDA
B	BERMA
R	RAMPA
TN	TERRENO NATURAL
F	FERROCARRIL
BC	BERMA CENTRAL
SP	SARDINEL PERALTADO
SS	SARDINEL SUMERGIDO
SPP	SARDINEL PERALTADO DE PROTECCION
CV	CICLO VIA
CE	CONCRETO EXISTENTE



CORTE PROYECTADO
CORTE D-D
ESC: 1/200

Anexo8: Plano topográficos



Anexo9: Panel fotográfico.

Figura 12. Av. Ferrocarril.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10: Estudio de Mecánica de suelos.



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: *Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil - Reg. C.I.P. 66670*

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION
CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION Y CIMENTACION



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO DISTRITO EL AGUSTINO - LIMA - LIMA."

SOLICITADO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DEL AGUSTINO

UBICACIÓN: DISTRITO DEL AGUSTINO ZONAS VARIAS

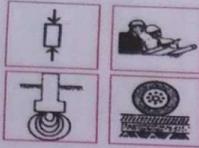
PROVINCIA: LIMA

DEPARTAMENTO: LIMA

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670

DICIEMBRE DEL 2,015

Urb. Viña San Francisco S -15 Santa Anita - Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944
Email: jbf_ing@gmail.com



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

INDICE

ANTECEDENTES
OBJETIVO
UBICACIÓN-CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO
ESTUDIO DE SUELOS
METODOLOGIA
TRABAJO DE CAMPO
ENSAYO DE LABORATORIO
LABORES DE GABINETE
DESCRIPCION DEL SUELO

DISEÑO DEL PAVIMENTO

INTRODUCCIÓN
PARÁMETROS DE DISEÑO
ESTRUCTURA DE LA VIA
CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUBRASANTE
TRANSITO PROMEDIO DIARIO (TPD)
PERIODO DE DISEÑO
CARGA MAXIMA POR EJE
DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO
TRANSITO DE LA VIA
FACTORES DE EQUIVALENCIA
ESPORES DE BASE GRANULAR
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

Tipo de cimentación
Profundidad de cimentación
Capacidad admisible de carga

6.4 Calculo de asentamiento

AGRESION DEL SUELO AL CONCRETO DEL PAVIMENTO

8.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS:

ANEXO I Resultados de Laboratorio
ANEXO II Registro de Exploraciones
ANEXO III Panel Fotográfico
ANEXO IV Plano de Ubicación de Calicatas

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION
CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

INFORME TÉCNICO

MEMORIA DESCRIPTIVA

ANTECEDENTES.-

El presente estudio se genera como parte de la necesidad establecida por la Municipalidad Distrital del Agustino de mejorar las pistas en mal estado y colocar muro de mampostería del proyecto: **"MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO, DISTRITO EL AGUSTINO, LIMA – LIMA."**, y dotar una infraestructura adecuada a la vía existente, para dotar de un mejor servicio a la comunidad, lo cual repercute en mejorar la salud, seguridad y confort en cada uno de los espacios urbanos del distrito.

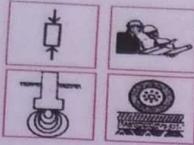
OBJETIVO

La Municipalidad Distrital de el Agustino, ha solicitado los trabajos para conocer las características físicas, química y mecánicas del suelo donde se realizaran las obras civiles de la remodelación y mejoramiento de la infraestructura vial.

El objetivo del presente estudio es de realizar el diseño de pavimento flexible que se empleara para el proyecto denominado: **"MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO, DISTRITO EL AGUSTINO, LIMA – LIMA"**, para ello se diseñara un pavimento a nivel de **carpeta Asfáltica en caliente**, que permita mejorar la capacidad estructural de acuerdo a las cargas reales actuantes y solicitudes futuras, durante la vida útil estimada, brindando adecuada serviciabilidad, seguridad y confort a los usuarios, así mismo, mejorar las condiciones del medio ambiente y por tanto de vida del entorno de la zona de estudio. Asimismo, se hace mención que principal manifestación de problemas estructurales en un pavimento es la presencia de,

Urb. Viña San Francisco S -15 Santa Anita – Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944
Email: jbf_ing@gmail.com

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION
 CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
 LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
 ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

grietas, aunque éstas no siempre sean debidas a esos problemas. Las grietas pueden ser de diferentes tipos: longitudinales, transversales, de esquina, etc. cada uno de estos tipos tiene su origen en causas diferentes.

En lo que sigue se presentan los tipos de agrietamiento más comunes y sus probables causas. Estas últimas pueden obedecer a problemas en las capas de apoyo, a la construcción deficiente del pavimento o sencillamente a los efectos de las cargas de tránsito.

Tipos comunes de agrietamientos y causas probables

Tipo de grietas	Causas probables
Transversales	<ul style="list-style-type: none"> Separación excesiva de juntas (relación excesiva largo-ancho de losa) Espesor insuficiente de losa (problemas de contracción y alabeo) Resistencia insuficiente del concreto hidráulico Calidad deficiente de agregados Capas de apoyo de mala calidad Adherencia excesiva entre las losas y la capa de apoyo Retraso en el corte de las losas (en juntas serradas) o profundidad insuficiente del serrado Bloqueo de juntas contiguas, debido a una mala instalación de las pasajuntas Construcción de pavimentos en climas calientes (temperatura superior a 30°C) Corrosión de pasajuntas Paso diario de vehículos muy pesados Fatiga Transferencia de carga deficiente entre losas Movimiento de las capas inferiores (asentamientos, suelos expansivos, etc.)

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 66670

CONSTRUCCIÓN, ARQUITECTURA E INGENIERÍA

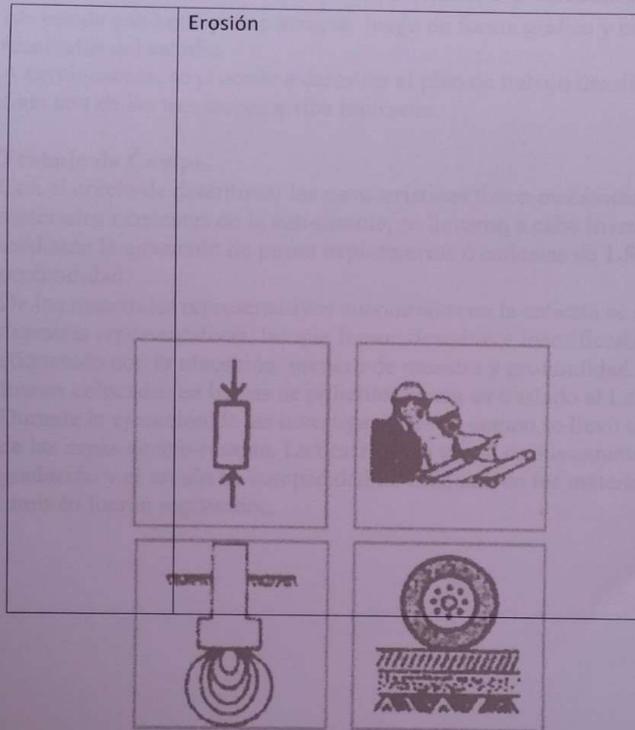


JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION



UBICACIÓN –CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.-

El área donde se desarrolla el proyecto está ubicada en la zona urbana, en el distrito de el Agustino, provincia y Dpto. De Lima.

La Zona de estudio presenta una topografía plana. El terreno actualmente se encuentra asfaltado, con pistas, veredas peatonales en mal estado.

El contorno a esta zona de estudio se encuentra urbanizado y asfaltado.

ESTUDIO DE SUELOS. -

METODOLOGIA:

La metodología seguida para la ejecución del estudio comprendió básicamente una investigación de campo a lo largo de la zona en estudio, mediante pozo exploratorio, con obtención de muestras representativas en cantidades suficientes, las que fueron objeto de ensayos en Laboratorio y finalmente con los datos obtenidos en ambas fases se realizaron las

Urb. Viña San Francisco S -15 Santa Anita – Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944

Email: jbf_ing@gmail.com

Email: jbf_ing@gmail.com



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: **Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil-Reg. C.I.P. 66670**

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION
CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

labores de gabinete, para consignar luego en forma gráfica y escrita los resultados del estudio.

A continuación, se procede a describir el plan de trabajo desarrollado en cada una de las tres etapas arriba indicadas.

Trabajo de Campo.

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales existentes de la sub-rasante, se llevaron a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios ó calicatas de **1.50 m** de profundidad.

De los materiales representativos encontrados en la calicata se obtuvieron muestras representativas, las que fueron descritas e identificadas mediante etiquetado con la ubicación, número de muestra y profundidad. Luego fueron colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al Laboratorio. Durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevó un registro de las capas de sub-rasante. La descripción visual de sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales también fueron registrados.



JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: **Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil - Reg. C.I.P. 66670**

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION
 CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
 LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
 ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Las calicatas efectuadas tienen la siguiente ubicación

CALICATA	UBICACION
C - 1	Av. Ferrocarril
C - 2	Av. Ferrocarril
C - 3	Av. Ferrocarril
C - 4	Av. Ferrocarril
C - 5	Av. Ferrocarril
C - 6	Av. Ferrocarril
C - 7	Av. Ferrocarril
C - 8	Av. Ferrocarril
C - 9	Av. Ferrocarril
C - 10	Av. Ferrocarril
C - 11	Av. Ferrocarril

Ensayo de Laboratorio.-

Para efectuar la caracterización de los materiales obtenidos en las calicatas se han efectuados los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería, de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC (EM - 2000), aprobado por (R. D. No. 028-2001-MTC/15.17 del 16-01-01) y aplicables a los EMS con fines de pavimentación, son las indicadas en la **Tabla A** que se indican a continuación.

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION
CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

TABLA A

Norma	Denominación
NTP 339.127:1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
NTP 339.128:1999	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
NTP 339.132:1999	SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
NTP 339.134:1999	SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.
NTP 339.135:1999	SUELOS Determinación del Peso volumétrico de suelos cohesivo.
NTP 339.141:1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m ³ (56000 pie-lbf/pie ³))
NTP 339.142:1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía estándar (600 kN-m/m ³ (12400 pie-lbf/pie ³))

JESÚS SALVADOR BALTAZAR FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

NTP 339.145:1999	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. (*)
NTP 339.152:2002	SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas.
NTP 339.177:2002	SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.
NTP 339.178:2002	SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.

Labores de Gabinete

En base de la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio se efectuó la clasificación de suelos, de acuerdo los Sistemas SUCS y AASHTO y el correspondiente perfil estratigráfico. Así mismo, se calcularon y graficaron los resultados de los ensayos de Proctor y CBR efectuados.

Los resultados fueron relacionados de acuerdo a las características

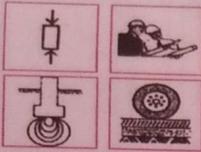
Litológicas similares lo cual se consigna en la columna de registro.

REGISTRO DE PROSPECCIONES				
Calicata	C-1	C-2	C-3	C-4
Muestra	M-2	M-2	M-2	M-2
Profundidad (m)	0.25-1.50	0.25-1.50	0.25-1.50	0.25-1.50
% que pasa malla N° 200	3.4	3.5	4.9	4.6
Contenido de humedad (%)	3.9	3.8	3.7	3.6
Límite líquido (%)	26.6	28.8	27.5	27.5
Índice de Plasticidad (%)	6.5	6.6	6.9	6.8

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 66670

Urb. Viña San Francisco S -15 Santa Anita - Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944

Email: jbf_ing@gmail.com



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION
 CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
 LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
 ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Clasificación SUCS	GP	GP	GP	GP
Clasificación AASHTO	A - 2 - 6	A - 2 - 6	A - 2 - 6	A - 2 - 6

REGISTRO DE PROSPECCIONES

Calicata	C - 5	C - 6	C-7	C-8
Muestra	M-1	M-2	M-2	M-2
Profundidad (m)	0.25-1.50	0.25-1.50	0.25-1.50	0.25-1.50
% que pasa malla N° 200	3.6	4.2	3.7	3.4
Contenido de humedad (%)	3.7	3.9	3.7	3.9
Límite líquido (%)	26.5	26.5	25.8	26.0
Índice de Plasticidad (%)	6.4	6.8	6.0	6.1
Clasificación SUCS	GP	GP	GP	GP
Clasificación AASHTO	A - 2 - 6	A - 2 - 6	A - 2 - 6	A - 2 - 6

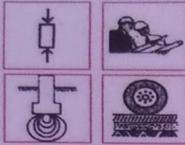
REGISTRO DE PROSPECCIONES

Calicata	C - 9	C - 10	C-11
Muestra	M-2	M-2	M-2
Profundidad (m)	0.25-1.50	0.25-1.50	0.25-1.50
% que pasa malla N° 200	3.5	4.4	4.5
Contenido de humedad (%)	3.6	3.5	3.7
Límite líquido (%)	25.6	25.5	26.0
Índice de Plasticidad (%)	5.4	5.4	6.1
Clasificación SUCS	GP	GP	GP
Clasificación AASHTO	A - 2 - 6	A - 2 - 6	A - 2 - 6

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 66670

4.2 Descripción de los Suelos

Urb. Viña San Francisco S -15 Santa Anita – Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944
 Email: jbf_ing@gmail.com



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Calicata C - 6: La **Calicata 6** - se ubicó en la Av. cuadra 10 Presenta un pavimento flexible de **0.05m.** de espesor y luego se encontró una capa de material de relleno de **0.50m.** esta estructura se encuentra apoyada sobre suelo conformado por gravas y arenas con algo de arcilla mal graduada y con una humedad natural de 3.7% color marron oscuro, material de baja plasticidad pertenece en la clasificación SUCS **(GP)**

Calicata C - 7: La **Calicata C - 7** se ubicó en la Av. Co cuadra 06 Presenta un pavimento flexible de **0.05m.** esta estructura se encuentra apoyada sobre suelo conformado por gravas y arenas con un poco de arcilla mal graduada y con una humedad natural de 3.9% color marron oscuro, material de baja plasticidad pertenece en la clasificación SUCS **(GP)**

Calicata C - 8: La **Calicata C - 8** se ubicó en la Av. cuadra 02 Presenta un pavimento flexible de **0.05m.** esta estructura se encuentra apoyada sobre suelo conformado por gravas y arenas con un poco de arcilla mal graduada y con una humedad natural de 3.8% color marron oscuro, material de baja plasticidad pertenece en la clasificación SUCS **(GP)**

Calicata C - 9: La **Calicata C - 9** se ubicó en la Av. cuadra 02 Presenta un pavimento flexible de **0.05m.** esta estructura se encuentra apoyada sobre suelo conformado por gravas y arenas con un poco de arcilla mal graduada y con una humedad natural de 3.6% color marron oscuro, material de baja plasticidad pertenece en la clasificación SUCS **(GP)**

Calicata C - 10: La **Calicata C - 10** se ubicó en la Av. C cuadra 02 Presenta un pavimento flexible de **0.05m.** esta estructura se encuentra apoyada sobre suelo conformado por gravas y arenas con un poco de arcilla mal graduada y con una humedad natural de 3.5% color marron oscuro, material de baja plasticidad pertenece en la clasificación SUCS **(GP)**

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Calicata C - 11: se ubicó en la Av. cuadra 06 Presenta un pavimento flexible de 0.05m. esta estructura se encuentra apoyada sobre suelo conformado por gravas y arenas con un poco de arcilla mal graduada y con una humedad natural de 3.7% color marron oscuro, material de baja plasticidad pertenece en la clasificación SUCS (GP)

El resultado de CBR de laboratorio, se ha obtenido de la C-1, C-3, C-7 C-9 y C-11 (M-2) Prof. (0.30 a 1.50 m), es de 30 % al 95% de la Máxima Densidad Seca que es de 2.202 gr/cm³ con un Optimo contenido de humedad de 9.12% con estos resultados obtenidos en el Laboratorio de PIASA CONSULTORES SA; nos indica que el terreno de fundación se comporta como una subrasante regular.

5.0 DISEÑO DEL PAVIMENTO.-

5.1. INTRODUCCIÓN

En este documento se presentan los resultados correspondientes al diseño de pavimentos del Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO, DISTRITO EL AGUSTINO, LIMA - LIMA"

5.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

5.2.1 ESTRUCTURA DE LA VÍA

De acuerdo con las especificaciones del proyecto, las vías tendrán un acabado de carpeta asfáltica en caliente, con lo cual, la estructura de la vía estará conformada por una carpeta asfáltica en caliente, capa de base y una capa de sub- rasante.

El diseño del pavimento flexible se realizó por el Método del Instituto del Asfalto (Versión 1965). Obtenido el valor requerido para la capa de asfalto, se harán las conversiones respectivas para obtener los espesores de las capas de base y sub- rasante, según el método de diseño.

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670

Urb. Vía San Francisco S -15 Santa Anita - Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944

Email: jbf_ing@gmail.com



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

5.2.2 CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUBRASANTE

La capacidad de soporte de la sub rasante (terreno o fundación sobre el que va a estar apoyado el pavimento) debe ser evaluada mediante ensayos de Relación de Soporte de California – CBR realizados sobre la sub rasante de las vías a construir en la Av. Ferrocarril. De acuerdo con los resultados para este ensayo, en obra se hará la selección de la estructura de pavimento acorde con el valor de CBR obtenido para las vías de la Zona mencionada. Los diseños presentados en los planos adoptaron un valor de **CBR del 30 %**; sin embargo, se presenta una tabla en la cual se presentan todos los valores de la estructura del pavimento variando el CBR entre 30% y 40%.

5.2.3 TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO (TPD)

Se entiende por tránsito promedio diario como el número promedio de vehículos que se estima que a diario transitarán por la vía. En este caso, se estima que el tráfico inicial es de **206 vehículos diarios**.

5.2.4 PERÍODO DE DISEÑO

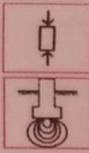
Es el tiempo que dura una estructura inicial de pavimento antes que requiera rehabilitación. También se refiere al lapso entre dos rehabilitaciones sucesivas.

Para los diseños realizados el período de diseño considerado es de 20 años.

5.2.5 CARGA MÁXIMA POR EJE

La carga de camión máxima por eje es de **12.81 tn.**

Jesús S. Baltazar Flores
JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: **Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil-Reg. C.I.P. 66670**

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

5.3. DISEÑO DEL PAVIMENTO

5.3.1 TRÁNSITO EN LA VÍA

La carga y el volumen de tráfico son factores importantes en el diseño estructural del pavimento, particularmente cuando tanto la carga como el número de repeticiones son altos. Sin embargo, cuando ambos factores tienden a valores mínimos su importancia como parámetros de diseño es relativa. Por eso se realiza un análisis de tráfico para caminos de bajo volumen, con menos de 500 vehículos por día.

Para valores bajos de repeticiones del eje de carga equivalente se aplicará para fines de análisis de tráfico un método aproximado. El método aproximado consiste en determinar un factor camión de tráfico (**M**) basado en tres categorías de Porcentajes de Camiones (Bajo, Medio y Alto) y tres categorías de rango probable de la distribución de ejes de carga (Liviano, Mediano y Pesado) de los camiones. Los valores del factor de Composición de Tráfico (**M**), se presentan en el siguiente cuadro.

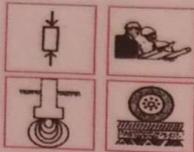
FACTOR DE COMPOSICION DE TRAFICO (M)

DISTRIBUCION DE CARGA (Nº18 POR CAMION)	PORCENTAJE DE CAMIONES		
	BAJO	MEDIO	ALTO
LIGERO (< DE 0.75)	9	18	27
MEDIO <0.75 - 1.50 >	23	46	69
PESADO > DE 1.5	37	73	110

Una vez estimado el factor M, el cálculo del número de ejes equivalentes a 18 Kips, durante el primer año y durante el periodo de diseño (en función a la tasa de crecimiento) se realizará en forma convencional

Para el cálculo de numero de ejes equivalentes (N18) se dispone de la sgt.

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: **Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil-Reg. C.I.P. 66670**

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION
CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Información:

Tráfico diario estimado y proyectado = 500 v.d.

Tasa de crecimiento = 4%

Periodo de Diseño = 20 años

Tráfico Pesado = 15%

Se determinará el número total de repeticiones del eje equivalente de 18 Kips.

Usando el método aproximado y determinar el factor de tráfico Mixto(M) se establece

Porcentaje de camiones = 15% - 25%

Distribución de Cargas = Medio

El número total acumulado de ejes equivalentes de 18 Kips. (N18) durante el periodo de diseño es:

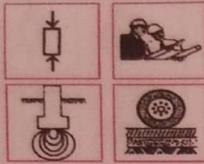
$$N18 = TPD * M * (1+4)^n - 1$$

$$N18 = 1.4 \times 10^5$$

5.3.2 FACTORES DE EQUIVALENCIA

En la **Tabla 3** se encuentran los factores sugeridos para convertir un espesor dado en concreto asfáltico compactado en caliente (CACC) en un espesor equivalente de otros materiales.

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: *Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670*

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Tabla 3. Factores de conversión para base y sub-base

CONVERSIÓN		FACTOR DE CONVERSIÓN
DE	A	
Concreto Asfáltico	Base Granular	2,1
Concreto Asfáltico	Sub-Base Granular	2,7
Base Granular	Sub-Base Granular	1,35

5.3.3 ESPESOR DE BASE GRANULAR

El espesor mínimo de la base granular se define en la **Tabla 4**. Se puede reemplazar parte de la base por sub-base cuando el espesor de esta es superior a 15 cm.

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Tabla 4: Espesor mínimo de la base granular

NTD	Espesor mín de base (cm)
< 100	15,0
100-1000	20,0
> 1000	25,0

5.3.4 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

La estructura del pavimento en afirmado, según el análisis realizado para un valor de **CBR = 30%** queda de la siguiente forma:

PAVIMENTO FLEXIBLE

ESTRUCTURA:

CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE = 7.50 CM
 BASE GRANULAR TIPO A-1-a (0)
 CBR. 80% MIN. = 20.00 CM

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

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

CBR. 80% MIN. = 20.00 CM

SUB - RASANTE

CBR. 20% MIN. = 15.00 CM

ESPESOR TOTAL = 62.50 CM

6.0 CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

6.1 Tipo de cimentación

En base a los trabajos de campo y el perfil estratigráfico del suelo se opta por el tipo de **cimentación superficial** mediante zapatas aisladas conectadas con cimientos corridos.

6.2 Profundidad de cimentación

La profundidad a la cual debe de apoyarse la cimentación debe ser el estrato de **grava pobremente gradada con arena** limosa natural por lo que se adopta una profundidad de cimentación mínima de **1.30 m.** con respecto a la superficie nivelada.

6.3 Capacidad admisible de carga

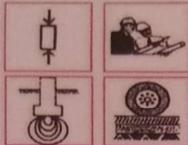
La capacidad admisible de carga para suelos granulares se ha determinado, utilizando el **Criterio de Terzaghi-Peck (1967)** con factores de capacidad de carga dados por **Vesic (1973)**, según el cual la capacidad última de carga se expresa para suelos con esfuerzo de cohesión nulo, mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{ult} = cN_c S_c + \gamma_1 D_f N_q + 0,4 \gamma_2 B N_\gamma S_\gamma$$

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670

Urb. Viña San Francisco S-15 Santa Anita - Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944

Email: jbf_ing@gmail.com



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

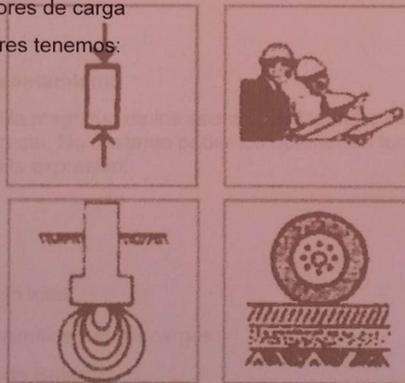
CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Donde:

- c = Componente cohesiva del suelo.
- γ_{\square} = Peso específico del suelo sobre el cimientto.
- D_r = Profundidad del cimientto.
- γ_{\square} = Peso específico del suelo debajo del cimientto.
- B = Ancho del cimientto.
- S_c, S_{γ} = Factores de forma (p/c cuadrada $S_c = 1,3$ y $S_{\gamma} = 0,8$).
- N_c, N_q, N_{γ} = Factores de carga

Reemplazando valores tenemos:

- γ_{\square} = 1,70
- D_r = 1,30
- B = 0,60
- γ_{\square} = 1,85
- ϕ = 35°
- N_q = 41,50
- N_{γ} = 42,50
- S_{γ} = 0,8



$$Q_{ult} = 1,70 \times 1,30 \times 41,50 + 0,4 \times 1,85 \times 1,30 \times 42,50 \times 0,8$$

Consideramos un factor de seguridad $Fs=3$, para aplicarlo en la determinación de la capacidad de carga admisible del suelo.

$$Q_{adm} = Q_{ult} \div Fs$$

$$Q_{adm} = 4,15 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Para los **CIMENTOS CORRIDOS** aplicando también el **Criterio de Terzaghi**, tenemos que la capacidad de carga admisible será:

$$Q_{ult} = cN_c S_c + \gamma_1 D_f N_q + 0,5\gamma_2 B N_\gamma S_\gamma$$

$$Q_{ult} = 1,70 \times 1,30 \times 41,50 + 0,5 \times 1,85 \times 0,60 \times 42,50 \times 0,8$$

Considerando el factor de seguridad **Fs=3** tenemos que la capacidad de carga admisible será:

$$Q_{adm} = 3,69 \text{ kg / cm}^2$$

6.4 Cálculo de asentamiento

La determinación de la magnitud de los asentamientos debe ser obtenida mediante pruebas de carga directa. No obstante podemos obtener en forma indirecta dicha magnitud, mediante la expresión:

$$\Delta H = \sigma \div K$$

Donde:

ΔH = Asentamiento total

σ = Presión transmitida por las cargas

K = Coeficiente de Balasto

En nuestro caso consideramos como presión máxima transmitida por las cargas la capacidad de carga ultima: **q_{ult}=10,84 Kg/cm²** y para este tipo de suelo consideramos un **Coeficiente de Balasto = 11 kg/cm³**.

$$\Delta H = 10,84/11 = 0,985 \text{ cm.}$$

Luego el asentamiento diferencial será: $\Delta H/2 = 0,493 \text{ cm.}$

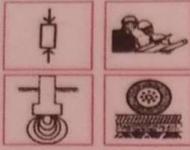
$$\Delta H' = 5 \text{ mm}$$

Este asentamiento disminuirá en el caso que el esfuerzo transmitido por las estructuras al suelo de cimentación, sea menor que la capacidad de carga del terreno.

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 66670

Urb. Viña San Francisco S -15 Santa Anita – Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944

Email: jbf_ing@gmail.com



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

7.0 AGRESION DEL SUELO AL CONCRETO DEL PAVIMENTO

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 respectivamente.

Las concentraciones de estos elementos en proporciones nocivas, aparecen en los análisis químicos efectuados en el **LABORATORIO PIASA CONSULTORES SA.** La fuente de esta información corresponde a las recomendaciones del ACI (Comité 318-83) en el caso de los sulfatos presentes en el suelo y a la experiencia en los otros casos.

En los análisis químicos se puede observar que a la profundidad de cimentación que se recomienda se tiene una concentración de sulfatos promedio de **340.1**, lo cual no ocasiona ataque al concreto del pavimento flexible. La concentración promedio de cloruros en los suelos es de **190.0 p.p.m**; lo anterior indica una acción de baja agresividad a la armadura de la cimentación, más aun 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 losa de asfalto y de concreto para el Proyecto: **"MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO, DISTRITO EL AGUSTINO , LIMA – LIMA"**, no contiene concentraciones de sulfatos y bajas agresividad de cloruros, por lo tanto se recomienda el uso de **CEMENTO TIPO I**

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

**CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION**

8.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. -

Para proceder con el Estudio con fines de pavimentación se ha diseñado un Pavimento asfáltico **"MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO, DISTRITO EL AGUSTINO, LIMA – LIMA"**, ubicado en el Distrito de el Agustino, Provincia y Dpto. de Lima, el cual consistió en el trabajo exploratorio de campo, ensayos de laboratorio y una fase de gabinete.

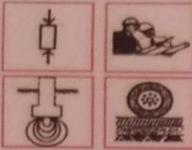
Las características de resistencia del suelo de fundación (Sub rasante) están constituido por materiales con valores de soporte (CBR) regulares (30%) al 95% de la Máxima Densidad Seca). Razón por el cual se debe tener especial cuidado al momento de su explanación y compactación, el cual debe ser como mínimo al 95% de la M.D.S. y a un contenido de humedad óptima, evitando los acolchonamientos por exceso de agua.

Por los resultados obtenidos del terreno de fundación grava mal graduada con arena limosa (GP) y se recomienda que se ha optado por el diseño de Pavimento Flexible de acuerdo al siguiente detalle:

De acuerdo a los parámetros de diseño y consideración para una alternativa económica, la estructura del pavimento flexible, recapeo, veredas y rampas para minusválidos para una vida útil de 20 años es la siguiente:

La nueva estructura del pavimento, ha sido diseñada mediante la metodología ASHTO, este diseño de pavimento se aplicará a las ampliaciones a cada lado de la vía, así como a los tramos de las vías en la que se retirara el pavimento existente reemplazándolo por uno nuevo.

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

PAVIMENTO FLEXIBLE

ESTRUCTURA:

CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE = 7.50 CM

BASE GRANULAR TIPO A-1-a (0)

CBR. 80% MIN. = 20.00 CM

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

CBR. 80% MIN. = 20.00 CM

SUB - RASANTE

CBR. 20% MIN.

ESPESOR TOTAL



= 15.00 CM

= 62.50 CM

ESTRUCTURA: VEREDAS, RAMPAS PARA MINUSVALIDOS Y BERMAS

LOSA DE CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 = 10.0 cm.

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

80% MIN. = 15.0 cm.

ESPESOR TOTAL = 25.0 cm

Las capas de Sub -Rasante se compactara hasta alcanzar el 95% y la Sub Base la Base que conformará el pavimento se compactará al 100% de la máxima densidad seca y a un contenido óptimo de humedad, determinados mediante el ensayo de Proctor Modificado (ASTM D-1557).

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION
 CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
 LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
 ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Tamiz	Porcentaje que pesa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B*	Gradación C*	Gradación D*
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4,75 mm (Nº 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2,0 mm (Nº 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4,25 um (Nº 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 um (Nº 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

Requerimientos del Agregado Grueso de Base Granular

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud	
Partículas con una cara fracturada	MTC E210-2000	>3000	msnm
		< 3000 msnm	msnm
		80% Mínimo	

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Partículas con dos cara fracturada	MTC E210-2000	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	40% máximo	
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0,5% máximo	
Perdida con sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	---	12% máximo
Perdida con sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	---	18% máximo

Requerimientos del Agregado Fino de Base Granular

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 msnm	>3000 msnm
Índice Plástico	NTP 339.129:1999	4% máximo	2% máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	25% mínimo	45% mínimo
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0,55% máximo	
Índice de Durabilidad	MTC E214-2000	35% mínimo	

Considerar una Carpeta Asfáltica en caliente de 7.5 cm (3 pulgadas) de espesor es el diseño de pavimento propuesto, dadas las condiciones de tránsito.

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Requerimientos para Agregados Gruesos de Mezclas Asfálticas en caliente

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		< 3000 msnm	>3000 msnm
Perdida con sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	12% máximo	10% máximo
Perdida con sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	18% máximo	15% máximo
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	40% máximo	35% máximo
Índice de Durabilidad	MTC E214- 2000	35% mínimo	
Partículas chatas y alargadas *	NTP 400.040:1999	15% máximo	
Partículas fracturada	MTC E210- 2000	Según tabla 12	
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0,5% máximo	
Absorción	NTP 400.021:2002	1,00%	Según diseño
Adherencia	MTC E519- 2000	+95	

JESÚS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO

LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Requerimientos para los Agregados Finos de Mezclas Asfálticas en Caliente

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		< 3000	>3000
Equivalente de arena	NTP 339.146:2000	Según tabla 13	
Angularidad del agregado fino	MTC E222-200	Según tabla 14	
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E222-200	4% mínimo	6% mínimo
Índice de Durabilidad	MTC E214-2000	35 mínimo	
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1999	Máximo 4	NP
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002	0,5% MÁXIMO	
Absorción	NTP 400.022:2002	0,50%	Según diseño

Los agregados y cemento asfáltico que se emplearán en la carpeta deberán cumplir con los requerimientos de calidad especificada.

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670

Urb. Viña San Francisco S -15 Santa Anita - Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944

Email: jbf_ing@gmail.com



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO

LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Gradaciones de los Agregados para Mezclas Asfálticas en Caliente

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80 - 100	100	-
12,5 mm (1/2")	67 - 85	80 - 100	-
9,5 mm (3/8")	60 - 77	70 - 88	100
4,75 mm (Nº 4)	43 - 54	51 - 68	65 - 87
2,00 um (Nº 10)	29 - 45	38 - 52	43 - 61
425 um (Nº 40)	14 - 25	17 - 28	16 - 29
180 um (Nº 80)	08 - 17	08 - 17	09 - 19
75 um (Nº 200)	04 - 08	04 - 08	05 - 10

Los materiales a emplearse en la conformación de la capa de Base Granular debe cumplir un Valor Relativo de Soporte CBR no menor a 80% (al 100% de la MDS).

JESÚS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670

Urb. Viña San Francisco S -15 Santa Anita – Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944

Email: jbf_ing@gmail.com



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Valor Relativo de Soporte, CBR

NTP 339.145:1999

Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%

A la profundidad de estudio (1.50 m) no se encontró presencia de Napa freática ni filtraciones en las paredes de las calicatas.

En la conformación de la Sub Base, se utilizará afirmado de buena calidad retirando toda partícula mayor a 2", en un espesor no menor de 0.20m., luego se procederá a conformar y compactar al 98% de su Máxima Densidad Seca del ensayo de Proctor Modificado (ASTM-1557).

La supervisión puede indicar el mejoramiento de la sub - rasante (terreno natural) con material grueso de hasta 3" de diámetro.

En la conformación de la Base, se procederá a utilizar el afirmado de buena calidad, retirando toda partícula mayor a 2", en un espesor no menor de 0.20m., luego se procederá a conformar y compactar con rodillo no menor de 11 toneladas hasta alcanzar el 100% de su Máxima Densidad Seca del ensayo de Proctor Modificado (ASTM-1557)

Por último, y por ello no menos importante, se señalará que, para que la estructura diseñada tenga una performance adecuada, los requisitos de calidad de las capas del pavimento deben ser contempladas rigurosamente tan igual como las recomendaciones indicadas en el presente estudio.

JESUS BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. N° 66670

Urb. Viña San Francisco 5 -15 Santa Anita - Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944

Email: jbf_ing@gmail.com



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

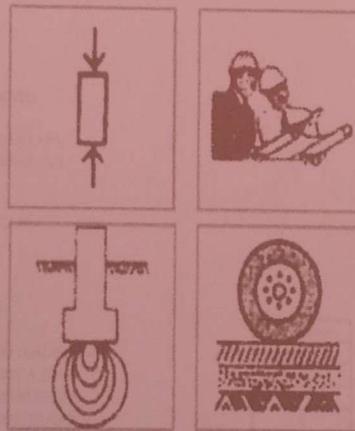
De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Las conclusiones y recomendaciones presentadas sólo se aplicarán al área estudiada. "MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO, DISTRITO EL AGUSTINO , LIMA - LIMA"

Lima, Diciembre del 2015



JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670

Urb. Viña San Francisco S -15 Santa Anita - Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944

Email: jbf_ing@gmail.com



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

5.3 DISEÑO DEL PAVIMENTO ASFALTICO - METODO AASHTO 93

1. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN2)	30.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	15.00

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1.40E+05
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	95%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.645
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	29.07
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.5
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico con asfalto modificado (a1)	0.42
Base granular (a2)	0.14
Subbase (a3)	0.11
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA)

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOAL (Sntotal)
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO C.A. (SN 1)
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO BASE (SN2)
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO S. BASE(SN3)

SN REQUERIDO
1.57
0.84
1.12
0

	H (pulg)	H (cm)	ASUMIR
CARPETA DE RODADURA (D1)	3.00	7.50	7.50
CAPA BASE (D2)	8.00	20.00	20.00
SUB- BASE (D3)	8.00	20.00	20.00

EN EL CUADRO SIGUIENTE SE INDICA UN RESUMEN DE LOS ESPESORES FINALES DEL PAVIMENTO EN LA AV. FERROCARRIL REALIZADA MEDIANTE LA METODOLOGIA AASHTO, PARA PAVIMENTO ASFALTICO.

JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66670

Urb. Vifia San Francisco S -15 Santa Anita - Lima 43 Telf. 01 340 -4174 Cel. 995 484 944

Email: jbf_ing@gmail.com



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil.-Reg. C.I.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION Y PAVIMENTACION

Anexo I

RESULTADOS DE LABORATORIO



JESUS SALVADOR BALTAZAR FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 66670



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

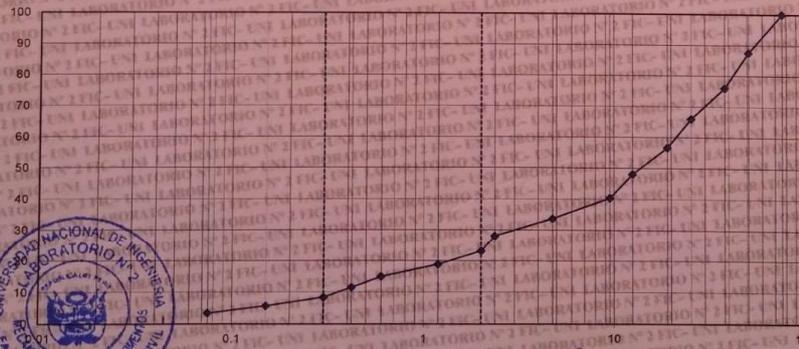
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO DISTRITO DE EL AGUSTINO - LIMA-LIMA.	TECNICO	
UBICACION	DISTRITO EL AGUSTINO	ING. RESP.	
SOLICITADO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE EL AGUSTINO	FECHA:	DICIEMBRE DEL 2015
		LUGAR:	AV FERROCARRIL PROG 04250
DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTRA	2	TAMANO MAXIMO	2"
PROCEDENCIA	CALICATA 1 - PROFUNDIDAD DE 0,25 - 1,50m	PESO INICIAL SECO	9,000.0 g
REGISTRO	EL AGUSTINO	PESO FRACCION	

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0	
2"	50.800	1120.0	12.4		87.6	
1 1/2"	38.100	1030.0	11.4		76.1	
1"	25.400	910.0	10.1		66.0	Limite Liquido: 26.60
3/4"	19.050	840.0	9.3		56.7	Limite Plastico: 20.1
1/2"	12.500	770.0	8.6		48.1	Indice Plasticidad: 6.5
3/8"	9.500	690.0	7.7		40.4	Humedad Natural: 3.9%
N° 4	4.750	600.0	6.7		33.6	
N° 8	2.360	510.0	5.7		28.1	Clasificación:
N° 10	2.000	450.0	5.0		23.1	SUCS: GP
N° 16	1.190	380.0	4.2		18.9	AASHTO:
N° 30	0.600	350.0	3.9		15.0	OBSERVACIONES:
N° 40	0.420	310.0	3.4		11.6	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
N° 50	0.300	280.0	3.1		8.4	COLOR BEIGE CLARO
N° 100	0.150	250.0	2.8		5.7	GRAVAS DE HASTA 4" DIAMETRO
N° 200	0.075	200.0	2.2		3.4	MATERIAL POCO PLASTICO
< N° 200	FONDO	310.0	3.4		0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



ING CARLOS RALA CANDIOTTI
JEFE (H) LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

AV. TÚPAC AMARU N° 1150 - Lima 25 - PERÚ Apartado Postal 31-250 Lima 31
Teléfono (+51) 1 482-0777, (+51) 1 482-0804, (+51) 1 482-0790, FAX: (+51) 1 481-0170



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

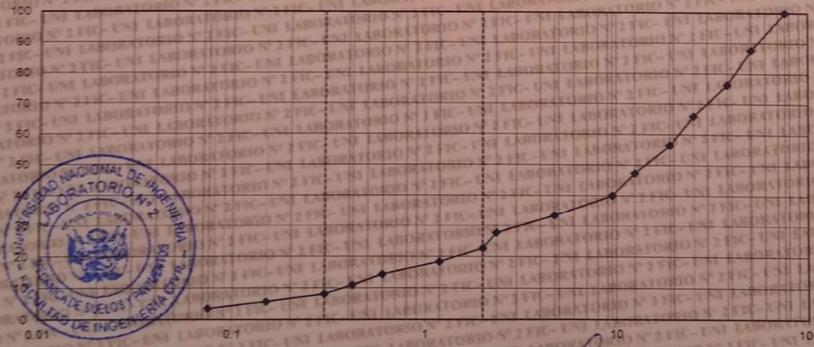
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO DISTRITO DE EL AGUSTINO - LIMA-LIMA	TECNICO	ING. RESP.
UBICACION	DISTRITO EL AGUSTINO	FECHA:	DICIEMBRE DEL 2015
SOLICITADO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE EL AGUSTINO	LUGAR	AV. FERROCARRIL PROG. 0450

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	2	TAMAÑO MAXIMO	2"
PROCEDECENCIA	CAUCATA 2 - PROFUNDIDAD DE 0.25 - 1.50m	PESO INICIAL SECO	8,800.0 g
REGISTRO	EL AGUSTINO	PESO FRACCION	

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0	
2"	50.800	1080.0	12.3		87.7	
1 1/2"	38.100	1000.0	11.4		76.4	
1"	25.400	910.0	10.3		66.0	Límite Líquido: 28.8
3/4"	19.950	840.0	9.5		56.5	Límite Plástico: 22.2
1/2"	12.500	900.0	9.1		47.4	Índice Plasticidad: 6.6
3/8"	9.500	650.0	7.4		40.0	Humedad Natural: 3.8%
Nº 4	4.750	580.0	6.6		33.4	
Nº 8	2.360	500.0	5.7		27.7	Clasificación:
Nº 10	2.000	440.0	5.0		22.7	SUCS: GP
Nº 16	1.190	380.0	4.3		18.4	AASHTO:
Nº 30	0.600	350.0	4.0		14.4	OBSERVACIONES:
Nº 40	0.420	300.0	3.4		11.0	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
Nº 50	0.300	250.0	2.8		8.2	COLOR BEIGE CLARO
Nº 100	0.150	220.0	2.5		5.7	GRAVAS DE HASTA 3" DIAMETRO
Nº 200	0.075	190.0	2.2		3.5	MATERIAL POCO PLASTICO
< Nº 200	FONDO	310.0	3.5		0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



Carlos Irala Candiotti
 ING. CARLOS IRALA CANDIOTTI
 JEFE (E) LABORATORIO N° 02 MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS - UNI - FIC

AV. TUPAC AMARU N° 1150 - Lima 25 - PERÚ Apartado Postal 31-250 Lima 31
 Teléfono (+51) 1 482-0777, (+51) 1 482-0604, (+51) 1 482-0790, FAX: (+51) 1 481-0170

LAB-F-001



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

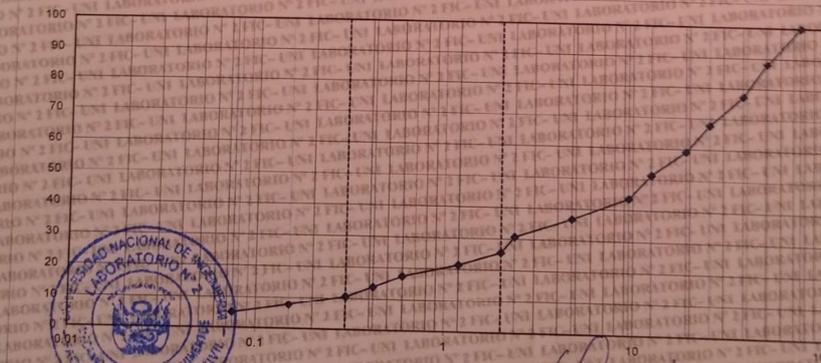
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO DISTRITO DE EL AGUSTINO - LIMA - LIMA.	TECNICO	ING. RESP.
UBICACION	DISTRITO EL AGUSTINO	FECHA:	DICIEMBRE DEL 2015
SOLICITADO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE EL AGUSTINO	LUGAR:	AV FERROCARRIL PROG 04650

DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTRA	2	TAMAÑO MAXIMO	: 2"
PROCEDENCIA	CALICATA 3 - PROFUNDIDAD DE 0.25 - 1.50m	PESO INICIAL SECO	: 8.350 0 g
REGISTRO	EL AGUSTINO	PESO FRACCION	:

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	PECIFICACIONES/DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0	
2"	50.800	1000.0	12.0		88.0	
1 1/2"	38.100	900.0	10.8		77.2	
1"	25.400	790.0	9.5		67.6	Limite Liquido 27.5
3/4"	19.050	720.0	8.6		59.2	Limite Plastico 20.6
1/2"	12.500	650.0	7.8		51.4	Indice Plasticidad 6.9
3/8"	9.500	640.0	7.7		43.7	Humedad Natural 3.7%
N° 4	4.750	580.0	6.9		36.8	
N° 8	2.360	500.0	6.0		30.8	Clasificación:
N° 10	2.000	430.0	5.1		25.6	SUCS: GP
N° 16	1.190	350.0	4.2		21.4	AASHTO:
N° 30	0.600	330.0	4.0		17.5	OBSERVACIONES:
N° 40	0.420	300.0	3.6		13.9	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
N° 50	0.300	270.0	3.2		10.7	COLOR BEIGE CLARO
N° 100	0.150	250.0	3.0		7.7	GRAVAS DE HASTA 3" DIAMETRO
N° 200	0.075	230.0	2.8		4.9	MATERIAL POCO PLASTICO
< N° 200	FONDO	410.0	4.9		0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



[Signature]
 ING. CARLOS IRALA GANDIOTTI
 JEFE DEL LABORATORIO N° 02 MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS UNI - ING. RESPONSABLE

AV. TÚPAC AMARU N° 1150 - Lima 25 - PERÚ Apartado Postal 31-250 Lima 31
 Teléfono (+51) 1 482-0777, (+51) 1 482-0804, (+51) 1 482-0790, FAX: (+51) 1 481-0170

LAB-F-001



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

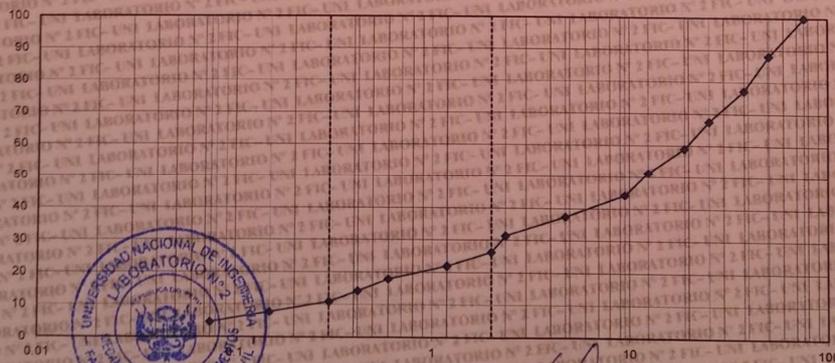
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO DISTRITO DE EL AGUSTINO - LIMA- LIMA.	TECNICO	
UBICACION	DISTRITO EL AGUSTINO	ING. RESP.	
SOLICITADO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE EL AGUSTINO	FECHA:	DICIEMBRE DEL 2015
		LUGAR	AV FERROCARRIL PROG 0+850

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	2	TAMAÑO MAXIMO	: 2"
PROCEDENCIA	CALICATA 4 - PROFUNDIDAD DE 0.25 - 1.50m	PESO INICIAL SECO	: 8,820.0 g
REGISTRO	EL AGUSTINO	PESO FRACCION	:

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	PECIFICACIONES/DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0	
2"	50.800	1050.0	11.9		88.1	
1 1/2"	38.100	960.0	10.9		77.2	
1"	25.400	850.0	9.6		67.6	Límite Líquido: 27.7
3/4"	19.050	750.0	8.5		59.1	Límite Plástico: 20.9
1/2"	12.500	680.0	7.7		51.4	Índice Plasticidad: 6.8
3/8"	9.500	630.0	7.1		44.2	Humedad Natural: 3.6%
N° 4	4.750	600.0	6.8		37.4	
N° 8	2.360	530.0	6.0		31.4	Clasificación:
N° 10	2.000	450.0	5.1		26.3	SUCS: GP
N° 16	1.190	380.0	4.3		22.0	AASHTO:
N° 30	0.800	360.0	4.1		17.9	OBSERVACIONES:
N° 40	0.420	320.0	3.6		14.3	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
N° 50	0.300	300.0	3.4		10.9	COLOR BEIGE CLARO
N° 100	0.150	280.0	3.2		7.7	GRAVAS DE HASTA 4" DIAMETRO
N° 200	0.075	270.0	3.1		4.6	MATERIAL POCO PLASTICO
< N° 200	FONDO	410.0	4.6		0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



[Firma]
ING. CARLOS IRALANDIOTTI
JEFE (e) LABORATORIO N° 02 MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS UNI - FIC
ING. RESPONSABLE

AV. TUPAC AMARU N° 1150 - Lima 25 - PERÚ Apartado Postal 31-250 Lima 31
Teléfono (+51) 1 482-0777, (+51) 1 482-0804, (+51) 1 482-0790, FAX: (+51) 1 481-0170



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

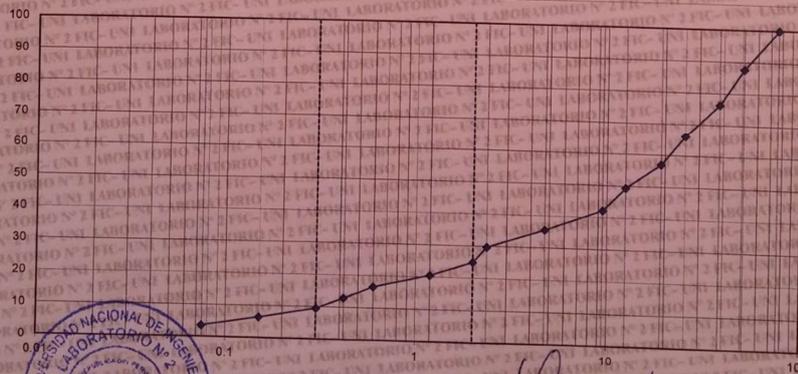
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO DISTRITO DE EL AGUSTINO - LIMA-LIMA	TECNICO	ING. RESP.
UBICACION	DISTRITO EL AGUSTINO	FECHA:	DICIEMBRE DEL 2015
SOLICITADO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE EL AGUSTINO	LUGAR	AV. FERROCARRIL PROG. 04-1000
DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTRA	2	TAMAÑO MAXIMO	2"
PROCEDENCIA	CALICATA 5 - PROFUNDIDAD DE 0.25 - 1.50m	PESO INICIAL SECO	8,700.0 g
REGISTRO	EL AGUSTINO	PESO FRACCION	

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES/DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0	
2"	50.800	1070.0	12.3		87.7	
1 1/2"	38.100	980.0	11.3		76.4	
1"	25.400	900.0	10.3		66.1	Límite Líquido: 26.50
3/4"	19.050	790.0	9.1		57.0	Límite Plástico: 20.9
1/2"	12.500	660.0	7.6		49.4	Índice Plasticidad: 6.4
3/8"	9.500	630.0	7.2		42.2	Humedad Natural: 3.7%
N° 4	4.750	570.0	6.6		35.6	
N° 8	2.360	510.0	5.9		29.8	Clasificación:
N° 10	2.000	420.0	4.8		24.9	SUCS: GP
N° 16	1.190	380.0	4.4		20.6	AASHTO:
N° 30	0.600	350.0	4.0		16.6	OBSERVACIONES:
N° 40	0.420	320.0	3.7		12.9	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
N° 50	0.300	290.0	3.3		9.5	COLOR BEIGE CLARO
N° 100	0.150	270.0	3.1		6.4	GRAVAS DE HASTA 3" DIAMETRO
N° 200	0.075	250.0	2.9		3.6	MATERIAL POCO PLASTICO
< N° 200	FONDO	310.0	3.6		0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



ING. CARLOS IRALA CANDIOTTI
 JEFE (e) LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS UNI - FIC
 ING. RESPONSABLE

AV. TUPAC AMARU N° 1150 - Lima 25 - PERÚ Apartado Postal 31-250 Lima 31
 Teléfono (+51) 1 482-0777, (+51) 1 482-0804, (+51) 1 482-0790, FAX: (+51) 1 481-0170

LAB-F-001



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

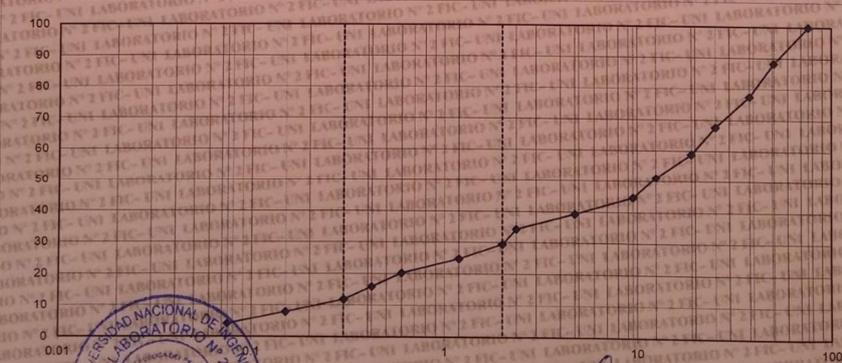
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO DISTRITO DE EL AGUSTINO - LIMA - LIMA	TECNICO	
UBICACION	DISTRITO EL AGUSTINO	FECHA:	DICIEMBRE DEL 2015
SOLICITADO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE EL AGUSTINO	LUGAR:	AV. FERROCARRIL PROG. 041200

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	2	TAMAÑO MAXIMO	: 2"
PROCEDENCIA	CALICATA 6 - PROFUNDIDAD DE 0.25 - 1.50m	PESO INICIAL SECO	: 8.100,0 g
REGISTRO	EL AGUSTINO	PESO FRACCION	:

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	PECIFICACION DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0	
2"	50.800	950.0	11.7		88.3	
1 1/2"	38.100	870.0	10.7		77.5	
1"	25.400	800.0	9.9		67.7	Límite Líquido: 26.8
3/4"	19.050	710.0	8.8		58.9	Límite Plástico: 20.0
1/2"	12.500	620.0	7.7		51.2	Índice Plasticidad: 6.8
3/8"	9.500	530.0	6.5		44.7	Humedad Natural: 3.9%
N° 4	4.750	440.0	5.4		39.3	Clasificación:
N° 8	2.360	400.0	4.9		34.3	SUCS: GP
N° 10	2.000	390.0	4.8		29.5	AASHTO:
N° 16	1.190	380.0	4.7		24.8	OBSERVACIONES:
N° 30	0.600	370.0	4.6		20.2	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
N° 40	0.420	350.0	4.3		15.9	COLOR BEIGE CLARO
N° 50	0.300	330.0	4.1		11.9	GRAVAS DE HASTA 3" DIAMETRO
N° 100	0.150	320.0	4.0		7.9	MATERIAL POCO PLASTICO
N° 200	0.075	300.0	3.7		4.2	
< N° 200	FONDO	340.0	4.2	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



ING. CARLOS ARATA CANDIOTTI
 JEFE (R) LABORATORIO N° 02 MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS UNI - FIC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

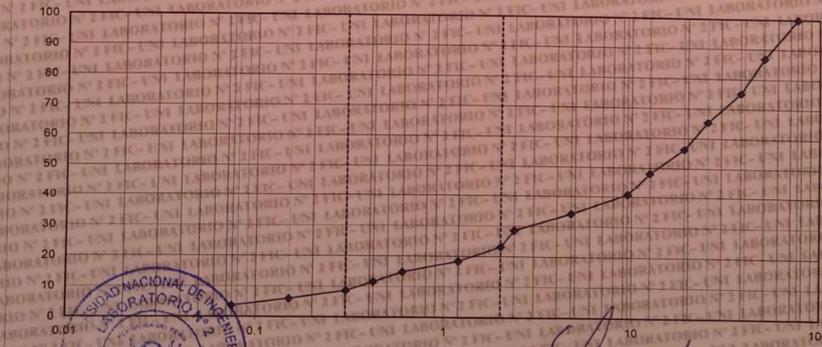
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO DISTRITO DE EL AGUSTINO - LIMA-LIMA	TECNICO	ING. RESP.
UBICACION	DISTRITO EL AGUSTINO	FECHA:	DICIEMBRE DEL 2015
SOLICITADO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE EL AGUSTINO	LUGAR:	AV. FERROCARRIL PROG. 0-1450
DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTRA	2	TAMAÑO MAXIMO	2"
PROCDENCIA	CALIGATA 7 - PROFUNDIDAD DE 0.25 - 1.50m	PESO INICIAL SECO	9,200.0 g
REGISTRO	EL AGUSTINO	PESO FRACCION	

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	PECIFICACION DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0	
2"	50.800	1200.0	13.0		87.0	
1 1/2"	38.100	1080.0	11.7		75.2	
1"	25.400	900.0	9.8		65.4	
3/4"	19.050	840.0	9.1		56.3	Límite Líquido: 25.8
1/2"	12.500	750.0	8.2		48.2	Límite Plástico: 19.8
3/8"	9.500	680.0	7.4		40.8	Índice Plasticidad: 6.0
N° 4	4.750	600.0	6.5		34.2	Humedad Natural: 3.9%
N° 8	2.360	520.0	5.7		28.6	Clasificación:
N° 10	2.000	500.0	5.4		23.2	SUCS: GP
N° 16	1.190	440.0	4.8		16.4	AASHTO:
N° 30	0.600	330.0	3.6		14.8	OBSERVACIONES:
N° 40	0.420	300.0	3.3		11.5	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
N° 50	0.300	270.0	2.9		8.6	COLOR BEIGE CLARO
N° 100	0.150	240.0	2.6		6.0	GRAVAS DE HASTA 3" DIAMETRO
N° 200	0.075	210.0	2.3		3.7	MATERIAL POCO PLASTICO
< N° 200	FONDO	340.0	3.7		0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



ING. CARLOS RAFAEL CARIOTTI
JEFE DEL LABORATORIO N° 2 DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS UNI-FIC
ING. RESPONSABLE

AV. TUPAC AMARU N° 1150 - Lima 25 - PERÚ Apartado Postal 31-250 Lima 31
Teléfono (+51) 1 482-0777, (+51) 1 482-0804, (+51) 1 482-0790, FAX: (+51) 1 481-0170

LAB-F-001



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

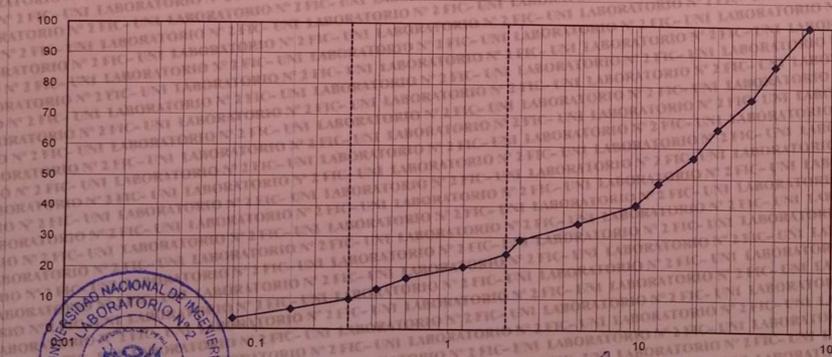
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA VIA DE TRANSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PLACIDO JIMENEZ A LA AV. PRIMERO DE MAYO DISTRITO DE EL AGUSTINO - LIMA - LIMA.	TECNICO	
UBICACION	DISTRITO EL AGUSTINO	ING. RESP.	
SOLICITADO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE EL AGUSTINO	FECHA:	DICIEMBRE DEL 2015
		LUGAR:	AV. FERROCARRIL PROG 0-1650
DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTRA	2	TAMAÑO MAXIMO	2"
PROCEDENCIA	GALICATA B - PROFUNDIDAD DE 0.25 - 1.50m	PESO INICIAL SECO	8,200.0 g
REGISTRO	EL AGUSTINO	PESO FRACCION	

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	PECIFICACION DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0	
2"	50.800	1060.0	12.9		87.1	
1 1/2"	38.100	900.0	11.0		76.1	
1"	25.400	810.0	9.9		66.2	
3/4"	19.050	770.0	9.4		56.8	Límite Líquido: 26.00
1/2"	12.500	700.0	8.5		48.3	Límite Plástico: 20.1
3/8"	9.500	610.0	7.4		40.9	Índice Plasticidad: 6.1
N° 4	4.750	510.0	6.2		34.6	Humedad Natural: 3.9%
N° 8	2.360	450.0	5.5		29.1	Clasificación:
N° 10	2.000	380.0	4.6		24.5	SUCS: GP
N° 16	1.190	350.0	4.3		20.2	AASHTO:
N° 30	0.600	310.0	3.8		16.5	OBSERVACIONES:
N° 40	0.420	290.0	3.5		12.9	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA
N° 50	0.300	270.0	3.3		9.6	COLOR BEIGE CLARO
N° 100	0.150	260.0	3.2		6.5	GRAVAS DE HASTA 4" DIAMETRO
N° 200	0.075	250.0	3.0		3.4	MATERIAL POCO PLASTICO
< N° 200	FONDO	250.0	3.0		0.4	

CURVA GRANULOMETRICA



ING. CARLOS IRALA GANDIOTTI
JEFE (R) LABORATORIO N° 2 DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS - FIC

AV. TÚPAC AMARU N° 1150 - Lima 25 - PERÚ Apartado Postal 31-250 Lima 31
Teléfono (+51) 1 482-0777, (+51) 1 482-0804, (+51) 1 482-0790, FAX: (+51) 1 481-0170

LAB-F-001



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27 ASTM D422)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE TRÁNSITO VEHICULAR - ETAPAS 1 Y 2	FECHA	15/06/2011
	EN LA AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PUERTO VENECIA A LA 41	NO. REG.	
	PRIMERO DE MAYO DISTRITO DE EL AGUAYTO - LIMA - LIMA	FECHA	15/06/2011
UBICACIÓN	DISTRITO EL AGUAYTO	UBICACIÓN DEL SUELO	AV. FERROCARRIL TRAMO AV. PUERTO VENECIA
MUNICIPIO	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE EL AGUAYTO	UBICACIÓN	
DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTRA	3	TAMAÑO MÁXIMO	2"
PROVENIENCIA	CALICATA N° 1009 UNIDAD DE 3.25 - 4.50M	PESO INICIAL SECO	8.451 Kg
REGISTRO	SE 1009/1000	PESO FRECCION	

TAMIZO	ÁREA DE MESH (cm²)	PESO RETENIDO (g)	Porcentaje retenido	Porcentaje retenido	Porcentaje retenido	Observaciones de la muestra
#	75.000	100.0	1.2	1.2	100.0	
#2	50.000	100.0	1.2	2.4	97.1	
#4	37.500	100.0	1.2	3.6	93.2	
#10	15.000	100.0	1.2	4.8	88.4	
#20	7.500	100.0	1.2	6.0	82.4	
#40	3.750	100.0	1.2	7.2	75.2	
#60	2.500	100.0	1.2	8.4	66.8	
#80	1.875	100.0	1.2	9.6	57.2	
#100	1.500	100.0	1.2	10.8	46.4	
#150	1.000	100.0	1.2	12.0	34.4	
#200	0.750	100.0	1.2	13.2	21.2	
#250	0.600	100.0	1.2	14.4	7.2	
#300	0.500	100.0	1.2	15.6	0.0	
#425	0.354	100.0	1.2	16.8	0.0	
#600	0.250	100.0	1.2	18.0	0.0	
#850	0.177	100.0	1.2	19.2	0.0	
#1180	0.125	100.0	1.2	20.4	0.0	
#2000	0.075	100.0	1.2	21.6	0.0	
#2800	0.053	100.0	1.2	22.8	0.0	
#4750	0.032	100.0	1.2	24.0	0.0	
#6500	0.022	100.0	1.2	25.2	0.0	
#9000	0.015	100.0	1.2	26.4	0.0	
#12500	0.010	100.0	1.2	27.6	0.0	
#17500	0.007	100.0	1.2	28.8	0.0	
#25000	0.005	100.0	1.2	30.0	0.0	
#35000	0.003	100.0	1.2	31.2	0.0	
#47500	0.002	100.0	1.2	32.4	0.0	
#65000	0.001	100.0	1.2	33.6	0.0	
#90000	0.001	100.0	1.2	34.8	0.0	
#125000	0.001	100.0	1.2	36.0	0.0	
#175000	0.001	100.0	1.2	37.2	0.0	
#250000	0.001	100.0	1.2	38.4	0.0	
#350000	0.001	100.0	1.2	39.6	0.0	
#475000	0.001	100.0	1.2	40.8	0.0	
#650000	0.001	100.0	1.2	42.0	0.0	
#900000	0.001	100.0	1.2	43.2	0.0	
#1250000	0.001	100.0	1.2	44.4	0.0	
#1750000	0.001	100.0	1.2	45.6	0.0	
#2500000	0.001	100.0	1.2	46.8	0.0	
#3500000	0.001	100.0	1.2	48.0	0.0	
#4750000	0.001	100.0	1.2	49.2	0.0	
#6500000	0.001	100.0	1.2	50.4	0.0	
#9000000	0.001	100.0	1.2	51.6	0.0	
#12500000	0.001	100.0	1.2	52.8	0.0	
#17500000	0.001	100.0	1.2	54.0	0.0	
#25000000	0.001	100.0	1.2	55.2	0.0	
#35000000	0.001	100.0	1.2	56.4	0.0	
#47500000	0.001	100.0	1.2	57.6	0.0	
#65000000	0.001	100.0	1.2	58.8	0.0	
#90000000	0.001	100.0	1.2	60.0	0.0	
#125000000	0.001	100.0	1.2	61.2	0.0	
#175000000	0.001	100.0	1.2	62.4	0.0	
#250000000	0.001	100.0	1.2	63.6	0.0	
#350000000	0.001	100.0	1.2	64.8	0.0	
#475000000	0.001	100.0	1.2	66.0	0.0	
#650000000	0.001	100.0	1.2	67.2	0.0	
#900000000	0.001	100.0	1.2	68.4	0.0	
#1250000000	0.001	100.0	1.2	69.6	0.0	
#1750000000	0.001	100.0	1.2	70.8	0.0	
#2500000000	0.001	100.0	1.2	72.0	0.0	
#3500000000	0.001	100.0	1.2	73.2	0.0	
#4750000000	0.001	100.0	1.2	74.4	0.0	
#6500000000	0.001	100.0	1.2	75.6	0.0	
#9000000000	0.001	100.0	1.2	76.8	0.0	
#12500000000	0.001	100.0	1.2	78.0	0.0	
#17500000000	0.001	100.0	1.2	79.2	0.0	
#25000000000	0.001	100.0	1.2	80.4	0.0	
#35000000000	0.001	100.0	1.2	81.6	0.0	
#47500000000	0.001	100.0	1.2	82.8	0.0	
#65000000000	0.001	100.0	1.2	84.0	0.0	
#90000000000	0.001	100.0	1.2	85.2	0.0	
#125000000000	0.001	100.0	1.2	86.4	0.0	
#175000000000	0.001	100.0	1.2	87.6	0.0	
#250000000000	0.001	100.0	1.2	88.8	0.0	
#350000000000	0.001	100.0	1.2	90.0	0.0	
#475000000000	0.001	100.0	1.2	91.2	0.0	
#650000000000	0.001	100.0	1.2	92.4	0.0	
#900000000000	0.001	100.0	1.2	93.6	0.0	
#1250000000000	0.001	100.0	1.2	94.8	0.0	
#1750000000000	0.001	100.0	1.2	96.0	0.0	
#2500000000000	0.001	100.0	1.2	97.2	0.0	
#3500000000000	0.001	100.0	1.2	98.4	0.0	
#4750000000000	0.001	100.0	1.2	99.6	0.0	
#6500000000000	0.001	100.0	1.2	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Signature and stamp of the technician

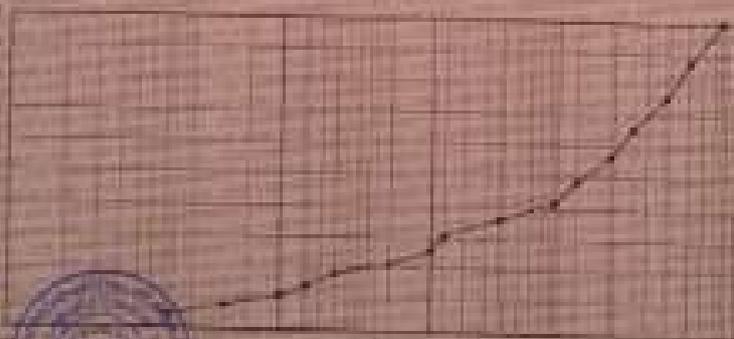


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio N° 3 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS, GEOTÉCNICA Y PAVIMENTOS					
NOMBRE DEL CLIENTE: [Illegible]			FECHA: [Illegible]		
NOMBRE DEL PROYECTO: [Illegible]			LUGAR: [Illegible]		
NOMBRE DEL INGENIERO: [Illegible]			FECHA DE ENTREGA: [Illegible]		
DATOS DE LA MUESTRA					
TIPO DE MUESTRA: [Illegible]			TAMBIÉN SE: [Illegible]		
MATERIAL: [Illegible]			FECHA DE OBTENCIÓN: [Illegible]		
MUESTRA: [Illegible]			ESTADO: [Illegible]		
Tamaño de Partícula (mm)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Pasado (%)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Pasado (%)	Observaciones
75	5	95	75	25	
150	10	90	150	85	
300	15	85	300	80	
600	20	80	600	75	
1200	30	70	1200	65	
2500	45	55	2500	55	
5000	65	35	5000	35	
10000	85	15	10000	15	
20000	95	5	20000	5	
40000	100	0	40000	0	
75	5	95	75	25	
150	10	90	150	85	
300	15	85	300	80	
600	20	80	600	75	
1200	30	70	1200	65	
2500	45	55	2500	55	
5000	65	35	5000	35	
10000	85	15	10000	15	
20000	95	5	20000	5	
40000	100	0	40000	0	

GRÁFICA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature]
 INGENIERO CIVIL
 LABORATORIO N° 3



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

RELACION DE TENSIÓN DE COMPRESIÓN (C) vs E_s
 EN TUBO SANDOZ 2 (2000) (100)

FECHA: 10/05/2017	LABORATORIO: 2000
PROYECTO: 1000	FECHA DE ENTREGA: 10/05/2017
CLIENTE: 1000	FECHA DE RECEPCIÓN: 10/05/2017

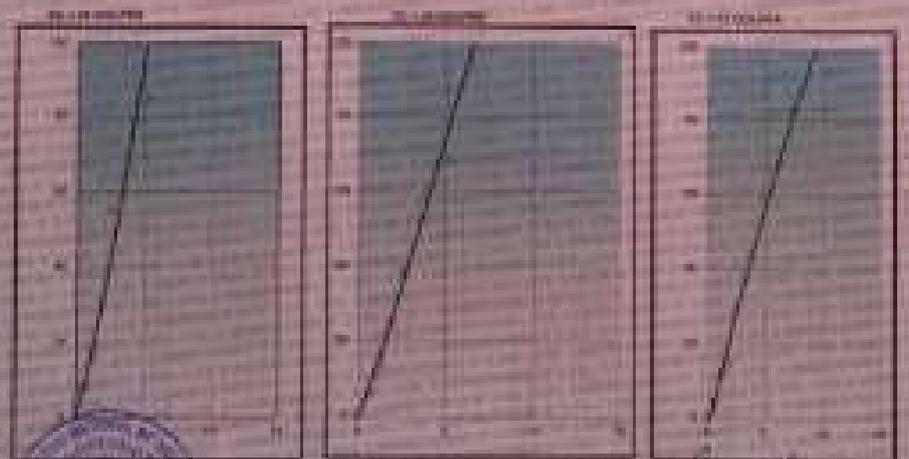
PROYECTO: 1000	LABORATORIO: 2000
CLIENTE: 1000	FECHA DE ENTREGA: 10/05/2017
FECHA DE RECEPCIÓN: 10/05/2017	



DEFORMACIÓN GENERAL (mm)	0
DEFORMACIÓN LOCAL (mm)	0.002
DEFORMACIÓN LOCAL DE COMPRESIÓN (mm)	0.002
DEFORMACIÓN LOCAL DE TORSIÓN (mm)	0.002

DEFORMACIÓN LOCAL (mm)	0.002	0.002	0.002
DEFORMACIÓN LOCAL (mm)	0.002	0.002	0.002

RESULTADOS:
 COEFICIENTE DE COMPRESIÓN (C): 0.002
 COEFICIENTE DE TORSIÓN (T): 0.002



[Handwritten signature]
 Ing. [Name]
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

RELACIONE REPORTE DE CALIFORNIA (L.R.1)

Table with 2 columns: Descripción and Cantidad. Includes items like 'Materiales para el ensayo' and 'Materiales para el ensayo'.

Table with 2 columns: Descripción and Cantidad. Includes items like 'Materiales para el ensayo' and 'Materiales para el ensayo'.

Main data table with 7 columns: Descripción, U, Cantidad, U, Cantidad, U, Cantidad. Lists various soil and pavement materials and their quantities.

Table with 7 columns: Descripción, U, Cantidad, U, Cantidad, U, Cantidad. Contains additional material entries.

Table with 7 columns: Descripción, U, Cantidad, U, Cantidad, U, Cantidad. Contains additional material entries.



Handwritten signature and stamp at the bottom right of the page.



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

Dr. José S. Babcoer Flores / Ing. Civil - Reg. C.R. 46679

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMOZADO

LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO

ESTUDIOS DE SUELOS CON FINES DE CONSTRUCCION Y FUNDACION

Anexo II

REGISTRO DE EXPLORACIONES



[Handwritten signature]
JOSÉ S. BABCOER FLORES
ING. CIVIL - REG. C.R. 46679



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

Ing. Javier E. Baltasar Flores / Ing. Civil - Reg. C.I.P. 66479

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMOZADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
MÉTODO DE MUESTREO CONTINUO DE CONSTRUCCION Y MANUTENCION

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO: RECONSTRUCCION DE LA PAVIMENTACION DE LA AV. CENTRAL DE LA SE. VERONICA MARCO FLORES (AV. 14) PROYECTO 2010
UBICACION: DISTRITO DE AGUINCO - ICA
RELACION: DISTRITO DE AGUINCO

MUESTRA: 1-1
FECH: 23.01.2010
FECHA: DICIEMBRE DEL 2010
PROYECTO: PROYECTO 2010
LUGAR: EN VERONICA

Profundidad	Estado	Diagrama	Observaciones de terreno	Capacidad (kg/cm²)
0.00m			CONCRETO EN EL TERRENO	
0.20m			CONCRETO EN EL TERRENO	
0.40m			CONCRETO EN EL TERRENO	
0.60m			CONCRETO EN EL TERRENO	
0.80m			CONCRETO EN EL TERRENO	
1.00m			CONCRETO EN EL TERRENO	
1.20m			CONCRETO EN EL TERRENO	
1.40m			CONCRETO EN EL TERRENO	
1.60m			CONCRETO EN EL TERRENO	
1.80m			CONCRETO EN EL TERRENO	
2.00m			CONCRETO EN EL TERRENO	
2.20m			CONCRETO EN EL TERRENO	
2.40m			CONCRETO EN EL TERRENO	
2.60m			CONCRETO EN EL TERRENO	
2.80m			CONCRETO EN EL TERRENO	
3.00m			CONCRETO EN EL TERRENO	
3.20m			CONCRETO EN EL TERRENO	
3.40m			CONCRETO EN EL TERRENO	
3.60m			CONCRETO EN EL TERRENO	
3.80m			CONCRETO EN EL TERRENO	
4.00m			CONCRETO EN EL TERRENO	
4.20m			CONCRETO EN EL TERRENO	
4.40m			CONCRETO EN EL TERRENO	
4.60m			CONCRETO EN EL TERRENO	
4.80m			CONCRETO EN EL TERRENO	
5.00m			CONCRETO EN EL TERRENO	
5.20m			CONCRETO EN EL TERRENO	
5.40m			CONCRETO EN EL TERRENO	
5.60m			CONCRETO EN EL TERRENO	
5.80m			CONCRETO EN EL TERRENO	
6.00m			CONCRETO EN EL TERRENO	
6.20m			CONCRETO EN EL TERRENO	
6.40m			CONCRETO EN EL TERRENO	
6.60m			CONCRETO EN EL TERRENO	
6.80m			CONCRETO EN EL TERRENO	
7.00m			CONCRETO EN EL TERRENO	
7.20m			CONCRETO EN EL TERRENO	
7.40m			CONCRETO EN EL TERRENO	
7.60m			CONCRETO EN EL TERRENO	
7.80m			CONCRETO EN EL TERRENO	
8.00m			CONCRETO EN EL TERRENO	
8.20m			CONCRETO EN EL TERRENO	
8.40m			CONCRETO EN EL TERRENO	
8.60m			CONCRETO EN EL TERRENO	
8.80m			CONCRETO EN EL TERRENO	
9.00m			CONCRETO EN EL TERRENO	
9.20m			CONCRETO EN EL TERRENO	
9.40m			CONCRETO EN EL TERRENO	
9.60m			CONCRETO EN EL TERRENO	
9.80m			CONCRETO EN EL TERRENO	
10.00m			CONCRETO EN EL TERRENO	

Ing. Javier E. Baltasar Flores
 Ing. Civil - Reg. C.I.P. 66479
 JBF Servicios Especiales de Ingeniería



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

Dr. Jesús S. Babojar Flores / Ing. Civil-Reg. C.I.P. 4478

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREFABRICADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIOS DE SUELOS CON ENSAYOS DE CIMENTACION Y MOVIMIENTOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO: MOVIMIENTO DE LA VÍA DE TRÁNSITO VEHICULAR Y PARTIDA DE LA
AL FERROCARRIL TRASE AL PLAZO ANEXAL AL FERROCARRIL VIAL
UBICACIÓN: INTERSECCION AGUSTIN COBARRAL

MOEDAS: F-2
PROY: 020.1.1000
FECHA: 02 DE ABRIL DEL 2014
FECHA FIN: 02 DE ABRIL DEL 2014
USO: 4478000000

ESTACION: MARCADO 0+000,000, 0+000,000

Profundidad	Tip. de	Estado	Observaciones	Fotografía del Material	Calificación SUELO
0.00m					
0.20m		M-1			
0.40m					
0.60m					
0.80m					
1.00m					
1.20m					
1.40m					
1.60m					
1.80m					
2.00m					
2.20m					
2.40m					
2.60m					
2.80m					
3.00m					
3.20m					
3.40m					
3.60m					
3.80m					
4.00m					
4.20m					
4.40m					
4.60m					
4.80m					
5.00m					
5.20m					
5.40m					
5.60m					
5.80m					
6.00m					
6.20m					
6.40m					
6.60m					
6.80m					
7.00m					
7.20m					
7.40m					
7.60m					
7.80m					
8.00m					
8.20m					
8.40m					
8.60m					
8.80m					
9.00m					
9.20m					
9.40m					
9.60m					
9.80m					
10.00m					

0+000,000

0+000,000

[Handwritten signature and stamp]



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

Dr. Jesús B. Ballarín Flores / Ing. Civil - Reg. C.E.P. 44470

ARMONA - CONSTRUCCIONES - SUPERVISIÓN

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREPARADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE DISEÑO Y FUNDACIONES

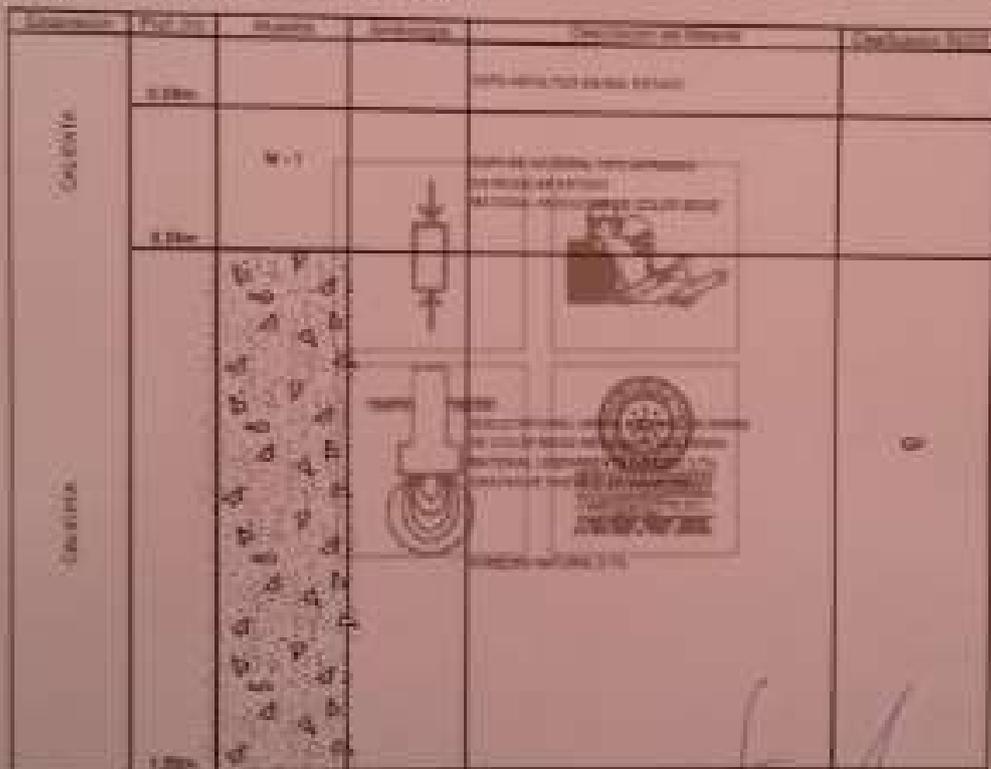
REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN LA CALLE TENIENTE VICERREY Y PERIFONEO EN LA
DE INTERCOMUNICACION TERRESTRE AV. PLACIDA ANDRÉS LA FUERTE PROYECTO 18000
DISTRITO DE EL AGUAYTO - LIMA (PERU)

UBICACION: CALLE TENIENTE VICERREY

REALIZADO POR: MUNICIPALIDAD DEL AGUAYTO

BOQUINA: C-3
ESCALA: 1:50
FECHA: 02/08/2018
HECHO POR: FUNDACION JBF
LUBRO: FUNDACION JBF



0.00m

0.20m

[Handwritten signature and stamp]



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

Dr. Jesús E. Baltazar Flores / Ing. Civil - Reg. C.P. 66679

AREQUIBA - CONSTRUCCION - SUPERVISOR

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PRERESTRUCURADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTRUCTURAS SUELOS CON PLANES DE COMERCIALIZACION Y INVENTARIOS

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO: ALIQUANTO DE LA VÍA DE TERNIYICHILLAY Y VIALTOVA EN LA
DE TERNIYICHILLAY TERNIYAY PLAZA AREQUIBA A LA VIALTOVA DE LA VÍA
DIRECCIÓN: DISTRITO DE EL AGUAYTO - AREQUIBA

FECHA: 2018 - 10 - 24
PROYECTO: DISTRITO DE EL AGUAYTO
FECHA DE EMISIÓN: 2018 - 10 - 24
FECHA DE RECEPCIÓN: 2018 - 10 - 24

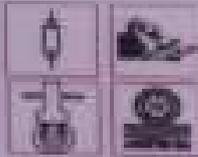
RELACION: NACIONALIDAD ORIGINAL DEL AGUAYTO

Profundidad	Profundidad	Medios	Detalles	Observaciones de Huelga	Observaciones de Huelga
0.00m					
0.20m					
0.40m					
0.60m					
0.80m					
1.00m					

0.00m

1.00m

[Handwritten signature and stamp]



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

Dr. Jesús S. Bahuear Flores / Ing. Civil - Reg. C.I.T. 44479

ABSORBA - CONSTRUCCIÓN - SUPERVISIÓN

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMEZCLADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CIMENTACIÓN
SERVICIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN Y FUNDACIONES

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO: REAJUSTAMIENTO DE LA VEREDA TERRAZO VIEJILLA - PATRIMONIO DE LA
AY. TERRAZO VIEJILLA, TAMBORÁN - PLAZA JARDÍN ALA AY. PRIMERO DE MAYO
DISTRITO DE EL AGUAYO - LIMA - PERÚ

UBICACIÓN: DISTRITO DE EL AGUAYO

UNIDAD: SECCIÓN ADMINISTRATIVA DEL AGUAYO

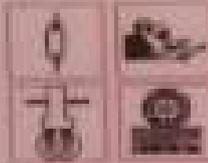
MUESTRA: 0-8
PROP: 010 - 100 0
FOOT: EXCAVACIÓN DEL DTA
MECANO FUE: FUNDACIÓN Y SUELOS
LÍNEA: 01 TERRAZO VIEJILLA

Categoría	Prof. (m)	Planta	Alcance	Descripción de Muestra	Observaciones
CONCRETO	0.20m			SUELO DE FONDO DE LA EXCAVACIÓN	
	0.20m	M-1		SUELO DE FONDO DE LA EXCAVACIÓN EN ESCALA REDUCIDA PATRIMONIO VIEJILLA DEL DISTRITO DE EL AGUAYO	
SUELOS	0.20m				
	1.20m				

SECCION TRANSVERSAL

SECCION LONGITUDINAL





JAF Servicios Especiales de Ingeniería

Dr. José S. Bateman Flores / Ing. Civil-Reg. C.R.P. 04478

ABASTOS - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMOZADO
 LAB. BATCHING - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
 ESTUDIOS DE SUELOS CON FINES DE OBSERVACION Y FUNDACION

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO: RECONSTRUCCION DE LA RED DE TRAMITO DE AGUAS Y PLANTAS EN LA
 AV. LEONARDO PRADIN EN PLAZA EMERGENCIA LA AL. PARRAL DE MARI
INDICACION: CONTROL DE EL AGUAFRANCO - LINEA 1000
CLIENTES: MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DEL HUANCA

MUESTRA: 017
PROY: 000 - 1000
PROY: 00000000000000000000
LOCAL: HUANCA

Profundidad	Medida	Detalle	Observaciones del Cliente	Observaciones JAF
0.00m				
0.75m	R. 1			
1.00m				



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

Dr. Jesús S. Balazar Flores / Ing. Civil - Reg. C.E.P. 66670

ASESORIA - CONSTRUCCIÓN - SUPERVISIÓN

CERTIFICACIÓN DE CALIDAD EN PLANTAS DE COCCIÓN DE PAPER (MOLINO)
 (PREVENCIÓN) - CONTROL DE CALIDAD DE SUELOS Y FUNDACIONES
 ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CONSERVACIÓN Y MAESTRIZACION

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN DE LA VÍA DE TERRESTRE PÚBLICA PRINCIPAL DELA
 EN FORMULARIO, TERRELLAN PLACEROS (PRENTE A LA VÍA TERRESTRE DE VIAL)
 EN EL MUNICIPIO DE AGUAYTAN, DEPART. DE CAJAMAHA

UBICACIÓN: ESTACIÓN 4+000 (Aprox.)

MUNICIPALIDAD: MUNICIPALIDAD CENTRAL DEL AGUAYTAN

HOJAS: 0-1
HOJA: 0-01 (01 de 01)
FECHA: 02/08/2011
HOJA Nº: 00000000000000000000
USUARIO: 00000000000000000000

Profundidad	Prof. (m)	Alcance	Observaciones	ANEXO DE PLANOS	Profundidad (m)
Superficie	0.00			PLAN DE UBICACIÓN DEL PUNTO	
	0.20	4.1			
Subsuelo	0.20				
					0.20

02/08/2011

02/08/2011

[Handwritten signature and stamp]



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

Dr. Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil - Reg. C.I.R. 58878

ASESORIA - CONSTRUCCION - SUPERVISION

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO ARMADO

LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y LÍQUIDOS

ESTUDIOS DE SUELOS CON TIPOS DE CIMENTACION Y PARAMETRIZACION

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO: RECONSTRUCCION DE LA UNIDAD DE TRAMONTE (SECTOR 10) Y REAFIJACION DE LA
 AN FORTECIONADA TRAMONTE PLACED JERINGA A LA AN TRAMONTE DE NIVEL
 CENTRO DE EL AGUAYTO - AMB - 1000

UBICACION: (CANTON DEL AGUAYTO)

OBJETIVO: MANEJO AMBIENTAL DEL AGUAYTO

PLANTA: 0 - 0

PROY: 001 / 1000

FECHA: DICIEMBRE 2014

RECORD POR: PROYECTO 001

USAR: 400000000

Profundidad	Prof. (m)	Medios	Resistencia	Observaciones del terreno	Comentarios (C.C.)
Excavación	1.20m			EXCAVACION EN EL SUELO	
	1.20m	Q-1		EXCAVACION EN SUELO Q-1 EXCAVACION EN SUELO Q-1 EXCAVACION EN SUELO Q-1	
Cimentación	1.20m				01
	1.20m				

01/12/2014

01/12/2014

[Handwritten signature]
 JESUS S. BALTAZAR FLORES
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.R. 58878



JBF Servicios Especiales de Ingeniería

Dr. Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Tito-Exp. CLF 8478

ASESORIA - CONSTRUCCIÓN - SUPERVISIÓN

CONTROL DE CALIDAD DE PLANOS DE CONCRETO PREMOZADO
 LABORATORIO - CONTROL DE UNIFORMES DE SUELOS Y CONCRETO
 ESTUDIO DE SUELOS CON PUNOS DE LABORATORIO Y PARAMETRIZACIÓN

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN DE LA RED DE TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. TERCERA DEL TRÁNSITO PLAZA AMARILLO A LA AV. PRIMERA DE MAYO DEPARTAMENTO DE EL AGUILAR - URM - 1988

UBICACIÓN: INTERSECCIÓN EL AGUILAR

CLIENTE: MUNICIPALIDAD DEPARTAMENTO DE EL AGUILAR

FECHA: 2-11-2014

PROF.: J.S.B. / T.E.

FECHA: DICIEMBRE DEL 2014

ESTADO POR: 45000 8170 1440

USAR: 4770000000

PROFUNDIDAD	PROF. (m)	TIPO DE SUELO	CONTENIDO DE HUMEDAD	EXAMENES DE SUELO	REMARKS (OBSERVACIONES)
EXCAVACIÓN	0.00m				SE REALIZÓ EXCAVACIÓN
	1.20m	M. 1			SE REALIZÓ EXCAVACIÓN DE 1.20M DE PROFUNDIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE 1200MM DE DIÁMETRO. SE OBSERVÓ SUELO DE TIPO M. 1.
EXCAVACIÓN	2.40m				SE REALIZÓ EXCAVACIÓN DE 2.40M DE PROFUNDIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE 1200MM DE DIÁMETRO. SE OBSERVÓ SUELO DE TIPO M. 1.
	3.60m				SE REALIZÓ EXCAVACIÓN DE 3.60M DE PROFUNDIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE 1200MM DE DIÁMETRO. SE OBSERVÓ SUELO DE TIPO M. 1.

0000000000

0000000000

SE REALIZÓ EXCAVACIÓN DE 3.60M DE PROFUNDIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE 1200MM DE DIÁMETRO. SE OBSERVÓ SUELO DE TIPO M. 1.



JAF Servicios Especiales de Ingeniería

Dr. José S. Roldán Flores / Ing. Civil - Reg. C.I.R. 44479

ARREGLA - CONSTRUCCIÓN - SUPERVISOR

CONTROL DE CALIDAD EN PLANTAS DE CONCRETO PREMOZADO
LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO
ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE DISEÑO Y INVESTIGACIÓN

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA TAWANTINSUNTA Y TAYANCA EN LA
AV. FERROCARRIL TRAVEL EN PLAZA AZUENGA # 12 AV. TAWANTINSUNTA

UBICACIÓN: DISTRITO DE ALMAGUERO - LIMA, LIMA

CLIENTE: MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DEL ALOUJINO

ARREGLA: 01/19
BOCA: 0100/1201-19
FOOMA: 0000000001/01/2019
REGISTRO: 0000000001/01/2019
LUGAR: ALMAGUERO

Profundidad	Alcance	Descripción	Observaciones	Profundidad (m)
0.00m			SEÑALAMIENTO DE LA EXCAVACIÓN	
0.22m	0.1		SEÑALAMIENTO DE LA EXCAVACIÓN	
1.00m			SEÑALAMIENTO DE LA EXCAVACIÓN	

ALMAGUERO

ALMAGUERO

SEÑALAMIENTO DE LA EXCAVACIÓN

ANEXO11: Resumen de los Resultados del diseño del pavimento flexible

RESUMEN DETALLADO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA AV. FERROCARRIL

Para la obtención del espesor del afirmado así como las secciones homogéneas (suelos con características similares de soporte) se ha empleado el método sugerido por el cuerpo de ingenieros de los EE.UU. Método USACE y también se emplearon a manera de comprobación los siguientes métodos.

Método TLR.

Método de la US Forest Service.

Estos métodos son los utilizados en los estudios de ingeniería de caminos en la elaboración de proyectos contratados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

1. DISEÑO DE PAVIMENTOS:

Para la obtención del espesor del pavimento, se tendrán que determinar los siguientes parámetros:

Valor relativo de soporte de diseño (CBR)

Determinación el 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.

2. DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO (CBRd):

Del estudio de suelos tenemos:

CBR = 30%

3. DETERMINACIÓN DEL EAL:

Del estudio de tránsito tenemos:

$$EAL = 128,133.78 = 1.281E+09$$

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%

Para la determinación del Espesor de la base granular usamos la siguiente fórmula:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10} \times (N_{rep}/120)$$

Reemplazando nuestros datos tenemos:

$$e = 200.71 \text{ mm.}$$

Consideramos el espesor de la sub base como:

$$e = 20 \text{ cm.}$$

Consideramos el espesor de la base como:

$$e = 20 \text{ cm.}$$

Espesor Recomendado.

El espesor de pavimento calculado a recomendar asume que la obra contara con un adecuado sistema de drenaje superficial

De lo mencionado anteriormente y empleando el diseño ideado por la NAASRA, National Association of Australian State Road Authorities (hoy AUSTROADS) resulta un espesor de capa granular de 30.01 cm.; pero se recomienda utilizar un espesor de 20 cm para la sub base y 20 cm para la base, tomando en cuenta lo especificado en la Norma de Diseño de Caminos de Bajo Volumen de Tráfico.

1. AGRESIÓN AL SUELO DE CIMENTACIÓN

El suelo bajo el cual se cimienta toda estructura, tiene un efecto Alto a la cimentación. Este efecto 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.

Los tres principales elementos químicos son los: sulfatos, sales solubles y cloruros; el primero ocasiona ataque químico al concreto, el segundo también ataca al concreto ocasionando problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación, inclusive pueden ocasionar asentamientos y los cloruros atacan al acero de refuerzo respectivamente. 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 de concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

De los resultados de los análisis químicos efectuados y las cuales fueron obtenidas a partir de las muestras obtenidas de la calicata C-02 y C-08 tenemos:

ELEMENTO QUÍMICO	PARÁMETROS	RESULTADO DEL ENSAYO	GRADO DE AGRESIVIDAD
C-2 (1.50 mts)			
CLORUROS	0 – 6,000.0 ppm	853.65 ppm	NO PERJUDICIAL
SULFATOS	0 - 1,000.0 ppm	937.12 ppm	LEVE

ELEMENTO QUÍMICO	PARÁMETROS	RESULTADO DEL ENSAYO	GRADO DE AGRESIVIDAD
C-8 (1.50 mts)			
CLORUROS	0 – 6,000.0 ppm	287.65 ppm	NO PERJUDICIAL
SULFATOS	0 - 1,000.0 ppm	899.01 ppm	LEVE

Para interpretar los resultados obtenidos se han usado los siguientes cuadros:

REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f _c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	0,0 ≤ SO ₄ < 0,1	0 ≤ SO ₄ < 150	—	—	—
Moderada**	0,1 ≤ SO ₄ < 0,2	150 ≤ SO ₄ < 1500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	0,2 ≤ SO ₄ < 2,0	1500 ≤ SO ₄ < 10000	V	0,45	31
Muy severa	2,0 < SO ₄	10000 < SO ₄	Tipo V más puzolana***	0,45	31

Cuadro Obtenido de la Norma Técnica Peruana E-060

CONTENIDO MÁXIMO DE IONES CLORURO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN DEL REFUERZO

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento)
Concreto preesforzado	0,06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0,15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1,00
Otras construcciones de concreto armado	0,30

Cuadro Obtenido de la Norma Técnica Peruana E-060

Presencia en el Suelo	p.p.m	Grado de Ataque	Observación
*Sulfatos	0 -1000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación.
	1000 - 2000	Moderado	
	2000 - 20000	Severo	
	> 20000	Muy Severo	
*Cloruros	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
*Sales Solubles Totales	> 15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación.

* Comité 318 - 83 ACI

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno contiene bajas concentraciones de cloruros y sulfatos, lo que ocasionaría un ataque leve a las estructuras de concreto, por lo que de acuerdo a las Normas Técnicas de Edificaciones no se recomienda protección especial a las estructuras en contacto con el suelo; por ello se recomienda el uso de carpeta asfáltica en caliente de 3”.

4. ANÁLISIS Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Actualmente debido a la mala condición de las calles, el flujo vehicular es bajo. El proyecto contemplará la pavimentación de las en la Obra: “MEJORAMIENTO DE

LA VÍA DE TRÁNSITO VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. FERROCARRIL
TRAMO AV. PLACIDO JIMÉNEZ A LA AV. 1 DE MAYO, DISTRITO EL
AGUSTINO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA”

Para llevar a cabo este trabajo es necesario establecer los siguientes parámetros:

Tipo de vía según su clasificación y uso.

Capacidad portante del suelo.

Carga por rueda.

Características del terreno de fundación.

5. PARÁMETROS CONSIDERADOS POR EL MÉTODO AASHTO – 93

• Módulo de Reacción de la Subrasante (K)

Dado que el valor de k efectivo depende de diferentes factores ajenos al módulo de reacción de la subrasante en sí, como por ejemplo:

- a) **Tipo de Sub Base granular (*):** Diferentes tipos de sub base tienen distintos módulos elásticos.
- b) **Espesor de Sub Base granular (ESB; en pulgadas):** El espesor de subbase que corresponda a cada tipo de subbase, se debe estimar, a fin de poder hacer una evaluación económica de distintas alternativas para diferentes espesores y tipos.
- c) **Pérdida de soporte (LS):** Este factor tiene en cuenta la pérdida potencial de soporte proveniente de la erosión de la base y/o movimientos diferenciales verticales del suelo. Para nuestro caso tenemos una base de material granular, a los que consideramos sin ningún tipo de tratamiento, de la Tabla 1:

Subbase (*): también se puede considerar Base Granular

Rangos Típicos de los Factores de Pérdida de Soporte (LS) para varios
 Tipo de Materiales

TIPO DE BASE O SUBBASE	PERDIDA DE SOPORTE (LS)
Materiales Granulares Tratada con cemento(E=1,000,000 a 2.000.000 psi)	0.0 a 1.0
Mezclas agregados con cemento(E=500,000 a 1.000.000 psi)	0.0 a 1.0
Bases tratadas con asfalto (E=350,000 a 1.000.000 psi)	0.0 a 1.0
Mezclas bituminosas estabilizadas (E=40,000 a 300.000 psi)	0.0 a 1.0
Estabilizados con cal (E=20,000 a 700.000 psi)	1.0 a 3.0
Materiales Granulares sin tratar(E=15,000 a 45.000 psi)	1.0 a 3.0
Materiales Granulares finos o subrasante natural(E=3,000 a 40.000 psi)	2.0 a 3.1

E: Módulo elástico o Resilente del material

Tabla 1 - Fuente: AASHTO

Los valores de LS considerados según las características de nuestra base ésta entre 1.0 a 3.0, tomamos como valor 1.0 por tener el rango inferior para suelos granulares sin tratar:

$$LS = 1.0$$

Para acceder a los Ábacos de diseño AASHTO – 93, es necesario conocer el Módulo Resilente (Mr) de la subrasante, de los ensayos de C.B.R. (ASTM D-1883) ejecutados con la finalidad de conocer la Capacidad de Soporte de los suelos del terreno de fundación arrojan un CBR de diseño (al 95% de la Máxima Densidad Seca) para el pavimento de la vía en estudio igual a 25.00 % (determinado al valor promedio), tenemos:

$$Mr = 2555(CBR)^{0.64}$$

(PSI)

$$Mr = 20048.00$$

(PSI)

Módulo de Elasticidad de la base

Para el caso de pavimento se empleara como “base” un material que tenga un CBR de 40%, tomando como referencia el valor mínimo tomado de la Tabla 402- 02, establecido en las especificaciones técnicas generales para construcción de carreteras EG – 2013.

Debido a la consideración anterior el módulo de elasticidad de la capa de base (Esb) a emplear se estima a partir de las correlaciones que la guía de diseño presenta:

$$\text{Coeficiente estructural } a_3 = 0.058 * (\text{CBR})^{.19}$$

$$a_3 = 0.12$$

Para Cálculo de base (Esb):

$$a_3 = .227 * \log (\text{Esb}) = .839$$

$$\text{Esb} = 17,000 \text{ psi}$$

De acuerdo al ábaco de la AASHTO (Figura 1) para el cálculo del Módulo de Reacción de la Sub-Rasante (k) y un espesor de base (DSB) de 20 cm, Mr de 22,550 psi y Modulo de Elasticidad de la Sub Base de 17,000 psi, tenemos

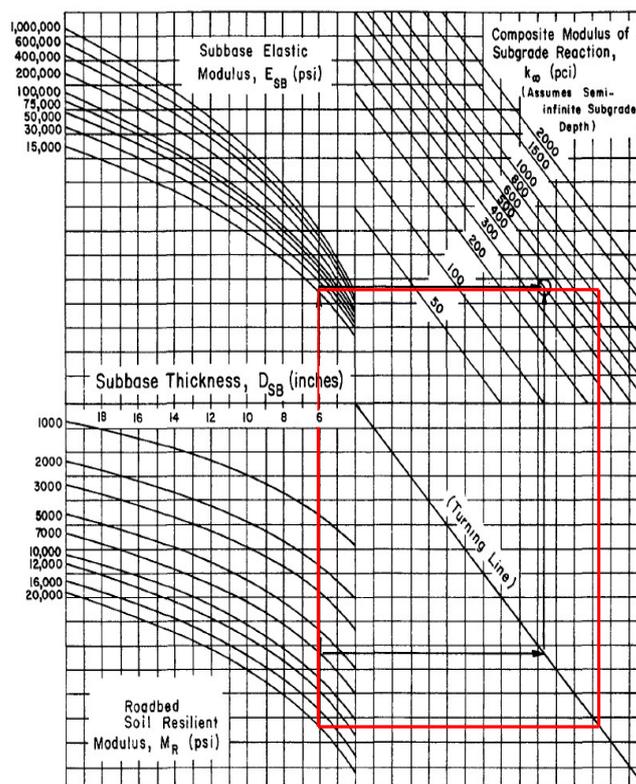
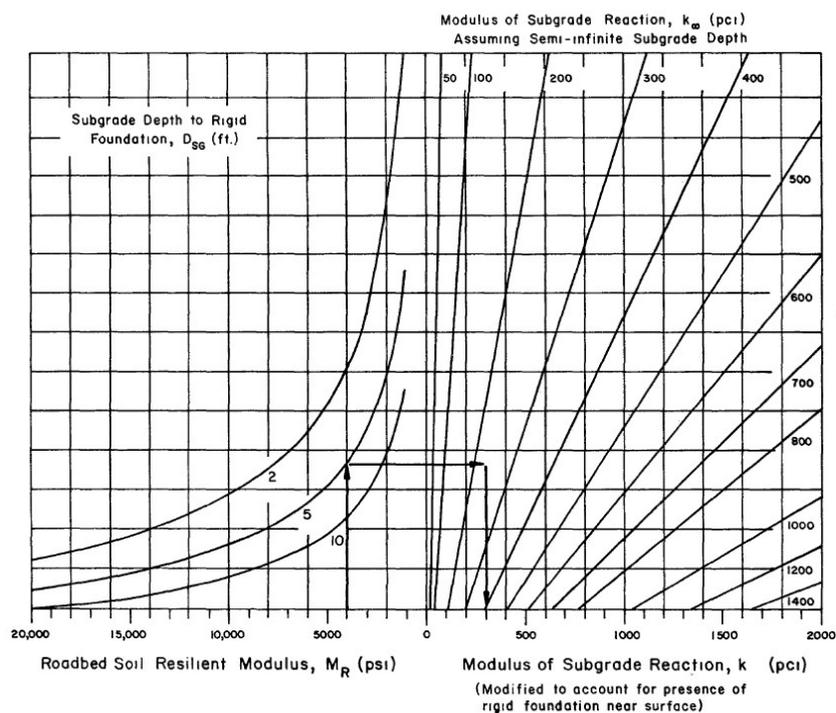


Figura 1 - Fuente: AASHTO

Se obtiene un valor compuesto de $K = 900 \text{ pci}$

El módulo de reacción compuesto de la sub rasante, se corrige por presencia de fundación rígida (roca cercana entre los 3 metros de profundidad), de acuerdo a la siguiente figura.

Gráfica N° 1 Corrección por fundación rígida, entre los 3 m. de profundidad



En el presente caso no se considera presencia de mantos rocosos a menos de 3.0 m de profundidad por tanto no hay corrección por este concepto. De esta manera se mantiene los valores definidos de la figura 1.

A los módulos de reacción compuesto, se debe considerar la pérdida de soporte (LS) que pueden llegar a tener las losas de un pavimento de concreto por efecto de la erosión en la sub base por corrientes de

agua o por los asentamientos diferenciales de la sub rasante, esto según la siguiente tabla y gráfica.

Siguiendo la aplicación de la norma AASHTO, se determina el Modulo Efectivo de Reacción de la subrasante tomando como valor el factor de pérdida de soporte asumido $LS = 1.0$ y Módulo de Reacción de la Sub-Rasante sin corregir $k=900$ pci, por lo tanto del ábaco (Figura 2) se obtiene que k' efectivo es:

$$k' = 250 \text{ pci}$$

Confiabilidad (R%)

La confiabilidad lo define la AASHTO como la probabilidad de que un tipo particular de daño (o combinación de manifestaciones de daños), permanecerán debajo o dentro de los niveles permisibles durante la vida de diseño.

Clasificación General de la Vía	Nivel de Confiabilidad (R) Recomendado			
	Urbano		Rural	
Autopistas, Vías Expresas y Carreteras Nacionales	85.0%	99.9%	80.0%	99.9%
Vías Arteriales	80.0%	99.0	75.0	95.0
Vías Colectoras	80.0%	95.0	75.0	95.0
Vías Locales	50.0%	80.0	50.0	80.0

Tabla 2 – Fuente AASHTO

El nivel de confiabilidad recomendado es: $R = 85.0\%$.

Para el porcentaje de confiabilidad adoptada, la Desviación Standard Normal (Z_r) obtenemos de la Tabla 3, de la Guía de Diseño AASHTO – 93.

Confiabilidad (R)	Desviación Estándar Normal (Zr)	Confiabilidad (R)	Desviación Estándar Normal (Zr)
50%	0.00	93%	-1.476
60%	-0.253	94%	-1.555
70%	-0.524	95%	-1.645
75%	-0.674	96%	-1.751
80%	-0.841	97%	-1.881
85%	-1.037	98%	-2.054
90%	-1.282	99%	-2.327
91%	-1.340	99.9%	-3.090
92%	-1.405	99.99%	-3.750

(Tabla 3 – Fuente AASHTO)

Para 95% de Nivel de Confiabilidad nos resulta:

$$Zr = -1.645.$$

Criterios de Evaluación

Teniendo en cuenta el tipo de uso peatonal, de vehículos ligeros, de vehículos pesados y de vehículos de emergencia tales como los bomberos, ambulancias u otros similares.

Capacidad Portante del Suelo

Según los reporte del laboratorio sabemos que el material de la subrasante está conformado por arcilla arenosa (CL) o A-6 (9), su valor de soporte CBR es de 40.00% a menos de 1.50 m de profundidad.

Capacidad de Rueda

De las consideraciones descritas del actual flujo vehicular y considerando un fuerte incremento en el desarrollo futuro de estas vías por mayor seguridad tendremos que considerar una superficie de rodadura resistente para el tráfico pesado y un pavimento de acuerdo a la calidad de la subrasante.

La carga por rueda por lo general es de 8,000 libras para un tren H20 o camión que tiene 16,000 libras por eje.

Características del Terreno de Fundación

De acuerdo al registro de excavaciones, el material predominante a nivel de subrasante está conformado por arcilla arenosa color marrón claro rojizo.

En el laboratorio se efectuó un ensayo Californiano Bearing Ratio CBR en una muestra representativa, obteniéndose:

C.B.R al 100% de la MDS: 98.00%

C.B.R al 95% de la MDS: 40.00%

A partir del ensayo CBR de laboratorio, se calcula el módulo resiliente de la subrasante de la correlación de Henkelom y Klomp, quienes establecieron que el módulo resiliente en psi:

$$Mr \text{ (psi)} = 1,50 \times \text{CBR}$$

Para nuestro caso:

$$Mr \text{ (psi)} = 1,50 \times (40.00) = 6,000 \text{ psi}$$

Procedimiento de Diseño

El método AASHTO 1993 utiliza el número estructural SN para cuantificar la resistencia estructural que el pavimento requiere para determinada capacidad de soporte del suelo, tráfico esperado y pérdida de serviciabilidad. Con la ecuación de diseño empírica usada en AASHTO 93 se busca el número estructural requerido por el proyecto:

$$\text{Log}N_{18} = ZRS_o + 9.36\text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log MR - 8.07 \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

SN: Número estructural requerido por la sección de carretera

W18: Número de ejes equivalentes de 80 kN (18,000 lb), en el período de diseño.

ZR: Desviación estándar normal (depende de la confiabilidad, R, de diseño)

So: Error estándar por efecto del tráfico y comportamiento

Δ PSI: Variación del índice de serviciabilidad.

MR: Módulo resiliente de la subrasante medido en psi

El número estructural requerido por el proyecto, SN, se convierte en espesores de carpeta asfáltica, base y sub base, mediante coeficientes de capa que representan la resistencia relativa de los materiales de cada capa.

La ecuación de diseño es la siguiente:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Donde:

a_i : Coeficiente de la capa i (1/pulg.)

D_i : Espesor de la capa i (pulg.)

m_i : Coeficiente de drenaje de la capa i (adimensional)

Los subíndices 1,2 y 3 se refieren a las capas de carpeta asfáltica, base y sub base (si se aplica) respectivamente. Los coeficientes de capa dependen del módulo resiliente del suelo (MR), se determinan empleando los conceptos esfuerzo-deformación de un sistema multicapa. Los coeficientes de capa usados en la pista de prueba AASHO son:

Concreto asfáltico superficial	a_1	0.40 - 0.75 pulg-3
Base de material granular	a_2	0.10 - 0.20 pulg-8
Sub base de material granular	a_3	0.10 - 0.20 pulg-8

Cálculo de Número Estructural

El diseño de la carretera depende del tráfico esperado durante la vida de servicio y la confiabilidad en el comportamiento. Luego de caracterizar el

suelo de la subrasante y seleccionar los valores de confiabilidad (R), para el error estándar S_o y ESAL estimado, se puede determinar el valor del número estructural, SN, usando la ecuación (1).

Para el diseño del pavimento se tiene en cuenta los siguientes datos:

- a) Período de Diseño: 10 años
- b) Tránsito: Del estudio de tránsito realizado se sabe que el EAL(diseño) = $1.56E+05$
- c) Factor de Confiabilidad (R): Consideramos 85%.
- d) Desviación Estándar Normal (Z_r): Para $Z_r(85\%) = -1.037$
- e) Efectos medioambientales: Las variaciones térmicas y humedad, afectan la resistencia, durabilidad y capacidad de transporte de carga.
- f) Pérdida de Servicialidad: Es la calidad de servicio del pavimento al inicio (P_o) y al final (P_t) de la vida útil del pavimento, se define como:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Para nuestro caso usamos: $P_o = 4.20$ y $P_t = 2.00$

$$\text{Y tenemos } \Delta PSI = P_o - P_t = 4.2 - 2.0 = 2.2$$

- g) Módulo Resiliente Efectivo del Suelo: Las propiedades mecánicas del suelo de la subrasante se caracterizan en AASHTO 93 por el módulo resiliente, MR. El módulo resiliente mide las propiedades elásticas reconociendo sus características no lineales. El módulo resiliente se correlaciona con el CBR, mediante la siguiente ecuación:

$$M_r (\text{psi}) = 1,50 \times \text{CBR} = 1,50 \times (40) = 6,000 \text{ psi}$$

h) Pasos para el diseño:

- ✓ Coeficientes de capa a1, usando los nomogramas de diseño:

$$a1 = 0.20$$

$$a2 = 0.20$$

- ✓ Coeficientes de drenaje, consideramos una buena calidad de drenaje para un tiempo de saturación entre 5 – 25%:

$$m2 = m3 = 1.00$$

- ✓ Calculando tenemos:

El número estructural total (SNt) es en función de la capacidad de soporte de la subrasante y del número de ejes equivalentes para el periodo de diseño. En forma subsiguiente y ascendente, se calcula el número estructural de cada capa considerando la capacidad de soporte de la base para el mismo tráfico. La diferencia entre los números estructurales así encontrados, es el número estructural que debe cumplir la capa correspondiente.

Standard Normal Deviate	Zr = -1.645
Overall Standard Deviate	So = 0.45
Serviciabilidad Inicial	Pi = 4.20
Serviciabilidad Final	Pt = 2.00
Coeficiente de Drenaje	m = 1.00
Módulo Resiliente	Mr = 6,000 psi
Tránsito	EAL diseño = 4.32E+06

Con estos datos ingresamos al programa AASHTO 93:

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 85 % $Z_r = -1.037$ So

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial PSI final

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	<input type="text"/>	Coefficiente de transmisión de carga - (J)	<input type="text"/>
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	<input type="text"/>	Coefficiente de drenaje - (Cd)	<input type="text"/>

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 =**
 Calcular W18

Número Estructural
SN =

SN = 2.53

Considerando el espesor de la carpeta asfáltica de 2" y para verificar el espesor de la base granular usamos la siguiente expresión:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2$$

$$1.61 = 0.20 * 2 + 0.13 * D_2 * 1$$

$$D_2 = 8.95''$$

Por lo tanto los espesores finales son:

Superficie de rodadura = 3" (7.5 cm).

Base granular = 8" (20 cm).

Sub Base granular = 8" (20 cm).

Anexo 12: Panel fotográfico

Figura 13. Tamizado de agregados gruesos y finos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Perlas de Poliestireno Expandido.



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Ensayo de granulometría donde pasará cada agregado a la respectiva malla.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Secado de cada agregado a 140°C.



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Ensayo de peso específico de los agregados (peso unitario).



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Ensayo de Absorción determina la porción de sólidos de los agregados.



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Ensayo de peso Unitario del agregado.





Fuente: Elaboracion propia

Figura 20. Cemento asfáltico proveniente del petróleo crudo caliente.



Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Incorporación del cemento asfáltico con los agregados para obtener la mezcla asfáltica



Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Briquetas, contiene agregados PEN 60/70, incorporado el poliestireno expandido.



Fuente: Elaboracion propia

Figura 23. Maquina Marshall para ver la resistencia de las briquetas.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 24. Briquetas en baño María.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Prensa de compresión para briquetas lista para la rotura.



Fuente: Elaboración propia

ESTUDIO DE TRAFICO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

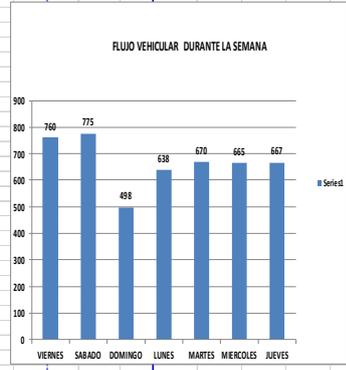
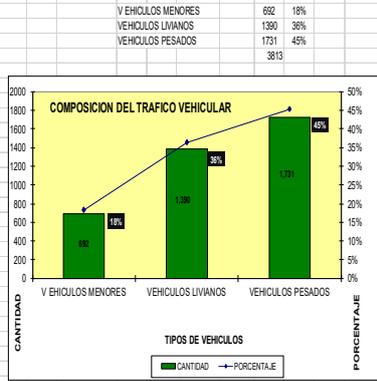
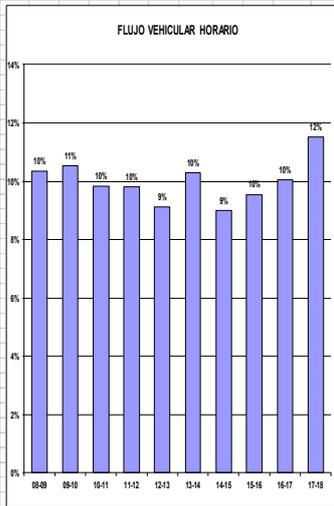
CALLE	AVENIDA FERROCARRIL
SENTIDO	Doble Sentido
UBICACION	Distrito de El Agustino

N° ESTACIONES	3
COORD. DE LA ESTACION	E - 01; E - 02; E - 03
FECHA	20 al 26 / 09 / 2020

HORA	BICICLETA	MOTO	AUTO	CAMIONETAS	MICRO	BUS				CAMION				SEMI TRAILER				TRAILER				TOTAL	PORC. %	
						2E	3E	4E	5E	25/052	253	35/052	≧353	272	273	372	373							
08:09	0	99	111	27	26	99	0	0	28	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	364	10%
09:10	0	93	87	38	39	102	0	0	32	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	401	11%
10:11	0	76	86	41	29	114	0	0	24	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	375	10%
11:12	0	75	103	25	22	105	0	0	33	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	374	10%
12:13	0	49	77	34	32	108	0	0	40	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	348	9%
13:14	0	64	114	39	29	102	0	0	35	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	362	10%
14:15	0	57	93	24	35	96	0	0	28	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	343	9%
15:16	0	41	115	36	16	114	0	0	33	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	364	10%
16:17	0	58	110	33	34	99	0	0	39	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	383	10%
17:18	0	80	148	49	16	114	0	0	25	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	438	12%
TOTAL	0.00	692.00	1044.00	346.00	278.00	1653.00	0.00	0.00	317.00	83.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,813	100%
%	0.00%	18.15%	27.38%	9.07%	7.29%	27.62%	0.00%	0.00%	8.31%	2.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	38.11%	
TOTAL VEHICULOS PESADOS																						1453.00		
% VEHICULOS PESADOS																						38.11%		
NECESITA DOS CARRILES																								

MP1	MP2	MP3
		4
		10
		5
		11
		8
		9
		10
		10
		7

CUADROS ESTADISTICOS DE TRAFICO PARA LA AVENIDA FERROCARRIL EN EL DISTRITO DE EL AGUSTINO

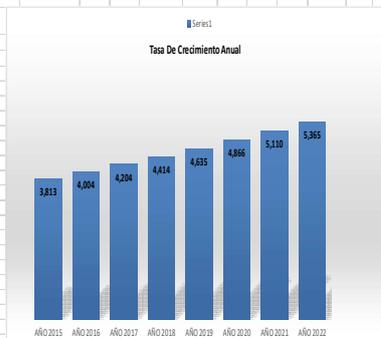


SE CONTABILIZO EL FLUJO VEHICULAR DURANTE SIETE DIAS DEL MES DE SEPTIEMBRE 2020

VIERNES	760	SABADO	775	DOMINGO	498	LUNES	638	MARTES	670	MIERCOLES	665	JUEVES	667
VARIACION POR TIPO DE VEHICULO TRAMO I													
LIVIANOS		52		0		0		34		60		48	
BUS		0		0		0		0		0		57	
CAMION TOTAL		0		0		0		0		0		56	
TOTAL		354		0		0		354		0		0	

AÑO 2015	3,813	
AÑO 2016	4,004	
AÑO 2017	4,204	
AÑO 2018	4,414	
AÑO 2019	4,635	
AÑO 2020	4,866	
AÑO 2021	5,110	
AÑO 2022	5,365	

CONTEN	BICICLETA	MOTO	AUTO	PICKUP	RIPUAL	VEHICULOS
	A	CAR		Combi		PESADOS
3,813	0.00	692.00	1044.00	346.00	278.00	1653.00
100%	0.00%	18.15%	27.38%	9.07%	7.29%	27.62%



Anexo 14: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES		METODOLOGÍA														
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Cómo influye el poliestireno expandido en las propiedades mecánicas del diseño de un pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino-2020?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS: ¿Cómo influye el poliestireno expandido en la flexibilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020?</p> <p>¿Cómo el poliestireno expandido mejorara en la estabilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar cómo influye el poliestireno expandido en las propiedades mecánicas del diseño de un pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020. ?</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS: ¿Determinar cómo influye el poliestireno expandido en la flexibilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020?</p> <p>¿Determinar cómo mejorara el poliestireno expandido en la estabilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020?</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: El poliestireno expandido mejoraría las propiedades mecánicas del diseño del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020.</p> <p>HIPOTESIS ESPECÍFICA: El poliestireno expandido mejoraría la flexibilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020.</p> <p>El poliestireno expandido aumentaría la estabilidad del pavimento flexible en la avenida en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020.</p>	<p>V1.Variable Dependiente diseño de un pavimento flexible</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1335 236 1599 276">Dimensiones</th> <th data-bbox="1599 236 1845 276">Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1335 276 1599 352">-Agregados gruesos y finos</td> <td data-bbox="1599 276 1845 352">-Calidad de agregados gruesos y finos</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1335 352 1599 496">Impermeabilidad, Estabilidad, Flexibilidad.</td> <td data-bbox="1599 352 1845 496">-Estabilidad Marshall , flujo , densidad , contenido óptimo de asfalto y contenido de vacíos</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1335 496 1599 588">-Estudio de suelos</td> <td data-bbox="1599 496 1845 588">-Tipo de suelos</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1335 588 1599 681">-Espesores de capa</td> <td data-bbox="1599 588 1845 681">-Espesor de base, espesor de subbase, espesor de subrasante, espesor de carpeta asfáltica.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1335 681 1599 774">-Estudio de tráfico vehicular</td> <td data-bbox="1599 681 1845 774">-Número de vehículos por día</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1335 774 1599 866">-Módulo de resiliencia</td> <td data-bbox="1599 774 1845 866">-Kg/cm2</td> </tr> </tbody> </table>		Dimensiones	Indicadores	-Agregados gruesos y finos	-Calidad de agregados gruesos y finos	Impermeabilidad, Estabilidad, Flexibilidad.	-Estabilidad Marshall , flujo , densidad , contenido óptimo de asfalto y contenido de vacíos	-Estudio de suelos	-Tipo de suelos	-Espesores de capa	-Espesor de base, espesor de subbase, espesor de subrasante, espesor de carpeta asfáltica.	-Estudio de tráfico vehicular	-Número de vehículos por día	-Módulo de resiliencia	-Kg/cm2	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada</p> <p>ENFOQUE Cuantitativo</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Experimental</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN Exploratoria</p>
Dimensiones	Indicadores																		
-Agregados gruesos y finos	-Calidad de agregados gruesos y finos																		
Impermeabilidad, Estabilidad, Flexibilidad.	-Estabilidad Marshall , flujo , densidad , contenido óptimo de asfalto y contenido de vacíos																		
-Estudio de suelos	-Tipo de suelos																		
-Espesores de capa	-Espesor de base, espesor de subbase, espesor de subrasante, espesor de carpeta asfáltica.																		
-Estudio de tráfico vehicular	-Número de vehículos por día																		
-Módulo de resiliencia	-Kg/cm2																		

<p>¿Cómo afecta el poliestireno expandido en la impermeabilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020?</p> <p>¿Cómo influye el poliestireno expandido en el espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020?</p>	<p>¿Determinar cómo afecta el poliestireno expandido en la impermeabilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020?</p> <p>¿Determinar cómo influye el poliestireno expandido el espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020?</p>	<p>El poliestireno expandido mejoraría la impermeabilidad del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020.</p> <p>El poliestireno expandido reduciría el espesor de la carpeta asfáltica del pavimento flexible en la avenida Ferrocarril, El Agustino 2020.</p>	<p>V2. Variable Independiente Mezcla asfáltica con poliestireno expandido</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1332 300 1599 336">Dimensiones</th> <th data-bbox="1599 300 1836 336">Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1332 336 1599 804"> <p>-Calidad de material poliestireno expandido y cemento asfáltico</p> <p>-Proporción de poliestireno en relación a la muestra (porcentaje 1%, 1.5, 2%)</p> </td> <td data-bbox="1599 336 1836 804"> <p>-Ficha técnica, temperatura de fusión, densidad, ensayo de penetración, ensayo de viscosidad.</p> <p>-Porcentajes</p> </td> </tr> </tbody> </table>		Dimensiones	Indicadores	<p>-Calidad de material poliestireno expandido y cemento asfáltico</p> <p>-Proporción de poliestireno en relación a la muestra (porcentaje 1%, 1.5, 2%)</p>	<p>-Ficha técnica, temperatura de fusión, densidad, ensayo de penetración, ensayo de viscosidad.</p> <p>-Porcentajes</p>
Dimensiones	Indicadores							
<p>-Calidad de material poliestireno expandido y cemento asfáltico</p> <p>-Proporción de poliestireno en relación a la muestra (porcentaje 1%, 1.5, 2%)</p>	<p>-Ficha técnica, temperatura de fusión, densidad, ensayo de penetración, ensayo de viscosidad.</p> <p>-Porcentajes</p>							