



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes para el aumento de la visibilidad en vías, Lima, 2020.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Inocente Quinteros, Ángel Christopher (ID: [0000-0002-4223-1312](#))

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ID: [0000-0002-5043-6510](#))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación quiero dedicárselo a mi madre Adela Quinteros Suarez y a mi padre Angel Inocente Romaní, quienes con mucho sacrificio apoyaron mi formación profesional y me formaron como una persona dedicada, con valores, responsable y muy respetuosa.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor de tesis, Dr. Tello Malpartida, Omar Demetrio, por tener la capacidad de transmitir conocimientos de la mejor manera, Es un grato placer empaparme con cada nuevo conocimiento que nos imparte y cada consejo que nos obsequia en sus clases. ¡Muchas gracias!

A mis padres, hermana y enamorada, quienes siempre me dieron ánimos ya que ellos fueron mi motivación para culminar esta etapa de formación como profesional.

ÍNDICE

Índice de tablas	vi
Índice de gráficos y figuras	viii
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	2
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
3.1.1. Tipo de investigación.....	21
3.1.2. Diseño de investigación.....	21
3.2. Variables y operacionalización	22
3.2.1. Variables.....	22
3.2.2. Operacionalización de variables	22
3.3. Población, muestra y muestreo	23
3.3.1. Población	23
3.3.2. Muestra.....	23
3.3.3. Muestreo.....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.4.1. Técnicas de recolección de datos	24
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	25
3.4.3. Validez	25
3.4.4. Confiabilidad	26
3.5. Procedimientos	26
3.6. Método de análisis de datos	28

3.7. Aspectos éticos.....	28
IV. RESULTADOS.....	31
4.1. Desarrollo de procedimientos.....	31
4.2. Resultados.....	60
4.2.1. Indicador “Intensidad de luz”.....	60
4.2.4. Indicador “Costo directo”.....	75
V. DISCUSIÓN.....	78
VI. CONCLUSIONES.....	80
VI. RECOMENDACIONES.....	82
ANEXOS.....	91

Índice de tablas

Tabla 1. Muestras de mezcla asfáltica para su posterior ensayo.....	23
Tabla 2. Muestras de mezcla asfáltica para ser ensayadas.....	25
Tabla 3. Muestras de mezcla asfáltica para ser ensayadas.....	26
Tabla 4. Lista de materiales acopiados	32
Tabla 5. Gradaciones de los agregados para mezclas asfálticas en caliente.....	37
Tabla 6. Análisis granulométrico de agregado grueso	37
Tabla 7. Análisis granulométrico de agregado fino.....	38
Tabla 8. Análisis granulométrico y caracterización química	41
Tabla 9. Análisis granulométrico para el posterior diseño	45
Tabla 10. Mezcla de agregados.....	46
Tabla 11. Diseño de mezcla con adiciones en % de asfalto	46
Tabla 12. Características de ensayo Marshall.....	57
Tabla 13. Exposición a 2752 lux en un intervalo de 20 minutos.	60
Tabla 14. Exposición a 2752 lux en un intervalo de 20 minutos.	61
Tabla 15. Exposición a 2752 lux en un intervalo de 60 minutos.	62
Tabla 16. Comparación de promedios entre ensayos de 20,40 y 60 minutos	63
Tabla 17. Exposición a 13,510 lux en un intervalo de 20 minutos.	65
Tabla 18. Exposición a 13,510 lux en un intervalo de 40 minutos.	66
Tabla 19. Exposición a 13,510 lux en un intervalo de 60 minutos.	67
Tabla 20. Comparación de promedios entre ensayos de 20,40 y 60 minutos	68
Tabla 21. Exposición a 46,320 lux en un intervalo de 20 minutos.	70
Tabla 22. Exposición a 46,320 lux en un intervalo de 40 minutos.	71
Tabla 23. Exposición a 46,320 lux en un intervalo de 60 minutos.	72
Tabla 24. Comparación de promedios entre ensayos de 20,40 y 60 minutos	73

Tabla 25. Valores máximos y mínimos de intensidad en cada serie.....	74
Tabla 26. Análisis de costo de producción.	75

Índice de gráficos y figuras

Gráfico 1. Análisis granulométrico de agregado grueso.....	38
Gráfico 2. Análisis granulométrico de agregado fino	39
Gráfico 3. Análisis granulométrico para el posterior diseño	46
Gráfico 4. Flujo Vs % Cemento asfáltico	56
Gráfico 5. Estabilidad Vs % Cemento asfáltico.....	57
Gráfico 6. Comparación de estabilidad por cada briqueta.....	58
Gráfico 7. Exposición a 2752 lux en un intervalo de 20 minutos.....	61
Gráfico 8. Exposición a 2752 lux en un intervalo de 40 minutos.....	62
Gráfico 9. Exposición a 2752 lux en un intervalo de 60 minutos.....	63
Gráfico 10. Comparación de promedios entre ensayos de 20,40 y 60 minutos....	64
Gráfico 11. Exposición a 13,510 lux en un intervalo de 20 minutos.....	65
Gráfico 12. Exposición a 13,510 lux en un intervalo de 40 minutos.....	66
Gráfico 13. Exposición a 13,510 lux en un intervalo de 60 minutos.....	67
Gráfico 14. Comparación de promedios entre ensayos de 20,40 y 60 minutos....	68
Gráfico 15. Exposición a 46,320 lux en un intervalo de 20 minutos.....	70
Gráfico 16. Exposición a 46,320 lux en un intervalo de 40 minutos.....	71
Gráfico 17. Exposición a 46,320 lux en un intervalo de 60 minutos.....	72
Gráfico 18. Comparación de promedios entre ensayos de 20,40 y 60 minutos....	73
Gráfico 19. Valores máximos y mínimos intensidad en cada serie	74

Gráfico 20. Comparación entre precio de producción de asfalto convencional y asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes.	76
Figura 1. Ubicación de la cantera "Minera Romana SAC"	31
Figura 2. Agregado grueso, spray fotoluminiscente, cemento asfáltico y luxómetro.	32
Figura 3. Luxómetro UT383-BT con rango de medición (0 lux - 9999 lux).....	33
Figura 4. Spray fotoluminiscente Rust-Oleum, 426g	34
Figura 5. Piedra de cuarzo antes, durante y después de la aplicación de la pintura fotoluminiscente	34
Figura 6. Focos LED de 13, 15 y 40w respectivamente.	35
Figura 7. Medición de altura y carga de piedra fotoluminiscentes para su posterior toma de datos.....	35
Figura 8. Toma de datos de piedras fotoluminiscentes cargadas	36
Figura 9. Intensidad de luz de los focos led de 13,15 40w mediante iENV.	36
Figura 10. Etapa de caracterización de agregados	40
Figura 11. Peso unitario de agregados fino y grueso.	42
Figura 12. Ensayo de gravedad específica y absorción.	44
Figura 13. Aparato de compactación Marshall, Manija para moldes, y asfalto mezclado después de pesar.	48
Figura 14. Pesado de agregado grueso y agregado fino, para su posterior secado en estufa industrial a 145°C.	48
Figura 15. Calentado de cemento asfáltico para ser mezclado.	49
Figura 16. Mezclado de materiales asfálticos.....	49

Figura 17. Mezcla asfáltica a $\pm 145^{\circ}\text{C}$ lista para ser moldeada.	50
Figura 18. Calentado del martillo compactador y los moldes.	51
Figura 19. Compactación de la mezcla asfáltica.	51
Figura 20. Especímenes de control compactados y listos para los ensayos posteriores.	52
Figura 21. Especímenes compactados con incrustaciones de piedra fotoluminiscente.	52
Figura 22. Máquina para Pruebas de Estabilidad Marshall con Anillo de Carga, 50 kN, 220-240 V 50-60 Hz.	53
Figura 23. Desmoldado de briquetas.	54
Figura 24. Briquetas en el baño María a $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	54
Figura 25. Briqueta sometida a la prensa Marshall.	55
Figura 26. Briquetas después de realizar todos los ensayos correspondientes. ...	58
Figura 27. Briquetas anteriormente expuestas a focos LED.	59

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo, determinar la influencia del diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en la visibilidad de las vías. La investigación es de tipo aplicada y diseño Cuasi experimental, Se realiza el ensayo de intensidad de luz de las piedras fotoluminiscentes conjuntamente con los ensayos de estabilidad y flujo, además del análisis de costos de producción. Se obtuvieron los máximos valores iniciales los cuales superaron los 13 lux y terminaron con más de 5.5 lux al finalizar los 10 minutos de toma de datos, El costo de producción por m³ de asfalto fotoluminiscente fue de S/ 481.89. Se determinó que el diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes influye positivamente en la visibilidad debido a que la intensidad de luz mejora la propiedad visual de la vía en un 14.6% a comparación del asfalto convencional dando así a la carpeta asfáltica mejor visibilidad durante el horario nocturno y por otro lado influye negativamente debido que el costo de los materiales para la producción del asfalto con adición de piedra fotoluminiscente aumenta en un 9.2% siendo más costoso en comparación con el asfalto convencional.

Palabras clave: Diseño de asfalto, piedras fotoluminiscentes, visibilidad, costo de producción.

Abstract

This research aims to determine the influence of asphalt design with the addition of photoluminescent stones on the visibility of the roads. The research is of a quasi-experimental design. The light intensity test of the photoluminescent stones and the stability and flow tests are carried out, in addition to the analysis of production costs. The maximum initial values were obtained, which exceeded 13 lux and ended with more than 5.5 lux at the end of the 10 minutes of data collection. The production cost per m³ of photoluminescent asphalt was S / 481.89. It was determined that the asphalt design with the addition of photoluminescent stones has a positive influence on visibility because the light intensity improves the visual property of the road by 14.6% compared to conventional asphalt, thus giving the asphalt layer better visibility during the night hours and, on the other hand, it has a negative influence because the cost of the materials for the production of asphalt with the addition of photoluminescent stone increases by 9.2%, being more expensive compared to conventional asphalt.

Keywords: Asphalt design, photoluminescent stones, visibility, production cost.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

Conducir en horario nocturno es muchas veces más arriesgado que si fuera de día, esto debido a que la perceptibilidad nocturna es escasa, el agotamiento es más rápido y la velocidad generalmente aumenta al tener menos tráfico, estos 2 factores son solo una parte de los componentes que pueden causar un accidente y sus riesgos aumentan al conducir por la noche. Pensando en esta realidad, se deben tomar estimaciones extraordinarias del bienestar de la calle para mantener una distancia estratégica de un accidente.

Numerosos conductores se ven obligados a conducir a la hora de la noche, sin embargo, es concebible que hayan recorrido no muchos kilómetros en la oscuridad o con poca perceptibilidad, por lo que tiene una intriga increíble y, en particular, la posibilidad de que se aprecie condiciones climáticas extraordinarias. No obstante, la historia cambia cuando necesitamos viajar numerosos kilómetros en una interestatal nacional con mucha lluvia, sin saberlo y con baja perceptibilidad nocturna. En estas condiciones, toda la calidad atractiva de conducir alrededor del tiempo de la tarde se va, en realidad, se convierte en una circunstancia muy problemática en la que debemos actuar en cada una de nuestras facultades. El 90% de los datos de tráfico se obtienen a través de la vista, sin embargo, su calidad está adaptada por el límite de reconocimiento visual que tiene, que será el efecto secundario de: Variación en el esplendor, torsión de formas o nitidez visual y la capacidad de percibir los tonos y la capacidad. enfocarse para mantener una distancia estratégica de cualquier impacto con otro vehículo.

El mejor ejemplo de la poca visibilidad en carreteras son las vías rurales de Lima que no poseen iluminación pública, esto hace más difícil ver la carreta o el obstáculo por la noche, según las estadísticas del MINSA tenemos con un total de 5,518 accidentes sumados en la noche – madrugada, comprobando que la mayor parte de accidentes ocurren en horas nocturnas.

El factor visibilidad no es tomado muy en cuenta por los diseñadores de pavimentos asfálticos, sin embargo, es un punto muy importante ya que al tener un asfalto poco visible genera accidentes de tránsito, así como las disposiciones de alumbrado público en las carreteras rurales requieren más mano de obra y material. Además,

las luces tienen la insuficiencia de una fuente de energía aumentando los costos de construcción. Por lo tanto, una solución innovadora es la adición de algunos materiales a la mezcla de pavimento para aumentar la retrorreflexión y así se eliminaría la necesidad de un alumbrado público. El objetivo principal del actual plan de investigación, es el diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes para el aumento de la visibilidad de vías, Lima, 2020.

Formulación del Problema, La indagación inicia como ya se señaló anteriormente en la realidad problemática de las vías rurales del Perú existe poca o nula iluminación pública por lo que resulta difícil poder tener la percepción de la carretera y los obstáculos que la sortean, debido a este problema se decidió investigar sobre los métodos para poder aumentar la visibilidad de las carreteras rurales sin gastar en iluminación pública y mano de obra o materiales. Es por esto que brota la urgencia de investigar y establecer opciones que admitan aumentar la visibilidad en carreteras.

Problema General

¿Cómo influye el diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en la visibilidad de vías?

Problemas específicos

¿Cómo influye el diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en relación a la intensidad de luz en la propiedad visual de la vía?

¿Cómo influye el diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en el costo por m³ de la vía?

Objetivos, Se enfoca en las perspectivas en las que debe pensar o que se expondrán durante el procedimiento de la investigación, pone diferentes fases del procedimiento de exploración, además descubre cómo consolidar las tareas que el analista ha pensado hacer y, en consecuencia, tiene la opción para solucionar la dificultad esbozada (Navarro,2005, p.65).

Objetivo General

Determinar la influencia del diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en la visibilidad de las vías.

Objetivos específicos

Determinar la influencia del diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en relación a la intensidad de luz en la propiedad visual de la vía.

Determinar la influencia del diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en el costo por m³.

Hipótesis, Para gestar esta indagación se piensa manifestar la definición, con respeto al argumento, de Kaseng y Guillen en su guía, aluden que:

[...] La suposición podría dominar métodos ordinarios o puntuales, debido a que están implicadas ambas o más variables, pero no precisamente en todas las propuestas sujetas a demostración práctica, o a comprobar en el entorno. (2014, p.53).

En general, en cuanto a lo que los creadores notan, las teorías no son genuinas en todos los casos, ni son falsas, y no se detendrán para tener estima.

Hipótesis general

El diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes influirá de manera positiva en la visibilidad de vías.

Hipótesis específicas

El diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en relación a la intensidad de luz influirá de manera positiva en la propiedad visual de la vía.

El diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes influirá de manera positiva en el costo directo por m³ de la vía.

Justificación del estudio

La actual indagación se orientará en asimilar la atribución de la pintura de fósforo sobre las propiedades visuales del asfalto, adicionando piedra fotoluminiscente y asfalto en distintos porcentajes. Para esta búsqueda se asumirán en cuenta como bases y soportes las referencias e indagaciones ejecutadas precedentemente, que aprovecharán como una conveniente pauta de progreso de la actual investigación.

Se justificará la investigación de las subsiguientes formas:

Técnica: La indagación se orientará en apoyar con el estudio de la conducta del asfalto a partir de la adición de piedra fotoluminiscente.

Ecológica: La indagación presente consentirá proponer procedimientos con relación a la combinación de piedras fotoluminiscentes en el asfalto y que contribuyan un bien ecológico, dando antelación a la reducción de consumo energético en las vías públicas.

Económica: La evaluación de la adición de piedras fotoluminiscentes al asfalto hace que se ahorre tiempo y dinero en la implementación de iluminación pública, gracias a sus propiedades visuales.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes, Medina y Moreno (2018) en su tesis titulada: Influencia de las piedras fotoluminiscentes en la iluminación y las propiedades mecánicas del concreto, Trujillo. El objetivo de la indagación es establecer la luminosidad de las piedras fotoluminiscentes empotradas en el concreto tradicional y valorar la influencia en las propiedades mecánicas. La metodología de la investigación presente es aplicada de nivel explicativo-causal y de diseño cuasiexperimental. Para las pruebas, se hicieron ejemplos estándar y ejemplos con una capa de piedras fotoluminiscentes. Tuvo como resultado:

- Muestra a 451.34 lux con lapso de carga de 40 minutos con tres pruebas realizadas se obtuvo un valor máximo de 10.4046 ± 1.5657 lux.
- Muestra a 1759.38 lux con lapso de carga de 40 minutos con tres pruebas realizadas se obtuvo un valor máximo de 12.4729 ± 0.7828 lux.
- Muestra a 4930.82 lux con lapso de carga de 40 minutos con tres pruebas realizadas se obtuvo un valor máximo de 13.5385 ± 1.0448 lux.

Se resolvió que las piedras fotoluminiscentes, por sus características, dan una luminosidad de 4,33 lux a nivel superficial, que a los 10 minutos se reduce a 0,31 lux; conjuntamente, sitúa al peatón y al conductor sobre la base de que la luz emanada por las piedras es obvia para el ojo natural, obediendo las necesidades de iluminación.

Villagaray (2017) en su tesis titulada: Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la avenida Trapiche, Comas. Esta investigación tiene como objetivo determinar la aplicación de caucho reciclado como material componente, para un tipo de asfalto modificado proponiendo un diseño de mayor flexibilidad y durabilidad. La metodología de la investigación presente es aplicada de nivel explicativo-causal y de diseño cuasiexperimental. Tiene como resultado comparativo entre el análisis de precios unitarios de un diseño de mezcla asfáltica convencional PEN 60-70, (S/. 569.91) y un diseño de mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado, (S/. 546.47). Se puede comprobar que con el asfalto modificado por metro cubico tendríamos un ahorro de 4.11% a diferencia de mezcla asfáltica convencional. Por tanto, ya que ofrece

mejores propiedades mecánicas y también son más económicas construir asfaltos con caucho mediante el proceso seco.

Cahuana y Limas (2018). En su tesis titulada: Análisis comparativo del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con betutec ic + aditivo warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional. El objetivo general es realizar un examen relativo de la conducta mecánica de una mezcla de asfalto alterada con sustancia añadida Betutec IC + Warmix con respecto a la mezcla de asfalto habitual. La estrategia de este examen incorpora la representación de los materiales, la estructura y la investigación de las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas y la evaluación de las mejoras en la valiosa existencia del asfalto. Para la mejora de las mezclas asfálticas, se considerará la consolidación de la sustancia añadida Betutec IC + Warmix. Las conclusiones fueron:

- La estabilidad de la mezcla de asfalto modificada con consolidación de sustancia agregada es esencialmente mayor que la estabilidad de la mezcla de asfalto tradicional en un 30,15%.
- La progresión de la combinación asfálticas cambiada con consolidación de sustancias agregada es 3.01% mayor que la habitual.
- El grosor de la mezcla de asfalto modificada con consolidación de sustancia agregada es mayor que la Estabilidad de la mezcla de asfalto habitual en 1.55%.
- Los espacios vacíos de la mezcla de asfalto cambiada con fusible de sustancia agregada son 24.39% más pequeños que los tradicionales.

Se infirió que la unión de la sustancia añadida Betutec IC + Warmix esencialmente mejora la conducta mecánica de la mezcla cambiada con respecto a la mezcla de asfalto habitual. Se obtuvieron las ventajas que lo acompañan: aumento de la fluidez, estabilidad, densidad, espacios vacíos del total de minerales y la disminución de los espacios vacíos en la mezcla de tapa negra, que se convierten en una tenacidad más prominente contra operadores forzados e incrementan la valiosa existencia del asfalto.

Cárdenas y Buitrago (2018) En su trabajo de grado titulado: Implementación de material fotoluminiscente en pavimentos para tránsito de bicicletas. El objetivo de este estudio es determinar el comportamiento físico del material fotoluminiscente en mezclas asfálticas abiertas, proponiendo una gradación específica de una mezcla porosa para el uso en ciclo rutas o ciclo bandas, con el fin de aumentar la seguridad vial, priorizando al bici-usuario. La metodología de la investigación presente es aplicada de nivel explicativo-causal y de diseño cuasiexperimental. El presente trabajo de grado tiene 5 fases las cuales constan de la selección de muestras, análisis granulométrico de las muestras seleccionadas, ensayo Marshall, implementación de pigmento y por ultimo los resultados. Los resultados obtenidos respecto al análisis granulométrico son los siguientes

- Briqueta con 5.0% de asfalto, arrojo un contenido de grava del 73.59%.
- Briqueta con 5.5% de asfalto, arrojo un contenido de grava del 76.87%.
- Briqueta con 6.0% de asfalto, arrojo un contenido de grava del 67.59%.

Y los resultados obtenidos respecto a la adición de asfalto con la fuerza máxima.

- Diseño con adición de asfalto al 5.0% aumenta la resistencia a la fuerza 15.06 kN.
- Diseño con adición de asfalto al 5.5% aumenta la resistencia a la fuerza 15.74 kN.
- Diseño con adición de asfalto al 6.0% aumenta la resistencia a la fuerza 20.00 kN.

En primera instancia, la respuesta a la implementación de material fotoluminiscente en bici carriles fue positiva puesto que las briquetas reaccionaron de una manera correcta por medio de los dos métodos usados de aplicación, que presentó mayores ventajas que el otro, sin embargo, esto puede deberse a diferentes factores que pueden cambiar el comportamiento del pigmento.

Teorías Relacionadas al tema

Asfalto, es una mezcla de totales, tapa y relleno, que se utiliza para fabricar y mantener una amplia gama de calles, parando regiones, y además jugando territorios y deportes. Los totales utilizados para las mezclas de la parte superior negra pueden ser rocas aplastadas, arena, roca o escoria (European Asphalt Pavement Association, 2019, p.1).

Producción de asfalto, el asfalto se entrega en una planta de asfalto. Puede ser una planta fija o incluso una planta mezcladora portátil. Es concebible crear hasta 800 toneladas por cada hora en una planta de asfalto. La temperatura de generación normal del asfalto de mezcla caliente está en algún lugar en el rango de 150 y 180 ° C, sin embargo, hoy en día existen nuevos procedimientos accesibles para crear asfalto a temperaturas más bajas. (Asociación Europea de Pavimento de Asfalto, 2019, p.1).

Tipos de Asfalto, con el fin de dar la mejor ejecución a diversas aplicaciones, se puede utilizar una amplia variedad de mezclas asfálticas. Debido a las diversas necesidades (medida del tráfico, medida de vehículos abrumadores, temperatura, condiciones climáticas, requisitos previos para disminuir ruido, etc.), la mezcla separada utilizada debe tener una inflexibilidad adecuada y protección contra la desfiguración para adaptarse al peso aplicado de las ruedas. de los vehículos, desde una perspectiva, sin embargo, una vez más, deberían tener una resistencia a la flexión satisfactoria para oponerse a la ruptura provocada por los pesos variables aplicados sobre ellos. Además, una gran utilidad durante la aplicación es fundamental para garantizar que se puedan compactar por completo para obtener la resistencia ideal. (Asociación Europea de Pavimento de Asfalto, 2019, p.1).

- Asfalto de mezcla en caliente (HMA). -En general, las mezclas asfálticas se entregan a una temperatura en algún lugar en el rango de 150°C y 180°C. Dependiendo de la utilización, se puede utilizar una mezcla alternativa de asfalto.
- Mezcla caliente de asfalto (WMA). - Se crea un WMA normal a una temperatura de alrededor de 20 - 40 ° C más baja que una mezcla asfáltica proporcional en caliente. Se incluye menos energía y, durante

las actividades de limpieza, la temperatura en la mezcla es más baja, lo que genera mejores condiciones de trabajo para el grupo y una apertura previa de la calle.

- **Asfalto de mezcla fría (CMA).** - Las mezclas en frío se entregan sin calentar el total. Esto es simplemente concebible, debido a la utilización de una emulsión de betún particular que se rompe durante la compactación o durante la mezcla. Después de romperse, la emulsión cubre el total y, después de un tiempo, construye su resistencia. Las mezclas frías se recomiendan especialmente para calles con poco tráfico.

Ventajas y desventajas del asfalto, el asfalto se utiliza para calles que tienen un alto volumen de tráfico. Estas calles son menos costosas y producen menos ruido, lo que las hace progresivamente razonables para el uso estándar de forma segura. Además, ofrece una velocidad de tráfico más rápida y también es fácil de solucionar. Sea como fuere, las calles con asfalto son menos difíciles y se vuelven delicadas en ambientes cálidos. Las temperaturas más altas pueden alivianar el asfalto y suavizar las calles. Por lo tanto, una carga sustancial sobre dicha superficie delicada puede desfigurar la superficie. En cualquier caso, una temperatura extremadamente baja puede causar una compresión de la parte superior, provocando el desarrollo de roturas. Un gran apoyo puede construir la fuerza de las calles. Además, disminuye el gasto de reparación. Además, los ingenieros deben disponer elementos específicos, por ejemplo, volumen y tipo de tráfico. En vista de estos componentes, se puede elegir el grosor de la calle. La subbase y su límite de almacenamiento dinámico también deben considerarse antes de construir las calles. Otra posición favorable significativa de black-top es que es casi 100% reciclable. (Asociación Europea de Pavimento de Asfalto, 2019, p.1).

Propiedades del asfalto, los métodos de diseño de mezcla y los requisitos de diseño forman una parte esencial para todas las mezclas de concreto asfáltico. Se debe diseñar, producir y colocar una mezcla de concreto asfáltico para obtener las siguientes propiedades deseables de mezcla:

- Estabilidad

- Durabilidad
- Flexibilidad
- Resistencia a la fatiga
- Resistencia al deslizamiento
- Impermeabilidad
- Trabajabilidad

Estabilidad, es su capacidad para restringir los empujes y las áreas bajo cargas (tráfico). Una tapa negra estable mantiene su forma bajo cargas ocasionales; Una tapa negra inestable crea surcos (canales), ondulaciones y diversos signos de deslizamiento de la mezcla. (Suryakanta, 2016, p.1). Dado que los detalles de seguridad para un asfalto dependen del tráfico en el que se utiliza el asfalto, los requisitos previos pueden establecerse simplemente después de una cuidadosa investigación de tráfico. Los detalles de resistencia deben ser lo suficientemente altos como para manejar el tráfico de manera adecuada, pero no más altos de lo que requieren las condiciones del tráfico. Una estimación de solidez que es demasiado alta ofrece una historia que es demasiado inflexible y, por lo tanto, menos fuerte de lo deseado. (Suryakanta, 2016, p.1).

La solidez de una mezcla se basa en la erosión interior y la unión. El contacto interior entre las partículas totales (molienda entre partículas) se identifica con atributos totales, por ejemplo, la forma de la superficie y la superficie. La unión resulta del límite de acoplamiento del folio. (Suryakanta, 2016, p.1).

Un nivel suficiente de erosión interior y unión en una mezcla mantiene el desarrollo de las partículas entre sí en el total. Cuando todo está dicho, cuanto más preciso sea el estado de las partículas seguidas y cuanto más desagradable sea su superficie, más notable será la solidez de la mezcla. En el punto en que no se puede acceder a los totales con altos atributos de fricción interna, se pueden utilizar mezclas progresivamente eficientes que utilicen totales con menos estimadas de molienda donde el tráfico ligero es normal. (Suryakanta, 2016, p.1).

La calidad de la unión del accesorio aumenta con la velocidad de apilamiento (tráfico) en expansión. La unión también aumenta a medida que aumenta la consistencia del sujetador, o a medida que disminuye la temperatura del asfalto. Lo que, es más, el apego aumentará con la expansión en el contenido del sujetador,

de alguna manera. Después de ese punto, la expansión en el contenido del sujetador hace que una película sea demasiado gruesa en partículas totales, provocando una desgracia de erosión entre las partículas. La falta de solidez en un asfalto tiene numerosas circunstancias y resultados finales.

Durabilidad, la durabilidad de un asfalto de superficie negra es su capacidad para soportar figuras, por ejemplo, cambia el sujetador (polimerización y oxidación), la podredumbre del total y la expulsión de las películas de la cubierta total. Estas variables pueden ser el efecto secundario del clima, el tráfico o una combinación de ambos. En general, la robustez de una mezcla se puede mejorar mediante tres técnicas. (Suryakanta, 2016, p.1).

- Usando el contenido máximo de carpeta,
- Usando una gradación densa de agregado resistente al pelado.
- Diseño y compactación de la mezcla para máxima impermeabilidad.

El contenido de aglutinantes más extremo expande la durabilidad ya que las películas de aglomerante gruesas no envejecen y se solidifican tan rápido como las ligeras. Por lo tanto, el aglutinante tiene sus atributos únicos para más. Del mismo modo, el contenido de aglutinante más extremo sella adecuadamente un nivel más alto de vacíos de aire interconectados en el asfalto, lo que dificulta la entrada de agua y aire. Obviamente, un nivel específico de agujeros de aire debe dejarse abierto sobre el asfalto para permitir que la envoltura crezca en atmósferas calientes. (Suryakanta, 2016, p.1).

Una gradación densa de agregados sólidos, resistentes y resistentes al pelado contribuye a la durabilidad del pavimento de tres maneras. Un grado grueso proporciona un contacto más cercano entre las partículas totales. Esto mejora la impermeabilidad de la mezcla. Un total fuerte y seguro se opone al deterioro bajo la carga del tráfico; y el total seguro de la tira se opone a la actividad del agua y el tráfico, lo que generalmente expulsará la película de folio de las partículas totales y conducirá a la descomposición del asfalto. Bajo ciertas condiciones, la oposición de una mezcla a la eliminación puede expandirse mediante la utilización de sustancias añadidas hostiles para el extremo o cargas minerales, por ejemplo, cal hidratada.

Planificar y compactar la mezcla para darle al piso la impermeabilidad más extrema limita la interrupción del aire y el agua en el piso.

Impermeabilidad, La impermeabilidad es la obstrucción del asfalto a la entrada de aire y agua en o a través de ella. Esta marca se identifica con la sustancia vacante de la combinación compactada. (Suryakanta, 2016, p.1).

A pesar de que la sustancia de los espacios significa que el potencial de la sección de aire y agua a través de un asfalto, el carácter de estos espacios es una prioridad más alta que la medida de las aberturas. El tamaño de las aberturas, prestando poca atención a si los espacios están interconectados o no, y el pasaje de los espacios a la superficie superior negra elige el grado de impermeabilidad. (Suryakanta, 2016, p.1).

La impermeabilidad es significativa para la robustez de las mezclas de asfalto compactado, para todos los efectos, todas las mezclas de tapa negra utilizadas en el desarrollo de la calle son algo penetrables. Esto vale tanto como sea posible por dentro lo más posible.

Trabajabilidad, la funcionalidad representa la simplicidad con la que se puede establecer y compactar una mezcla de asfalto. Las mezclas con gran funcionalidad son todo menos difíciles de colocar y conservadoras; aquellos con poco límite de trabajo son difíciles de colocar y más pequeños. En la medida de lo posible, se puede mejorar cambiando los parámetros del plan de mezcla, la fuente adicional y / o el grado. Duro (las mezclas que contienen un alto nivel de total grueso) generalmente se aislarán durante el cuidado y también pueden ser difíciles de minimizar. Al utilizar mezclas de prueba en el laboratorio, se puede agregar un total extra fino y tal vez una cubierta a una mezcla dura para que sea progresivamente práctica. Una sustancia de relleno irrazonable también puede influir en la funcionalidad. Puede hacer que la mezcla sea gomosa, lo que dificulta la compactación. La utilidad es particularmente significativa cuando se requiere cierta disposición manual y rastrillado (fijación) alrededor de las cubiertas de alcantarillado, curvas cerradas y diferentes elementos de disuasión. Es significativo que las mezclas utilizadas en tales territorios sean profundamente factibles. (Suryakanta, 2016, p.1).

Las mezclas que se pueden trabajar o empujar con demasiada eficacia se denominan mezclas delicadas. Las mezclas delicadas son demasiado inestables como para considerar su colocación y reducirlas adecuadamente. Con frecuencia se producen por la falta de relleno mineral, una cantidad excesiva de arena de tamaño mediano y partículas totales lisas y ajustadas, y / o un exceso de humedad en la mezcla. A pesar del hecho de que no contribuye regularmente por completo a los problemas de funcionalidad, la cubierta negra tiene algún impacto en la utilidad. Dado que la temperatura de la mezcla afecta el grosor del folio, una temperatura demasiado baja hará que la mezcla sea inviable, una temperatura demasiado alta puede hacerla sensible. El nivel de folio también puede influir en la funcionalidad, al igual que el nivel de cierre en la mezcla.

Flexibilidad, la adaptabilidad es la capacidad de un asfalto de superficie negra para adaptarse a asentamientos y desarrollos constantes en la subrasante sin romperse. Dado que, para todos los efectos, todas las subcaracterísticas se asientan (bajo carga) o ascienden (debido a la extensión del suelo), la adaptabilidad es un componente atractivo para todos los asfaltos de superficie negra. Una mezcla de grado abierto con un alto contenido de cubierta es comúnmente más adaptable que una mezcla de folio de alto espesor. (Suryakanta, 2016, p.1).

En ocasiones, el requisito de adaptabilidad choca con las necesidades de resistencia, por lo que debe hacerse una retribución.

Resistencia a la fatiga, la obstrucción por debilidad es la oposición del asfalto a la torsión continua bajo las cargas de las ruedas (tráfico). La investigación muestra que los vacíos de aire (identificados con la sustancia sujetadora) y la consistencia de la cubierta afectan significativamente la obstrucción por agotamiento. A medida que el grado de aberturas de aire en la parte superior negra se expande, independientemente de si se trata de un plan o no asistencia de compactación, la vida de la deficiencia de la parte superior negra (el tiempo durante el cual una parte superior negra en la organización es agradablemente impenetrable) es indudablemente contratado. Del mismo modo, un asfalto que contiene folio que ha madurado y solidificado por completo ha disminuido la obstrucción por cansancio. Las características de grosor y resistencia del pavimento y el poder de soporte del subsuelo también tienen mucho que ver con la determinación de la vida útil del

pavimento y la prevención de grietas asociadas con la carga. Los asfaltos gruesos y muy reforzados no se tuercen tanto bajo la pila como los asfaltos delicados o inadecuados. En este sentido, tienen vidas de agotamiento más largas. (Suryakanta, 2016, p.1).

Resistencia al deslizamiento, el bloque deslizante es la capacidad de una superficie superior negra para restringir el deslizamiento o deslizamiento de los neumáticos del vehículo, especialmente cuando está mojado. Para una buena resistencia al deslizamiento, la pista del neumático debe tener la alternativa de permanecer en contacto con todas las partículas en lugar de correr sobre una película de agua en la superficie superior negra. El confinamiento de deslizamiento se evalúa en su mayor parte en el campo a 40 mi / h con un neumático de pista estándar bajo humectación controlada de la superficie oscura superior. Una superficie negra desagradable con varios pequeños vértices y valles tendrá una resistencia al deslizamiento más notable que una superficie lisa. La mejor resistencia al deslizamiento se obtiene con una superficie dura completa en una mezcla de evaluación razonablemente abierta con una suma de alrededor de 3/8 pulg. - 1/2 pulg. (10-13 mm) de tamaño progresivamente escandaloso. A pesar de tener una superficie terrible, los agregados deben contradecir la limpieza (suavizado) bajo el tráfico. La piedra caliza se acumula para limpiar más adecuadamente que las sumas silíceas. (Suryakanta, 2016, p.1).

Diseño de mezclas asfálticas en caliente, En una mezcla caliente, la tapa negra y el total se unen en extensiones definidas: las extensiones generales de estos materiales deciden las propiedades físicas de la mezcla e, inevitablemente, su presentación como un asfalto terminado. Hay dos técnicas de planificación que se utilizan normalmente para decidir las mejores extensiones posibles de black-top y total en una mezcla. Son el diseño Marshall y la técnica Hveem. En la investigación actual nos limitaremos a un acuerdo con la estrategia Marshall. Ambas estrategias del plan se utilizan ampliamente en el plan de mezclas de compensación de techo negro. La elección y utilización de cualquiera de estas técnicas de planes de mezcla es principalmente una cuestión de diseño de gustos, ya que cada estrategia contiene ventajas y aspectos destacados especiales. Se puede utilizar cualquier estrategia con resultados aceptables.

Características y comportamiento de la mezcla, Una muestra de mezcla de pavimentación preparada en el laboratorio puede ser analizada para determinar su posible desempeño en la estructura del pavimento. El análisis está enfocado hacia cuatro características de la mezcla, y la influencia que estas puedan tener en el comportamiento de la mezcla. Las cuatro características son:

- Densidad de la mezcla
- Vacíos de aire, o simplemente vacíos.
- Vacíos en el agregado mineral.
- Contenido de asfalto.

Densidad, El espesor de la mezcla compactada se caracteriza por su peso unitario (el peso de un volumen particular de la combinación). El grosor es una marca comercial importante sobre la base de que un alto grosor en el asfalto terminado es básico para una ejecución duradera. En las pruebas y el examen de la configuración de la mezcla, el espesor de la mezcla compactada generalmente se comunica en kilogramos por metro cúbico. El espesor se determina aumentando la gravedad explícita absoluta de la mezcla por el espesor del agua (1000 kg / m³). El espesor obtenido en la instalación de investigación se convierte en el espesor estándar y se utiliza como una especie de perspectiva para decidir si el espesor del asfalto terminado es o no suficiente. Los detalles típicamente requieren que el espesor del asfalto sea un nivel del espesor del centro de investigación. Esto se debe a que la compactación in situ rara vez alcanza las densidades que se logran utilizando técnicas de compactación estándar de los centros de investigación.

Vacíos de aire, Los huecos de aire son pequeños espacios de aire, o bolsas de aire, que están disponibles entre los totales cubiertos en la última mezcla compactada. Todas las mezclas densamente evaluadas requieren contener un nivel específico de vacíos para tener en cuenta un poco de compactación adicional bajo el tráfico, y para proporcionar espacios donde el black-top pueda fluir durante la compactación adicional. El nivel adecuado de vacíos (en las pruebas de las instalaciones de investigación) para las capas de base y las capas de acabado está en algún lugar entre el 3 y el 5%, dependiendo del plan particular. La dureza de un asfalto de superficie negra es un componente de la sustancia vacía. La explicación

detrás de esto es que cuanto más modesta es la cantidad de huecos, menor es la penetrabilidad de la mezcla.

Vacíos en el agregado mineral, Los vacíos en el total de minerales (VMA) son los espacios de aire que existen entre las partículas totales en una mezcla de limpieza compactada, incluidos los espacios que están cargados con tapa negra. El VMA habla del espacio accesible para satisfacer el volumen exitoso de black-top (todo el black-top menos el bit que se pierde en el total) y el volumen de vacíos necesarios en la mezcla. Cuanto mayor sea el VMA, más espacio será accesible para las películas en negro. Hay cualidades mínimas para VMA que se sugieren e indican como un elemento del tamaño total. Estas cualidades dependen de la forma en que cuanto más gruesa sea la película de cubierta negra que cubre las partículas totales, más fuerte será la mezcla.

Método Marshall de diseño de mezclas, El siguiente es un diagrama de los sistemas que continúan en el diseño Marshall. La técnica total y definitiva que debe seguirse se encuentra en AASHTO T 245 o (ASTM D1559).

Preparación para efectuar los procedimientos Marshall, A partir de ahora se habló en la parte de materiales, varios totales y asfaltos tienen varios atributos. Estos atributos afectan directamente la idea del propio asfalto. La fase inicial en la técnica del plan, en ese punto, es decidir las características (solidez, tenacidad, funcionalidad, obstrucción de deslizamiento, etc.) que debe tener la mezcla de limpieza y elegir una especie de negro total y viable. -top que se pueda consolidar para crear esas características. Siempre que se haga esto, puede comenzar a configurar las pruebas.

- Selección de las muestras de material
- Preparación del agregado
- Preparación de las muestras (probetas) de ensayo

Procedimiento de ensayo Marshall, Existen tres procedimientos de ensayo en el método del ensayo Marshall. Estos son: determinación del peso específico total, medición de la estabilidad Marshall, y análisis de la densidad y el contenido de vacíos de las probetas. (Asphalt Institute, 2017, p.57).

- Determinación del peso específico-total
- Ensayo de estabilidad y fluencia
- Valor de estabilidad Marshall
- Valor de fluencia Marshall
- Análisis de densidad y vacíos
- Análisis de vacíos

Piedras fotoluminiscentes, Se encuentra como gránulos impredecibles debido a la rotura normal y comienza con la combinación de alquitrán insaturado con un tono fotoluminiscente confiable. Por lo que descubren cómo enfocarse durante 8 horas después de una luz absorbente durante 10 a 30 minutos. (Brilliant discussions s.l., 2018).

Historia de la luminiscencia, El resplandor de los sólidos fue retratado en 1603 por Vincenzo Cascariolo de Bolonia, quien calentó polvos de sulfato de bario mezclado con carbón de esta manera adquirió que la combinación posterior como una torta brillaba alrededor del atardecer, lo cual era obvio para el ojo natural. Además, también vio que la piedra evidentemente se "cargaba" con la luz del día durante el día y brillaba durante bastante tiempo en la oscuridad. La piedra fue luego concentrada por Galileo Galilei y Gulio Lagulla.

Los materiales fotoluminiscentes, son elementos que emiten luz al ser cargados o excitados sus electrones por medio del incremento de la energía. (Materiales Inteligentes, 2015) Esta fotoluminiscencia se divide en dos tipos: la fluorescencia y la fosforescencia; la fosforescencia una vez excitada tiende a tener un tiempo prolongado de horas de luminosidad y la fluorescencia emite luz durante nanosegundos, es decir, necesita de energía continua para su luminosidad. Se tiene como referente "Proteq Starpath", proyecto generado en Cambridge implementado en octubre de 2015, usando un sistema pulverizado que se rocía sobre la superficie existente, siendo este un sistema que mantiene el brillo de la vía durante la noche con el fin de garantizar la seguridad para las 20.000 personas que hacen uso de los bici-carriles existentes en Inglaterra. "proporciona una alternativa segura, más respetuosa con el medio ambiente y rentable a la iluminación exterior, con la ventaja adicional de tener una apariencia deslumbrante tanto de día como de noche." (Hamish Scott, inventor de StarPath, 2015).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Para determinar el tipo de indagación, Arias aclara:

[...] Muestra que la ciencia es además una palabra de acción. La ciencia es un procedimiento. Es un método para mirar, una perspectiva y un método para conocer el mundo. El objetivo de la ciencia es dar aclaraciones a las ocasiones que ocurren en la naturaleza. Los investigadores utilizan estas aclaraciones para comprender los diseños en la naturaleza y hacer expectativas sobre futuras ocasiones. (2014, p.2).

Por lo tanto, la indagación será del tipo **aplicada**, ya que la información que crearemos abordará cuestiones útiles.

3.1.2. Diseño de investigación

El bosquejo de la actual indagación, según Kaseng y Guillen:

[...] La estructura de la indagación enmarca un detalle de la asociación de la técnica de percepción metodológica, entonces decide y compone los procedimientos y guías que concederán la disponibilidad de la información, su manejo y definición, con el objetivo extraordinario de atender la considerable cantidad de problemas planteados. (Kaseng y Guillen,2014, p.145).

De esta manera, la exploración es de **diseño cuasiexperimental**, ya que se selecciona las muestras a la conveniencia del investigador, además se apoyará en llegar a los datos controlando o ajustando la variable y de esa manera percibirá cómo influirá en la variable dependiente.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

Las variables en la investigación, representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto. Las variables, son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis. Hay varios tipos de factores, en cualquier caso, los que generalmente son significativos en la investigación son las variables dependientes y variables independientes.

- **Variable independiente:** Diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes.
- **Variable dependiente:** Aumento de visibilidad en vías.

3.2.2. Operacionalización de variables

Según Kaseng y Guillen, nos indican:

[...] La meta es absorber cómo el factor libre cambiará en general a la variable dependiente, la operacionalización se indica tanto el procedimiento de examinar deductivamente los factores que establecen la parte de la solicitud. (2014, p.75).

La variable que se estudiará será la variable independiente al sumar la variable dependiente y los sucesos que esta obtendrá en el aumento de visibilidad de vías.

- Variable independiente: Diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes.
- Variable dependiente: Aumento de visibilidad de vías.

Se observa más detalladamente el desarrollo de la operacionalización de variables en el Anexo N°2.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Kaseng y Guillen nos explican:

[...] son los subconjuntos de sujetos o cosas que poseen una peculiaridad habitual, para el proceso de indagación, para escoger la población se obliga a tener como prioridad algunas particularidades fundamentales, que logran ser planteadas por el investigador. (2014, p.183).

Según esta concepción mencionada, la población de este plan de investigación, vendrían a ser todas las **mezclas asfálticas con adición de piedra fotoluminiscentes**.

3.3.2. Muestra

Kaseng y Guillen, sostienen al respecto:

[...] Es el subíndice instantáneo de la población, y por el cual los segmentos de una población se seleccionan probabilísticamente para estimar algo específico, que tiene un nivel resonante de precisión. (2014, p. 183).

Se elaborarán y experimentarán un general de 18 briquetas constituidas de mezcla asfáltica con adición de piedras fotoluminiscentes dirigidas por conveniencia del autor porque así lo requiere la norma.

Tabla 1. Muestras de mezcla asfáltica para su posterior ensayo

N° Briquetas	% Piedra fotoluminiscente	% Asfalto	Dimensión (mm)	Dimensión (pulg)
6	5,0 %	5,3%	101.6 x 63.5	4" x 2 1/2"
3	5,0 %	4,4 %	101.6 x 63.5	4" x 2 1/2"
3	5,0 %	4,9 %	101.6 x 63.5	4" x 2 1/2"
3	5,0 %	5,4 %	101.6 x 63.5	4" x 2 1/2"
3	5,0 %	5,9 %	101.6 x 63.5	4" x 2 1/2"

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Muestreo

Según (Salinas, 2012, p.59), el creador alude a "que el muestreo se convierte en la acción de recopilar información de una población específica, que será explorada, y además muestra el tipo correcto de cómo se recopilará la información".

En el presente proyecto será **no probabilístico**, debido a que las unidades son seleccionadas en pie a criterios establecidos anteriormente por el examinador para realizar las pruebas correspondientes.

Se elaborarán y ensayarán un total de 25 briquetas constituidas de mezcla asfáltica con acción de piedras fotoluminiscentes, y se realizará el seguimiento en el laboratorio designado.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Estos procedimientos son componentes que se utilizan para medir y acumular datos de manera metódica y con un objetivo particular.

Hernández (1998) lo caracteriza como "un arreglo específico de tareas, vitales y estratégicas, que tienen la motivación detrás de la recopilación de información para el analista" (p. 354).

Este plan de indagación empleará la **observación y los experimentos**, como técnica de acogida de datos porque se aprenderá el efecto que forme las piedras fotoluminiscentes en el asfalto.

Los **experimentos** se realizarán mediante los **ensayos** que correspondan para que se logre obtener los resultados numéricos, que es la cualidad más importante de la investigación de enfoque cuantitativa.

Las estrategias de observación son valiosas para los científicos de diferentes maneras. Ofrecen enfoques de analistas para garantizar articulaciones y atributos no verbales de los componentes (Schmuck, 1997).

Este método nos favorece al tener la opción de decidir el problema que debemos comprender, ya que mostramos signos de mejora antes de poder caracterizar los instrumentos.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

La herramienta utilizada para recopilar información es cualquier otro recurso que el científico pueda usar para considerar cualquier anomalía y concentrar datos de ellos.

El instrumento aplicado en la investigación se basará en **los ensayos que serán realizados en el laboratorio M.T.L** para posteriormente obtener resultados. Los ensayos que se realizarán en la investigación son: El diseño de mezcla asfáltica (método Marshall), ensayo del agregado grueso, ensayo del agregado fino, ensayo de del cemento asfáltico, mezcla compactada y por último el análisis de las piedras fotoluminiscentes.

Tabla 2. Muestras de mezcla asfáltica para ser ensayadas

N° Anexo	Instrumento
Anexo 03	Análisis granulométrico
Anexo 03	Diseño de asfalto en caliente (Método Marshall)
Anexo 03	Ensayo de intensidad de luz
Anexo 03	Análisis de precio unitario

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Validez

La legitimidad alude a la necesidad de que el instrumento cuantifique genuinamente lo que debería cuantificar, implica que el escrutinio del instrumento debe comenzar desde los marcadores y no debe dejarse ningún puntero sin una investigación, de un examen específico. Según Carrasco (2015), la legitimidad "es cuánto refleja exactamente la medida la marca registrada o la medida a estimar" (p. 336).

Es fundamental verificar el instrumento que se usará, para avalar un resultado exacto y conveniente, esa es la razón por la que se validara nuestro instrumento a

través del juicio maestro, **donde 3 profesionales en el tema aprobarán el instrumento de investigación.**

Para obtener más información sobre la legitimidad de nuestros instrumentos, se encuentra en el Anexo N° 3 las hojas de prueba aprobadas por especialistas.

3.4.4. Confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento de estimación alude a cuánto su aplicación repetida a un individuo o artículo similar produce resultados equivalentes (Hernández, 2013).

La confiabilidad en la investigación actual se logrará mediante los **certificados de calibración** de los equipos usados para realizar los experimentos.

Tabla 3. Muestras de mezcla asfáltica para ser ensayadas

N° Anexo	Certificado
Anexo 05	Certificado calibración Luxómetro

Fuente: Elaboración propia

3.5. Procedimientos

Valderrama (2014, p.198) sobre el método de análisis de datos expresó: “son un conjunto de técnicas que consiste en el estudio de los hechos y el uso de sus expresiones en cifras, con la finalidad de lograr obtener información que resulte válida y confiable”.

En ese sentido, como se ha mencionado, el procedimiento para la obtención de datos de los ensayos se iniciará a través de pruebas y la observación, para trabajar con mayor orden se dividirá en las etapas siguientes:

Etapa 1 - Acopio de materiales

- Definir ensayos y reglamento a usar.
- Acopio de materiales e instrumentos.
 - 100 kg de agregado grueso y fino, MAC 2 (Cantera Romana)
 - 40 kg de piedra de cuarzo, MAC 2 (Cantera Minagua)
 - 1 bolsa de cemento Tipo I, (Filler)
 - 2 galones de cemento asfáltico (PEN 60/70)
 - 2 spray Fotoluminiscentes
 - 1 luxómetro de rango de Medición (0 - 9999lux)

Etapa 2 - Ensayo de intensidad de luz de piedras fotoluminiscentes

- Se Inicia con el procedimiento del pintado de piedras de cuarzo con spray fotoluminiscente, para obtener mejores resultados se aplicó 3 capas de pintura fotoluminiscente y dejar secar por 24 horas.
- Ensayo de las piedras fotoluminiscentes usando el Luxómetro (0 - 9999lux).
 - Medición de intensidad de luz de piedras fotoluminiscentes cargando con distintas fuentes de luz y uso del luxómetro con periodos de tiempo de 10 minutos para obtener datos medidos.

Etapa 3 – Caracterización de agregados (NTP 400.012, 2013)

- Según la norma, es importante decidir la granulometría de los ejemplos, se saca el método y el ejemplo pasa por el trabajo de los filtros que se especifican en la norma NTP 400.012, 2013.
- Después de tamizar los ejemplos, el material contenido en cada filtro se aísla y se calibra, estos resultados se ordenan y se hace una curva del tamaño de la molécula de tamizado.

Etapa 4 – Diseño Analítico de mezcla asfáltica en caliente

- Realizar el diseño analítico de asfalto en caliente (Método Marshall) en el laboratorio con las adiciones de asfalto en 4.5%; 5.0%; 5.5%; 6.0% y piedra fotoluminiscente en 60.9%.

Etapa 5 - Preparación de mezcla en caliente

- Preparación de mezcla en caliente (Método Marshall) con adición de cemento asfáltico en 4.5%; 5.0%; 5.5%; 6.0% para realizar el control y escoger el diseño óptimo.

Etapa 6 - Moldeado de briquetas (ASTM D-1559).

- Compactación de 6 briquetas con agregado grueso convencional y piedras fotoluminiscentes en 60.9% para posteriormente realizar pruebas de estabilidad y flujo Marshall (ASTM D-1559).

Etapa 7 - Prueba de estabilidad y flujo

- Se realiza prueba de estabilidad y flujo Marshall (ASTM D-1559) a las briquetas para obtener resultados finales.

Etapa 8 – Evaluación de costos

- Una vez terminada la etapa experimental se procede a realizar la evaluación de costos, la cual se elabora con fichas de análisis de precio unitario.

3.6. Método de análisis de datos

Kaseng y Guillen, en su guía para la redacción de una tesis:

[...] El procedimiento inicia al dejar de juntar los datos del instrumento de recopilación de datos que haya ejecutado el investigador para estudiar las particularidades de la muestra. (2014, p26)

Para ejecutar el plan de indagación se necesitará de un software que consiga resolver todos los datos obtenidos, por tal motivo se usará el programa Microsoft Excel.

3.7. Aspectos éticos

Veracidad de los resultados, Según Norma ISO 3534. La veracidad es el “Nivel de proporción entre el valor intermedio obtenido de una sucesión de resultados y el

valor de referencia admitido (certificado)". Esto se da mediante los resultados de las fichas de observación realizadas en situ.

Respeto de la propiedad intelectual, Para el este trabajo de investigación se alcanzaron los pautas y formalidades que requirió la Universidad César Vallejo. De la misma manera, para la composición de las citas bibliográficas se siguió la norma ISO, avalando de este modo, la confiabilidad, protección y derecho de autor de las distintas fuentes de información que se llevó a cabo para el desarrollo de este trabajo de investigación

Asimismo, fue sometido a evaluación mediante el Programa Turnitin, software académico, que detecta posibles plagios y coincidencias con otros trabajos de investigación. Por lo tanto, se garantizó que todo el contenido de esta indagación sea legal y veraz.

Confidencialidad, Ospino (2004) dice que la confiabilidad "se ha de llevar a cabo con el debido respeto por la privacidad de los autores. Éstos, al remitir sus documentos para que sean examinados, están confiando a los administradores de las revistas los resultados de su trabajo científico" (p. 216).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

IV. RESULTADOS

4.1. Desarrollo de procedimientos

Etapa 1 - Acopio de materiales

Agregado: La extracción del agregado se realizó de la cantera "Minera Romaña SAC" debido a que distribuye en gran cantidad al distrito de Ventanilla, de esta forma se acopió agregado grueso y agregado fino. La piedra de cuarzo se obtuvo de la empresa Minagua ubicada en el distrito de Pachacamac.

Ubicación de la cantera: La cantera "Minera Romaña SAC" se ubica en los ejes (-11.898745, -77.118937) con referencia al eje ecuatorial. Ubicada en el departamento de Lima, provincia de Lima, distrito de Ventanilla.



Figura 1. Ubicación de la cantera "Minera Romaña SAC"

Lamentablemente no se pudo conseguir la pintura de fósforo la cual se usaría en un principio, por motivo de tiempo de importación ya que originalmente este material se produce en España, en su reemplazo se usó piedras de cuarzo pintadas con spray fotoluminiscente que al fin de cuentas se obtiene un resultado similar. A continuación, se describe los materiales acopiados:

Tabla 4. Lista de materiales acopiados

Material o instrumento	Cantidad
Agregado grueso y fino, MAC 2 (Cantera Romaña)	200 kg
Piedra de cuarzo $\frac{3}{4}$, (Minagua)	40 kg
Cemento tipo I (Filler)	1 bol
Cemento asfáltico (PEN 60/70)	2 gal
Spray fotoluminiscente	2 unid
Luxómetro de rango de medición (0 - 9999lux)	1 unid

Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Agregado grueso, spray fotoluminiscente, cemento asfáltico y luxómetro.

Etapa 2 - Ensayo de intensidad de luz de piedras fotoluminiscentes

Objetivo

- Determinar la intensidad de luz de las piedras fotoluminiscentes, variando la fuente de carga con 3 tipos de focos led, y también variando los tiempos de carga y midiéndolos en intervalos de 10 minutos.

Equipos

- Luxómetro UT383-BT, Ver ficha técnica en Anexo N° 05
- Lámpara con sockets intercambiables.
- Aplicativo iENV para la toma de datos.



Figura 3. Luxómetro UT383-BT con rango de medición (0 lux - 9999 lux).

Procedimiento

- Se Inicia con el pintado de las piedras de cuarzo con spray fotoluminiscente para incorporar la propiedad de fotoluminiscencia a estas, para obtener mejores resultados se aplicó 3 capas de pintura fotoluminiscente con intervalos de 1 hora y dejar secar por 24 horas una vez culminado el proceso.



Figura 4. Spray fotoluminiscente Rust-Oleum, 426g

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Piedra de cuarzo antes, durante y después de la aplicación de la pintura fotoluminiscente

- Una vez la pintura adherida se seleccionó una muestra variable de piedras para realizar la medición de intensidad de luz cargando con distintas fuentes de luz focos led de (2752 lux, 13510 lux y 46320 lux)



Figura 6. Focos LED de 13, 15 y 40w respectivamente.

- Ya definida la cantidad variable de piedra fotoluminiscente se coloca en una caja oscura para proceder la medición de intensidad de luz, de acuerdo a los requerimientos de los focos led se colocaron a una altura de 40 a 50 cm.

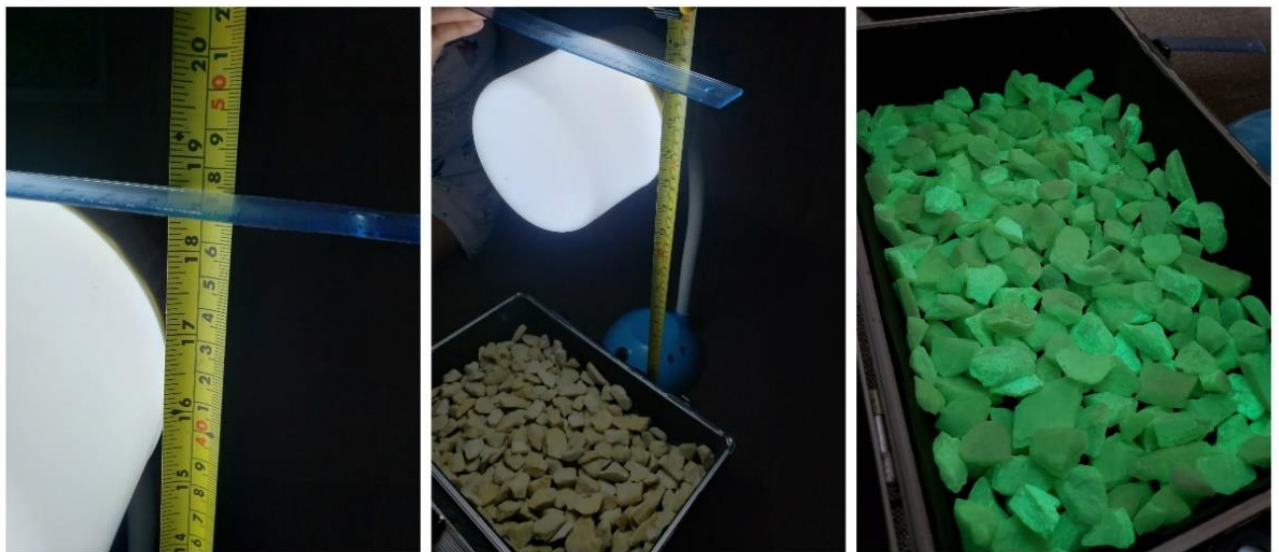


Figura 7. Medición de altura y carga de piedra fotoluminiscentes para su posterior toma de datos.

- Para la comparación se dejó expuesta las piedras por un tiempo de 20, 40 y 60 minutos para comprobar si existe diferencias entre los resultados.
- Ya transcurrido el tiempo; se procedió a dar una ojeada al material manejando el Luxómetro de rango de medición (0 - 9999lux) previamente sincronizado al aplicativo en el celular. El luxómetro se situó a una distancia vertical de 10 cm.

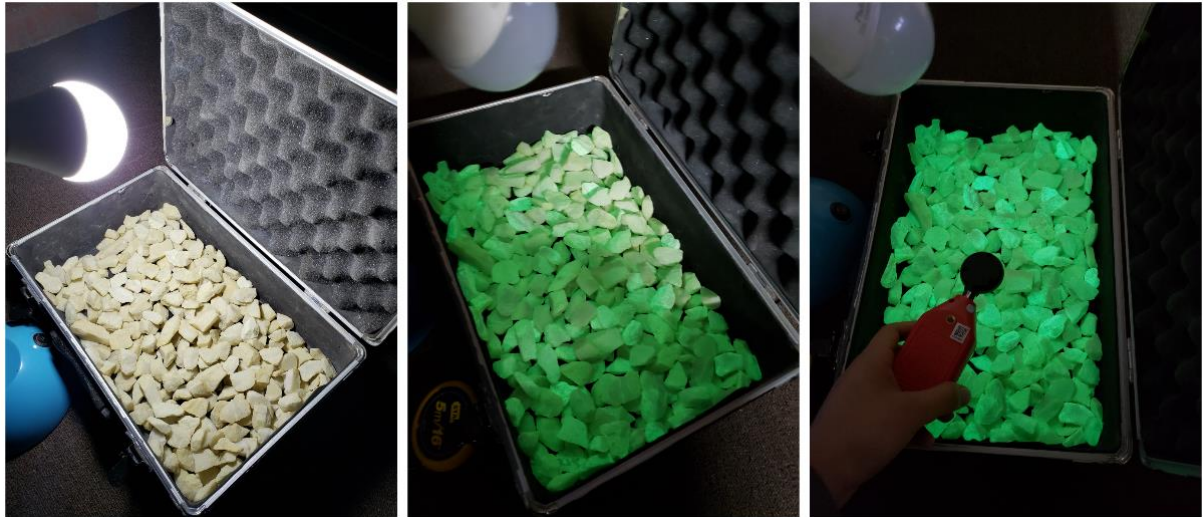


Figura 8. Toma de datos de piedras fotoluminiscentes cargadas

- La lectura se completa en un período de 10 minutos donde las piedras presentan su potencial luminoso más destacado y que es suficiente para realizar el examen.
- Se realizó 3 veces por tiempo y 3 ciclos por cada tipo de foco led empleado.
- Al finalizar la toma de datos se exporta al programa Excel mediante el aplicativo iENV.



Figura 9. Intensidad de luz de los focos led de 13,15 40w mediante iENV.

Etapa 3 - Caracterización del agregado (NTP 400.012, 2013).

Objetivo: Determinar por medio de una serie de tamices de abertura cuadrada la distribución de partículas de agregados grueso y fino en una muestra seca de peso conocido. El resultado será utilizado para la producción del diseño de mezcla asfáltica.

Tabla 5. 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 (N° 4)	43 - 54	51 - 68	65 – 87
2,00 mm (N° 10)	29 - 45	38 - 52	43 – 61
425 µm (N° 40)	14 - 25	17- 28	16 – 29
180 µm (N° 80)	08 - 17	08 - 17	09 - 19
75 µm (N° 200)	04 - 08	04 - 08	05 - 10

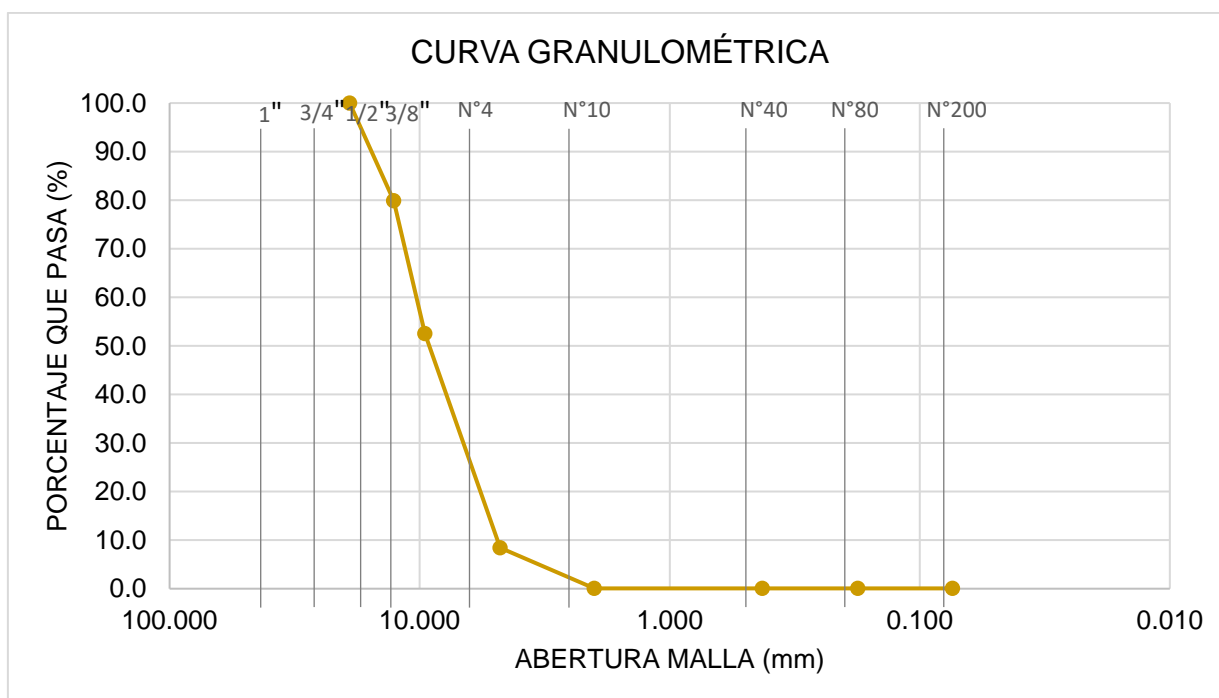
Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones 2010

Para los diseños considerados se usó la gradación MAC – 2 ya que los agregados fino y grueso cumplen con los requerimientos establecidos.

Tabla 6. Análisis granulométrico de agregado grueso

Tamiz ASTM	Análisis granulométrico agregado grueso				
	Abert. Mm	Peso, g	% retenido	% Acum.	% pasa
1"	25.400	-	-	-	100.0
3/4"	19.050	-	-	-	100.0
1/2"	12.700	490.0	20.1	20.1	79.9
3/8"	9.525	666.0	27.3	47.5	52.5
1/4"	6.350	-	-		
N° 4	4.760	1,074.0	44.1	91.6	8.4
N° 6	3.360	-	-		
N° 8	2.380	200.0	8.2		
N° 10	2.000	4.0	0.2	99.9	0.1
N°16	1.190	-	-		
N° 20	0.840	-	-	99.9	0.1
N° 30	0.590	-	-		
N° 40	0.426	-	-	99.9	0.1
N° 50	0.297	-	-		
N° 80	0.177	-	-	99.9	0.1
N° 100	0.149	-	-		
N° 200	0.074	-	-	99.9	0.1
-200	-	1.5	0.1	100.0	

Gráfico 1. Análisis granulométrico de agregado grueso



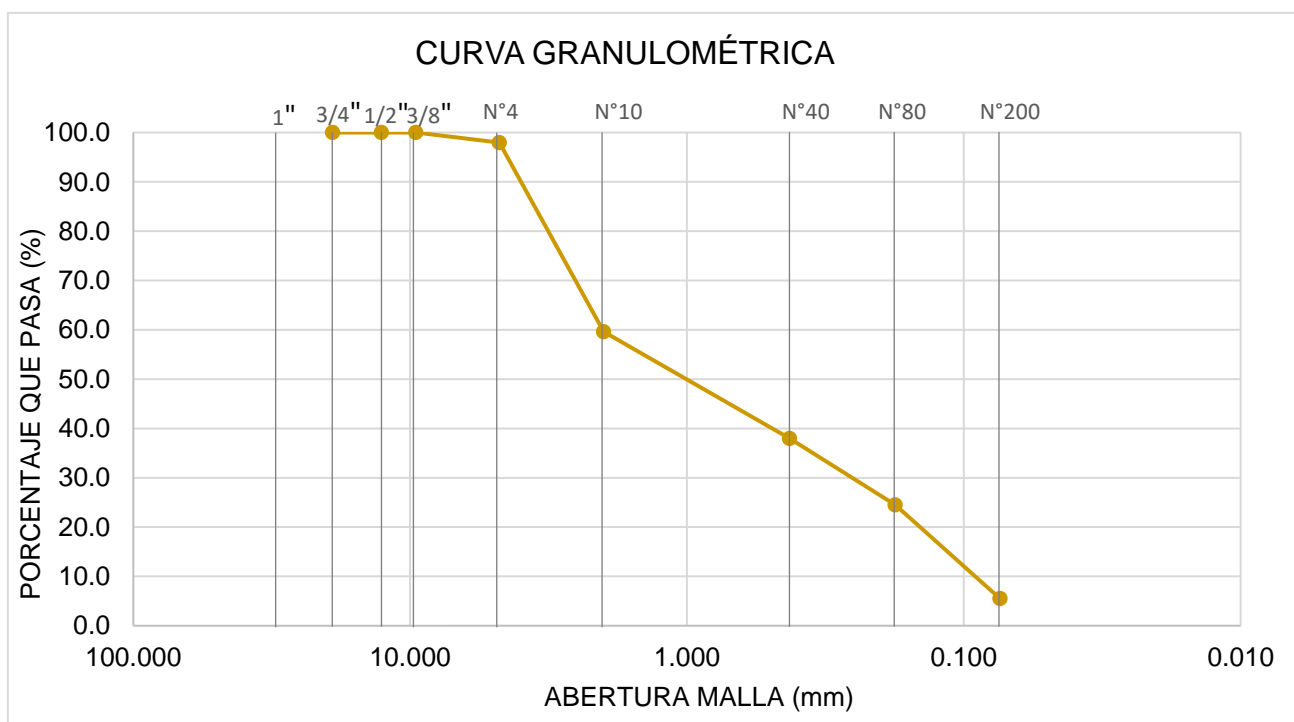
Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Análisis granulométrico de agregado fino

Tamiz ASTM	Análisis granulométrico				
	Abert. Mm	Peso, g	% retenido	% Acum.	% pasa
1"	25.400	0	-	-	100.0
3/4"	19.050	-	-	-	100.0
1/2"	12.700	-	-	-	100.0
3/8"	9.525	-	-	-	100.0
1/4"	6.350	-	-	-	100.0
N° 4	4.760	12.9	2.1	2.1	97.9
N° 6	3.360	-	-		
N° 8	2.380	110.5	17.6	19.7	
N° 10	2.000	129.6	20.7	40.4	59.6
N°16	1.190	-	-		
N° 20	0.840	-	-	40.4	59.6
N° 30	0.590	-	-		
N° 40	0.426	135.8	21.7	62.0	38.0
N° 50	0.297	-	-		
N° 80	0.177	84.2	13.4	75.5	24.5
N° 100	0.149	-	-		
N° 200	0.074	119.2	19.0	94.5	5.5
-200	-	34.6	5.5	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Análisis granulométrico de agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Referencias normativas

NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Equipos

Balanzas: las medidas usadas en el ensayo de agregados fino y grueso deben tener las siguientes particularidades:

- Para agregado fino, con aproximación de 0,1 g y sensibilidad a 0,1% del peso del espécimen que va a ser experimentada.
- Para agregado grueso, con acercamiento a 0,5 g y fidelidad a 0,1% del peso del espécimen a ser ensayada.

Estufa: de tamaño conveniente y competente de conservar una temperatura igual de 110 ± 5 °C.

Materiales

Tamices: Seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.

Procedimiento

- Seque la muestra a una temperatura de 110 ± 5 ° C, hasta obtener un peso constante.
- El ejemplo se eligió por cuarteo como lo demuestran las pautas de NTP y ASTM, que consisten en utilizar una cuchara de metal para enmarcar un cono de material que se aislará en cuatro partes equivalentes, por lo que se seleccionarán dos secciones.
- Posteriormente el material se colocó en el asador a una temperatura de 110 ± 5 ° C para prescindir de las partículas de agua o humedad que pudiera adquirir el material.
- Se pesó el ejemplo de 500 g para total fino y 2000 g para total grueso, para adquirir resultados más ideales, se tomó una arista superior a la base determinada por el estándar.



Figura 10. Etapa de caracterización de agregados

- Se continúa con la determinación de los filtros adecuados que se hallan en el laboratorio y deben efectuarse con las necesidades de la norma.
- Los coladores fueron recogidos en hundimiento, colocando la base en la base y la tapa comparativa en la parte superior, lo que evitará desgracias materiales durante el desarrollo.
- Los tamices se agitaron en 10 minutos dependiendo del material utilizado.

- Con la información adquirida se determinó la tasa de retención, la tasa de retención acumulada, la tasa de aprobación y el módulo de finura del total.
- Porcentaje de adición de piedra fotoluminiscente en peso.

Tabla 8. Análisis granulométrico y caracterización química

Granulometría de piedra fotoluminiscente	
Dureza	7 (Escala de Mohs)
Peso Específico	2.7
Solubilidad en HCL al 40%, durante 24 horas	< 3.0 %
Carbonatos	< 0.02 %
Oxido de Silico	SiO ₂ 99.2 – 99.7 %
Oxido de Fierro	Fe ₂ O ₃ < 0.15 %
Materia Orgánica	0%
Materia Laminar (micas)	0%
Sulfatos	No Contiene
Color Blanco	Blanco
Tamaño Mínimo	7.94 mm
Tamaño Máximo	19.05 mm
Geometría	Asimétrica
Densidad aparente	1.30 TM/M ³

Fuente: Elaboración propia

La piedra fotoluminiscente no tiene participación en la estructura de la mezcla asfáltica, pero si a nivel superficial, por lo que no se realizó ensayos de caracterización a detalle ya que se consiguió de un tamaño estándar de 3/4", este tamaño fue seleccionado como el óptimo porque tiene mayor impacto visual que el resto, además su adición optima fue de 5% (60 gr) respecto al peso de la briqueta dado que un mayor porcentaje de adición afectaba la superficie de la briqueta y generaba mayor porcentaje de vacíos.

Peso unitario de los agregados

Objetivo: El estándar utilizado para adquirir el peso unitario de total fino y total grueso de forma independiente es el NTP 400.017 "Estrategia de prueba estándar para decidir la masa por unidad de volumen o espesor (Peso unitario) y vacíos en totales".

Equipos

- Báscula con un límite de 80 kg.
- Soporte metálico y en forma de barril con base y borde superior limpios, nivelado y adecuadamente inflexible, con capacidad de no deformarse en condiciones de trabajo. Como se muestra en la norma, los soportes tendrán una estatura aproximadamente equivalente a la distancia transversal y, en ningún caso, la altura será inferior al 80% o más prominente que el 150% del ancho.
- Barra compactadora de acero lisa de 16 mm (5/8 ") de ancho y aproximadamente 60 cm de largo y terminada en una punta semiesférica.

Materiales

- La muestra debe ser de alrededor de 125% a 200% de la suma necesaria para llenar el recipiente de estimación según la norma.

Procedimiento

Peso unitario suelto seco para agregados

- Empezamos midiendo el compartimento redondo y hueco.
- El compartimento se llenó liberando el total desde una altura no más prominente de 5 cm hasta que el soporte se inunde.
- Se resolvió el peso y se realizó una prueba similar en dos ocasiones más.

Peso unitario compactado seco para agregados

- Después de medir la forma, el material se vertió en tres capas.
- De acuerdo con estas líneas, la capa total se empaquetó con 25 golpes de barra igualmente dispersos, utilizando el acabado hemisférico de la barra.
- Al empacar la capa principal, esquive la barra que se enrolla en una situación lamentable.



Figura 11. Peso unitario de agregados fino y grueso.

- De la misma manera se repitió el mismo proceso por dos capas más, y determinar el peso en la balanza.
- Todo el proceso se realizó 3 veces para cada material.

Gravedad específica y absorción

Objetivo: Determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino.

Referencias normativas

NTP 400.022: Peso Específico y absorción del agregado Fino.

Equipos

- Equilibrio, con un límite base igual o superior a 1.000 go más y una aceptabilidad de 0,1 g.
- Estufa, apta para mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.

Materiales

- Copa volumétrica de 500 cm³ de límite, ajustada a 0,1 cm³ a 20 °C.
- Forma cónica, metálica con un ancho interior de 40 ± 3 mm en su base más modesta, 90 ± 3 mm de distancia interior en una base más grande y 75 ± 3 mm de altura.

- Varilla de empaque de metal recta, con un peso de 340 ± 15 gy terminada hacia un lado en una superficie plana y redonda para empaque, de 25 ± 3 mm de ancho.

Procedimiento

- Introducir una prueba de 500 g de material dispuesto en el recipiente, cargar de forma incompleta con agua a una temperatura de 23 ± 2 °C hasta alcanzar la marca de 500 cm³. Agite el recipiente para eliminar las burbujas de aire de forma física o precisa.
- Mueva, transforme y agite manualmente el recipiente para eliminar todas las burbujas de aire.
- Después de matar las burbujas de aire, cambie la temperatura del recipiente y su sustancia a 23 ± 2 °C y llene completamente la jarra. Decida la carga completa del frasco, el ejemplo y el agua.
- Retirar el total fino de la jarra, secar en la estufa a peso estable a una temperatura de 110 ± 5 °C, enfriar a temperatura ambiente de $\frac{1}{2}$ a $1 \frac{1}{2}$ hora y decidir el peso.



Figura 12. Ensayo de gravedad específica y absorción.

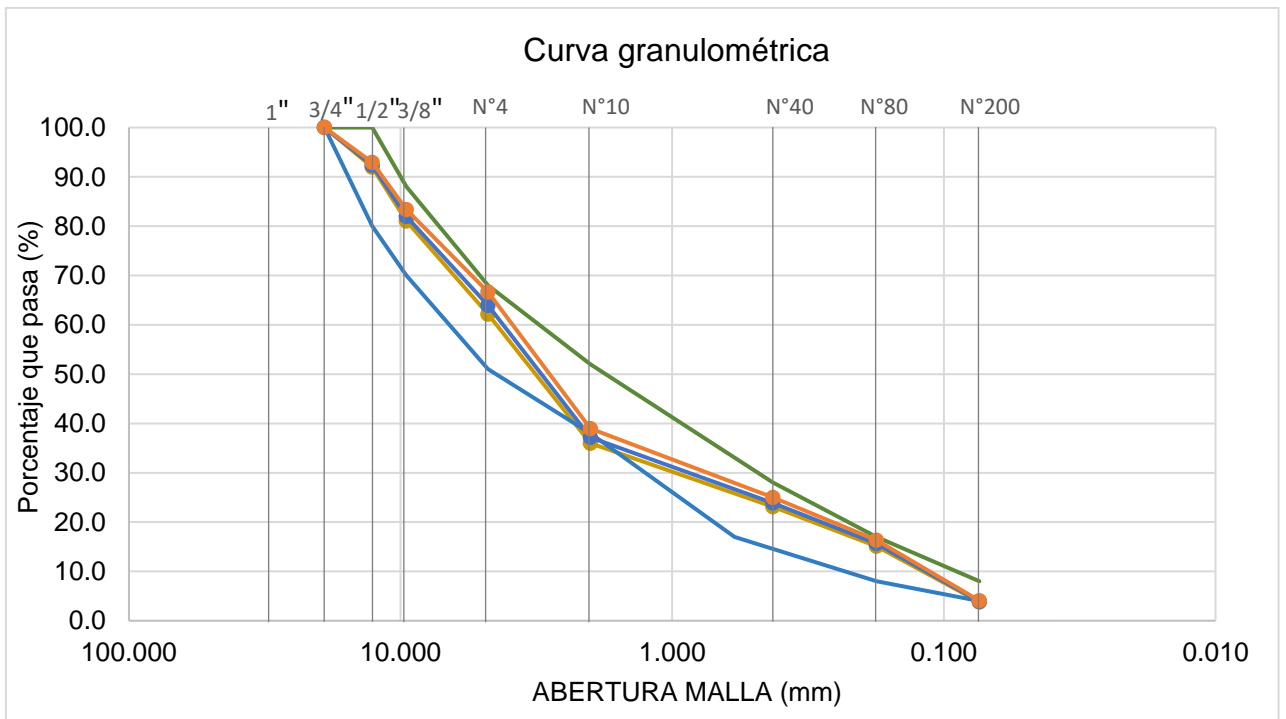
Etapa 4 – Diseño Analítico de mezcla asfáltica en caliente

Para esta etapa se procede a realizar el diseño analítico de asfalto en caliente (Método Marshall) en el laboratorio con las adiciones tentativas de asfalto en 4.4%; 4.9%; 5.3%; 5.8%, agregado grueso en 61.1%, y piedra fotoluminiscente en 5%.

Tabla 9. Análisis granulométrico para el posterior diseño

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				1	2	3	MAC-2	
	ABERT. mm	Grava	Arena triturada	Filler	% Pasa	% Pasa	% Pasa		
1"	25.400	100.0	100.0	100.0	100.0				
3/4"	19.050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	79.9	100.0	100.0	92.0	92.4	93.0	80.0	100.0
3/8"	9.525	52.5	100.0	100.0	81.0	82.0	83.4	70.0	88.0
1/4"	6.350	52.5	100.0	100.0					
N° 4	4.760	8.4	97.9	99.9	62.2	63.9	66.6	51.0	68.0
N° 6	3.360	8.4	97.9	99.9					
N° 8	2.380	0.2	80.3	99.9	48.4				
N° 10	2.000	0.1	59.6	89.2	36.0	37.1	38.9	38.0	52.0
N°16	1.190	0.1	59.6	89.2					
N° 20	0.840	0.1	59.6	59.0					
N° 30	0.590	0.1	59.6	59.0					
N° 40	0.426	0.1	38.0	100.0	23.1	23.9	25.0	17.0	28.0
N° 50	0.297	0.1	38.0						
N° 80	0.177	0.1	24.5	100.0	15.1	15.6	16.3	8.0	17.0
N° 100	0.149	0.1	24.5						
N° 200	0.074	0.1	5.5	98.8	3.8	3.9	4.1	4.0	8.0
-200	-								

Gráfico 3. Análisis granulométrico para el posterior diseño



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Mezcla de agregados

Mezcla N° 01	40.0	59.5	0.5
Mezcla N° 02	38.0	61.5	0.5
Mezcla N° 03	35.0	64.5	0.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Diseño de mezcla con adiciones en % de asfalto

Peso de la briqueta	1215			
% Asfalto	4.4	4.9	5.3	5.8
Peso Asfalto	53.9	60.0	64.9	70.9
Peso Grava	406.4	404.2	402.5	400.4
Peso arena t.	748.9	745.0	741.8	737.9
Filler	5.8	5.8	5.8	5.7

Este diseño con las variaciones de asfalto se procederá a moldear en la etapa 5 siguiendo la norma ASTM D1559. Diseño de mezclas método Marshall, esta etapa sirvió para la determinación del % óptimo de asfalto y así poder realizar el moldeo de las briquetas restantes.

Etapa 5 - Preparación de mezcla en caliente

Objetivo: Esta estrategia describe la estimación de la protección contra la distorsión plástica de ejemplos en forma de tubo de combinaciones bituminosas, apiladas en su capa horizontal, utilizando el artilugio Marshall. Esta técnica es para material asfáltico se mezcla con total con un tamaño más extremo de 25 mm. Además, uno de los destinos fundamentales es decidir la confiabilidad, desfiguración, espesor y vacíos de las mezclas bituminosas compactadas.

Referencias normativas: El examen depende de la estrategia de experimentación, planificación de mezclas bajo las reglas propuestas por las guías de prueba de Marshall ASTM D 6926 y ASTM D 6927. En cualquier caso, es juicioso especificar que antes de entrar en el plan de la mezcla, se retrató tanto el total grueso como el total fino caracterizando sus propiedades volumétricas y decidiendo si son razonables para combinaciones de tapa negra según los arreglos de la norma NTP 400.012.

Materiales:

- Agregado grueso 60.9%
- Agregado Fino Bruto 34.0%
- Agregado Filler 4.2%
- Cemento Asfáltico PEN 60/70, variaciones de C.A en 4,5%; 5,0%; 5.5%; 6.0% en peso.

Equipos para la preparación de los especímenes

- Molde ensamblado para Especímenes.
- Extractor de Especímenes
- El aparato para martillo Marshall
- Martillo de Compactación
- Equipo Misceláneo



Figura 13. Aparato de compactación Marshall, Manija para moldes, y asfalto mezclado después de pesar.

Procedimiento

1. Preparación de Agregados para su posterior mezcla

Secar los agregados a peso constante. El secado en la estufa industrial será realizado en una temperatura entre 140 °C y 150 °C. Posterior al secado, se separa los agregados por cernido en seco en las porciones deseadas.



Figura 14. Pesado de agregado grueso y agregado fino, para su posterior secado en estufa industrial a 145°C.

2. Determinación de temperaturas de mezcla y compactación

El hormigón de cubierta negra utilizado para montar los ejemplos se calentará en una estufa para crear viscosidades de $0,17 \pm 0,02$ Pa. S y $0,28 \pm 0,03$ Pa. S para mezclar y compactar por separado.



Figura 15. Calentado de cemento asfáltico para ser mezclado.

3. Preparación de la Mezcla

Calentar los agregados fino y grueso en bowls separados a una temperatura de $\pm 145^{\circ}\text{C}$, se calientan en una estufa industrial para acelerar el procedimiento ya que en el horno esto tardaría un promedio de 2 horas aproximadamente.



Figura 16. Mezclado de materiales asfálticos.

Una vez alcanzada la temperatura de $\pm 145^{\circ}\text{C}$ se procede a mezclar los agregados fino, grueso, cemento asfáltico con el óptimo porcentaje y el filler removiendo con una espátula vigorosamente hasta obtener la mezcla ideal para realizar el moldeo de las briquetas. Al mismo tiempo que se comienzan a calentar los materiales

también se coloca a calentar el martillo compactador Marshall y los todos los moldes que se usaran en el posterior moldeo.

Ya mezclados todos los materiales y obteniendo la mezcla asfáltica deseada se procede a fraccionarlas en 6 taras con un peso de 1220 gr las cuales serán moldeadas después de hornearse a una temperatura de $\pm 145^{\circ}\text{C}$ en el horno.



Figura 17. Mezcla asfáltica a $\pm 145^{\circ}\text{C}$ lista para ser moldeada.

Etapas 6 - Moldeo de briquetas (ASTM D-1559).

Finalizado este proceso de calentado de la mezcla asfáltica, el martillo compactador y los moldes de 2 ½ pulg de espesor x 4 pulg de diámetro, procede a realizarse el compactado el cual se realiza sobre el aparato para compactado Marshall, el cual está compuesto por un Pedestal de Madera, Martillo para Compactación Marshall y el bloque Marshall de Acero, 102 mm x 50 mm de altura.



Figura 18. Calentado del martillo compactador y los moldes.

Prosiguiendo con el proceso, se coloca el molde sobre el aparato compactador de Marshall, luego se ajusta el collarín sobre el molde y finalmente se emperna el molde al pedestal.



Figura 19. Compactación de la mezcla asfáltica.

Se retira las muestras del horno a una temperatura de $\pm 145^{\circ}\text{C}$ para ser compactadas, primero se coloca las piedras fotoluminiscentes para que se pueda visualizar en la superficie de la briqueta, luego se vacía la muestra en el molde y se chucea para acomodar la mezcla asfáltica, para esto acomoda el martillo compactador de Marshall de forma recta sobre la mezcla asfáltica vaciada y se comienza a compactar con 75 golpes por cara.

Como último paso de esta fase se deja enfriar las muestras con temperatura ambiente por un tiempo de unas 24 horas para su desmoldeo y ensayo.



Figura 20. Especímenes de control compactados y listos para los ensayos posteriores.

Estos procedimientos se repiten nuevamente, pero con el porcentaje óptimo de cemento asfáltico determinado. Se determinó que el porcentaje óptimo de cemento asfáltico es 5.3% y por lo tanto se trabajara con este porcentaje para realizar las briquetas con las incrustaciones de piedra fotoluminiscente.



Figura 21. Especímenes compactados con incrustaciones de piedra fotoluminiscente.

Etapa 7 - Prueba de estabilidad y flujo. (ASTM D6927 – 15)

Objetivo: Se realiza con el propósito de conocer los valores de cohesión (estabilidad) y fricción (flujo) de la mezcla asfáltica, aplicando un montón de torsión controlada de 51 mm / min. Esta prueba solo se aplica a muestras compactadas con el martillo Marshall; Consiste en inundar el ejemplo en una ducha de agua a una temperatura de 60 ° C, de 30 a 40 min, y luego probarlo en la máquina Marshall.

Referencias normativas:

- ASTM D2726 / D2726M-19: Método de prueba estándar para la densidad y la gravedad específicas a granel de mezclas de asfalto compactado no absorbente
- ASTM D1559: Método de prueba para determinar la resistencia del flujo de plástico de mezclas bituminosas utilizando un aparato Marshall.

Equipo:

- Máquina para Pruebas de Estabilidad Marshall.

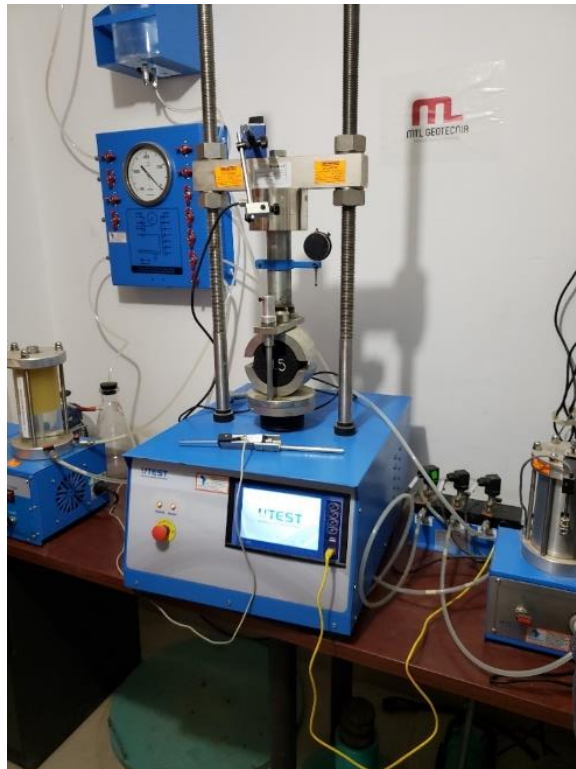


Figura 22. Máquina para Pruebas de Estabilidad Marshall con Anillo de Carga, 50 kN, 220-240 V 50-60 Hz.

Procedimiento

Ya pasada las 24 de horas o tan pronto como los especímenes se hayan enfriado en 1/4 de temperatura se realiza la determinación de la gravedad específica para los especímenes compactados, después de que la gravedad específica se hay determinado se desarrolla la prueba de estabilidad y flujo; se sumergen las briquetas en el baño María a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 30 a 40 minutos antes de la prueba.



Figura 23. Desmoldado de briquetas.



Figura 24. Briquetas en el baño María a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Prepare el equipo de prueba, elimine los ejemplos de la ducha de agua y seque concienzudamente la superficie. Después de colocar la briqueta en la mandíbula inferior, aplique la mandíbula superior y concéntrese en el artilugio Marshall, aplicando sucesivamente una carga de prueba a la briqueta con una deformación constante de 51 mm (5 ") en cada momento hasta que se desinfle.

En este sentido, continuamos examinando los resultados, el número total de Newtons (lb) que se espera que cause la decepción de la briqueta debe registrarse como el resultado de resistencia de Marshall.

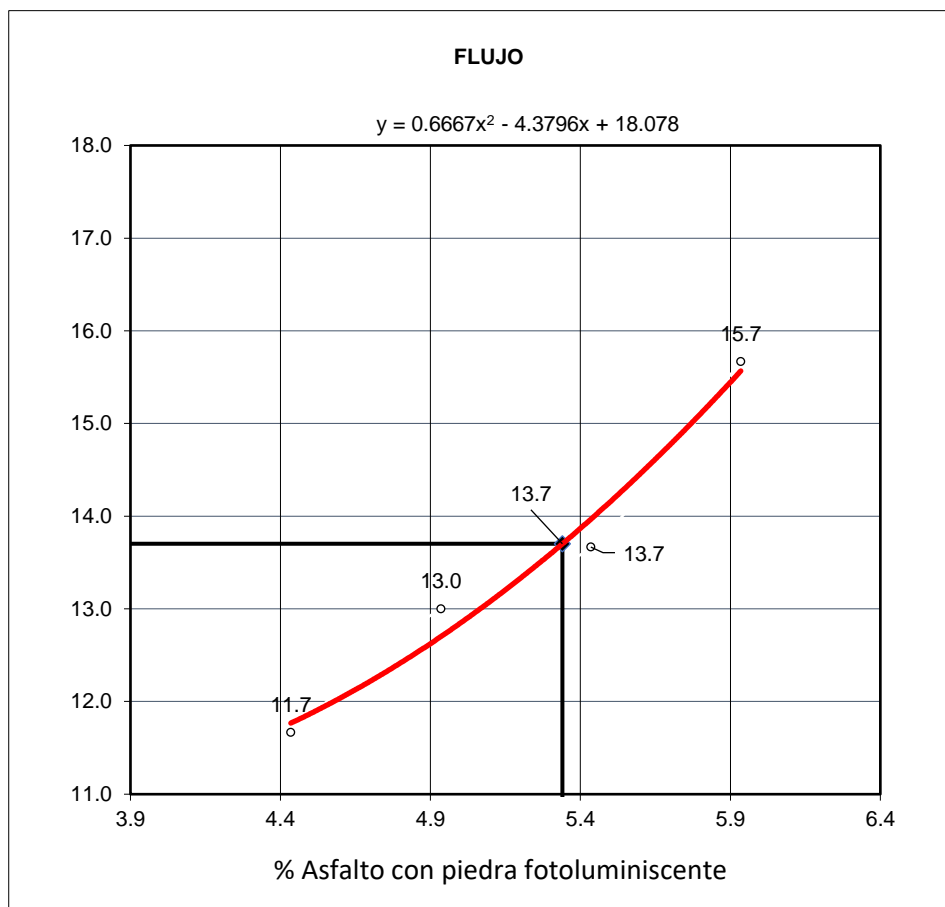
Mientras la prueba de solidez está en ciclo, la briqueta se elimina y el medidor de flujo comenzará a disminuir, debe ser examinado y registrado como la última estimación de flujo. La distinción entre la estimación de la corriente subyacente y la última, comunicada en unidades de 0,25 "mm (1-100)", será la estimación de la corriente Marshall.



Figura 25. Briqueta sometida a la prensa Marshall.

Para finalizar la etapa de prueba, se realiza la investigación de espesores y vacíos para las briquetas fabricadas, se resuelve la mayor gravedad explícita hipotética (ASTM D2041). Esta prueba se completa para conocer las estimaciones de apego (seguridad) y frotamiento (chorro) de la mezcla de capa negra, aplicando un montón de deformación controlada de 50,8 mm / min. Esta prueba solo se aplica a ejemplos hechos con el martillo Marshall; Consiste en sumergir el ejemplo en una ducha de agua a una temperatura de 60 ° C, de 30 a 40 min, y posteriormente probarlo en la máquina Marshall.

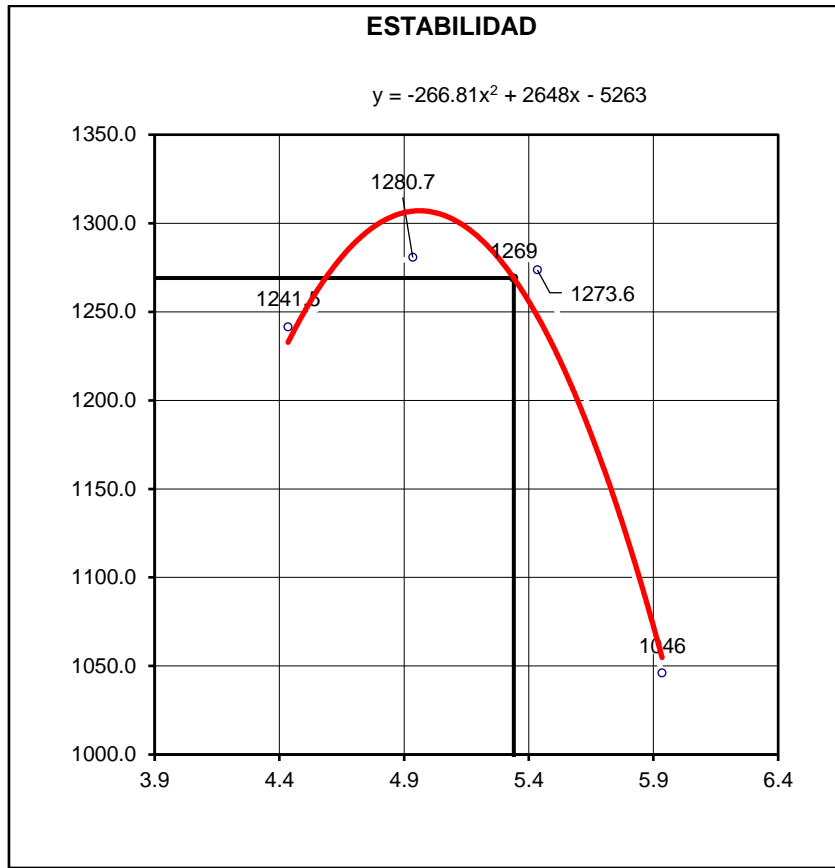
Gráfico 4. Flujo Vs % Cemento asfáltico



Fuente: Elaboración propia

Se evidencia en el gráfico 04 que la mezcla asfáltica con adición de piedra fotoluminiscente en 5% presenta un aumento exponencial en el flujo de 13,7% con respecto a la mezcla, lo cual indica que proporcionar propiedades también aporta rigidez, obteniendo una mezcla con dos cualidades muy importantes para la resistencia ante las deformaciones permanentes.

Gráfico 5. Estabilidad Vs % Cemento asfáltico



Fuente: Elaboración propia

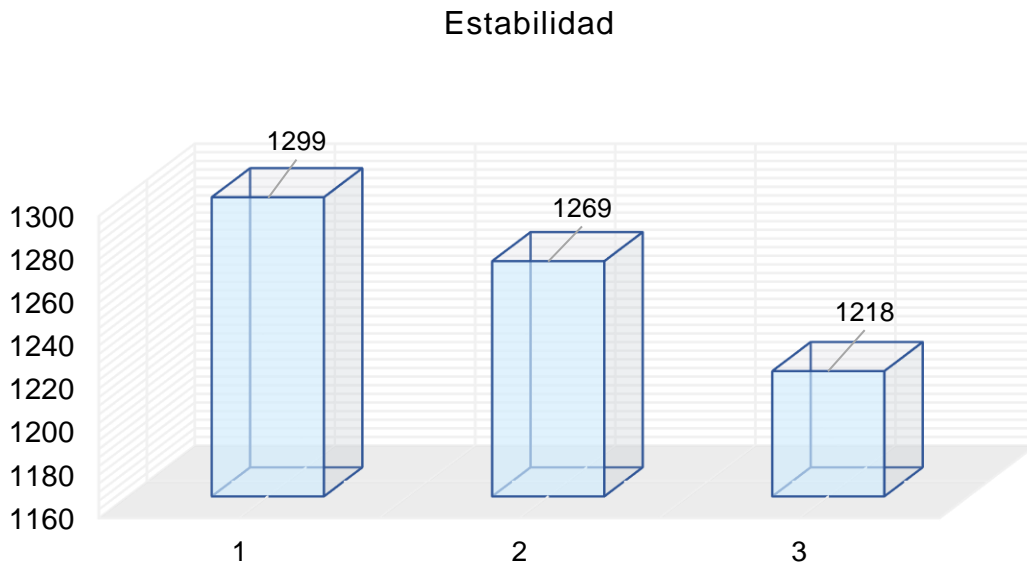
Es notorio que la mezcla asfáltica con porcentaje óptimo de 4.53% evidencia una reducción en la estabilidad de un 9.09% respecto a la mezcla con adición a 4.9%, lo cual es un indicativo que la mezcla asfáltica tiene una resistencia por encima del parámetro para un asfalto de tráfico medio.

Tabla 12. Características de ensayo Marshall

Característica Marshall							
% C.a.	4.4	4.9	5.4	5.9	5.1	5.3	5.5
P.u. briqueta	2.353	2.368	2.385	2.383	2.376	2.380	2.382
Vacíos	7.0	5.3	4.1	3.2	4.8	4.3	3.8
V.m.a.	16.2	16.1	15.9	16.4	16.0	16.0	16.1
V.II. A	56.5	67.1	74.2	80.7	68.9	72.1	75.3
Polvo / asf.	1.0	1.1	1.2	1.4	1.2	1.2	1.3
Flujo	11.7	13.0	13.7	15.7	13.2	13.7	14.3
Estabilidad	1241.5	1280.7	1273.6	1046	1299	1269	1218

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6. Comparación de estabilidad por cada briqueta



Fuente: Elaboración propia

Se observa en el Gráfico 06 que el 85 % las briquetas superan las 1200 libras por lo que se encuentran dentro del límite permisible de 1200 a 1800 libras según el ASTM 1559 de diseño para un asfalto de tránsito medio.



Figura 26. Briquetas después de realizar todos los ensayos correspondientes.

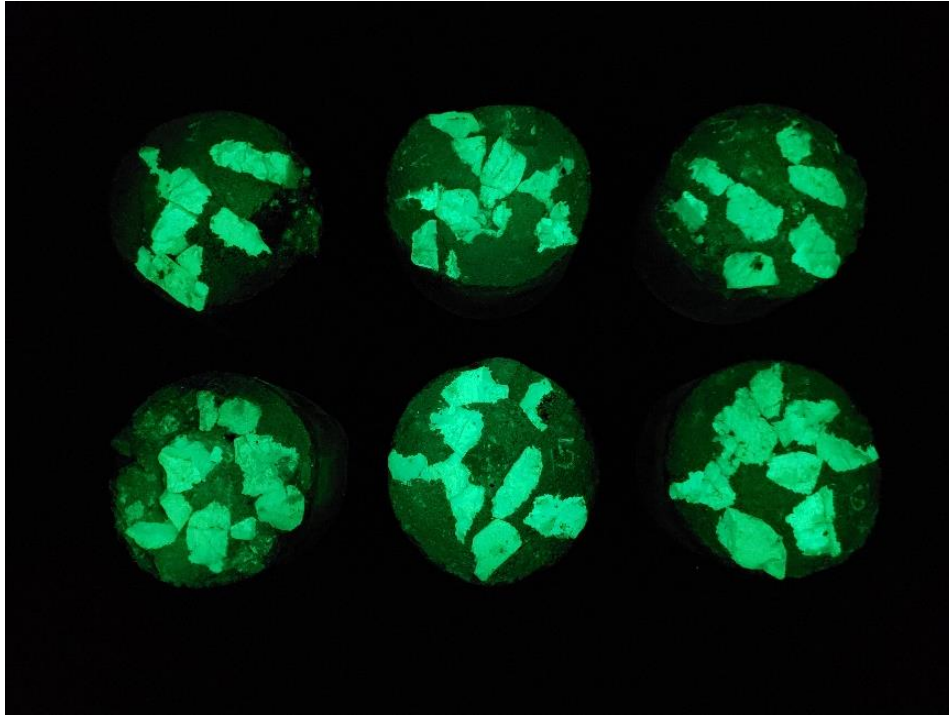


Figura 27. Briquetas anteriormente expuestas a focos LED.

Etapa 8 – Evaluación de costos

En lo que respecta la evaluación de costos, se realiza una comparativa entre el costo de producción un asfalto convencional y el asfalto con adición de piedras fotoluminiscente usando el análisis unitario, para este análisis el rendimiento es el mismo ya que lo que variara es la piedra fotoluminiscente en los materiales.

4.2. Resultados

4.2.1. Indicador “Intensidad de luz”

- **Exposición a 2752 lux, Serie 1**

Utilizando un foco led con intensidad de iluminación equivalente a 2752 lux, se consigue los datos siguientes en 10 minutos (Ver tabla 13)

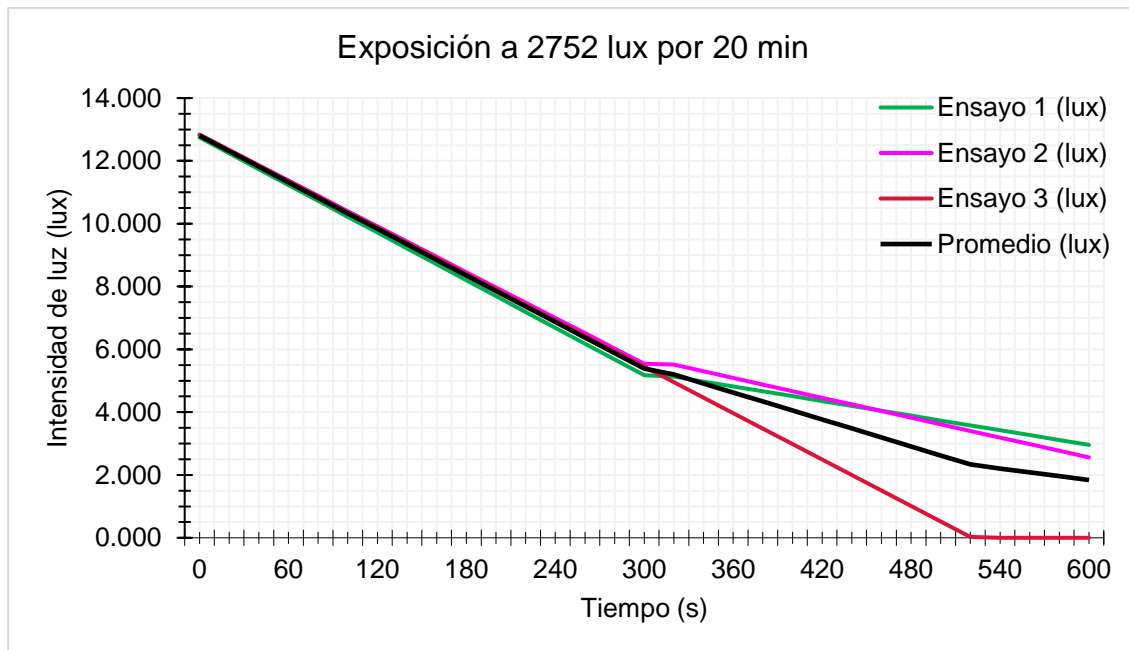
Tabla 13. Exposición a 2752 lux en un intervalo de 20 minutos.

Exposición a:				2752 lux		Tiempo de carga			20 min	
Tiempo	Ens 1	Ens 2	Ens 3	Prom	Tiempo	Ens 1	Ens 2	Ens 3	Promedio	
(s)	(lux)	(lux)	(lux)	(lux)	(s)	(lux)	(lux)	(lux)	(lux)	
0	12.746	12.831	12.834	12.804	320	5.129	5.512	4.954	5.198	
20	12.241	12.345	12.340	12.309	340	4.974	5.301	4.461	4.912	
40	11.736	11.859	11.849	11.815	360	4.819	5.090	3.969	4.626	
60	11.231	11.373	11.356	11.320	380	4.664	4.879	3.476	4.340	
80	10.726	10.887	10.864	10.826	400	4.509	4.668	2.984	4.054	
100	10.221	10.401	10.371	10.331	420	4.354	4.457	2.491	3.767	
120	9.716	9.915	9.879	9.837	440	4.199	4.246	1.999	3.481	
140	9.211	9.429	9.386	9.342	460	4.044	4.035	1.506	3.195	
160	8.706	8.943	8.894	8.848	480	3.889	3.824	1.014	2.909	
180	8.201	8.457	8.401	8.353	500	3.734	3.613	0.521	2.623	
200	7.696	7.971	7.909	7.859	520	3.579	3.402	0.028	2.337	
220	7.191	7.485	7.416	7.364	540	3.424	3.191	0.000	2.205	
240	6.686	6.999	6.924	6.870	560	3.269	2.980	0.000	2.083	
260	6.181	6.513	6.431	6.375	580	3.114	2.769	0.000	1.961	
280	5.676	6.027	5.939	5.881	600	2.959	2.558	0.000	1.839	
300	5.171	5.541	5.446	5.386						

Fuente: Elaboración propia

Se elaboró un gráfico de líneas el cual muestra el comportamiento de las piedras fotoluminiscentes frente a un foco led con 2752 lux el cual se expuso durante 20 minutos.

Gráfico 7. Exposición a 2752 lux en un intervalo de 20 minutos.



Fuente: Elaboración propia

Se observa en el Gráfico N° 07 que los resultados de los 3 ensayos de intensidad luminosa descienden uniformemente hasta llegar a los 5 minutos donde existe punto de inflexión en el cual se tiene que el ensayo 3 inicia con el máximo valor equivalente a 12.834 lux, pero se descarga totalmente a los 9 minutos, por otro lado, se tiene que el ensayo 1 inicia con el mínimo valor de 12.746 lux y llega a los 10 minutos con la mayor intensidad igual a 2.959 lux. Conforme a ese resultado se procedió a incrementar el tiempo de carga a 40 y 60 minutos.

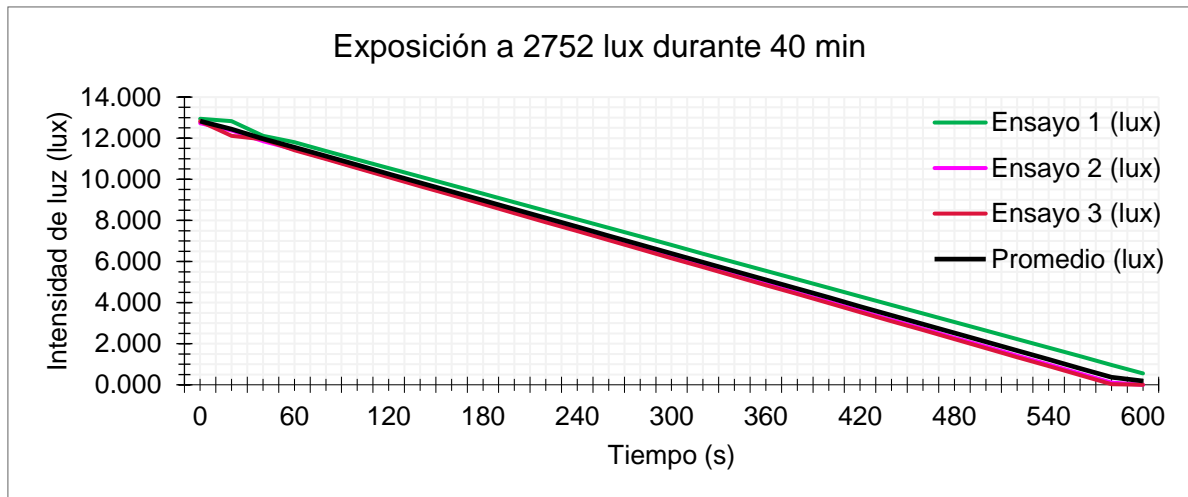
Tabla 14. Exposición a 2752 lux en un intervalo de 20 minutos.

Exposición a:		2752 lux			Tiempo de carga			40 min	
Tiempo (s)	Ens 1 (lux)	Ens 2 (lux)	Ens 3 (lux)	Promedio (lux)	Tiempo (s)	Ens 1 (lux)	Ens 2 (lux)	Ens 3 (lux)	Promedio (lux)
0	12.946	12.731	12.821	12.833	320	6.384	5.780	5.725	5.963
20	12.835	12.370	12.118	12.441	340	5.967	5.344	5.287	5.533
40	12.113	11.859	11.945	11.972	360	5.551	4.908	4.849	5.103
60	11.798	11.448	11.419	11.555	380	5.134	4.472	4.411	4.672
80	11.382	11.012	10.981	11.125	400	4.718	4.036	3.973	4.242
100	10.965	10.576	10.543	10.695	420	4.301	3.600	3.535	3.812
120	10.549	10.140	10.105	10.265	440	3.885	3.164	3.097	3.382
140	10.132	9.704	9.667	9.834	460	3.468	2.728	2.659	2.952
160	9.716	9.268	9.229	9.404	480	3.052	2.292	2.221	2.522
180	9.299	8.832	8.791	8.974	500	2.635	1.856	1.783	2.091

200	8.883	8.396	8.353	8.544	520	2.219	1.420	1.345	1.661
220	8.466	7.960	7.915	8.114	540	1.802	0.984	0.907	1.231
240	8.050	7.524	7.477	7.684	560	1.386	0.548	0.469	0.801
260	7.633	7.088	7.039	7.253	580	0.969	0.112	0.031	0.371
280	7.217	6.652	6.601	6.823	600	0.553	0.000	0.000	0.184
300	6.800	6.216	6.163	6.393					

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8. Exposición a 2752 lux en un intervalo de 40 minutos.



Fuente: Elaboración propia

Se observa en el gráfico 08 que los 3 ensayos de intensidad de luminosa descienden uniformemente, aunque cabe resaltar que el ensayo 1 obtuvo mejores resultados iniciando con 12.946 lux y llegando a los 10 minutos con una intensidad de 0.553 lux.

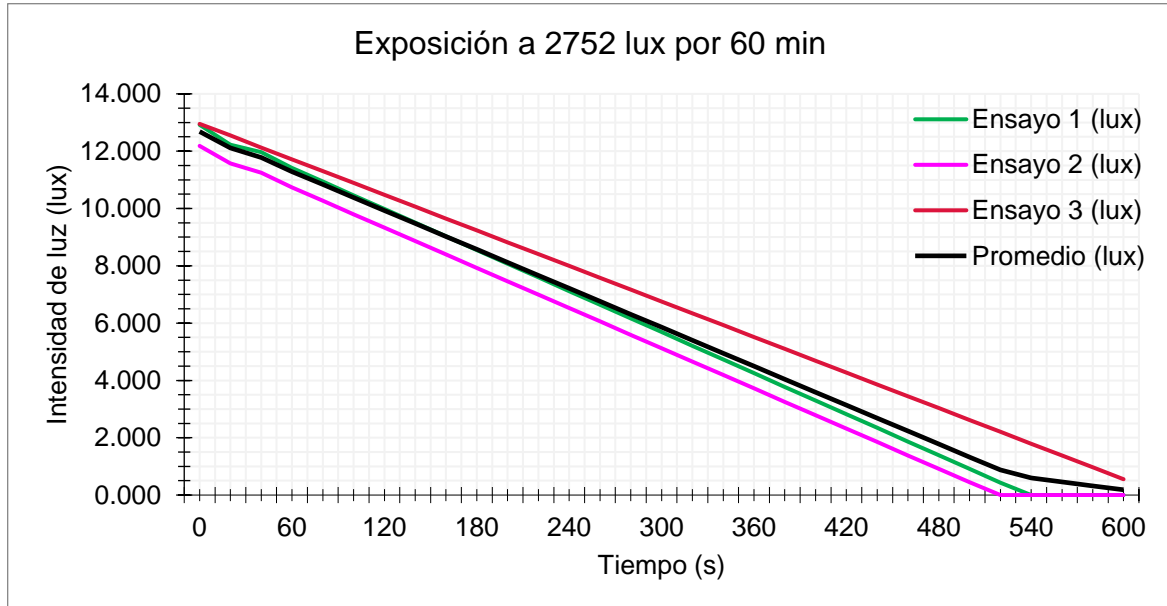
Tabla 15. Exposición a 2752 lux en un intervalo de 60 minutos.

Exposición a:				2752 lux		Tiempo de carga			60 min	
Tiempo (s)	Ens 1 (lux)	Ens 2 (lux)	Ens 3 (lux)	Promedio (lux)	Tiempo (s)	Ens 1 (lux)	Ens 2 (lux)	Ens 3 (lux)	Promedio (lux)	
0	12.920	12.184	12.952	12.685	320	5.208	4.656	6.341	5.402	
20	12.227	11.573	12.553	12.118	340	4.731	4.189	5.927	4.949	
40	11.965	11.249	12.125	11.780	360	4.253	3.721	5.514	4.496	
60	11.416	10.734	11.716	11.289	380	3.776	3.254	5.100	4.043	
80	10.938	10.266	11.303	10.836	400	3.298	2.786	4.687	3.590	
100	10.461	9.799	10.889	10.383	420	2.821	2.319	4.273	3.138	
120	9.983	9.331	10.476	9.930	440	2.343	1.851	3.860	2.685	
140	9.506	8.864	10.062	9.477	460	1.866	1.384	3.446	2.232	
160	9.028	8.396	9.649	9.024	480	1.388	0.916	3.033	1.779	
180	8.551	7.929	9.235	8.572	500	0.911	0.449	2.619	1.326	
200	8.073	7.461	8.822	8.119	520	0.433	0.000	2.206	0.880	
220	7.596	6.994	8.408	7.666	540	0.000	0.000	1.792	0.597	

240	7.118	6.526	7.995	7.213	560	0.000	0.000	1.379	0.460
260	6.641	6.059	7.581	6.760	580	0.000	0.000	0.965	0.322
280	6.163	5.591	7.168	6.307	600	0.000	0.000	0.552	0.184
300	5.686	5.124	6.754	5.855					

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9. Exposición a 2752 lux en un intervalo de 60 minutos.



Fuente: Elaboración propia

Se observa en el Gráfico N° 09 que a diferencia de los 2 ensayos anteriores el ensayo 3 se mantuvo muy por arriba de los ensayos 1 y 2, iniciando con un valor 12.952 lux y finalizando a los 10 minutos con valor equivalente a 0.184 lux, mientras el ensayo 2 el más bajo de esta serie, se quedó sin carga a los 8,7 minutos.

Comparación de promedios resultantes con exposición a 2752 lux

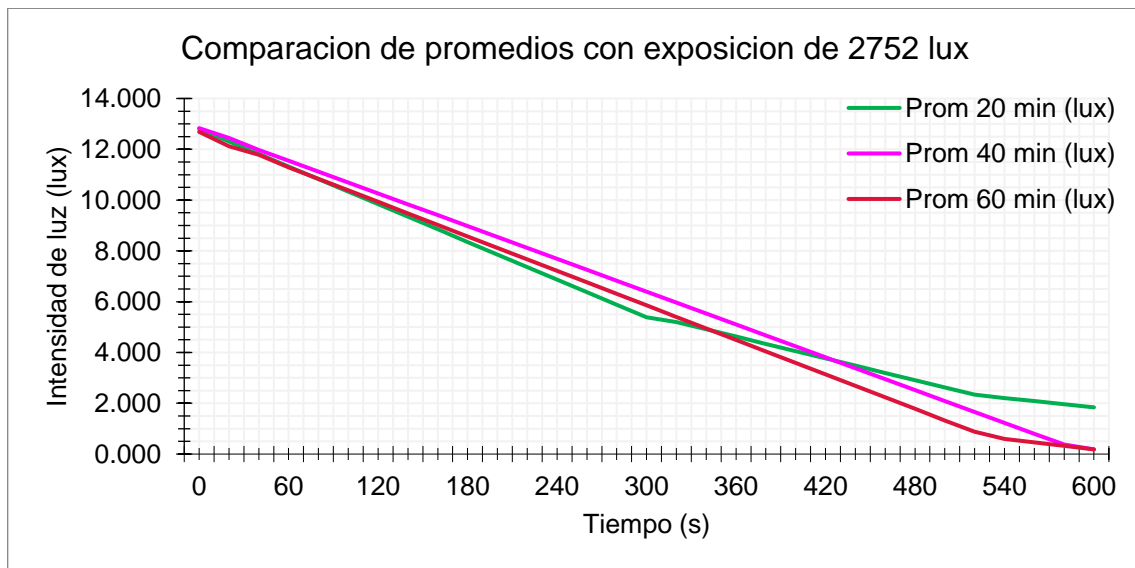
Tabla 16. Comparación de promedios entre ensayos de 20,40 y 60 minutos

Tiempo (s)	Prom 20 min (lux)	Prom 40 min (lux)	Prom 60 min (lux)	Tiempo (s)	Prom 20 min (lux)	Prom 40 min (lux)	Prom 60 min (lux)
0	12.804	12.833	12.685	320	5.198	5.963	5.402
20	12.309	12.441	12.118	340	4.912	5.533	4.949
40	11.815	11.972	11.780	360	4.626	5.103	4.496
60	11.320	11.555	11.289	380	4.340	4.672	4.043
80	10.826	11.125	10.836	400	4.054	4.242	3.590
100	10.331	10.695	10.383	420	3.767	3.812	3.138
120	9.837	10.265	9.930	440	3.481	3.382	2.685
140	9.342	9.834	9.477	460	3.195	2.952	2.232

160	8.848	9.404	9.024	480	2.909	2.522	1.779
180	8.353	8.974	8.572	500	2.623	2.091	1.326
200	7.859	8.544	8.119	520	2.337	1.661	0.880
220	7.364	8.114	7.666	540	2.205	1.231	0.597
240	6.870	7.684	7.213	560	2.083	0.801	0.460
260	6.375	7.253	6.760	580	1.961	0.371	0.322
280	5.881	6.823	6.307	600	1.839	0.184	0.184
300	5.386	6.393	5.855				

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10. Comparación de promedios entre ensayos de 20,40 y 60 minutos.



Fuente: Elaboración propia

Realizando la comparativa entre los promedios resultantes, se obtiene que el promedio de la serie de ensayos de 40 minutos inicio con el mayor valor equivalente a 12.833 lux y llegando a los 10 minutos a duras penas con 0.185 lux, por otro lado, la sorpresa la dio el promedio de la serie de ensayos de 20 minutos la cual inició con el menor valor equivalente a 12.804 lux y llego moderadamente a los 10 minutos con 1.839 luxes, se supuso que este resultado fue afectado por la forma del foco, ya que es espiralado a diferencia de los 2 focos siguientes la cual tienen forma de gota.

- **Exposición a 13,510 lux, Serie 2**

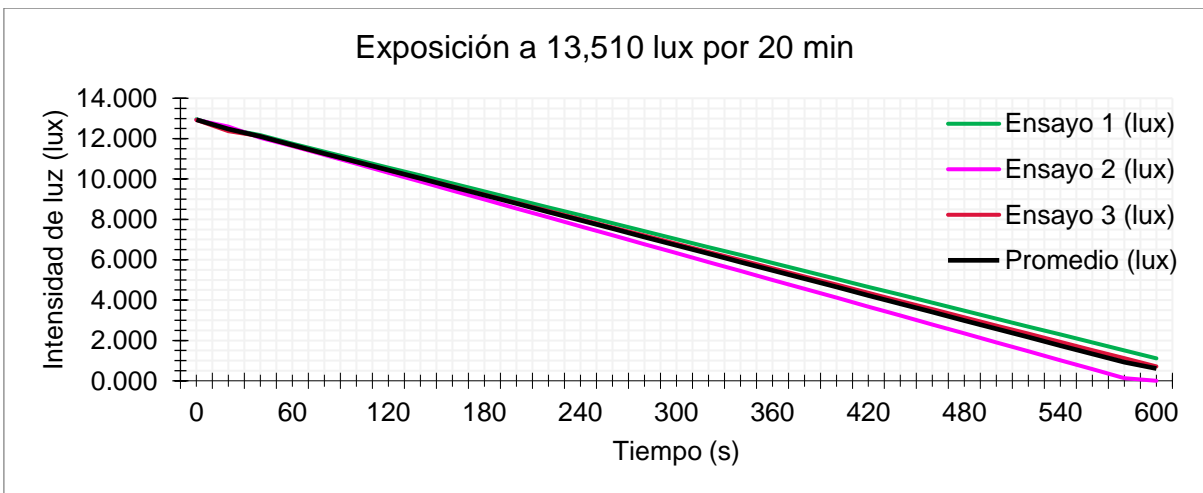
Utilizando un foco led con intensidad de iluminación equivalente a 13,510 lux, se consigue los datos siguientes en 10 minutos (Ver tabla 17)

Tabla 17. Exposición a 13,510 lux en un intervalo de 20 minutos.

Exposición a:				13,510 lux	Tiempo de carga			20 min	
Tiempo	Ens 1	Ens 2	Ens 3	Promedio	Tiempo	Ens 1	Ens 2	Ens 3	Promedio
(s)	(lux)	(lux)	(lux)	(lux)	(s)	(lux)	(lux)	(lux)	(lux)
0	12.962	12.932	12.928	12.941	320	6.627	5.886	6.389	6.301
20	12.474	12.592	12.370	12.479	340	6.233	5.444	5.984	5.887
40	12.174	12.047	12.117	12.113	360	5.839	5.001	5.578	5.473
60	11.749	11.639	11.661	11.683	380	5.445	4.559	5.173	5.059
80	11.355	11.196	11.255	11.269	400	5.051	4.116	4.767	4.645
100	10.961	10.754	10.850	10.855	420	4.657	3.674	4.362	4.231
120	10.567	10.311	10.444	10.441	440	4.263	3.231	3.956	3.817
140	10.173	9.869	10.039	10.027	460	3.869	2.789	3.551	3.403
160	9.779	9.426	9.633	9.613	480	3.475	2.346	3.145	2.989
180	9.385	8.984	9.228	9.199	500	3.081	1.904	2.740	2.575
200	8.991	8.541	8.822	8.785	520	2.687	1.461	2.334	2.161
220	8.597	8.099	8.417	8.371	540	2.293	1.019	1.929	1.747
240	8.203	7.656	8.011	7.957	560	1.899	0.576	1.523	1.333
260	7.809	7.214	7.606	7.543	580	1.505	0.134	1.118	0.919
280	7.415	6.771	7.200	7.129	600	1.111	0.000	0.712	0.608
300	7.021	6.329	6.795	6.715					

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11. Exposición a 13,510 lux en un intervalo de 20 minutos.



Fuente: Elaboración propia

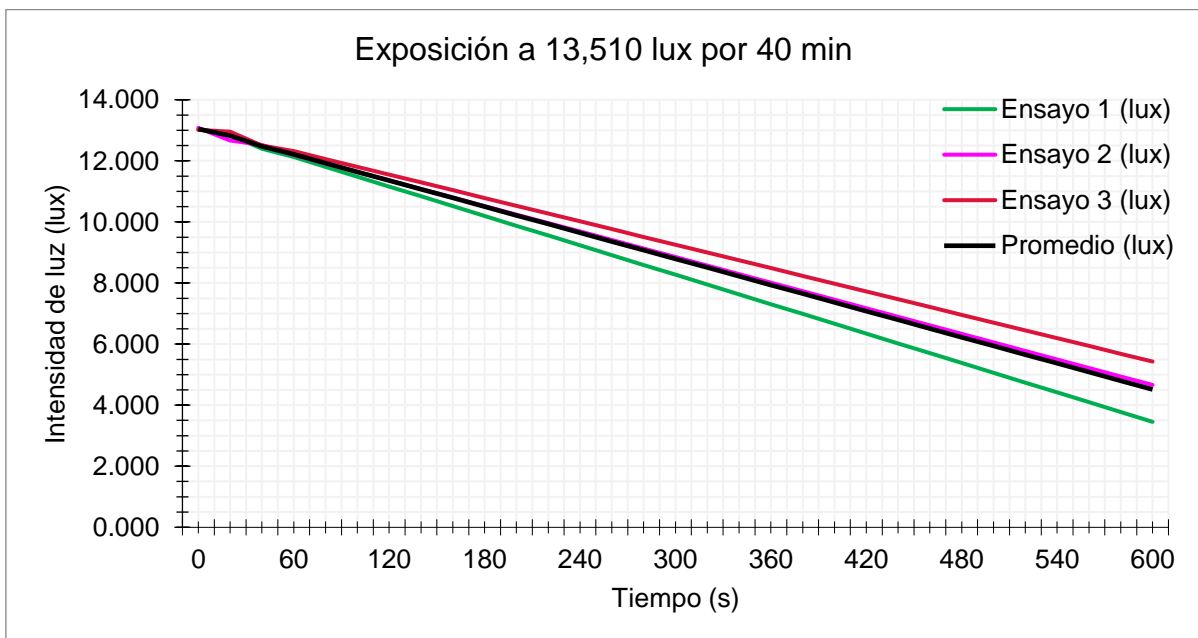
Se observa en el gráfico 11 que el ensayo 1 obtuvo mejores resultados iniciando con 12.962 lux y llegando a los 10 minutos con una intensidad de 1.111 lux.

Tabla 18. Exposición a 13,510 lux en un intervalo de 40 minutos.

Exposición a:		13,510 lux			Tiempo de carga			40 min	
Tiempo	Ens 1	Ens 2	Ens 3	Promedio	Tiempo	Ens 1	Ens 2	Ens 3	Promedio
(s)	(lux)	(lux)	(lux)	(lux)	(s)	(lux)	(lux)	(lux)	(lux)
0	13.041	13.077	13.011	13.043	320	7.948	8.568	8.998	8.505
20	12.849	12.663	12.958	12.823	340	7.627	8.289	8.743	8.220
40	12.399	12.519	12.501	12.473	360	7.306	8.010	8.488	7.935
60	12.121	12.195	12.313	12.210	380	6.985	7.731	8.233	7.650
80	11.800	11.916	12.058	11.925	400	6.664	7.452	7.978	7.365
100	11.479	11.637	11.803	11.640	420	6.343	7.173	7.723	7.080
120	11.158	11.358	11.548	11.355	440	6.022	6.894	7.468	6.795
140	10.837	11.079	11.293	11.070	460	5.701	6.615	7.213	6.510
160	10.516	10.800	11.038	10.785	480	5.380	6.336	6.958	6.225
180	10.195	10.521	10.783	10.500	500	5.059	6.057	6.703	5.940
200	9.874	10.242	10.528	10.215	520	4.738	5.778	6.448	5.655
220	9.553	9.963	10.273	9.930	540	4.417	5.499	6.193	5.370
240	9.232	9.684	10.018	9.645	560	4.096	5.220	5.938	5.085
260	8.911	9.405	9.763	9.360	580	3.775	4.941	5.683	4.800
280	8.590	9.126	9.508	9.075	600	3.454	4.662	5.428	4.515
300	8.269	8.847	9.253	8.790					

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12. Exposición a 13,510 lux en un intervalo de 40 minutos.



Fuente: Elaboración propia

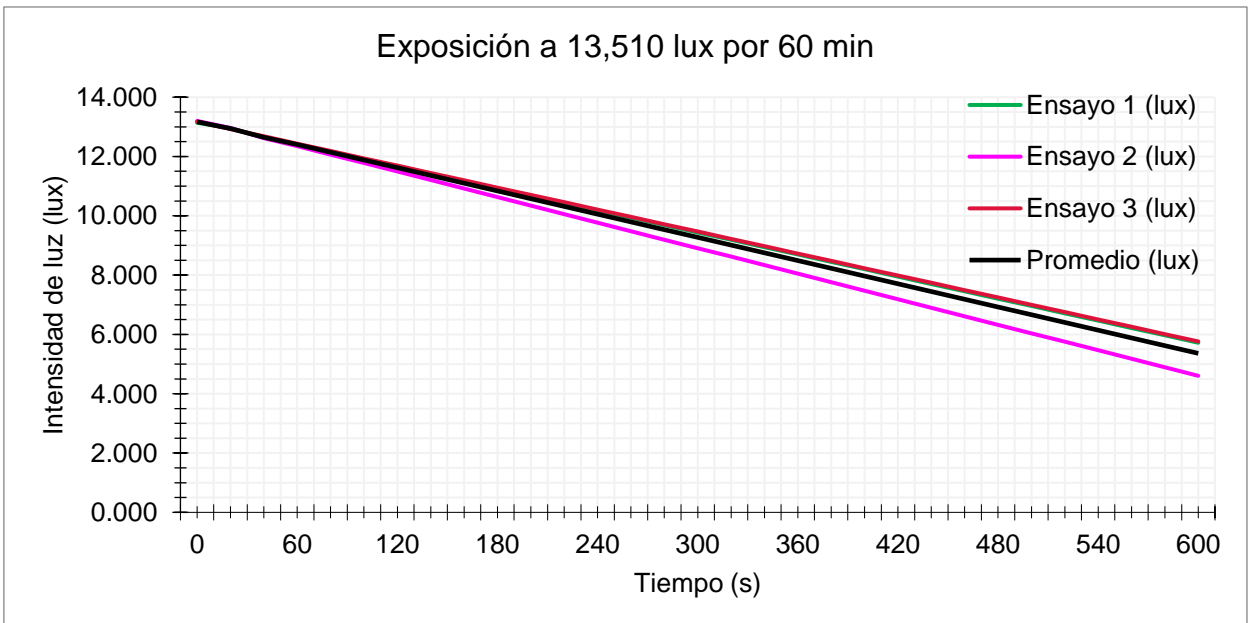
Se observa en el gráfico 12 que el ensayo 3 obtuvo mejores resultados iniciando con 13.011 lux y llegando a los 10 minutos con una intensidad de 5.428 lux.

Tabla 19. Exposición a 13,510 lux en un intervalo de 60 minutos.

Exposición a:			13,510 lux		Tiempo de carga			60 min	
Tiempo	Ens 1	Ens 2	Ens 3	Promedio	Tiempo	Ens 1	Ens 2	Ens 3	Promedio
(s)	(lux)	(lux)	(lux)	(lux)	(s)	(lux)	(lux)	(lux)	(lux)
0	13.138	13.197	13.174	13.170	320	9.191	8.621	9.221	9.011
20	12.952	12.958	12.924	12.945	340	8.943	8.334	8.974	8.750
40	12.642	12.623	12.680	12.648	360	8.695	8.047	8.727	8.490
60	12.415	12.352	12.432	12.400	380	8.447	7.760	8.480	8.229
80	12.167	12.065	12.185	12.139	400	8.199	7.473	8.233	7.968
100	11.919	11.778	11.938	11.878	420	7.951	7.186	7.986	7.708
120	11.671	11.491	11.691	11.618	440	7.703	6.899	7.739	7.447
140	11.423	11.204	11.444	11.357	460	7.455	6.612	7.492	7.186
160	11.175	10.917	11.197	11.096	480	7.207	6.325	7.245	6.926
180	10.927	10.630	10.950	10.836	500	6.959	6.038	6.998	6.665
200	10.679	10.343	10.703	10.575	520	6.711	5.751	6.751	6.404
220	10.431	10.056	10.456	10.314	540	6.463	5.464	6.504	6.144
240	10.183	9.769	10.209	10.054	560	6.215	5.177	6.257	5.883
260	9.935	9.482	9.962	9.793	580	5.967	4.890	6.010	5.622
280	9.687	9.195	9.715	9.532	600	5.719	4.603	5.763	5.362
300	9.439	8.908	9.468	9.272					

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13. Exposición a 13,510 lux en un intervalo de 60 minutos.



Fuente: Elaboración propia

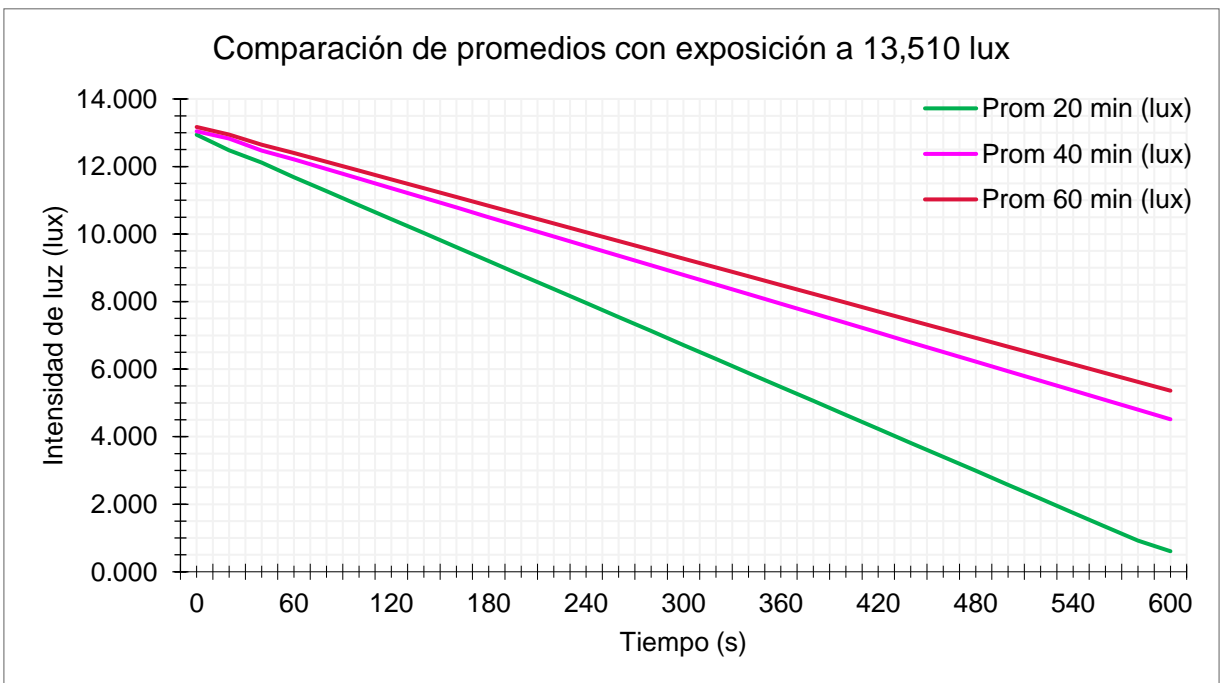
Se observa en el gráfico 13 que el ensayo 3 obtuvo mejores resultados iniciando con 13.174 lux y llegando a los 10 minutos con una intensidad de 5.763 lux.

Tabla 20. Comparación de promedios entre ensayos de 20,40 y 60 minutos

Tiempo (s)	Prom 20 min (lux)	Prom 40 min (lux)	Prom 60 min (lux)	Tiempo (s)	Prom 20 min (lux)	Prom 40 min (lux)	Prom 60 min (lux)
0	12.941	13.043	13.170	320	6.301	8.505	9.011
20	12.479	12.823	12.945	340	5.887	8.220	8.750
40	12.113	12.473	12.648	360	5.473	7.935	8.490
60	11.683	12.210	12.400	380	5.059	7.650	8.229
80	11.269	11.925	12.139	400	4.645	7.365	7.968
100	10.855	11.640	11.878	420	4.231	7.080	7.708
120	10.441	11.355	11.618	440	3.817	6.795	7.447
140	10.027	11.070	11.357	460	3.403	6.510	7.186
160	9.613	10.785	11.096	480	2.989	6.225	6.926
180	9.199	10.500	10.836	500	2.575	5.940	6.665
200	8.785	10.215	10.575	520	2.161	5.655	6.404
220	8.371	9.930	10.314	540	1.747	5.370	6.144
240	7.957	9.645	10.054	560	1.333	5.085	5.883
260	7.543	9.360	9.793	580	0.919	4.800	5.622
280	7.129	9.075	9.532	600	0.608	4.515	5.362
300	6.715	8.790	9.272				

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 14. Comparación de promedios entre ensayos de 20,40 y 60 minutos



Fuente: Elaboración propia

Realizando la comparativa entre los promedios resultantes, se obtiene que el promedio de la serie de ensayos de 60 minutos inicio con el mayor valor equivalente

a 13.170 lux y llegando a los 10 minutos con un valor equivalente a 5.362 lux. Hasta este punto los resultados obtenidos indican que a mayor tiempo de carga se obtendrá mayor duración de iluminación.

- **Exposición a 46,320 lux, Serie 3**

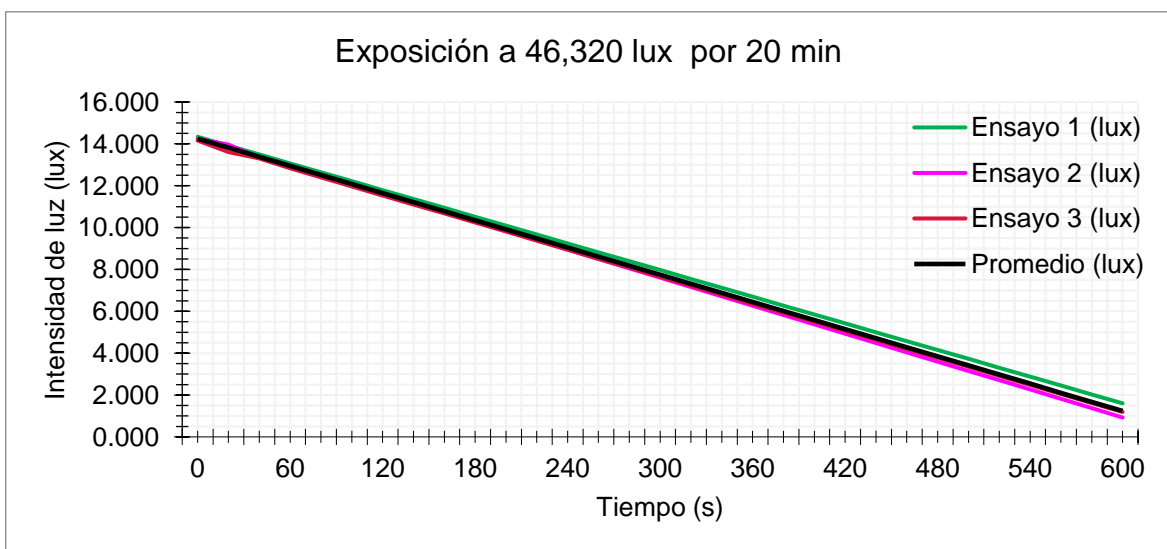
Utilizando un foco led con intensidad de iluminación equivalente a **46,320 lux**, se consigue los datos siguientes en 10 minutos (Ver Tabla 21)

Tabla 21. Exposición a 46,320 lux en un intervalo de 20 minutos.

Exposición a:				46,320 lux	Tiempo de carga			20 min	
Tiempo (s)	Ens 1 (lux)	Ens 2 (lux)	Ens 3 (lux)	Promedio (lux)	Tiempo (s)	Ens 1 (lux)	Ens 2 (lux)	Ens 3 (lux)	Promedio (lux)
0	14.338	14.229	14.160	14.242	320	7.547	7.161	7.225	7.311
20	13.915	13.964	13.612	13.830	340	7.122	6.716	6.794	6.877
40	13.489	13.338	13.298	13.375	360	6.698	6.270	6.363	6.444
60	13.065	12.953	12.828	12.949	380	6.273	5.825	5.932	6.010
80	12.641	12.507	12.397	12.515	400	5.849	5.379	5.501	5.576
100	12.216	12.062	11.966	12.081	420	5.424	4.934	5.070	5.143
120	11.792	11.616	11.535	11.648	440	5.000	4.488	4.639	4.709
140	11.367	11.171	11.104	11.214	460	4.575	4.043	4.208	4.275
160	10.943	10.725	10.673	10.780	480	4.151	3.597	3.777	3.842
180	10.518	10.280	10.242	10.347	500	3.726	3.152	3.346	3.408
200	10.094	9.834	9.811	9.913	520	3.302	2.706	2.915	2.974
220	9.669	9.389	9.380	9.479	540	2.877	2.261	2.484	2.541
240	9.245	8.943	8.949	9.046	560	2.453	1.815	2.053	2.107
260	8.820	8.498	8.518	8.612	580	2.028	1.370	1.622	1.673
280	8.396	8.052	8.087	8.178	600	1.604	0.924	1.191	1.240
300	7.971	7.607	7.656	7.745					

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15. Exposición a 46,320 lux en un intervalo de 20 minutos.



Fuente: Elaboración propia

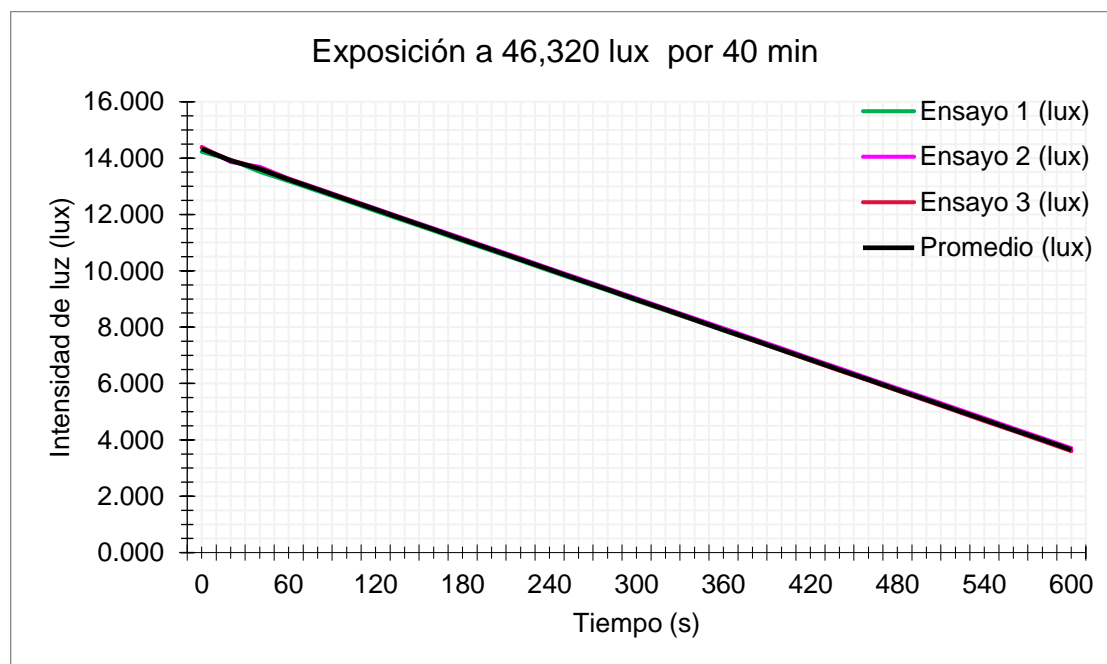
Se observa en el gráfico 15 que el ensayo 3 obtuvo mejores resultados iniciando con 13.174 lux y llegando a los 10 minutos con una intensidad de 5.763 lux.

Tabla 22. Exposición a 46,320 lux en un intervalo de 40 minutos.

Exposición a:			46,320 lux		Tiempo de carga			40 min	
Tiempo (s)	Ens 1 (lux)	Ens 2 (lux)	Ens 3 (lux)	Promedio (lux)	Tiempo (s)	Ens 1 (lux)	Ens 2 (lux)	Ens 3 (lux)	Promedio (lux)
0	14.222	14.403	14.365	14.330	320	8.589	8.670	8.611	8.623
20	13.937	13.865	13.928	13.910	340	8.235	8.315	8.253	8.268
40	13.515	13.694	13.649	13.619	360	7.882	7.961	7.895	7.912
60	13.184	13.278	13.265	13.242	380	7.528	7.606	7.537	7.557
80	12.831	12.924	12.907	12.887	400	7.175	7.252	7.179	7.202
100	12.477	12.569	12.549	12.532	420	6.821	6.897	6.821	6.846
120	12.124	12.215	12.191	12.176	440	6.468	6.543	6.463	6.491
140	11.770	11.860	11.833	11.821	460	6.114	6.188	6.105	6.136
160	11.417	11.506	11.475	11.466	480	5.761	5.834	5.747	5.780
180	11.063	11.151	11.117	11.110	500	5.407	5.479	5.389	5.425
200	10.710	10.797	10.759	10.755	520	5.054	5.125	5.031	5.070
220	10.356	10.442	10.401	10.400	540	4.700	4.770	4.673	4.714
240	10.003	10.088	10.043	10.044	560	4.347	4.416	4.315	4.359
260	9.649	9.733	9.685	9.689	580	3.993	4.061	3.957	4.004
280	9.296	9.379	9.327	9.334	600	3.640	3.707	3.599	3.648
300	8.942	9.024	8.969	8.978					

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16. Exposición a 46,320 lux en un intervalo de 40 minutos.



Fuente: Elaboración propia

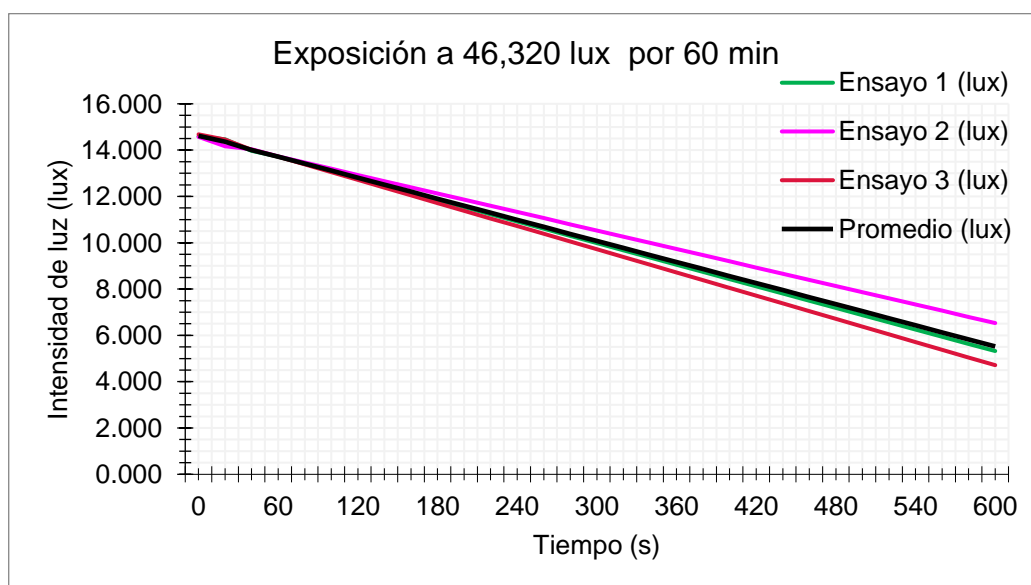
Se observa en el gráfico 16 que a comparación de los ensayos anteriores esta serie comenzó con intensidades entre los valores 14.405 lux y finalizaron con el valor de 3.595 lux.

Tabla 23. Exposición a 46,320 lux en un intervalo de 60 minutos.

Exposición a:			46,320 lux		Tiempo de carga			60 min	
Tiempo (s)	Ens 1 (lux)	Ens 2 (lux)	Ens 3 (lux)	Promedio (lux)	Tiempo (s)	Ens 1 (lux)	Ens 2 (lux)	Ens 3 (lux)	Promedio (lux)
0	14.594	14.572	14.681	14.616	320	9.678	10.262	9.382	9.774
20	14.463	14.168	14.459	14.363	340	9.367	9.996	9.049	9.470
40	13.972	14.039	14.014	14.008	360	9.056	9.729	8.715	9.167
60	13.721	13.727	13.718	13.722	380	8.745	9.463	8.382	8.863
80	13.410	13.460	13.384	13.418	400	8.434	9.196	8.048	8.559
100	13.099	13.194	13.051	13.114	420	8.123	8.930	7.715	8.256
120	12.788	12.927	12.717	12.811	440	7.812	8.663	7.381	7.952
140	12.477	12.661	12.384	12.507	460	7.501	8.397	7.048	7.648
160	12.166	12.394	12.050	12.203	480	7.190	8.130	6.714	7.345
180	11.855	12.128	11.717	11.900	500	6.879	7.864	6.381	7.041
200	11.544	11.861	11.383	11.596	520	6.568	7.597	6.047	6.737
220	11.233	11.595	11.050	11.292	540	6.257	7.331	5.714	6.434
240	10.922	11.328	10.716	10.989	560	5.946	7.064	5.380	6.130
260	10.611	11.062	10.383	10.685	580	5.635	6.798	5.047	5.826
280	10.300	10.795	10.049	10.381	600	5.324	6.531	4.713	5.523
300	9.989	10.529	9.716	10.078					

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 17. Exposición a 46,320 lux en un intervalo de 60 minutos.



Fuente: Elaboración propia

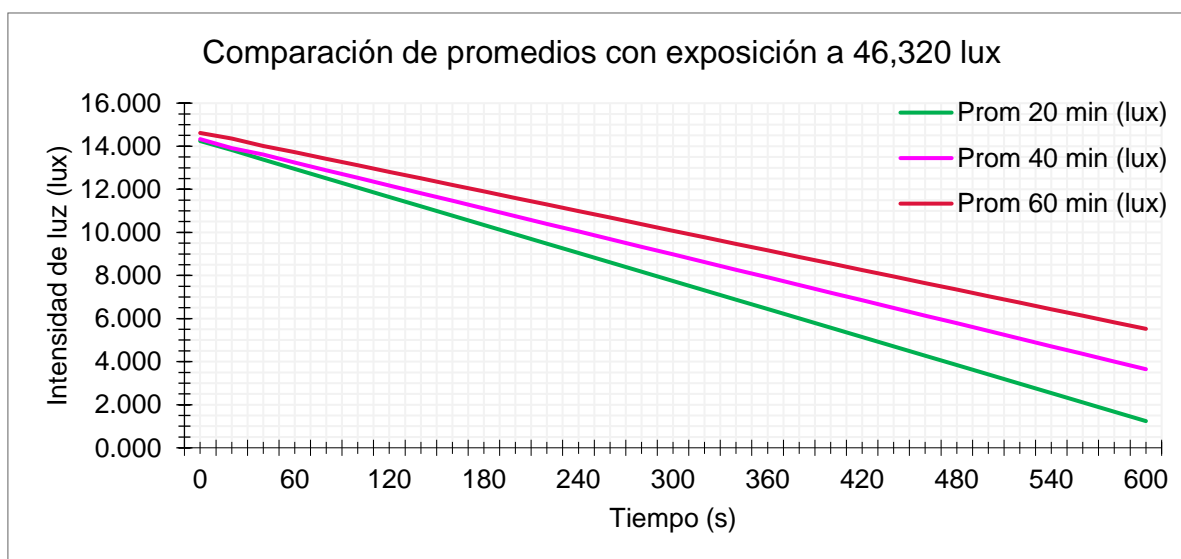
Se observa en el gráfico 17 que el ensayo 1 comenzó con el valor de 14.594 lux y finalizó con un valor de 5.324 lux, por otro lado, se tiene que el ensayo 2 obtuvo los mejores resultados iniciando con el valor de 14.572 lux y finalizando con un valor equivalente a 6.531 lux.

Tabla 24. Comparación de promedios entre ensayos de 20,40 y 60 minutos

Tiempo (s)	Prom 20 min (lux)	Prom 40 min (lux)	Prom 60 min (lux)	Tiempo (s)	Prom 20 min (lux)	Prom 40 min (lux)	Prom 60 min (lux)
0	14.242	14.330	14.616	320	7.311	8.623	9.774
20	13.830	13.910	14.363	340	6.877	8.268	9.470
40	13.375	13.619	14.008	360	6.444	7.912	9.167
60	12.949	13.242	13.722	380	6.010	7.557	8.863
80	12.515	12.887	13.418	400	5.576	7.202	8.559
100	12.081	12.532	13.114	420	5.143	6.846	8.256
120	11.648	12.176	12.811	440	4.709	6.491	7.952
140	11.214	11.821	12.507	460	4.275	6.136	7.648
160	10.780	11.466	12.203	480	3.842	5.780	7.345
180	10.347	11.110	11.900	500	3.408	5.425	7.041
200	9.913	10.755	11.596	520	2.974	5.070	6.737
220	9.479	10.400	11.292	540	2.541	4.714	6.434
240	9.046	10.044	10.989	560	2.107	4.359	6.130
260	8.612	9.689	10.685	580	1.673	4.004	5.826
280	8.178	9.334	10.381	600	1.240	3.648	5.523
300	7.745	8.978	10.078				

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18. Comparación de promedios entre ensayos de 20,40 y 60 minutos



Fuente: Elaboración propia

Realizando la comparativa entre los promedios resultantes, se obtiene que el promedio de la serie de ensayos de 60 minutos inicio con el mayor valor equivalente a 14.616 lux y llegando a los 10 minutos con un valor equivalente a 5.523 lux.

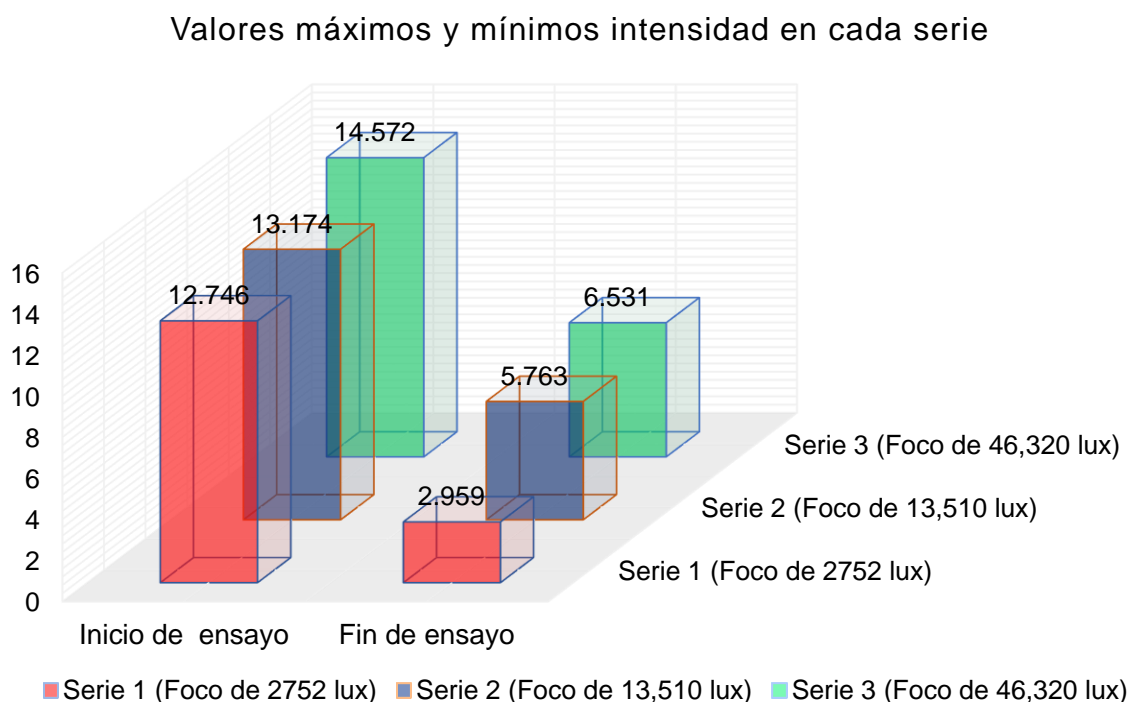
Interpretación final:

Tabla 25. Valores máximos y mínimos de intensidad en cada serie

	Serie 1	Serie 2	Serie 3
Inicio	12.746	13.174	14.572
Fin	2.959	5.763	6.531

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 19. Valores máximos y mínimos intensidad en cada serie



Fuente: Elaboración propia

Se observa en el Gráfico 19 que la serie 1 obtuvo un valor inicial de 12.746 lux y finalizó con un valor de 2.959 lux, mientras que las series 2 y 3, obtuvieron valores iniciales los cuales superaron los 13 lux y terminaron con más de 5.5 lux al finalizar los 10 minutos de toma de datos.

Con esta serie de ensayos se determinó que el indicador “intensidad de luz” depende de la fuente y tiempo de carga y afecta positivamente a la propiedad visual de la vía. Además, la relación entre el indicador “intensidad de luz” es directamente proporcional al tiempo de exposición (Carga), mientras mayor sea el tiempo de exposición, mayor será la intensidad de luz de las piedras fotoluminiscentes. Se determinó que las piedras fotoluminiscentes deben ser cargadas mínimo durante una hora a una intensidad de luz mínima de 15,000 lux. **Considerando que la adición de piedra fotoluminiscente influye de manera positiva en la propiedad visual de la vía para todos los casos se acepta la hipótesis.**

4.2.4. Indicador “Costo directo”

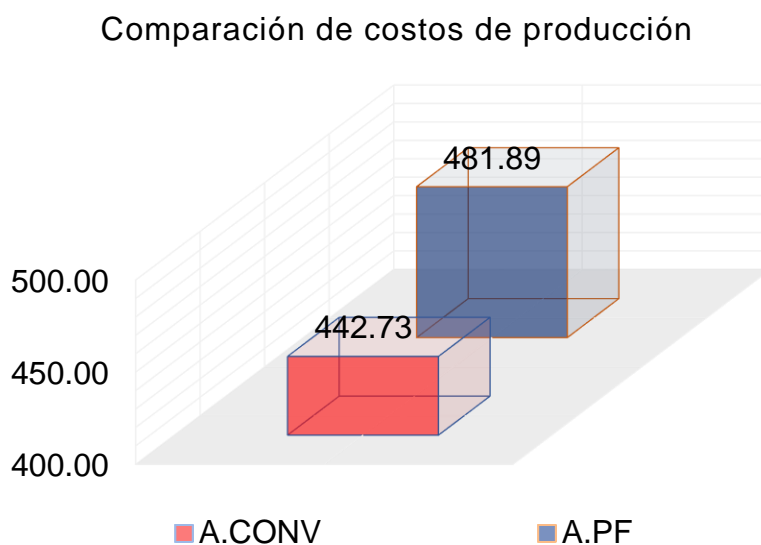
Respecto al costo directo se tiene la comparación de los materiales del diseño del asfalto convencional y los materiales del diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes, se compara los materiales únicamente ya que eso es lo que se variará en la tesis actual.

Tabla 26. Análisis de costo de producción.

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial s/.
Arena zarandeada (P/ asfalto)	m3	0.52	45.00	23.40
Arena chancada (P/ asfalto)	m3	0.43	60.00	25.80
Piedra chancada (P/ asfalto)	m3	0.43	55.00	23.65
Piedras fotoluminiscentes	m3	0.02	1087.50	23.38
Cemento asfáltico (PEN 60/70)	kg	182.43	1.99	363.35
Filler (Cemento sol Tipo1)	kg	42.50	0.52	22.30
				481.89

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 20. Comparación entre costo de producción de asfalto convencional y asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes.



Fuente: Elaboración propia

Del Gráfico 20 se observa que el costo de producción del asfalto fotoluminiscente es 9.2% más costoso que el asfalto convencional debido a que se reemplazó debido a la adición de piedras fotoluminiscentes y usando como filler cemento portland Tipo I. **Considerando que el costo de producción influye de manera negativa en el costo directo de la vía para el caso planteado, se rechaza la hipótesis.**

CAPÍTULO V
DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

- Con respecto a los resultados de Medina y Moreno (2018), ensayo de intensidad de luz, se tuvo que a una exposición de 4930.82 lux el valor máximo de intensidad de luz fue de 13.5385 ± 1.0448 lux, se usó un reflector alógeno y se cargaron las piedras fotoluminiscentes por un tiempo de 40 minutos a una altura de 45 centímetros en una caja oscura, cabe resaltar que las piedras fotoluminiscentes usadas tienen la estructura modificada y son fotoluminiscentes gracias a esta modificación. En el trabajo de investigación actual se usó pintura fotoluminiscente para proporcionar la propiedad de fotoluminiscencia a las piedras de cuarzo, esto mejora la intensidad de luz ya que podemos adicionar varias capas de pintura para obtener mejores resultados. Se tuvo como resultado que a una exposición de 46,320 lux con un foco LED el valor máximo de intensidad de luz fue de 14.572 lux en un tiempo de carga de 60 minutos, estos resultados son similares presentando una mejora de 10.7% de intensidad de luz respecto la tesis anterior esto se debe a la adición de 3 capas de pintura fotoluminiscente y se aumentó el tiempo de carga máxima a 60 minutos.
- Con respecto a los resultados de Villagaray (2017) Se determinó que para la producción de un metro cúbico de asfalto convencional con un contenido óptimo de 5,6% de adición de cemento asfáltico se requiere un monto de S/ 442.73, en lo que respecta el ítem de materiales, En el trabajo de investigación actual se usó piedra de cuarzo pintada con spray fotoluminiscente para incorporar la propiedad de fotoluminiscencia, por lo cual se tomó como un solo elemento la piedra fotoluminiscente en el apartado de material, en relación al análisis de costo unitario se evaluó los materiales únicamente ya que la mano de obra y equipos son los mismos, dando como resultado un monto por costo de producción por metro cúbico S/ 481.89, Este resultado es 9.2% más costoso la tesis anterior debido a que las piedras fotoluminiscentes tiene un costo elevado en comparación al agregado convencional.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

- Del trabajo de investigación se determinó que los resultados del ensayo de intensidad de luz influyen mejorando la propiedad visual de la vía, de los resultados de intensidad de luz (Tabla 16) indica que a una exposición a 2752 lux durante 20 min se tiene que para los ensayos de 40 minutos tienen un incremento equivalente a 12,834 lux a los 10 minutos y finaliza con a 2,959 lux. De los resultados de intensidad de luz (Tabla 20) a una exposición a 13,510 lux durante 60 minutos se tuvo un incremento de 13,170 lux y finalizando a los 10 minutos con un incremento equivalente a 5,362 lux y finalizando con los ensayos, De los resultados de intensidad de luz (Tabla 24) a una exposición 46,320 lux durante 60 min se tiene un incremento valor equivalente a 14,616 lux y finalizando a los 10 minutos con un incremento equivalente a 5,523 lux. Se concluye que la intensidad de luz mejora la propiedad visual de la vía en un 14.6% a comparación del asfalto convencional dando así a la carpeta asfáltica mejor visibilidad durante el horario nocturno.
- Del trabajo de investigación se determinó que los resultados del análisis de costos unitarios influyen acrecentando el costo de producción por metro cúbico debido a la adición de piedras fotoluminiscentes y usando como filler cemento portland Tipo I. El costo de producción de materiales para la producción del asfalto con adición de piedra fotoluminiscente fue S/ 481.89 (Tabla 26) siendo un 9.2% más costoso en comparación con el asfalto convencional.
- Se determinó que el diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes influye positivamente en la visibilidad debido a que la intensidad de luz mejora la propiedad visual de la vía en un 14.6% (Tabla 25) a comparación del asfalto convencional dando así a la carpeta asfáltica mejor visibilidad durante el horario nocturno y por otro lado influye negativamente debido que el costo de los materiales para la producción del asfalto con adición de piedra fotoluminiscente aumenta en un 9.2% (Tabla 26) siendo más costoso en comparación con el asfalto convencional.

CAPÍTULO VII
RECOMENDACIONES

VI. RECOMENDACIONES

- El uso de la piedra fotoluminiscente tomando en cuenta el diseño de mezcla asfáltica en estudio, ha evidenciado una mejora respecto a la visibilidad en vías ya que proporciona “intensidad de luz” en la superficie de asfalto durante un horario nocturno, **se recomienda profundizar este trabajo respecto a la línea de investigación futura en relación a la mejora de la visibilidad de las vías tanto de día como de noche.**
- El costo de producción del diseño con adición de piedras fotoluminiscentes fue mayor que el diseño de asfalto convencional, **por lo tanto, se recomienda buscar un material similar a la piedra fotoluminiscente, la cual tenga las mismas propiedades a menor costo.**
- Respecto a la producción de piedras fotoluminiscentes, se recomienda a las empresas nacionales que se dedican al rubro químico-constructivo, **investigar sobre cómo realizar la incorporación de la propiedad de la fotoluminiscencia sin tener que usar pintura fotoluminiscente.**
- Se recomienda usarse en zonas con climas tropicales ya que así será mayor exposición a los rayos solar por tanto se tendrá un mejor resultado de intensidad de luz de las piedras fotoluminiscente durante la noche.
- En la etapa de moldeo de briquetas se evidenció la trituración de las piedras fotoluminiscentes debido al martillo de compactación Marshall, por lo tanto, se recomienda sustituir la grava de cuarzo por un elemento de dureza mayor a 7 (Escala de Mohs).
- Se recomienda no usar piedras fotoluminiscentes mayor a $\frac{3}{4}$ ” debido a que esta genera vacíos por lo tanto la resistencia frente al desgaste será menor.
- En tramos con túneles no es recomendable su aplicación debido a que las piedras fotoluminiscentes no estarán expuestas a ninguna fuente de carga por lo tanto no tendrán funcionamiento alguno.

REFERENCIAS

1. AASHTO MP2. (2001). Standard specification for Superpave volumetric mix design. Washington, DC: American Association of State Transportation and Highway Officials.
2. AASHTO T 283. (2011). Standard method of test for resistance of compacted hot-mix asphalt (HMA) to moisture-induced damage. Washington, DC: American Association of State Transportation and Highway Officials.
3. Aliaga (2017). Aplicación del caucho reciclado para la mejora de las propiedades de la carpeta asfáltica en pavimentación de la Av. Bertello, Santa Rosa, Lima 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/21730>
4. American Society for Testing and Materials ASTM. (2006). Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures. Pennsylvania: ASTM.
5. American Society for Testing and Materials ASTM. (2010). Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures. Pennsylvania: ASTM.
6. Asphalt Institute MS-22. (2009). Construction of Hot Mix Asphalt Pavements, Second Edition. En A. I. MS-22, Asphalt Institute MS-22 (pág. Cap. 3). United States: Asphalt Institute MS-22.
7. ASTM International. (2014). ASTM C136/C136M – 14: Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates, West Conshohocken, PA, doi: 10.1520/C0136_C0136M-14
8. ASTM International. (2015). ASTM C128 – 15: Standard test method for relative density (specific gravity) and absorption of fine aggregate, West Conshohocken, PA, doi: 10.1520/C0128-15
9. ASTM International. (2015). ASTM C1437-15: Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar, ASTM International, West Conshohocken, PA, doi: 10.1520/C1437-15
10. ASTO (2018). Análisis exploratorio del desgaste de la carpeta asfáltica relacionado al clima, tráfico y tiempo de servicio - Av. Ampliación Oeste, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/24267>

11. Bañón, L. & Beviá, J.F. (2000). Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento. Ortiz e Hijos. Contratista de Obras, S.A., cap. 15, pp. 7-10.
12. Brémond, R., Choukour, H., & Guillard, Y. (2007). A night-time road visibility index for the diagnosis of rural road networks. 26th CIE session, Beijing.
13. Buhl, G. (2017). Ecoconstrucción. Recuperado de [http://www.ecoconstruccion.net /noticias/caminos-luminiscentes-gracias-a-un-innovador-material-en-una-urbanizacion-en-madrid-jzIZK](http://www.ecoconstruccion.net/noticias/caminos-luminiscentes-gracias-a-un-innovador-material-en-una-urbanizacion-en-madrid-jzIZK)
14. Cahuana y Limas (2018). Análisis comparativo del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica modificada con betutec ic + aditivo warmix respecto a la mezcla asfáltica convencional.
15. Capcha (2018). Diseño de mezcla asfáltica con incorporación del caucho reciclado, Tacna 2018. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/36367.](http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/36367)"
16. Carreño, B. (2016). Scientifican American Español. Recuperado de <https://www.scientificamerican.com/espanol/noticias/cientifico-mexicano-crea-cemento-luminoso/>
17. CementConcrete (2019). Penetration Test of Bitumen-Procedure, Apparatus, and Uses for Road Construction.
18. Chávez (2017). Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli. 2017. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1391.](http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1391)
19. Chávez (2017), César. Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (cbca) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto hidráulico. Tesis (Licenciado en Ingeniería civil). Cajamarca: Universidad nacional de Cajamarca, 2017. Disponible en http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1048/T016_44477012_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
20. Choubane, B, (2000). Effects of different water saturation levels on the resistance of compacted HMA samples to moisture induced damage. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1723, 97–106.

21. Chowdhury (2012). Equilibrium, thermodynamic and kinetic studies for removal of copper (II) from aqueous solution by onion and garlic skin. *Water*, 4, 37–51.
22. Civilblog.org (2016). 7 must have properties of asphalt concrete.
23. Cornwell, P. R., & Mackay, G. M. (1972). Lighting and road traffic. Part 1. Public lighting and road accidents. *Traffic Engineering and Control*, 13, 142–144.
24. Costa, F. (2018). Flujo Vehicular por Unidades de Peaje. INEI. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/flujo-vehicular-febrero-2018.pdf>
25. DIN. (2009). DIN 67510-1: Phosphorescent pigments and products – Part 1: Measurement and marking at the producer.
26. Haggag (2007) Sustainable Industrial Design and Waste Management. British Library Cataloguing: The American University of Cairo, 2007. pp. 307-369 ISBN: 978-0-12-373623-9
27. Elvik, R., & Vaa, T. (2004). The handbook of road safety measures. Amsterdam: Elsevier Science.
28. Eriskin & Karahancer. (2017): Increasing the visibility of roads using phosphorous paint, *Road Materials and Pavement Design*, DOI: 10.1080/14680629.2017.1374999.
29. Estrada (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.
30. Fajardo, L., & Vergaray, D. Efecto de la incorporación por vía seca, d de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas. (Tesis de Pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Perú.
31. Filippis, P (1995). Improving the ageing resistance of straight-run bitumens by addition of phosphorus compounds. *Fuel*, 74(6), 836–841.
32. Flores (2018). Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/25348>.
33. General Directorate of Highways. (2013). Highway technical specifications. Ankara: Turkey General Directorate of Highways.

34. Gordon, D. A., & Young-Kyu, C. (2002). State of the art report on moisture sensitivity test. *Road Materials and Pavement Design*, 3(4), 355–372.
35. Green, E. R., Agent, K. R., Barret, M. L., & Pigman, J. G. (2003). Roadway lighting and driver safety (Research Report KTC-03-12/SPR247-02-IF). Kentucky Transportation Center, University of Kentucky.
36. Hernández, E. (2017). Luminiscente canarias. Recuperado de <https://luminiscentecanarias.es/proyecto-smart-glow-road/>
37. Huang (1993). Prevention of motor vehicle injuries to elderly pedestrians. *Family & Community Health*, 15(4), 38–56.
38. IMCYC. (2014). Propiedades del concreto. Mexico DF, Mexico: Soledad Moliné Venanzi.
39. Inteligent.es (2016), Materiales inteligentes: Productos Fotoluminiscentes, Valencia, España, recuperado de <https://www.inteligentes.org>
40. Kosmatka, S & Tanesi, J. (2004). Diseño y control de mezclas de concreto (pág. 25). Chicago, Estados Unidos: Portland Cement Association.
41. Liepina, V & Monty, C. (2012). The luminescent properties of persistent strontium aluminate phosphor prepared by solar induced solid state synthesis. Latvia, República de Latvia: IOPscience
42. Minaya & Ordoñez (2006). Diseño moderno de pavimentos asfálticos. Tacna, Perú: ICG.
43. Ministerio de transportes y comunicaciones, (2013). Manual de carretera conservación vial volumen 1, volumen 2, volumen 3. lima: s.n., 2013.
44. MTC. (2016). Manual de ensayo de materiales. Lima, Perú: MTC
45. Mufson, B. (2014). Autopistas del futuro. Recuperado de https://www.vice.com/es_co/article/4w9pjpg/las-autopistas-del-futuro-brillan-en-la-oscuridad
46. NAIDER MOVILIDAD SOSTENIBLE. (2014). Caminos Luminiscentes. Recuperado de <http://naider.com/caminos-luminiscentes-para-ciclistas-y-peatonos/>
47. Nuha & Mahrez (2012). An overview of crumb rubber modified asphalt. *International Journal of the Physical Sciences*. Recuperado de http://www.academicjournals.org/article/article1380370290_Máshaan%20et%20al.pdf

48. Pinedo y Vaca (2018). Efecto De La Fibra De Polipropileno En El Comportamiento De La Mezcla Asfáltica En Caliente, Trujillo 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31856>
49. Rahman (2004). Charaterisati3n of dry process crumb rubber modified asphalt mixtures. The University of Notingham, United Kingdom.
50. Rojas, R. (2015). Dise1o y S3ntesis de Materiales Nanoestructurados basados en Aluminatos de Estroncio con Propiedades Fotoluminiscentes. (Tesis doctoral). Universidad Polit3cnica de Madrid, Espa1a.
51. Romero, J. (2014). Caminos luminiscentes. Recuperado de <https://omicron.elespanol.com/2014-02/los-caminos-luminiscentes-para-ahorrar-en-farolas/>
52. RPP. (2017). Trujillo: Centro hist3rico ser1 iluminado con l1mparas LED. Recuperado de <https://rpp.pe/peru/la-libertad/trujillo-plaza-de-armas-sera-iluminada-con-lamparas-led-noticia-1073172>
53. Sabey & Johnson (1973). Road lighting and accidents: before and after studies on trunk road sites (TRRL Report LR 586). Crowthorne: Transport and Road Research Laboratory.
54. Saenz (2013). Ecologismos. Recuperado de <https://ecologismos.com/carretera-solar-se-ilumina-noche/>
55. Salazar (2019). Comportamiento de las mezclas asf1lticas adicion1ndole caucho por la t3cnica de v3a seca. Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31641>.
56. Santolaya (2014). Pieza de hormig3n luminiscente. E. Tecment tecnologia y gestion constructiva SL. (Valencia, ES), ES1124406U.
57. Sarsam & Alwan (2014). Impact of moisture damage on rutting resistance, shear and tensile properties of asphalt pavement. International Journal of Scientific Research in Knowledge, 2(10), 453–462.
58. Scherocman (1986). The effect of multiple freeze-thaw cycle conditioning on the moisture damage in asphalt concrete mixtures. Proceedings of the ssoiation of Asphalt Paving Technologists, 55, 213–236.
59. Scott (2017), Pro Tec. Cambrigde, Reino Unido: StarPath, recuperado de <https://www.pro-teqsurfacing.com/press-release/>

60. Silvestre (2017). Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima-2017. Disponible: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1506>
61. SOLUCIONES LUMINISCENTES S.L. (2018). Photoluminescent rubble. Zaragoza, España:SL
62. Sosa (2018). Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica tibia aplicando aditivo orgánico, Lima - Perú 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27309>
63. SPDnoticias.com. (2013). Starpath. Recuperado de <https://www.sdpnoticias.com/geek/2013/10/23/starpath-el-liquido-que-brilla-en-la-oscuridad>
64. Stair & Johnston (1953). Ultraviolet spectral radiant energy reflected from the moon. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, 51(2), 81–84.
65. Theeuwes & Perel (2002). Relation between glare and driving performance. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 44(1), 95–107.
66. Vargas (2014). Diagnóstico de las condiciones superficiales y evaluación del comportamiento estructural del pavimento de las vías construidas por el instituto de desarrollo urbano con asfalto modificado con caucho reciclado de llanta (GCR), en las localidades de Fontibón, Bosa y Teusaquillo, en la ciudad de Bogotá. (Tesis de Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.
67. Velazco y Escalante (2014). Effect of the strontium aluminate and hemihydrate contents on the properties of a calcium sulphoaluminate based cement. *Materiales de Construcción*, 64 (315), Julio–Septiembre, doi:10.3989/mc.2014.04413
68. Villagaray (2017). Aplicación de caucho reciclado en un diseño de mezcla asfáltica para el tránsito vehicular de la avenida Trapiche-Comas (Remanso) 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1535>
69. Wanvik (2009). Effects of road lighting: An analysis based on Dutch accident statistics 1987–2006. *Accident Analysis and Prevention*, 41, 123–128.

70. Xiang & Baoshan (2013). Recycling of waste tire rubber in asphalt and portland cement concrete. *Construction and Building Materials*, 9(1), 01-09.
71. Ylinen. (2011). Investigation of Pavement light reflection characteristics. *Road Materials and Pavement Design*, 12(3), 587–614.
72. Zamora (2017). Influencia del Mantenimiento con Asfalto Caucho en la mejora de la Transitabilidad Vehicular de la Av. Tantamayo en el Distrito de San Martín de Porres – Lima – 2017.
73. Zegeer & Zegeer (1988). Pedestrians and traffic control measures (National Cooperative Highway Research Program, Synthesis 139). Washington, DC: Transportation Research Board.

ANEXOS

ANEXO N°01: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye el diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en la visibilidad de vías?	Determinar la influencia del diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en la visibilidad de las vías.	El diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes influirá de manera positiva en la visibilidad de vías.	Diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes (VARIABLE INDEPENDIENTE)	Adición de piedra fotoluminiscente	Porcentaje de adición de piedra fotoluminiscente en peso (5%)	Análisis granulométrico del agregado grueso (ASTM C 136)
				Dosificación de asfalto	Porcentaje de incorporación de asfalto (4.4%, 4.9%, 5.4%, 5.9%)	Diseño de mezcla asfáltica en caliente (Método Marshall) MTC E 504, ASTM D 1559
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS				
¿Cómo influye el diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en relación a la intensidad de luz en la propiedad visual de la vía?	Determinar la influencia del diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en relación a la intensidad de luz en la propiedad visual de la vía.	El diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en relación a la intensidad de luz influirá de manera positiva en la propiedad visual de la vía.	Visibilidad de vías (VARIABLE DEPENDIENTE)	Propiedad visual de la vía	Intensidad de luz (Lux)	Fichas de observación y medición con Luxómetro
¿Cómo influye el diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en el costo de producción de m3?	Determinar la influencia del diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes en el costo de producción de un m3.	El diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes influirá de manera positiva en el costo de producción de m3.		Costo de producción	Costo directo (m3)	Análisis de costo unitario

ANEXO N°02: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes (VARIABLE INDEPENDIENTE)	Las piedras luminiscentes, tienen una asombrosa capacidad para captar luz solar, acumularla y emitirla durante toda la noche, con la espectacularidad y usabilidad que supone. Tienen una alta resistencia y pueden integrarse con cualquier pavimento o bien como elemento decorativo de alto impacto visual en paredes, jardines, zonas de recreo. (Luminiscente Canarias, 2018, p.1)	La adición de piedras fotoluminiscentes se realizará mediante el análisis granulométrico y la dosificación de asfalto se determinará mediante el diseño Marshall.	Proporción de piedra fotoluminiscente	Porcentaje de adición de piedra fotoluminiscente en peso (5%)	Análisis granulométrico del agregado grueso (ASTM C 136)
			Dosificación de asfalto	Porcentaje de incorporación de asfalto (4.4%, 4.9%, 5.4%, 5.9%)	Diseño de mezcla asfáltica en caliente (Método Marshall) MTC E 504, ASTM D 1559
Visibilidad de vías (VARIABLE DEPENDIENTE)	Longitud continua de la carretera que es visible para el conductor que transita por ella, es decir, es la cualidad perceptible, que permite ver objetos a una determinada distancia. (Rangel, 2017, p. 4).	Para realizar la medición de la propiedad visual de la vía se usarán fichas de observación y el luxómetro y para el costo directo se realizará un análisis de costos.	Propiedad visual de la vía	Intensidad de luz (Lux)	Fichas de observación y medición con Luxómetro
			Costo de producción	Costo directo (m3)	Análisis de costo unitario

ANEXO N°03: Formatos de recolección de datos

	BRIQUETAS	Nº	1	2	3	4
1	Cemento Asfáltico en peso de la mezcla	%	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%
2	Agregado grueso en peso de la mezcla > N° 4	%				
3	Agregado fino en peso de la mezcla < N° 4	%				
4	Filler en peso de la mezcla	%				
5	Peso específico del cemento asfáltico aparente	gr/cc				
6	Peso específico del agregado grueso - Bulk	gr/cc				
7	Peso específico del agregado fino - Bulk	gr/cc				
8	Peso específico del filler - aparente	gr/cc				
9	Peso de la briquea al aire	gr				
10	Peso de la briquea saturada	gr				
11	Peso de la briquea en agua	gr				
12	Volumen de briquea + Piedra fotoluminiscente	c.c.				
13	Peso específico Bulk de la briquea	gr/cc				
14	Peso específico máximo (MTC E-508 ASTM D-2041)	gr/cc				
15	Vacios (MTC E-505)	%				
16	Peso específico Bulk del agregado total	gr/cc				
17	V.M.A.	%				
18	Vacios llenos con cemento asfáltico	%				
19	Peso específico del agregado total	gr/cc				
20	Cemento asfáltico absorbido por el agregado total	%				
21	Cemento asfáltico efectivo	%				
22	Flujo	mm				
23	Estabilidad sin corregir	kg				
24	Factor de estabilidad					
25	Estabilidad corregida	kg				
24	Estabilidad - Flujo	kg/cm				
26	Compactación, numero de golpes por cara		75	75	75	75

	RESUMEN DE RESULTADOS	-0.002	OPTIMO % C.A.	0.002	ESPECIFICACIONES
1	Golpes por lado				
2	Cemento asfáltico				
3	Peso unitario				
4	Vacios				
5	V.m.a.				
6	Vacios llenos con c.a.				
7	Flujo				
8	Estabilidad				
9	Finos / ligante				
10	Índice de compactibilidad				
2	Estabilidad retenida				
3					
4	Dosificación				
11	Grava chancada - cantera Romaña				
12	Arena chancada - cantera Romaña				
13	Arena procesada - cantera Romaña				
14	Asfalto convencional pen 60/70				

20.09.2020		Pavimento de 8 cm de espesor, realizado con mezcla bituminosa discontinua en caliente, de tipo abierta (porcentaje de huecos > 12%), con agregado granítico de 8 mm de tamaño máximo.						
m2/DIA	MO.	0.0000	EQ.	0.0000			Costo unitario directo por : m2	0.00
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
CAPATAZ			hh	0.0000	0.0000	0.00		0.00
OPERARIO			hh	0.0000	0.0000	0.00		0.00
PEON			hh	0.0000	0.0000	0.00		0.00
								0.00
Materiales								
					0.0000	0.00		0.00
					0.0000	0.00		0.00
								0.00
Equipos								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.00		0.00
								0.00

TIEMPO (s)	ENSAYO 1 (lux)	ENSAYO 2 (lux)	ENSAYO 3 (lux)	PROMEDIO (lux)	TIEMPO (s)	ENSAYO 1 (lux)	ENSAYO 2 (lux)	ENSAYO 3 (lux)	PROMEDIO (lux)
0					320				
20					340				
40					360				
60					380				
80					400				
100					420				
120					440				
140					460				
160					480				
180					500				
200					520				
220					540				
240					560				
260					580				
280					600				
300									



Edgardo Alejo Roque
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 764

Marganta Boza Olacchaa
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500

SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉ
INGENIERO CIVIL
CIP 51630

ANEXO N°04: Resultados



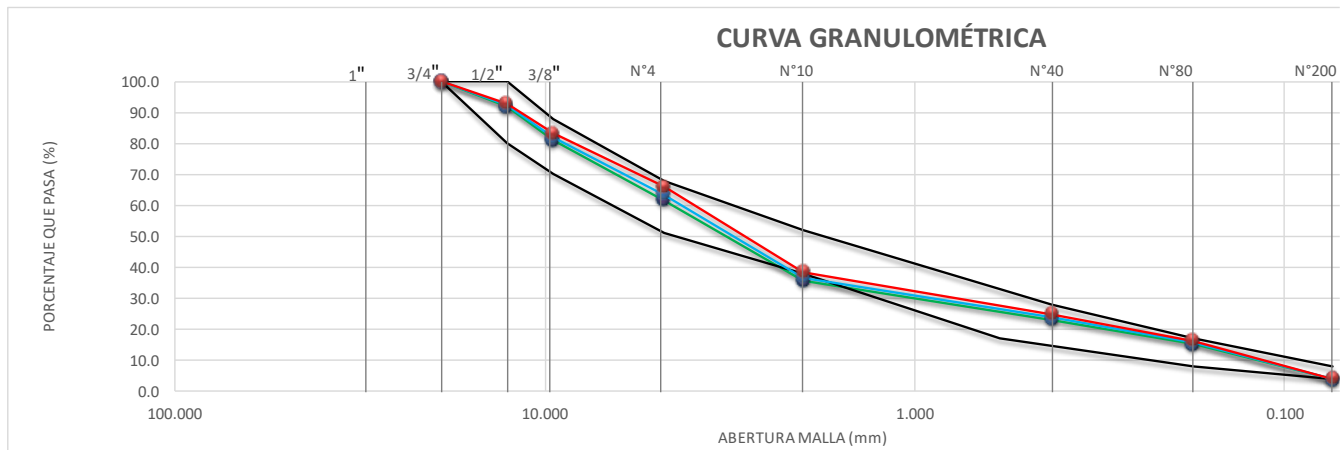
COT.N° 317-LEM-20

REFERENCIA	Solicitado presencialmente
SOLICITANTE	Angel Christopher Inocente Quinteros
ATENCIÓN	Dany Ccoto Trujillo
TESIS	Diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes para el aumento de la visibilidad en vías, Lima, 2020.
UBICACIÓN	Lima
FECHA	San Martín de Porres, 07 de septiembre de 2020

TAMIZ ASTM	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				1	2	3	MAC-2	
	ABERT. mm	Grava	Arena triturada	Filler					
1"	25.400								
3/4"	19.050	100.0			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	79.9			92.0	92.4	93.0	80.0	100.0
3/8"	9.525	52.5			81.0	82.0	83.4	70.0	88.0
1/4"	6.350	52.5	100.0						
N° 4	4.760	8.4	97.9		61.7	63.4	66.1	51.0	68.0
N° 6	3.360								
N° 8	2.380	0.2	80.3						
N° 10	2.000	0.1	59.6		35.5	36.7	38.5	38.0	52.0
N°16	1.190								
N° 20	0.840								
N° 30	0.590								
N° 40	0.426		38.0	100.0	23.1	23.9	25.0	17.0	28.0
N° 50	0.297								
N° 80	0.177		24.5	100.0	15.1	15.6	16.3	8.0	17.0
N° 100	0.149								
N° 200	0.074		5.5	98.8	3.8	3.9	4.1	4.0	8.0
-200	-								

Mezcla de agregados

Mezcla N° 01	40.0	59.5	0.5
Mezcla N° 02	38.0	61.5	0.5
Mezcla N° 03	35.0	64.5	0.5



REFERENCIA	Solicitado presencialmente
SOLICITANTE	Angel Christopher Inocente Quinteros
ATENCIÓN	Dany Ccoto Trujillo
TESIS	Diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes para el aumento de la visibilidad en vías, Lima, 2020.
UBICACIÓN	Lima
FECHA	San Martín de Porres, 07 de septiembre de 2020

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	66.1	38.5	25.0	16.3	4.1
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					32.37			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					62.72			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.50			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2.711			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.666			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briketa cm								
12	Peso de la briketa al aire (gr)				1211.2	1209.6	1210.5		
13	Peso de la briketa al agua por 60'(gr)				1213.3	1211.5	1212.1		
14	Peso de la briketa desplazada (gr)				699.0	697.2	697.6		
15	Volumen de la briketa por desplazamiento (cc) = (13-14)				514.3	514.2	514.5		
16	Peso especifico Bulk de la Briketa = (12/15)				2.355	2.352	2.352	2.353	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.532			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				7.0	7.1	7.1	7.0	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.683			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.719			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.50			
22	% de Asfalto Efectivo					3.95			
23	Relación Polvo/Asfalto					1.0			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				16.1	16.2	16.2	16.2	14
25	% Vacios llenos con C.A.				56.7	56.3	56.3	56.5	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				12.0	12.0	11.0	11.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1239	1224	1262		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1239	1224	1262	1241	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4130	4078	4589	4266	1700 - 4000



MTL GEOTECNIA S.A.C.
RUC: 20600375262

DANY CCOTO TRUJILLO
GERENTE COMERCIAL

REFERENCIA	Solicitado presencialmente
SOLICITANTE	Angel Christopher Inocente Quinteros
ATENCIÓN	Dany Ccoto Trujillo
TESIS	Diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes para el aumento de la visibilidad en vías, Lima, 2020.
UBICACIÓN	Lima
FECHA	San Martín de Porres, 07 de septiembre de 2020

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	66.1	38.5	25.0	16.3	4.1
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.9			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					32.20			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					62.39			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.50			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.711			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.666			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1206.7	1210.6	1207.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1207.3	1211.6	1208.8		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				698.6	700.3	698.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				508.7	511.3	510.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.372	2.368	2.363	2.368	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.500			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				5.1	5.3	5.5	5.3	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.683			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.704			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.30			
22	% de Asfalto Efectivo					4.65			
23	Relacion Filler/Betun					1.1			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.9	16.1	16.3	16.1	14
25	% Vacios llenos con C.A.				67.9	67.1	66.3	67.1	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				13.0	13.0	13.0	13.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1297	1259	1235		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1348	1259	1235	1281	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4149	3873	3800	3941	1700 - 4000




MTL GEOTECNIA S.A.C
RUC: 20600375262

DANY CCOTO TRUJILLO
GERENTE COMERCIAL

REFERENCIA	Solicitado presencialmente
SOLICITANTE	Angel Christopher Inocente Quinteros
ATENCIÓN	Dany Ccoto Trujillo
TESIS	Diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes para el aumento de la visibilidad en vías, Lima, 2020.
UBICACIÓN	Lima
FECHA	San Martín de Porres, 07 de septiembre de 2020

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	66.1	38.5	25.0	16.3	4.1
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					32.03			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					62.06			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.50			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.711			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.666			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1203.1	1207.0	1206.9		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1204.5	1208.3	1207.8		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				700.3	701.3	702.3		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				504.2	507.0	505.5		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.386	2.381	2.388	2.385	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.487			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.1	4.3	4.0	4.1	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.683			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.712			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.40			
22	% de Asfalto Efectivo					5.06			
23	Relacion Filler/Betun					1.2			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.9	16.1	15.8	15.9	14
25	% Vacios llenos con C.A.				74.5	73.4	74.8	74.2	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	13.0	14.0	13.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1217	1232	1224		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1266	1282	1273	1274	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3617	3944	3637	3733	1700 - 4000



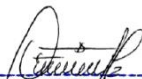
MTL GEOTECNIA S.A.C.
RUC: 20600375262

DANY CCOTO TRUJILLO
GERENTE COMERCIAL

REFERENCIA	Solicitado presencialmente
SOLICITANTE	Angel Christopher Inocente Quinteros
ATENCIÓN	Dany Coto Trujillo
TESIS	Diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscentes para el aumento de la visibilidad en vías, Lima, 2020.
UBICACIÓN	Lima
FECHA	San Martín de Porres, 07 de septiembre de 2020

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

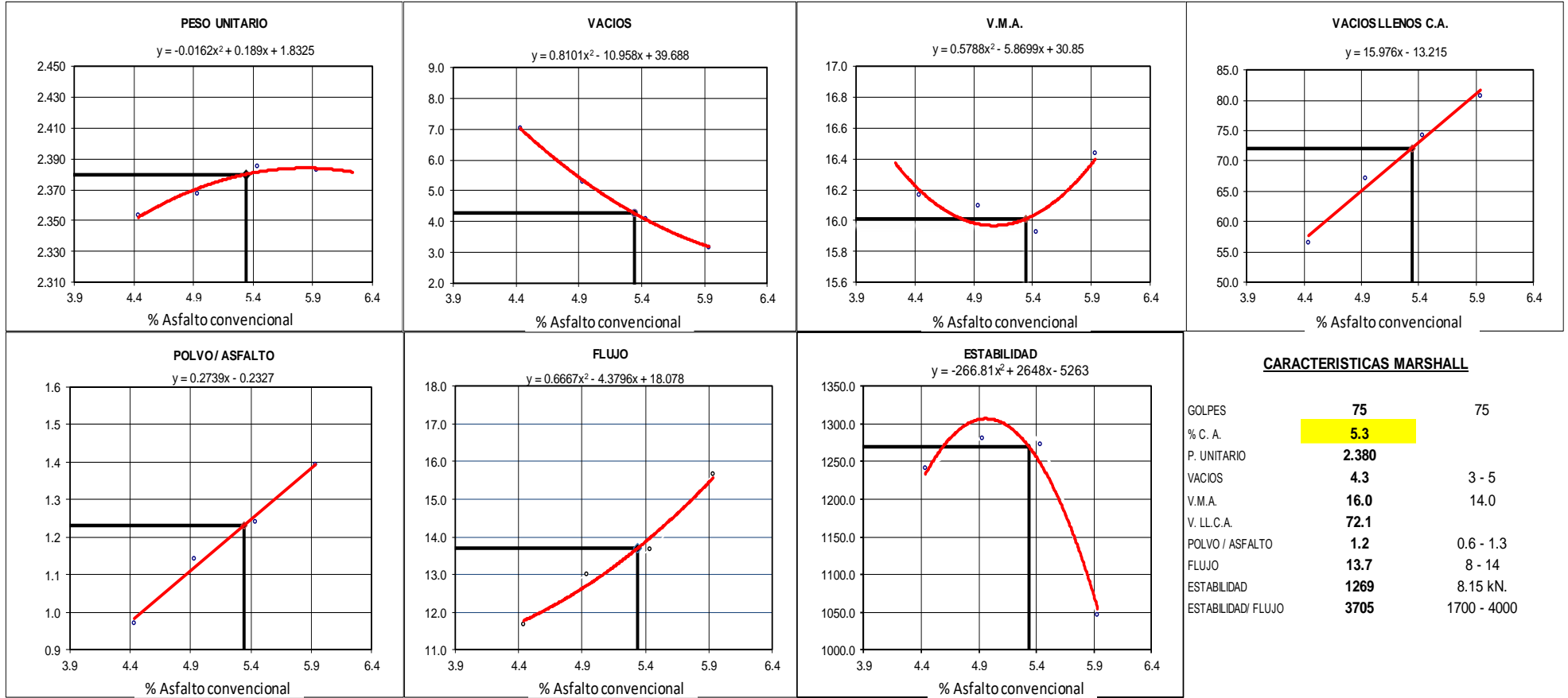
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	93.0	83.4	66.1	38.5	25.0	16.3	4.1
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.9			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					31.86			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					61.73			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.50			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.711			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.666			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.120			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1205.0	1209.2	1208.5		
13	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)				1205.2	1209.6	1209.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				699.2	702.2	702.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				506.1	507.5	506.8		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.381	2.383	2.385	2.383	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.461			
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)				3.2	3.2	3.1	3.2	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.683			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.703			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.27			
22	% de Asfalto Efectivo					5.68			
23	Relacion Filler/Betun					1.4			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				16.5	16.4	16.4	16.4	14
25	% Vacios llenos con C.A.				80.4	80.7	81.0	80.7	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				16.0	16.0	15.0	15.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				988	999	1030		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1028	1039	1071	1046	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				2569	2598	2856	2675	1700 - 4000



MTL GEOTECNIA S.A.C
RUC: 20600375262

DANY COTO TRUJILLO
GERENTE COMERCIAL

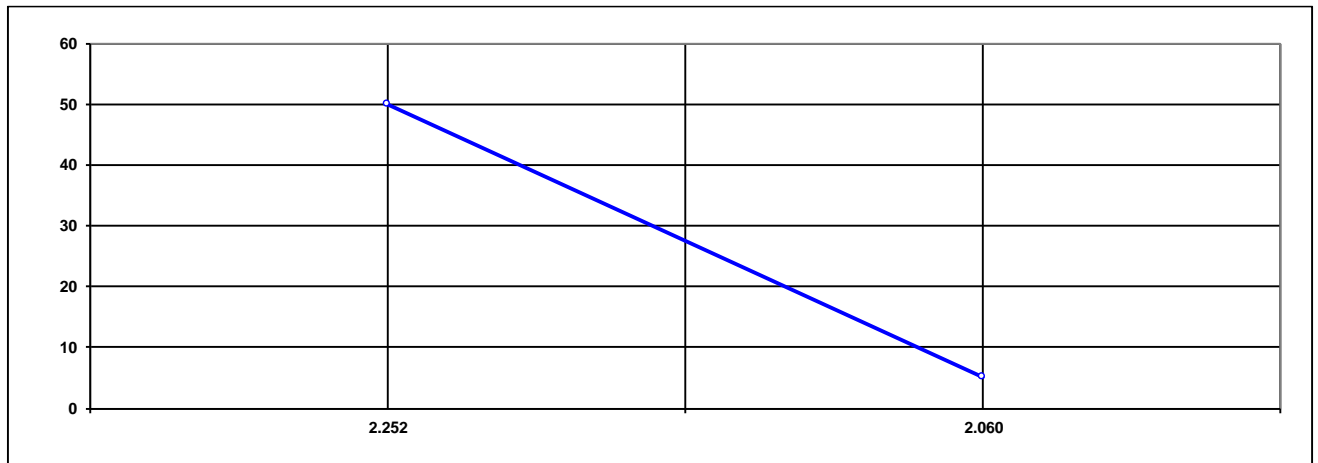
Determinación del óptimo contenido de cemento asfáltico y curvas de energía de compactación constante



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

GOLPES	75	75
% C. A.	5.3	
P. UNITARIO	2.380	
VACIOS	4.3	3 - 5
V.M.A.	16.0	14.0
V. LL.C.A.	72.1	
POLVO / ASFALTO	1.2	0.6 - 1.3
FLUJO	13.7	8 - 14
ESTABILIDAD	1269	8.15 kN.
ESTABILIDAD/ FLUJO	3705	1700 - 4000

Informe de ensayo índice de compactabilidad



Nº de Muestras	01	02	03	04
Nº de Golpes Marshall	50	50	5	5
1- Peso Briqueta al Aire	1199.2	1197.3	1197.8	1200.1
2- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1206.4	1204.7	1211.9	1214.9
3- Peso por Desplazamiento	671.7	675.4	631.7	631.2
4- Volumen de la Briqueta	534.7	529.3	580.2	583.7
5- Peso Unitario (Gr/cc)	2.243	2.262	2.064	2.056
PROMEDIOS		2.252		2.060

2.252	2.060
50	5

$$\frac{1}{0.192} = \frac{GEB(50) - GEB(5)}{GEB(50) - GEB(5)}$$

IC =	5.20
-------------	-------------

Informe de ensayo de resistencia conservada (AASHTO T283)

	Nº DE PROBETAS	01	02	03	04	05	06
1	Diametro	10.16	10.15		10.15	10.15	
2	Espesor	6.67	6.67		6.67	6.65	
3	Contenido de Cemento Asfáltico	5.34	5.34		5.34	5.34	
4	Peso Probeta al Aire	1200.1	1203.5		1206.3	1199.0	
5	Peso de la Probeta Saturada (60')	1200.6	1203.8		1206.7	1199.4	
6	Peso de la Probeta en el Agua	685.0	687.0		691.0	685.0	
7	Volumen de la Probeta	515.6	516.8		515.7	514.4	
8	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.328	2.329		2.339	2.331	
9	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)	6.8	6.8		6.4	6.7	
10	Estabilidad sin corregir	233	241		189	192	
11	Factor Estabilidad	1.00	1.00		1.00	1.00	
12	Estabilidad corregida (kg)	233	241		189	192	
13	Resistencia a la compresión	2.2	2.3				
14	Resistencia retenida	81	80				
15	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)		237				
16	Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)					191	
17	Resistencia conservada (%)				80		

Diseño de mezcla en caliente, Método Illinois - Marshall modificado (RESUMEN)

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TM 3/4"	: 35.0
Agregado arena triturada	: 64.5
Filler	: 0.5
Gradación	: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	: PEN 60 / 70
% optimo de asfalto residual	: 5.3

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño	- 0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.1	5.3	5.5	
PESO UNITARIO kg/m3	2.376	2.380	2.382	
VACIOS %	4.8	4.3	3.8	3 - 5
V.M.A. %	16.0	16.0	16.1	14
V. LL.C.A. %	68.9	72.1	75.3	
POLVO / ASFALTO %	1.2	1.2	1.3	0.6 - 1.3
FLUJO mm	13.2	13.7	14.3	8 - 14
ESTABILIDAD kN	1298.7	1269.1	1218.1	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	3941.2	3704.7	3412.7	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2.2		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		80		75
RESISTENCIA CONSERVADA %		80		80

Observaciones:

- El cemento asfáltico presenta coloración marron.
- EL cemento asfáltico presenta una viscosidad fluida a baja temperatura (110°C).
- El mezclado de los agregados con el cemento asfáltico no presenta una coloración oscura.

Resultados de intensidad de luz a una Exposición a 2752 lux

EXPOSICIÓN A: 2752 lux			
Tiempo (s)	Prom 20 min (lux)	Prom 40 min (lux)	Prom 60 min (lux)
0	12.804	12.833	12.685
20	12.309	12.441	12.118
40	11.815	11.972	11.780
60	11.320	11.555	11.289
80	10.826	11.125	10.836
100	10.331	10.695	10.383
120	9.837	10.265	9.930
140	9.342	9.834	9.477
160	8.848	9.404	9.024
180	8.353	8.974	8.572
200	7.859	8.544	8.119
220	7.364	8.114	7.666
240	6.870	7.684	7.213
260	6.375	7.253	6.760
280	5.881	6.823	6.307
300	5.386	6.393	5.855
320	5.198	5.963	5.402
340	4.912	5.533	4.949
360	4.626	5.103	4.496
380	4.340	4.672	4.043
400	4.054	4.242	3.590
420	3.767	3.812	3.138
440	3.481	3.382	2.685
460	3.195	2.952	2.232
480	2.909	2.522	1.779
500	2.623	2.091	1.326
520	2.337	1.661	0.880
540	2.205	1.231	0.597
560	2.083	0.801	0.460
580	1.961	0.371	0.322
600	1.839	0.184	0.184

Resultados de intensidad de luz a una Exposición a 13,510 lux

EXPOSICIÓN A: 13,510 lux			
Tiempo (s)	Prom 20 min (lux)	Prom 40 min (lux)	Prom 60 min (lux)
0	12.941	13.043	13.170
20	12.479	12.823	12.945
40	12.113	12.473	12.648
60	11.683	12.210	12.400
80	11.269	11.925	12.139
100	10.855	11.640	11.878
120	10.441	11.355	11.618
140	10.027	11.070	11.357
160	9.613	10.785	11.096
180	9.199	10.500	10.836
200	8.785	10.215	10.575
220	8.371	9.930	10.314
240	7.957	9.645	10.054
260	7.543	9.360	9.793
280	7.129	9.075	9.532
300	6.715	8.790	9.272
320	6.301	8.505	9.011
340	5.887	8.220	8.750
360	5.473	7.935	8.490
380	5.059	7.650	8.229
400	4.645	7.365	7.968
420	4.231	7.080	7.708
440	3.817	6.795	7.447
460	3.403	6.510	7.186
480	2.989	6.225	6.926
500	2.575	5.940	6.665
520	2.161	5.655	6.404
540	1.747	5.370	6.144
560	1.333	5.085	5.883
580	0.919	4.800	5.622
600	0.608	4.515	5.362

Resultados de intensidad de luz a una Exposición a 46,320 lux

EXPOSICIÓN A: 46,320 lux			
Tiempo (s)	Prom 20 min (lux)	Prom 40 min (lux)	Prom 60 min (lux)
0	14.242	14.330	14.616
20	13.830	13.910	14.363
40	13.375	13.619	14.008
60	12.949	13.242	13.722
80	12.515	12.887	13.418
100	12.081	12.532	13.114
120	11.648	12.176	12.811
140	11.214	11.821	12.507
160	10.780	11.466	12.203
180	10.347	11.110	11.900
200	9.913	10.755	11.596
220	9.479	10.400	11.292
240	9.046	10.044	10.989
260	8.612	9.689	10.685
280	8.178	9.334	10.381
300	7.745	8.978	10.078
320	7.311	8.623	9.774
340	6.877	8.268	9.470
360	6.444	7.912	9.167
380	6.010	7.557	8.863
400	5.576	7.202	8.559
420	5.143	6.846	8.256
440	4.709	6.491	7.952
460	4.275	6.136	7.648
480	3.842	5.780	7.345
500	3.408	5.425	7.041
520	2.974	5.070	6.737
540	2.541	4.714	6.434
560	2.107	4.359	6.130
580	1.673	4.004	5.826
600	1.240	3.648	5.523

UNI-T®**UT383 BT**

UT383 BT是一款性能稳定、安全、可靠的数字式照度计,该产品新增了蓝牙通信功能,使用更为便捷;整机电路设计以单片机为核心,采用先进的信号采样处理线路以及小巧美观的外形设计,使之成为性能优越的迷你照度计。

技术指标

基本功能	量程	基本精度
光照度测量	0~9999 Lux	±(4%rdg+8dgts)
	≥ 10000 Lux	±(5%rdg+10dgts)

特殊功能

蓝牙通信  Bluetooth	系统要求: 1.安卓4.3或更高版本 2.iOS 8.4或更高版本 3.蓝牙4.0或更高版本 4.内存1G或以上	✓
自动量程	0~199,900lux	✓
采样速率	0.5秒	✓
过载指示	OL	✓
单位转换	LUX/FC	✓
最大值/最小值测量	MAX/MIN	✓
数据保持/背光	HOLD/BL	✓
自动关机	5分钟	✓
低电提示		✓

优利德®

C192139644

优利德科技(中国)股份有限公司

地址:中国广东省东莞松山湖高新技术产业
开发区工业北一路6号

电话:(86-769)8572 3888

邮编: 523 808

http://www.uni-trend.com.cn



欢迎拨打客服热线
400-876-7822



公司微信公众号



6 935750 538319

执行标准:Q/YLD 38-2018

ANEXO 06: Fichas técnicas de los materiales, instrumentos y cotizaciones.



MINAGUA S.A.C.
 Cal.24 Mz. R2 Lote. 9 A.H. Parcela 1 Sector R
 Lima - Lima - Pachacamac
 Teodoro Meza Ugarte Mz. T Lt. 01-C Com.
 Campesina Santa Rosa de Manchay -Pachacamac
 T. 01 763 6311 / C. 992 770 092
 ventas@minagua.pe /www.minagua.pe

R.U.C. 20604137811
BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA
 B001-00000051

DATOS DEL ADQUIRIENTE								
INOCENTE QUINTEROS ANGEL CHRISTOPHER								
DIRECCIÓN UCV 124 A MZ E LT 3 ZN H HUAYCAN - REF: HOSPITAL DE LA SOLIDARIDAD - HUAYCÁN - ATE - LIMA - LIMA								
DNI 76212055		ORDEN DE COMPRA DIRECTO		FECHA O/C 07/09/2020		CONDICIÓN DE PAGO DEPOSITO		VENCIMIENTO
FECHA DE EMISIÓN 07/09/2020		MONEDA SOLES				GUÍA N°		
ITEM	CÓDIGO	CANT	U.M.	DESCRIPCIÓN	PREC. VTA. UNIT.	D&CTO	V. VENTA	
1	PTCM0340558B40	40.0000	KG	GRAVA DE CUARZO 3/4"	0.75000	0.00	30.00	
2	S001	1.0000	UND	SERVICIO DE TRANSPORTE	42.37288	0.00	42.37	
SON : OCHENTA Y CINCO CON 40/100 SOLES						DESCUENTOS	S/	0.00
Cta. Cle. M.N. BCP N° 193-2577806-0-42						SUB-TOTAL	S/	72.37
CCI: 00219300257780604213						IGV 18%	S/	13.03
						PRECIO VENTA	S/	85.40

Representación impresa de la BOLETA ELECTRÓNICA, consulte <https://consulta.factesol.net.pe/>
 Autorizado mediante RESOLUCIÓN DE INTENDENCIA : 0340050008668/SUNAT





MTL GEOTECNIA
Ruc: 20600375262

FORMATO DE COTIZACIÓN DE ENSAYOS

COT. Nº 917-LEM-20

REFERENCIA	Solicitado presencialmente el 07/09/2020
SOLICITANTE	----
ATENCIÓN	Angel Inocente
TESIS	"Diseño de asfalto con adición de piedras fotoluminiscetes"
UBICACIÓN	Lima
FECHA	San Martín de Porres, 07 de setiembre de 2020

EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO

ITEM	CONCEPTO	NORMA	UND.	CANT	PARCIAL	SUBTOTAL
1.0	ENSAYOS EN LABORATORIO DE ASFALTO					
1.1	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (DISEÑO MARSHALL) Incluye: Caracterización de agregados, compactación moldeos densidad volumétrica, Rice, Estabilidad, Flujo, Curado, Tracción Indirecta, Compatibilidad.	ASTM D1559	Und	1	S/. 2,800.00	S/. 2,800.00
1.2	MOLDEO CON AGREGADO GRUESO (Incluye:compactación moldeos densidad volumétrica, Rice, Estabilidad, Flujo, Curado, Tracción Indirecta, Compatibilidad.TOTAL 30 UND.	ASTM D1559	Und	30	S/. 30.00	S/. 900.00
1.3	MATERIALES (AGREGADOS Y CEMENTO ASFALTICO 60/70)	AASHTO T 324	Und	1	S/. 150.00	S/. 150.00
					SUB TOTAL	S/. 3,850.00

NOTAS / ANOTACIONES:

- * Validez de oferta 30 días desde su emisión
- * El cliente debe proporcionar la información necesaria para la emisión de los certificados de ensayo
- * **Materiales: 100 Kg. Agregado fino; 100 Kg. Agregado Grueso: 2 Gal 60/70.**
- * Total 17 días calendario para entrega de resultados.

FORMA DE PAGO:

- 50% adelanto para comenzar los trabajos
- 50% a la entrega de los resultados.

CUENTAS DE PAGO:

CTA AHORROS BANCO CONTINENTAL
AHORROS SOLES: 0011-0752-0200099965
AHORROS DOLARES: 0011-0200099965-32
CCI BANCO CONTINENTAL: 011-752-000200099965-32


MTL GEOTECNIA S.A.C
RUC: 20600375262

DANY COTO TRUJILLO
GERENTE COMERCIAL

Calle La Madrid N° 264 - Asociación Los Olivos - San Martín de Porres (Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)

Tel.: (01) 457 2237 RPC 989 349 903

Informes@mlgeotecniasac.com www.mlgeotecniasac.com

FICHA TECNICA DEL PRODUCTO
GRAVAS DE CUARZO
Departamento Técnico

Producto: GRAVA DE CUARZO 3/4"

Especificaciones Físico-Químicas:

Granulometría:

➤ Dureza	: 7 (Escala de Mohs)
➤ Peso Específico	= 2.7
➤ Solubilidad en HCL al 40%, durante 24 horas	< 3.0%
➤ Carbonatos	< 0.02%
➤ Oxido de Sílico	: SiO ₂ 99.2 – 99.7%
➤ Oxido de Hierro	: Fe ₂ O ₃ < 0.15%
➤ Materia Orgánica	= No Contiene.
➤ Materia Laminar (micas)	= No Contiene.
➤ Sulfatos	= No Contiene.
➤ Color	= Blanco.
➤ Tamaño Mínimo	: 7.94 mm
➤ Tamaño Máximo	: 19.05 mm
➤ Geometría	: Asimétrica.
➤ Densidad aparente	1.30 TM/M ³

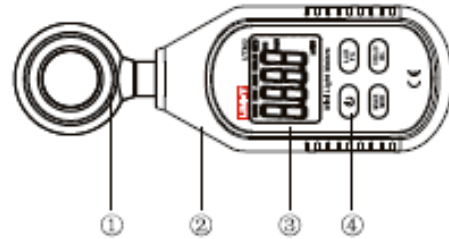
Presentación:

- Envasado en sacos de polipropileno laminado de 40 Kg.

UT383

Mini Light Meters

Operating Instruction



1. Introduction

UT383 is a stable, safe, reliable mini digital light meter, widely used in lightening enterprises, agriculture and animal husbandry, mining enterprises, laboratory, office, household, street lights construction and others.

This operating manual includes relevant safety information and warnings. Please read this manual carefully and observe all the cautions strictly.

⚠ Warning:

Before using the product, please read the operation safety rules carefully.

2. Out of the Box

Open the packing box and take out the meter. Please check carefully if any items are missing or damaged.

1. Main Unit _____ 1
2. Blister _____ 1
3. Operating manual _____ 1

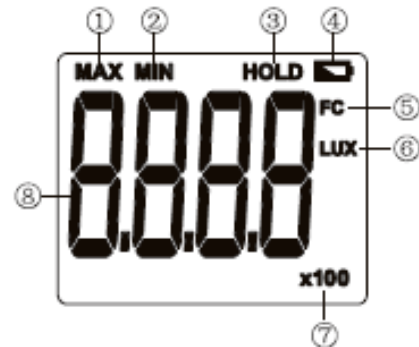
3. Operation Safety

1. Please check the meter and the accessories before using and beware of any damage or abnormal phenomenon. If you find the case is damaged or the LCD shows nothing, or you consider that the meter could not work properly anymore, please stop using it.
2. Observe the operating instructions while measuring.
3. Do not open the meter at will or change internal wiring to avoid damages to the meter.
4. When the LCD displays "☹", replace the battery timely. Remove the battery if the meter is not used for a long time.
5. Do not store or use the meter in high temperature, high humidity, flammable, combustible, or strong electromagnetic environment.
6. Please use soft cloth and neutral detergent to clean the case for maintenance. Do not use grinding agent and solvent to avoid case corrosion and damaging the meter.

4. Product Outlook

1. Illumination transducer
2. Meter case
3. LCD display
4. Function keys

5. Display Interface



1	Maximum measurement	5	Foot candle
2	Minimum measurement	6	Lux
3	Data hold	7	Value*10 or value*100
4	Low battery	8	Illumination value

6. Key Function and Setup

1. ON/OFF:
Short press once to start up; short press again to power off.
Note: Product's auto power off feature can be disabled: Press and hold "HOLD" and then press "ON/OFF" key to enable/disable auto power off, LCD will display "APO OFF" to indicate status.
2. LUX/FC:
Unit conversion key: Short press this key to select Lux or Foot candles.
3. MAX/MIN:
Pressing this key can select maximum, minimum or normal value measurement; select maximum and the meter will always show the maximum reading; select minimum and the meter will always show the minimum reading.
4. HOLD/BL:
HOLD: Short press this key to hold measurement; short press this key again to exit data hold and continue normal measurement.
BL: Long press this key to turn on backlight; long press this key again to turn off backlight.

7. Technical Specifications

1. Illumination

Function	Range	Resolution	Accuracy	Description
Illumination	0~9999 Lux	1 Lux	$\pm(4\%rdg + 8dgts)$	(regulate in the standard of 2856K color temperature flat lamp) Note: 1FC=10.76 Lux
	≥ 10000 Lux	10 Lux	$\pm(5\%rdg + 10dgts)$	
Range	0~199,999 Lux			Auto-ranging
Sampling Time			0.5s	Refresh sampling in 0.5s
Overload Indication			OL	Shows "OL"
MAX/MIN Measurement			MAX/MIN	Shows "MAX/MIN"
Data Hold			HOLD	Shows "HOLD"
Backlight			BL	Manually on and off
Auto Power Off			5mins	Automatically power off after 5mins without operation
Low Battery			3.0~3.5V	Shows low battery prompt when power is 3.0~3.5V

2. General Type

- LCD: 4 digits LCD display. The max display is 9999
- Overload indication: When illumination is over 199,999 Lux, "OL" will be displayed
- Battery low power display: Prompt "LO". New battery should be replaced in time
- Sampling rate: 2/s
- Sensor type: Silicon photocell
- Impact strength: Can withstand the impact of landing from 1 meter height
- Battery requirement: 1.5V batteries (AAA) x3
- Product size: 160x50x28mm
- Weight: 118g

3. Environment Specification

- Indoor use
- Altitude height: 2000m
- Safety: EN61326-1
- Pollution level: 2
- Working temperature and humidity:
0°C~40°C (not greater than 80%RH)
40°C~50°C (not greater than 45%RH)
- Storage temperature and humidity:
-20°C~60°C (not greater than 75%RH)

4. Electrical Specifications

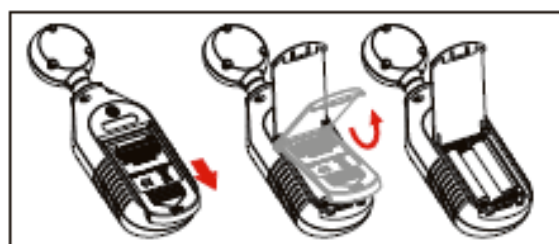
- Accuracy: 0~9999Lux, $\pm(4\%rdg + 8dgts)$
 ≥ 10000 Lux, $\pm(5\%rdg + 8dgts)$
- Environment temperature: 23°C \pm 3°C
- Environment humidity: \leq 80%RH

5. General Maintenance

- ⚠ Warning:** please do not open the case of meter to avoid affecting device accuracy or damage to the meter.
- Maintenance and service of the meter should be accomplished by professional personnel or designated maintenance department.
 - Clean the case by dry cloth periodically, detergent with abrasive or solvent composition shall not be used.

6. Battery Installation and Replacement

- The meter uses 3 pieces of AAA 1.5V batteries. Please see figure below for steps of battery installation and replacement.



Manufacturer:
Uni-Trend Technology (China) Limited
No 6, Gong Ye Bei 1st Road
Songshan Lake National High-Tech Industrial
Development Zone, Dongguan City
Guangdong Province
China
Postal Code: 523 808

Headquarters:
Uni-Trend Group Limited
Rm901, 9/F, Nanyang Plaza
57 Hung To Road
Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
Tel: (852) 2950 9168
Fax: (852) 2950 9303
Email: info@uni-trend.com
http://www.uni-trend.com

• TRUSTED QUALITY SINCE 1921 •

RUST-OLEUM
SPECIALTY**GLOW IN THE DARK MAX****DESCRIPCIÓN Y USOS**

Glow In The Dark MAX de Rust-Oleum es una pintura luminosa que crea un efecto resplandeciente durante 4 a 8 horas en la oscuridad después de haber sido cargada por la luz natural o la luz artificial. Puede aplicarse en madera, metal, paneles de yeso y plástico. Es apropiada para utilizar en dormitorios, proyectos de artesanías y más. Para uso en exteriores, puede ser necesario repetir periódicamente su aplicación. ¡IMPORTANTE! Aplique sobre una superficie blanca o de color claro.

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- Brilla dos veces más fuerte y es más luminoso que los productos de la competencia
- Excelente para usar en interiores y exteriores en proyectos funcionales y decorativos

PRODUCTOS

SKU (aerosol de 10 onzas)	Descripción
278733	Glow In The Dark MAX

CONDICIONES PARA PINTAR

Utilice en el exterior o en un área con buena ventilación como una cochera abierta. Aplique cuando la temperatura se encuentre entre 50-90 °F (10-32 °C) y la humedad sea menor al 65 % para asegurar el secado correcto. No aplique a superficies que, cuando se calienten, superen los 200 °F (93 °C) o a acero galvanizado. Evite el rociado en condiciones muy ventosas y polvorientas. Cubra el área que rodea para proteger del rocío del aerosol.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Lave la superficie con un detergente comercial o con otro método de limpieza adecuado para remover la suciedad. Enjuague con agua fresca y seque con un paño limpio. Quite la pintura suelta y el óxido con un cepillo de alambre o lija. Lije suavemente las superficies brillantes. **ADVERTENCIA:** Si raspa, lija o elimina pintura vieja, usted podría liberar polvo con plomo. EL PLOMO ES TOXICO. LA EXPOSICIÓN AL POLVO CON PLOMO PUEDE CAUSAR ENFERMEDADES GRAVES, COMO DANOS CEREBRALES, ESPECIALMENTE EN NIÑOS. LAS MUJERES EMBARAZADAS TAMBIÉN DEBEN EVITAR LA EXPOSICIÓN. Use un respirador aprobado por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) para controlar la exposición al plomo. Limpie cuidadosamente con una aspiradora HEPA y un trapeador húmedo. Antes de empezar, infórmese sobre cómo protegerse a sí mismo y a su familia llamando a la Línea Directa Nacional de Información sobre Plomo al 1-800-424-LEAD o visite www.epa.gov/lead.

APLICACIÓN DEL PRODUCTO**IMPRIMACIÓN**

El uso de un imprimador Blanco Rust-Oleum proporciona más protección contra la corrosión, mejora la adhesión y la cobertura y se recomienda especialmente para superficies metálicas y de madera. Los imprimadores recomendados son: imprimador blanco mate 224430T Painters Touch, imprimador blanco mate 7980502 American Accents e imprimador blanco 249058 Painters Touch.

APLICACIÓN

Agite la lata vigorosamente durante un minuto después de que la bola de mezclado comience a sonar. Si la bola de mezclado no suena, NO GOLPEE LA LATA. Póngase en contacto con Rust-Oleum. Asegúrese de aplicar la pintura en el reverso del vidrio que se mostrará. Sujete la lata en posición vertical a 10-16" de la superficie y rocíe con un movimiento de ida y vuelta constante, traslapando ligeramente en cada pasada. Mantenga la lata a la misma distancia de la superficie. Mantenga la lata en movimiento durante el rociado. Aplique dos o más capas con unos pocos minutos de diferencia. No utilice cerca de llamas abiertas.

SECADO Y CAPAS NUEVAS

Los tiempos de secado y de capas nuevas son en base a una temperatura de 70 °F y a una humedad relativa del 50 %. Seca al tacto en 15 minutos, para manipular en 1 a 2 horas y por completo en 24 horas. Aplique una segunda capa o una capa transparente (267028) en 1 hora o después de 24 horas.

LIMPIEZA

Cuando finalice el rociado, limpie la válvula del aerosol girando la lata al revés y presionando el botón del aerosol durante 5 segundos. Limpie la pintura fresca con xileno o alcoholes minerales. Deseche el envase vacío de manera apropiada. No lo quemé ni lo coloque en el compactador de basura de su casa.

OBSTRUCCIÓN

Si la válvula se tapa, gire y jale de la punta del aerosol y enjuague con solvente como alcoholes minerales. No introduzca ningún objeto en la abertura de la válvula de la lata.

DATOS TÉCNICOS

GLOW IN THE DARK MAX

PROPIEDADES FÍSICAS

Propiedades físicas		GLOW IN THE DARK
Tipo de resina		Polímero de resina alquídica
Tipo de pigmento		Pigmento fosforescente
MIR		1,30 máx
Peso de llenado		10 oz
Solventes		Acetona, acetato de n-butilo, xileno, nafta VM&P
Cobertura práctica al DFT recomendado (asume un 15 % de pérdida de material)		8-10 pies ² /lata (0,7-0,9 m ² /lata)
Tiempos de secado a 70 °F (21 °C) y 50 % de humedad relativa	Al tacto	15 minutos
	Para manipular	1-2 horas
	Completamente seco	24 horas
Vida útil		5 años
Punto de inflamabilidad		-156 °F (-104 °C)
Información de seguridad		Para obtener información adicional, consulte la Ficha de datos de seguridad (MSDS).

ecorte rectangular

Los datos técnicos y las sugerencias para el uso que se incluyen en este documento son correctos a nuestro leal saber y entender y se ofrecen de buena fe. Las declaraciones de esta literatura no constituyen una garantía, expresa o implícita, con respecto al rendimiento de estos productos. Dado que las condiciones y el uso de nuestros materiales están fuera de nuestro control, solo podemos garantizar que estos productos cumplen con nuestros estándares de calidad y nuestra responsabilidad, si la hubiera, se limitará al reemplazo de los materiales defectuosos. Toda la información técnica está sujeta a cambios sin previo aviso.