



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Susceptibilidad al daño por humedad de una mezcla asfáltica mediante el método de Lottman en la Prolongación Av. Pardo, Nuevo Chimbote
– 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Querevalu Andrade, Katian Lucero (orcid.org/0000-0003-2566-0067)

ASESOR:

Mg. Díaz García, Gonzalo Hugo (orcid.org/0000-0002-3441-8005)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

CHIMBOTE – PERÚ

2023

DEDICATORIA

El presente proyecto, primeramente, va dedicado a Dios, quien ha sido mi guía, fortaleza para todo este proceso de estudio, por haberme brindado su mano de fidelidad constante para alcanzar mi meta propuesta y por darme la sabiduría para poder afrontar los obstáculos que se presentan día a día.

A mi familia por haberme brindado su consejo, apoyo, compañía y motivación en los momentos que los necesitaba, por formarme con valores, y a todas las personas que me apoyaron con sus consejos y palabras de aliento que hicieron de mí una mejor persona y me siguen acompañando en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Agradezco a mis padres quienes día a día me impulsaban a seguir apostando por mi educación, a mis hermanos que me brindaron su sabiduría y acompañamiento incondicional.

Finalmente, queremos agradecer a nuestro docente Mgtr. Díaz García, Gonzalo Hugo por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino por haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Susceptibilidad al daño por humedad de una mezcla asfáltica mediante el método de Lottman en la Prolongación Av. Pardo, Nuevo Chimbote -2023", cuyo autor es QUEREVALU ANDRADE KATIAN LUCERO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 05 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
GONZALO HUGO DIAZ GARCIA DNI: 40539624 ORCID: 0000-0002-3441-8005	Firmado electrónicamente por: GHDIAZ el 05-07- 2023 08:44:29

Código documento Trilce: TRI - 0572316



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, QUEREVALU ANDRADE KATIAN LUCERO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Susceptibilidad al daño por humedad de una mezcla asfáltica mediante el método de Lottman en la Prolongación Av. Pardo, Nuevo Chimbote -2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
QUEREVALU ANDRADE KATIAN LUCERO DNI: 72507906 ORCID: 0000-0003-2566-0067	Firmado electrónicamente por: KQUEREVALUA el 20- 07-2023 11:03:06

Código documento Trilce: INV - 1610041



Índice de contenidos

Carátula	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	8
3.1. Tipo y diseño de investigación	8
3.1.1. Tipo de investigación	8
3.1.2. Diseño de investigación	8
3.2 Variables y operacionalización	8
3.3 Población, muestra y muestreo	10
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
3.5 Procedimientos	13
3.6 Análisis de datos	15
3.7 Aspectos éticos	15
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	22
VI. CONCLUSIONES	24
VII. RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS	26

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros del ensayo Lottman según la norma AASHTO T -283.....	14
Tabla 2. Conteo vehicular IDMA - Prolongación Av. Pardo	17
Tabla 3. Caracterización de las propiedades del suelo	18
Tabla 4. Cemento asfáltico en peso	19
Tabla 5. Resumen de dosificación de cemento asfáltico	19
Tabla 6. Resumen de ensayo Lottman (TSR)	20

Índice de figuras

Figura 1. IDMA por tipo de vehículo – Prolongación Av. Pardo	17
Figura 2. Relación de TSR con aditivo	20

RESUMEN

La investigación planteó como objetivo general la determinación de la susceptibilidad al daño por humedad de una mezcla asfáltica mediante el método de Lottman en la Prolongación Av. Pardo – Nuevo Chimbote, 2023.

El tipo de metodología fue de tipo aplicada y se consideró como diseño experimental, la población y muestra estimada estuvo comprendida por la vía de 1 km de la Prolongación Av. Pardo en el Distrito de Nuevo Chimbote. En cuanto a los resultados se determinaron que la zona de estudio presentó un $(IDM_a) = 778$ vehículos, asimismo se evidenció un predominio por las arenas con promedio de las 3 calicatas del 74.30%, la humedad promedio de 7.9% y sin presencia de nivel freático. De igual forma, se clasificó los tipos de suelo por medio de SUCS en donde la C-1 tiene 2 estratos conformados por SP-SM, en la C-2 también cuenta con 2 estratos conformados por SP- SM y SP. Mientras que, para la clasificación AASHTO se muestra que para la C-1 tiene los estratos de A-1-b (0) y A-2-4(0) es decir de grava y arena arcillosa o limosa y para la C-2 y C-3 ambas cuentan con un estrato de A-3 (0) es decir arena fina. Además, se logró determinar de las 05 probetas que la óptima dosificación de cemento asfáltico está en relación al 5.50 C.A. Finalmente, se logró evaluar mediante el método Lottman que el ratio de esfuerzo a la tensión sin aditivo no cumple con los requisitos de la norma AASHTO T-283 debido que se tuvo un 69.11%, todo lo contrario ocurrió con la utilización de 0.03% y 0.06% ZYCOTHERM puesto que se obtuvieron valores de 80.19% y 91.17% logrando superar el $TSR=80.00\%$ min.

Palabras clave: Susceptibilidad, daño por humedad, mezcla asfáltica, método Lottman

ABSTRACT

The investigation raised as a general objective the determination of the susceptibility to damage by humidity of an asphalt mixture by means of the Lottman method in the Extension of Av. Pardo - Nuevo Chimbote, 2023.

The type of methodology was of the applied type and it was considered as an experimental design, the estimated population and sample was comprised of the 1 km road of the Av. Pardo Extension in the District of Nuevo Chimbote. As for the results, it was determined that the study area presented an (IDMa) = 778 vehicles, likewise a predominance of sand was evidenced with an average of 74.30% for the 3 test pits, the average humidity of 7.9% and no level presence. phreatic. In the same way, the types of soil were classified through SUCS where C-1 has 2 strata made up of SP-SM, in C-2 it also has 2 strata made up of SP-SM and SP. While, for the AASHTO classification, it is shown that for C-1 it has the A-1-b (0) and A-2-4 (0) strata, that is, gravel and clayey or silty sand, and for C- 2 and C-3 both have a layer of A-3 (0), that is, fine sand. In addition, it was possible to determine from the 05 test tubes that the optimal dosage of asphalt cement is in relation to 5.50 C.A. Finally, it was possible to evaluate through the Lottman method that the stress to tension ratio without additive does not meet the requirements of the AASHTO T-283 standard because it had 69.11%, the opposite occurred with the use of 0.03% and 0.06% ZYCOTHERM since values of 80.19% and 91.17% were obtained, managing to exceed the TSR=80.00% min.

Keywords: Susceptibility, moisture damage, asphalt mix, Lottman method

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se viene estudiando la susceptibilidad al daño por humedad de una mezcla asfáltica en los pavimentos debido al considerable impacto económico que tiene este tipo de obras (Figueroa y Reyes, 2016, p. 32). Los países que presentan este tipo de problema debido a la presencia de agua en sus vías de transporte se encuentran en procesos de control, mediante un mejoramiento en el diseño de mezcla asfáltica hasta la aplicación de agentes de adhesión. Además, la situación no es fácil de llevar puesto que en el tipo de daño por humedad se llega a involucrar distintas variables como: agregados, asfalto, etc.

Por otra parte, en el caso del Perú es evidente la amplia variedad de climas presentes en cada una de las ciudades, entre estos uno de los más perjudiciales para las estructuras de pavimentos son aquellos donde existe un contenido de humedad relativamente alta, lloviznas continuas, neblina y frío elevado, es decir, estos factores climáticos ocasionan una desestabilización en las mezclas asfálticas en caliente, es así que se le conoce como daño por humedad debilitando el recubrimiento del asfalto de la superficie de los agregados.

Asimismo, se expresa que la degradación de forma prematura a causa de la humedad con lleva a consecuencias económicas importantes para el país debido a que se tiene que considerar mejoramientos de diseño en los pavimentos dañados (Condezo y Prado, 2020, p. 1). Tal es el caso, del pavimento existente en la Prolongación de la Av. Pardo donde se evidencia desprendimiento, rajaduras y agrietamientos.

De esta manera, para lograr la identificación o evaluación de la pérdida de adhesión en la interfase agregado-cemento asfáltico se requiere de métodos como es el caso del ensayo modificado de Lottman (Plaza y Rincón, 2014, p. 53).

Por esta razón, la investigación se llega a justificar de manera social, puesto que va a brindar los resultados obtenidos para futuras investigaciones relacionadas al tema presentando el cual les va a servir como una base preliminar para la obtención de resultados confiables y coherentes sobre la determinación de la susceptibilidad al daño por humedad de una m.a, a la vez se justificará técnicamente porque se

van hacer uso tanto de fichas y formatos estandarizados por AASHTO T283 apropiados para el pleno desarrollo de esta investigación, finalmente, se va a justificar teóricamente ya que con la incorporación científica de la m.a en caliente en referencia a sus propiedades, la cual, será fundamental en el desarrollo de la investigación. Además, se justifica económicamente debido a que cuando se evaluará la susceptibilidad que tiene la mezcla al daño por humedad y así, se podrá plantear un diseño para mejorar el pavimento y reducir el costo los mantenimientos y rehabilitación que se le pueda dar a estas obras el cual resultaría ser más económico en cuanto a la inversión a largo plazo.

De esta manera, se formula la siguiente problemática, ¿Cuál es el resultado al determinar la susceptibilidad al daño por humedad de una mezcla asfáltica mediante el método de Lottman en la Prolongación Av. Pardo – Nuevo Chimbote, 2023?

Dicho lo anterior, se propone como objetivo principal de esta investigación: la determinación de la susceptibilidad al daño por humedad de una mezcla asfáltica mediante el método de Lottman en la Prolongación Av. Pardo – Nuevo Chimbote, 2023. Asimismo, en este procedimiento se llegan a plasmar los objetivos específicos como son: (a) Cuantificar el tráfico vehicular en la Prolongación Av. Pardo mediante el cálculo de IMDA. (b) Caracterizar las propiedades físicas y también mecánicas del suelo en la Prolongación Av. Pardo. (c) Determinar la composición de la mezcla asfáltica del pavimento flexible de la Prolongación de la Av. Pardo mediante el ensayo del contenido de asfalto. (d) Evaluar mediante el ensayo de Lottman en la Prolongación Av. Pardo las muestras de mezclas asfálticas sin adición y con adición de 0.03% y 0.06% de ZYCOTHERM.

II. MARCO TEÓRICO

Inicialmente, para la continuación del desarrollo de la investigación se necesita la obtención de datos informativos de investigaciones relacionadas al tema, en el entorno nacional los autores Condezo y Prado (2020), manifiestan la importancia de analizar el comportamiento del asfalto en caliente (mezcla) el cual puede llegar a resistir climas fríos. Por tanto, realizaron la mezcla añadiendo el aditivo de adherencia Quimibond Advance, donde concluye que la incorporación de este aditivo en el diseño de mezcla es tolerable y se adhiere para este clima.

Por otra parte, Quispe (2021), en su investigación estudia comportamiento de las propiedades de las mezclas asfálticas las cuales fueron sometidas a humedad y climas de bajas temperaturas, pudiendo cuantificar el costo al añadir el filler de cal hidratada a al asfalto en caliente con respecto a la m.a convencional, en cuanto al diseño se requirió del ensayo Marshall y la evaluación mediante el ensayo de Lottman Modificado, concluyendo que al realizar el análisis comparativo de costo - beneficio entre las mezclas estudiadas se indica que con adición de filler se redujo los costos de mantenimiento.

De modo análogo, el autor Aranda (2017), muestra un estudio de la susceptibilidad a daño por humedad de las mezclas asfálticas en caliente proveniente de dos plantas de asfalto BITUMIX, en el cual se aplicaron 3 métodos de análisis como son el AASHTO T283-14, ASTM D 4867-09 y UNE 12697-12, además se requirió la elaboración de los diferentes tipos de mezclas tanto con CA-24, CA-24 con aditivo de mejoramiento de adherencia y CA-24 con aditivo de mejoramiento de trabajabilidad. En cuanto a los resultados se estimó que la mayor parte de las mezclas con cemento asfáltico sin la consideración de un aditivo no llegan a cumplir con las normas establecidas en el estudio, sin embargo, al usar aditivos que contribuyen a mejoradoras se obtienen resultados positivos en las características de las mezclas asfálticas debido a que existe mejoría en la adhesión y resistencia de las muestras.

Por otro lado, Salinas y Villena (2019), lograron evaluar el pavimento flexible de la Av. Camino Real en el tramo de Av. Pardo y calle Cajamarca, tomando como

población y muestra una longitud de 2.474 km, para esto realizaron ensayos de granulometría obteniendo diversos tipos de suelos como son GP-GM, SW-SM y GW-GM de acuerdo a SUCS y por medio de AASHTO fueron A-1-a, A-1-b y A-2-a. En lo referente al estado del pavimento se pueden ver diversos índices de condición del pavimento encontrándose pérdida de adherencia en la mezcla asfáltica, piel de cocodrilo, baches, fisuramientos y exudación, logrando indicar que el tramo en estudio se encuentra en condiciones regulares.

Llegado a este punto, se procede a tomar en cuenta los conceptos básicos para la continuidad de esta investigación, considerado primeramente al daño provocado por humedad que se cree que afecta la resistencia de las m.a, acortando su vida útil. El daño por humedad tiene la posibilidad de ocurrir debido a modos de falla cohesivos y/o adhesivos o cuando es causado por el ingreso de agua de forma líquida o gaseosa. (López y Montero, 2017, p.38).

De acuerdo a Leiva, Aguilar y Camacho (2016), menciona que uno de los diversos agentes que no resiste la humedad es la aplicación de una capa muy fina de asfalto, sobre todo si el sistema de drenaje no funciona de manera adecuada” (p. 28).

Así pues, se tiene una de las definiciones más importantes de la investigación dada por la mezcla asfáltica que de acuerdo a Aranda (2016), indica que es la combinación de material asfáltico con agregados pétreos para lograr su producción se debe calentar ambos componentes a altas temperatura (p. 13).

En cuanto a la humedad, según Bolívar, Suescun y Silva (2013), indican que la humedad hace que los componentes de la m.a pierdan su cohesión, por lo que los componentes no pueden permanecer unidos al agregado, provocando la formación de grietas donde penetra la humedad y se expanden en profundidad y tamaño” (p.20).

Además, se debe considerar que Barry, Charles y Richard (2006), plantean que las condiciones ambientales pueden afectar significativamente el proceso de los pavimentos flexibles, particularmente la humedad, que puede llegar a dañar la capa del pavimento. (p. 2). Mientras que, Apeagvei y Alex (2006), llegaron a sostener que la resistencia de una mezcla asfáltica depende de su resistencia al daño por

humedad, el ensayo de Lottman (AASHTO T283), lo cual es una de las más confiables para ser usadas como medio para la evaluación de la susceptibilidad al daño producido por la humedad (p. 5).

Para Valdez, Pérez y Calabi (2012), las influencias ambientales ejercen un enorme impacto en la conducta mecánica de un recubrimiento asfáltico, el cual se indica que son dos: la temperatura y la humedad. Ambos efectos provocan daños a las propiedades de la superficie de la carretera o pavimento (p. 30).

Por otra parte, se tiene que de acuerdo a Vargas (2013), “las malas condiciones del pavimento son el resultado de estructuras mal diseñadas o construidas; a menudo están asociadas con la presencia de humedad cuya conducta se ve alterada. Actualmente se está comenzando con la revelación del papel fundamental del estudio sobre las consecuencias producidas por la humedad (p. 7).

Ahora bien, para llegar a evaluar las características de un pavimento se parte desde el tipo de suelo en el que este se ha conformado, por esto es necesario realizar una calicata como una técnica utilizada para análisis geotécnico dimensiones de 1m ancho, 1m de largo y 1.5m de alto según la Norma E.050 Valbuena (2013, p. 59) La excavación para recolectar muestras se llevó a cabo a una profundidad de poca a media para poder analizar directamente la fracción de suelo en el sitio (Khaled, 2016, p. 329).

Las calicatas permiten reconocer el terreno mediante estratos, los cuales se observan en los cortes (MTC, 2014, p.27).

De las calicatas, se obtiene cada estrato en el cual se tiene una cierta cantidad de muestras de suelo de acuerdo a la importancia que se tome de cada material para diseño y la construcción (MTC, 2014, p.27).

De lo anterior, se puede realizar las pruebas geotécnicas para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, que van desde el contenido de humedad natural, definiéndose como el contenido de humedad del suelo, interpretado como el porcentaje de masa de agua en una determinada masa de suelo, hasta el peso del suelo (Juárez, 2002, p. 120). Así pues, la muestra será lo

más representada posible del lugar de la obtención y es vital que la humedad perdure hasta la realización de la prueba respectiva (Delwyn, 1993, p. 221).

Es decir, la tarea es obtener la cantidad de agua presente en un pedazo de tierra en base a su peso seco, para quitar el peso del agua, continuar secando la tierra húmeda hasta que alcance cierto peso en el horno (Carthigesu, 2016, p.65):

Por otra parte, el análisis granulométrico por tamizado, consiste en realizar el establecimiento de una cantidad necesaria en peso de los diferentes volúmenes de partículas, seccionadas por las aberturas de los distintos tamices utilizados en el procedimiento (García y Ramírez, 2006, p. 32). Es decir, al determinar la distribución de las partes del terreno, denominado análisis mecánico y consistencia, se toma como referencia sus dimensiones, obteniendo así el porcentaje de roca, grava, arena, limo y arcilla. (García, 2009, p. 20).

De la misma importancia se tiene el estudio de tráfico permite calcular los flujos de vehículos que operan durante el horario de trabajo de la carretera. Esto es posible porque el análisis cuantitativo examina un cierto intervalo de tiempo y luego continúa en regiones constantes. De esta manera, puede comprender la cantidad y los tipos de vehículos que se mueven todos los días. Estas restricciones son importantes porque son fundamentales para cualquier iniciativa de diseño de pavimento. (Lavin, 2003, p. 45).

Por lo tanto, la relación de la cantidad de vehículos requiere el IMDA como una estimación del tráfico vehicular en un tramo de carretera determinado por año (MTC, 2016, p. 69).

Por otra parte, se necesita conocer el ensayo Marshall que de acuerdo al MTC consiste en preparar y compactar una muestra con un espesor aproximado de 64 mm y un diámetro de 102 mm, y calcular indicadores cuantitativos como estabilidad, fluidez, resistencia. etc. (2016, p. 583).

Para las pruebas de resistencia a la compresión, MTC evalúa las mezclas asfálticas compactadas y se sumerge en agua a 25 °C durante un mínimo de 2 horas, se acelera en agua, predice defectos de agrietamiento a largo plazo con aditivos de adhesión y AASHTO utilizando 283 (Resistencia a la compresión de mezclas

asfálticas). contra daños por humedad). Extraído del Manual de Inspección de Materiales (2016, p. 661).

El Método AASTHO T-283 (2003), nos indica que el ensayo Lottman logra identificar si una combinación de mezcla asfáltica y agregados es susceptible a la humedad, ya que mide la adhesividad y efectividad de los aditivos anti – desprendimientos o mejoradores de adherencia.

De acuerdo a Peña (2019), señala que mediante el método Lottman para un segundo grupo, las briquetas se llenaron en un envase con agua, luego se mantuvieron a 18°C por un tiempo estimado de 16 horas y luego se mantuvieron en un baño de agua a 60°C durante 24 horas, por lo tanto, se colocaron a 25°. El baño C se prueba para cumplir con el requisito mínimo de TSR del 80 % (p.38).

En cuanto, a los aditivos con el paso de los años se viene innovando técnicas de fabricación en el campo de la nanotecnología con el fin de realizar mejorar tanto técnicas como económicas en comparación a los aditivos tradicionales de uso para pavimentos, por lo que estos se identifican por ser un fragmento del asfalto conformado por 2 partes: una mediante un enlace hidro carbonatada y otra parte de agua integrada por grupos funcionales polares (Vera y Rojas, 2018, p. 30).

Uno de los aditivos en base a nanotecnología es ZYCOTHERM, el cual es un producto que ocasiona reacciones en la superficie de los agregados, que están conformado por conexiones del tipo siloxano generando una gran resistencia en ellas, y teniendo como resultado una mejor adherencia (Vera y Rojas, 2018, p 30).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, el cual obtuvo como principal objetivo solucionar los conflictos generados en la problemática de la investigación, por lo que se empezó con el principio de las ideas planificadas y finalizando con la solución planteada de sí misma (Málaga, Vera y Oliveros, 2008, p.146).

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue considerado como experimental, puesto que esta se encuentra fundamentada en la intención manipulativa de la variable con la finalidad de conocer la relación de causa – efecto (Behar, 2008, p. 20).

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variable independiente: Daño por humedad

Definición conceptual

- Es la manera de actuar del agua en consistencia líquida o vapor, que llega a provocar un deterioro de la capacidad estructural de la mezcla asfáltica. Esto se produce debido a que el agua se introduce, tratando de reemplazar al material ligante como revestimiento del agregado (Valdéz, Calabi, Sánchez, Miró y Reyes, 2015, p. 48).

Definición operacional

- A fin de establecer el daño por humedad existente en el pavimento a evaluar, se recoge toda la información que sea oportuna de los resultados provenientes mediante instrumento denominado ensayo de resistencia a la t.i. (ensayo de Lottman).

Dimensiones

- Análisis mecánico.

Indicadores

- Tracción indirecta de briquetas secas y húmedas.

Escala de medición

- Razón.

3.2.2 Variable dependiente: Mezcla asfáltica

Definición conceptual

- Aranda (2016), indica que es la combinación de material asfáltico con agregados pétreos en proporciones exactas, el cual para su producción se debe de proceder calentando ambos componentes a temperatura muy altas (p. 13).

Definición operacional

- En cuanto a la producción de la composición de la m.a se realizó mediante el ensayo del contenido de asfalto con la finalidad de establecer las características que presenta el pavimento evaluado.}

Dimensiones

- Ensayo de contenido del asfalto (Método Marshall).

Indicadores

- Caracterización de los agregados: agregado fino, grueso y asfalto.
- Ensayos de laboratorio: Peso unitario, vacíos llenos de aire, vacíos en el agregado, flujo y estabilidad.

Escala de medición

- Razón.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población o universo son descritos como elementos la cuales son datos de un subgrupo que parte de un estudio. Asimismo, se emplea estadísticas para establecer partes de la población y esta tenga validez (Ventura, 2017, p. 21). De este modo, para la presente investigación la población fue la vía de 1 km de la Prolongación Av. Pardo en el Distrito de Nuevo Chimbote.

- **Criterios de inclusión**

La presente investigación incluyo la totalidad de muestras que hayan logrado cumplir con las referencias que las Normas y Reglamentos nos indican, están deben tener óptimas características para el procesamiento de una mezcla asfáltica.

- **Criterios de exclusión**

La presente investigación excluyo a las muestras que no llegaron lograr cumplir con las referencias que los reglamentos nos indican, están deben tener óptimas características dentro del procesamiento de una mezcla asfáltica, por lo que no se puede desarrollar la inclusión en el proceso de desarrollo investigativo.

3.3.2 Muestra

La muestra para la presente investigación fue el tramo comprendido por la progresiva 0+000 hasta la progresiva 1+000 km de vía de la Prolongación Av. Pardo, la cual se tomó mediante de 3 calicatas de según el MTC que indica 3 calicatas por km para una carretera 2° clase con IMDA entre 2000 y 401 veh/día.

3.3.3 Muestreo

Para esta investigación se elaboró un muestreo inalterado de acuerdo al MTC E101, y de acuerdo a la ubicación de la toma, que se tomó en cuenta según el criterio técnico como investigador, el cual se tuvo que tomar las muestras al inicio, intermedio y final del tramo estudiado.

3.3.4 Unidad de análisis

La unidad de análisis nos indica los elementos a quienes se aplicó el instrumento de medición (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 25). Por ende, para esta investigación fue el tramo del pavimento de la Prolongación Av. Pardo del Distrito de Nuevo Chimbote.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas

En primer término, la observación directa es la técnica a usar ya que esta permite acoplar toda la información imprescindible en la zona de estudio, por lo que en campo con esta técnica se almacena los datos informativos mediante la observación propia y con el registro a través de la toma de fotografías (Crotte, 2011, p. 6).

Asimismo, es una necesidad el uso la técnica del análisis documental para esta investigación debido a que se requiere tener conocimiento de datos exactos otorgados por medio de ensayos en laboratorios de mecánica de suelos y pavimentos, los que serán interpretados, procesados y analizados para ser presentados como resultados.

3.4.2 Instrumentos

Los instrumentos que se hicieron uso en esta investigación son de gran utilidad para recolectar los datos necesarios (Tamayo, 2007, p. 193). Estos instrumentos se requieren para así poder determinar la susceptibilidad al daño por humedad de una m.a mediante el método de Lottman en la Prolongación Av. Pardo del Distrito de Nuevo Chimbote.

La ficha técnica es importante para la presente investigación, debido al propósito de determinar la susceptibilidad al daño por humedad de una m.a en la Prolongación Av. Pardo, es así que la cuantificación de tráfico vehicular se realizó mediante el cálculo de IMDA con el fin de tener el conocimiento la cantidad de vehículos que transitan por el área de estudio y así poder interpretar los resultados. Por ello, se describieron los parámetros a utilizar para determinar qué tipo de vehículo transitaba y así poder controlar las horas

determinadas en que lo hace, por lo que luego se procedió a verificar el cumplimiento de los requisitos límites que ordena el Manual de MTC.

Por otro lado, el protocolo de laboratorio es vital para lograr establecer las características físicas y mecánicas del suelo de la Prolongación Av. Pardo y que se cumpla con todo lo que se requiere para un pavimento flexible fuera de daños por humedad en un suelo apropiado conforme al Manual del MTC. Asimismo, se aplicó la determinación de la composición de la mezcla asfáltica del pavimento flexible de la Prolongación de la Av. Pardo mediante el ensayo del contenido de asfalto y evaluado mediante el ensayo de Lottman en la Prolongación Av. Pardo las muestras extracción por diamantina de la carpeta asfáltica.

3.4.3. Validez y confiabilidad de instrumentos

En la presente investigación, se identificó a la confiabilidad como el logro de satisfacción luego de llegar a calcular un instrumento y este supere las especificaciones necesarias (Soler, 2008, p. 15). Para determinar la susceptibilidad al daño por humedad de una m.a en la Prolongación Av. Pardo del Distrito de Nuevo Chimbote requiere de la ficha técnica del cálculo del IMDA para obtener la cantidad del tránsito vehicular y conocer uno de los estándares utilizados en el diseño del pavimento existente, esta ficha no tiene el requerimiento de ser validado debido a que es producida por el MTC. De la misma forma, para los resultados que se obtuvieron al examinar las muestras de suelo mediante del protocolo de laboratorio, el cual cumple con los formatos estandarizados según la NTP el cual lo delimita de forma estricta y rigurosa.

$$RVC = \frac{n - N/2}{N/2}$$

3.5 Procedimientos

Primero: Se llevó a cabo una inspección in situ por medio de la excavación a través de calicatas, con una totalidad de 3 de ellas de acuerdo al manual del MTC, el cual indica que se debe ejecutar 3 calicatas por cada km para carreteras de 2° clase con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día. Por ello, se procedió con las excavaciones del suelo a una cierta dimensión de 1m de ancho x 1m de largo, hasta llegar a una profundidad adecuada aplicando la técnica de la observación directa del suelo para conocer los estratos que conforman el suelo de la Prolongación Av. Pardo y verificar la presencia de nivel freático. Por lo que, después se procedió al registro de la recaudación de información de la inspección en campo, esta información aporta datos que se intervinieron en los resultados de esta investigación.

Al terminar de realizar la excavación de las calicatas, se procedió a recoger las muestras, las cuales fueron llevadas al laboratorio de mecánica de suelos y asfalto para realizar los ensayos correspondientes con la finalidad de tener establecidas las características físicas y mecánicas del suelo de la Prolongación Av. Pardo.

Segundo: Se realizó la cuantificación del tránsito de los vehículos, realizando un conteo en el campo a través de estaciones y así tener registrado los vehículos que transitan en la Prolongación Av. Pardo teniendo como objetivo obtener el IMDA, para tenerlo como referencia y así poder calcular si el volumen del tráfico futuro tal como corresponde al diseño de pavimento existente y determinar si es adecuado para el lugar de estudio.

Tercero: Se tomaron muestras de piedra chancada, arena chancada y arena zarandeada en la cantera para realizar los ensayos físicos mecánicos de cada uno de los agregados y encontrar las proporciones que nos indican las especificaciones técnicas, para así poder realizar el diseño de la m.a y encontrar el óptimo porcentaje de cemento asfáltico a utilizarse en el pavimento flexible a colocarse en la Prolongación de la Av. Pardo. Una vez obtenido el diseño de la m.a, se procedió a realizar el ensayo Lottman compactando las 6 briquetas con el número de golpes para obtener el porcentaje de vacíos

indicado en la norma técnica (6 a 8%), el cual lo ideal es 7%, esto debe ocasionar que los promedios de porcentajes de vacíos se aproximen.

Estas briquetas se prepararon en dos grupos de briquetas, el primer grupo es analizado en seco, y el otro grupo se somete a saturación de agua por vacío hasta un grado de saturación promedio de 70 a 80%. El cual se congela a una temperatura de 15°C a 21°C, de preferencia a 18°C por un tiempo estimado de 16 horas. Por consiguiente, se pasa por baño María a una temperatura ambiente en agua caliente a 60°C por un día. Finalmente: Luego de haber acondicionado, los 2 grupos son sometidos al ensayo de la resistencia a tracción indirecta, obteniendo como resultado la relación entre la resistencia a tracción del grupo saturado y la resistencia a tracción del grupo sin saturar. Este mismo proceso se realiza con la adición de 0.03% y 0.06% de ZYCOTHERM.

Tabla 1. Parámetros del ensayo Lottman según la norma AASHTO T -283

Parámetros	Exigencias
Envejecimiento a corto plazo	Mezcla suelta: 16h a 60°C Mezcla compactada: 72 – 96h a 25°C
Vacíos (aire) de los especímenes compactados	De 6 a 8%
Agrupamiento de muestras	Los promedios de los vacíos de aire de los 2 grupos deberían ser iguales
Saturación de agua	De 55 a 80%
Congelamiento	Mínimo por 16h a 18°C
Inmersión en agua caliente	24h a 60°C
Propiedades de resistencia	Resistencia a tracción indirecta

Fuente: MTC, 2016

3.6 Análisis de datos

Esta investigación tuvo un método de análisis de datos que se elaboraron mediante un método estadístico descriptivo, para tener la información necesaria se realizó el estudio de IMDA. Asimismo, se procedió a ejecutar la caracterización de materiales y la aplicación del método el Lottman. Además, se extrajo testigos de asfalto mediante del ensayo de diamantina.

3.7 Aspectos éticos

Autonomía

- El desarrollo de la investigación obtuvo la aprobación de las autoridades y la población de Nuevo Chimbote.

Beneficencia

- Mediante la presente investigación, se evaluó que tan susceptible es la mezcla asfáltica en caliente ante la humedad, para así dejar un antecedente de estudio y poder mejorar estas propiedades o daños que se presenten por esta causa.

Integridad humana

- Con la presente investigación, se logró dejar un aporte las futuras investigaciones que será objeto de estudio por diferentes ramas de las ciencias en busca de soluciones a estos materiales tan importantes en la construcción de infraestructura vial.

Prioridad

- La elaboración de los resultados en la investigación fue clara y precisa, ya que la información que se obtuvo fue honesta y detallada.

Respeto de la propiedad intelectual

- La aplicación de dicha información bibliográfica en la investigación fue citada, haciendo referencia a los lineamientos expuestos y parafraseados evitando el plagio.

Respeto de la propiedad intelectual

- La investigación se realizó para el beneficio de la población, apoyando a futuras investigaciones a responder a sus objetivos planificados.

Transparencia

- Al llegar a finalizar el proyecto, este se subirá de manera libre para ser visualizado para que futuras investigaciones lleguen a citarla.

IV. RESULTADOS

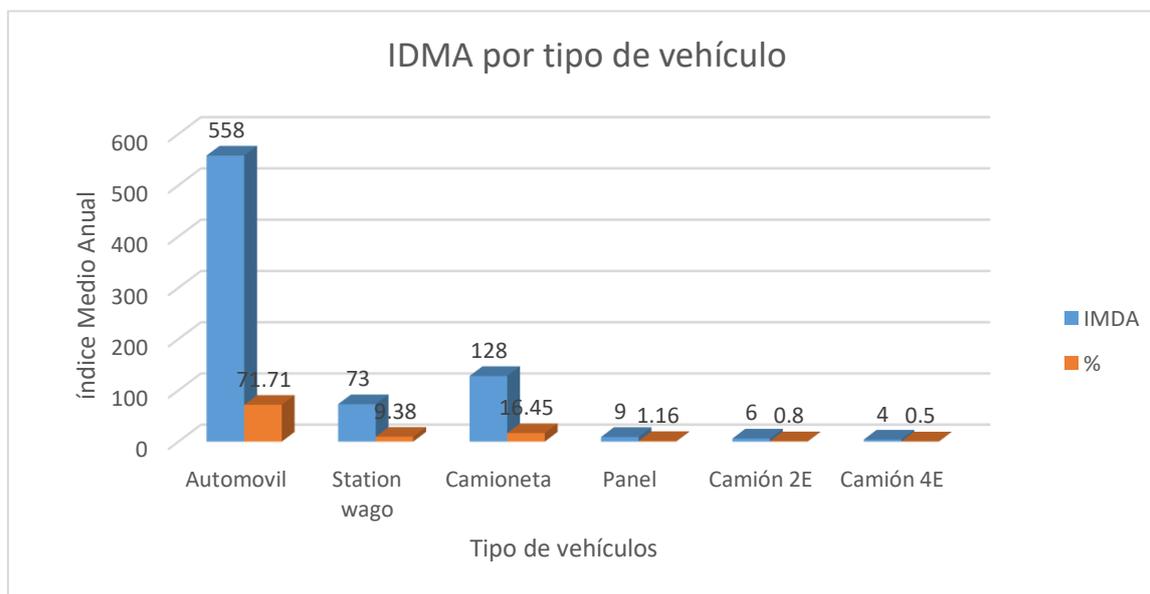
4.1. Cuantificar el tráfico vehicular en la Prolongación Av. Pardo mediante el cálculo de IMDA.

Tabla 2. Conteo vehicular IDMA - Prolongación Av. Pardo

Tipo de vehículo	L	M	M	J	V	S	D	Tot. semana	IDM _s	FC	IDM _a
Automóvil	480	557	523	594	624	853	357	3988	570	0.97990875	558
Station wago	82	60	72	78	65	100	60	517	74	0.97990875	73
Camioneta	132	142	120	115	163	160	78	910	130	0.97990875	128
Panel	8	10	6	12	10	8	9	63	9	0.97990875	9
Camión 2E	6	8	6	8	6	2	6	42	6	0.97990875	6
Camión 4E	2	4	4	2	4	3	5	24	4	0.9748969	4
Total	710	781	731	779	872	1126	569	5544	793		778

Fuente: Elaboración propia

Figura 1. IDMA por tipo de vehículo – Prolongación Av. Pardo



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a lo mostrado en la tabla 2, se puede evidenciar el conteo vehicular de la Prolongación Av. Pardo en la cual se tiene que el índice medio diario semanal (IDM_s) = 793 vehículos y que el (IDM_a) = 778 vehículos. En cuanto a la gráfica 1, se

muestra que el IDM_a (%) de automóvil es de 71.71 siendo el mayor y el menor IDM_a (%) de camión 4E con 0.50.

4.2. Caracterizar las propiedades físicas y también mecánicas del suelo en la Prolongación Av. Pardo

Tabla 3. Caracterización de las propiedades del suelo

Descripción	C1 (0.00 a 0.80mts)	C1 (0.80 a 1.5mts)	C2 (0.20 a 0.60mts)	C2 (0.60 a 1.00mts)	C3 (0.30 a 1.00mts)	PROM.
1. Peso de Material						
Peso Inicial Total (gr)	30,985.0	4,463.0	6,327.0	500.0	5093.0	9,473.6
Peso Fracción Fina Para Lavar (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
2. Características						
TM	2 1/2"	3/4"	2"	3/4"	2"	
TMN	2"	1/2"	1 1/2"	N° 4	1 1/2"	
Grava (%)	37.0	3.2	20.7		24.61	21.4
Arena (%)	53.3	84.3	69.9	95.1	68.97	74.3
Finos (%)	9.6	12.6	9.4	4.9	6.42	8.6
Mód. de Fineza (%)						
Mét. de Compactación	C	A	B	A	B	
3. Clasificación						
Humedad Natural (%)	1.4	0.5	9.0	18.4	10.1	7.9
Limite Líquido (%)	NP	NP	NP	NP	NP	
Limite Plástico (%)	NP	NP	NP	NP	NP	
Índ. de Plasticidad (%)	NP	NP	NP	NP	NP	
Clasificación SUCS	SP-SM	SM	SP-SM	SP	SP-SM	
Clasificación AASHTO	A-1-b (0)	A-2-4 (0)	A-3 (0)	A-3 (0)	A-3 (0)	

Fuente: Laboratorio ANPE

INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a lo mostrado en la tabla 2, se puede evidenciar que de la caracterización de las propiedades del suelo existe un predominio por las arenas con promedio de las 3 calicatas del 74.30%, así mismo tiene una humedad promedio de 7.9% y sin presencia de nivel freático. En cuanto a la clasificación del tipo de suelo por medio de SUCS se describe que para la C-1 tiene 2 diferentes estratos conformados por SP-SM (arena mal graduada con limo) y SM (arena limosa), en la C-2 de igual modo tiene 2 estratos conformados por SP- SM y SP (arena mal graduada) y para la C-3 solo tiene un estrato de SP-SM. Mientras que,

para la clasificación AASHTO se muestra que para la C-1 tiene los estratos de A-1-b (0) y A-2-4(0) es decir de grava y arena arcillosa o limosa y para la C-2 y C-3 ambas cuentan con un estrato de A-3 (0) es decir arena fina.

4.3. Determinar la composición de la mezcla asfáltica del pavimento flexible de la Prolongación de la Av. Pardo mediante el ensayo del contenido de asfalto.

La determinación de la mezcla asfáltica se procedió según la norma ASTM D -6927 por medio de la realización de 05 probetas de cemento asfáltico con 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5% como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. Cemento asfáltico en peso

% Cemento Asfáltico en peso	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
Peso específico probetas	2.331	2.361	2.384	2.367	2.337
Vacíos	6.3	5.4	4.2	2.7	1.5
Vacíos Agregado Mineral	14.53	13.89	13.50	14.59	16.10
Vacíos llenos con C. Asfáltico	56.72	61.10	69.28	81.83	90.55
Flujo	0.18	0.19	0.23	0.28	0.38
Estabilidad	774	704	676	772	996
Factor de rigidez	4424	3662	2926	2713	2614
Esta. /Fluencia	4424	3662	2926	2713	2614

Fuente: Laboratorio ANPE

Tabla 5. Resumen de dosificación de cemento asfáltico

% Cemento Asfáltico en peso	5.50
Peso específico probetas	2.380
Vacíos	4.10
Vacíos Agregado Mineral	13.70
Vacíos llenos con C. Asfáltico	70.00
Flujo	0.23
Estabilidad	680
Factor de rigidez	2955

Fuente: Laboratorio ANPE

INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a lo mostrado en la tabla 5, se evidencia la óptima dosificación de cemento asfáltico relacionado al 5.50 C.A.

4.4. Evaluar mediante el ensayo de Lottman en la Prolongación Av. Pardo las muestras de mezclas asfálticas sin adición y con adición de 0.03% y 0.06% de ZYCOTHERM.

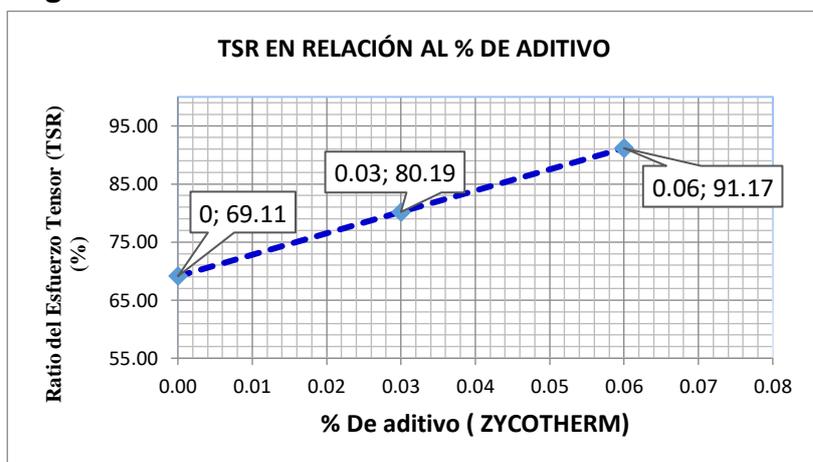
La evaluación de la carpeta asfáltica en la Prolongación Av. Pardo mediante ensayo Lottman fue con la distribución en grupos de briquetas de mezcla asfáltica sin aditivo y con aditivo ZYCOTHERM con dosificaciones de 0.03% y 0.06%.

Tabla 6. Resumen de ensayo Lottman (TSR)

Mezcla Asfáltica	Grupo	Sub-Grupo	Esp. (cm)	Diám. (cm)	Vacíos Prom. (%)	Sat. con agua del tot de vacíos	Fuerza Máx. Prom. (Kg)	Resist. Prom. (Kg/cm ²)	Ratio de esfuerzo tensor TSR %
Sin aditivo	Seco	1	6.77	10.11	6.93	-	560	5.2	69.11
		2	6.80	10.09					
		3	6.78	10.08					
	Sat.	4	6.72	10.10	6.96	71.5	386	3.6	
		5	6.79	10.07					
		6	6.77	10.09					
0.03% ZYCOTHERM	Seco	4	6.81	10.12	7.10	-	569	5.3	80.19
		5	6.78	10.13					
		6	6.79	10.08					
	Sat.	1	6.75	10.90	7.18	73.5	468	4.2	
		2	6.77	10.13					
		3	6.79	10.10					
0.06% ZYCOTHERM	Seco	4	6.82	10.11	7.21	-	543	5.0	91.17
		5	6.78	10.14					
		6	6.80	10.10					
	Sat.	1	6.81	10.10	6.96	74.1	496	4.6	
		2	6.78	10.07					
		3	6.80	10.20					

Fuente: Laboratorio ANPE

Figura 2. Relación de TSR con aditivo



Fuente: Laboratorio ANPE

INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a lo mostrado en la Tabla 6, se identifica que se realizó tres (03) grupos para el ensayo Lottman, tanto para estado seco como saturado, en el cual se cumple con el porcentaje de vacíos que nos indica la Norma, el cual el porcentaje es de 6% a 8%.

Para aplicar el porcentaje ideal de aditivo se realizó el ensayo de 3 grupos:

Un grupo sin aditivo, otro grupo con 0.03% de aditivo ZYCOTHERM y 0.06% de aditivo ZYCOTHERM. De las cuales para el grupo sin aditivo se tiene un promedio de v.a (%) en seco de 6.93%, mientras que en saturado es de 6.96%; y una ratio de esfuerzo tensor (TSR) de 69.11%. Para el grupo con aditivo de 0.03% ZYCOTHERM se tuvo un promedio de v.a (%) en seco de 7.10% y en saturado de 7.18% y su ratio de esfuerzo tensor (TSR) de 80.19%; y con aditivo 0.06% ZYCOTHERM se tuvo un promedio de v.a (%) en seco de 7.21% y en saturado de 6.96% y un ratio de esfuerzo tensor (TSR) de 91.17%.

De este modo, el ratio de esfuerzo a la tensión sin aditivo no cumple con los requisitos de la norma AASHTO T-283 debido que se tiene un 69.11%, sin embargo, con el uso de la adición de 0.03% y 0.06% ZYCOTHERM si cumple puesto que se obtuvieron valores de 80.19% y 91.17% logrando superar el TSR=80.00% min.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se consideró la determinación de la susceptibilidad al daño por humedad de una m.a mediante el método de Lottman en la Prolongación Av. Pardo, Nuevo Chimbote – 2023. Durante la obtención de los resultados se pudo ir comprobando la existencia de semejanzas, así como diferencias con los antecedentes más resaltantes que se plasmaron en el marco teórico, por este motivo se realiza la discusión como se detalla a continuación:

Primeramente, para discutir los resultados del objetivo de cuantificar el tráfico vehicular en la Prolongación Av. Pardo mediante el cálculo de IMDA es necesario realizarla con los autores Salinas y Villena (2019), debido a que muestran una similitud tanto en el tipo de tráfico actual por vehículo como en el $IDM_{(a)}$ puesto que en la investigación plasmada determinaron un $IDM_{(a)} = 803$ y en cuanto a los resultados del tramo de la Prolongación Av. Pardo fue de $IDM_{(a)} = 778$ vehículos, es decir, si bien la cantidad de vehículos es menor no deja de guardar un valor positivo debido a que ambas tiene resultados cercanos.

De esta manera, se continuó con la discusión del objetivo de caracterizar las propiedades físicas y también mecánicas del suelo en la Prolongación Av. Pardo siendo necesaria realizarla con los autores Salinas y Villena (2019), debido a que muestran una contrariedad en los tipos de suelo ya que en determinaron que los suelos encontraron fueron GP-GM, SW-SM y GW-GM de acuerdo a SUCS y por medio de AASHTO fueron A-1-a, A-1-b y A-2-a y en cambio en esta investigación los resultados a pesar de tener varios tipos estos fueron clasificados por medio de SUCS donde la C-1 tiene 2 diferentes estratos conformados por SP-SM (arena mal graduada con limo) y SM (arena limosa), en la C-2 de igual modo tiene 2 estratos conformados por SP- SM y SP (arena mal graduada) y para la C-3 solo tiene un estrato de SP-SM. Mientras que, para la clasificación AASHTO se muestra que para la C-1 tiene los estratos de A-1-b (0) y A-2-4(0) es decir de grava y arena arcillosa o limosa y para la C-2 y C-3 ambas cuentan con un estrato de A-3 (0) es decir arena fina.

En lo referente, para la discusión del objetivo de determinar la composición de mezcla asfáltica se requiere de la misma manera la comparación con los autores Condezo y Prado (2020), debido a que muestran en su investigación una dosificación del óptimo contenido del asfalto relacionada al 5.80 de acuerdo a las características de los materiales que emplearon, de esta forma se evidencia que existe una similitud con los resultados obtenidos en esta investigación puesto que la dosificación del óptimo contenido del asfalto relacionada al 5.50 y ambos cumplen con parámetros estipulados por el MTC E504, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013).

Por último, se discutió el objetivo de evaluar mediante el ensayo de Lottman en la Prolongación Av. Pardo las muestras de m.a sin adición y con adición de 0.03% y 0.06% de ZYCOTHERM por este motivo se realizó la contrastación con los autores Condezo y Prado (2020), debido a que muestran en su investigación el uso del aditivo Quimibond Advance en un 0.18% y con ello indican que cumplieron el TSR de 80% min exigida por la Norma AASHTO T-283. En el caso del uso de aditivo en esta investigación también se lograron superar lo estipulado por la norma antes mencionada valores de 80.19% y 91.17%, es decir, que en ambas investigaciones se logró cumplir con el objetivo y demostrar que ambos aditivos mejoran la adherencia y por lo tanto disminuyen el daño por humedad en las m.a.

VI. CONCLUSIONES

1. En lo relacionado a la determinación de la cuantificación vehicular en la Prolongación de la Av. Pardo se concluye que el $DM_{(a)} = 778$ vehículos.
2. De acuerdo con la caracterización de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en la Prolongación Av. Pardo se llega a concluir que en el tramo de estudio se encontró diversos tipos de suelos según se indica que C-1 tiene 2 diferentes estratos conformados por SP-SM y SM, la C-2 igualmente conformados por SP- SM y SP y la C-3 tiene un estrato de SP-SM. Mientras que, para la clasificación AASHTO se muestra que para la C-1 tiene los estratos de A-1-b (0) y A-2-4(0), la C-2 y C-3 ambas cuentan con un estrato de A-3 (0) es decir arena fina.
3. En cuanto al objetivo de determinar la composición de mezcla asfáltica se concluye que esta tuvo una dosificación del óptimo contenido del asfalto relacionada al 5.50 cumpliendo con lo requerido por el MTC E504 del Manual de Ensayos de Materiales, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013).
4. Finalmente, se llegó a la conclusión el uso de aditivo ZYCOTHERM en proporciones de 0.03% y 0.06% lograron superar el TSR de 80% min exigida por la Norma AASHTO T-283 con valores de 80.19% y 91.17%, es decir, que el aditivo usado mejora la adherencia y por lo tanto logró disminuir el daño por humedad en las m.a.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se da como recomendación que para realizar la medición del estudio de tráfico se realice con las medidas de seguridad necesarias a fin de evitar accidentes y a un horario adecuado.
2. En cuanto a lo referido por el tipo de suelo se recomienda escoger la zona de extracción de muestras de manera oportuna y sin contaminar las muestras antes de que sean ensayadas en el laboratorio.
3. Se recomienda poder realizar evaluaciones por diferentes métodos para lograr una comparación con la presente investigación.
4. Al realizar la dosificación del aditivo no se debe de exceder la proporción plasmada en esta investigación, ya que en la norma ASTM D-6927 su requerimiento mínimo es de 95% y AASHTO T-283 requiere como mínimo del 80% del TSR, el cual al excederse este porcentaje podría ocasionar grandes problemas de exudación, el cual viene a ser el deterioro en la superficie de la m.a. Por lo que, esto también produciría un incremento en los costos por exceso de porcentaje de aditivo.

REFERENCIAS

1. AASTHO® RESISTANCE OF COMPACTED ASPHALT MIXTURES TO MOISTURE-INDUCED DAMAGE AASTHO T-283. Washington, D.C., USA.

2. ARANDA y JAVIERA. Evaluación de la susceptibilidad al daño por humedad de mezclas asfálticas en caliente utilizando ensayo de tracción indirecta. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María, 2017, 99 pp.

Disponible en:
<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/13928/356090023139>

3. APEAGVEI, BUTTLAR Y DEMPSEY (2006). Moisture damage evaluation of asphalt mixtures using AASHTO T283 and DC(T) Fracture Test. Tenth International Conference on Asphalt Pavements, in Quebec, 13 pp.

Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/259800896_Moisture_damage_evaluation_of_asphalt_mixtures_using_AASHTO_T283_and_DCT_Fracture_Tes

4. BEHAR, Daniel. Metodología de la investigación. [en línea] Lima: Editorial Shalom, 2008. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2021]. ISBN: 978-959-212-783-7

Disponible en: <https://es.calameo.com/read/004416166f1d9df980e62>.

5. BARRY R, Charles Schwartz y Richard Boudreau (2006). Desing details and construction contitions requiring special desing attention – Geotechnical Aspects of 44 Pavements. Departament of Transportation Federal Highway Administration. NHI-05-037. Cap 3.

Disponible en:
<https://www.fhwa.dot.gov/engineering/geotech/pubs/05037/07a.cfm>

6. BOLÍVAR, SUESCON y SILVA. Estado del arte sobre el desarrollo de los aditivos que devuelvan al asfalto envejecido su estructura física – químico para reestablecer su durabilidad. Tesis (Título de Ingeniero Civil), [Bogotá]: Universidad Cooperativa de Colombia, 2013. 224 pp.

Disponible

en:

https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/13118/1/2013_estado_artes

7. CARTHIGESU, Gnanendran. Civil Engineering Materials. Cengage Learning: USA, 2016. 512pp. ISBN: 1305386647
8. CONDEZO, David y PRADO, Gino. Análisis de comportamiento de mezcla asfáltica en caliente con aditivo quimibond advance para climas húmedos villa maría del triunfo. Tesis (Título de Ingeniero Civil), [Perú]: Universidad César Vallejo, 2020. 139 pp.

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/55405>

9. CROTTE, Roberto. Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. Tiempo de Educar [en línea]. Diciembre-2011, n.º2 [Fecha de consulta: 23 de diciembre de 2020].

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/311/31121089006.pdf>

10. DELWYN, Rahardjo Hendry. Soil Mechanics for Unsaturated Soils. John Wiley & Sons: USA, 1993. 544pp. ISBN: 047185008X.
11. DOUGLAS, Giancoli. Principles with Applications Volume I (Chs. 1-15). Pearson Education. USA, 2018. 512 pp. ISBN: 0134787730.

12. GARCÍA, Sandra y RAMÍREZ, María. Propuesta de un manual de laboratorio de mecánica de suelos conforme a la norma ASTM 2003. Tesis (Título de Ingeniero civil). El Salvador: Universidad de El Salvador, 2006. 460 pp.

13. GARCÍA, Cesar. Determinación de la Granulometría de un árido. Universidad de Alicante, 2009.

Disponible en:
<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10998/3/Pr%C3%A1ctica%20N%C2%BA%203%20Granulometria%20I.pdf>

14. HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación Científica. 6ta ed. México: Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2010. [fecha de consulta: 13 de julio de 2020]. ISBN: 978-1-4562-2396-0

Disponible en:
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologiade-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.

15. JUAREZ, Eulalio y RICO Rodríguez. Mecánica de suelos I: Fundamentos de la mecánica de suelos. México: Limusa, 2005. 644 pp. ISBN: 9681800699

16. LAVIN, Patrick. ASPHAL PAVEMENTS. A practical guide to design, production and maintenance for engineers. London: Taylor & Francis Group, 2003. 416 pp. ISBN: 9780429175251

17. LOPEZ, Teresa y MONTERO, Rodrigo. El daño por humedad en las mezclas asfálticas [en línea]. 2017, Madrid, cuaderno tecnológico de la PTC, n.º5. 20176. Factores que influyen en el daño por humedad.

Disponible en:
https://www.ptcarretera.es/wpcontent/uploads/2018/07/05_2017_upc_def.pdf

18. MÁLAGA, Jorge, VERA, Giovanna y OLIVEROS, Ricardo (2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. Pensamiento y acción, 5, 145-154.

Disponible en:

<https://bit.ly/2fivoXy>

19. Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). Reglamento Nacional de Vehículos, Lima: MTC, 2016. 119 pp.

Disponible en:

<http://www.sutran.gob.pe/reglamento-nacional-de-vehiculos/>

20. Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Ensayo de Materiales, Lima: 2016, 1268 pp.

Disponible

en:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

21. PEÑA, Juan. Desempeño mecánico de la mezcla asfáltica en caliente incorporado cenizas volantes provenientes de la termoelectricidad de Ilo. Tesis (Título Maestría en Ingeniería Vial), Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019. 122pp.

Disponible en:

<http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2490>

22. PLAZA, Sara y RINCÓN, Ginna. Estudio de la susceptibilidad al daño por humedad de una mezcla asfáltica para rodadura utilizando asfalto 80/100 y su relación con el desempeño de campo. Tesis (Magister en Ingeniería Civil), Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2014. 65 pp.

Disponible en:

<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/12696>

23. QUISPE, Gabith. Evaluación comparativa del desempeño de mezclas asfálticas convencional y con cal hidratada expuestos a humedad en climas fríos. Tesis

(Título de Ingeniero Civil), [Perú]: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2021. 114 pp.

Disponible en:

<http://hdl.handle.net/20.500.12773/13393>

24. SABINO, Carlos. El proceso de investigación. Editorial Panamericana: Bogotá, 2007. 216 pp

25. SOLER, Silvio. Coeficientes de confiabilidad de instrumentos escritos en el marco de la teoría clásica de los test. Cuba: Escuela Nacional de Salud Pública, 2007. ISSN: 0864-2141

26. SALINAS, Mireylla y VILLENA, Jorge (2019). “Evaluación del pavimento flexible, Avenida Camino Real, tramo comprendido entre Avenida Pardo y calle Cajamarca, Chimbote – Ancash - 2019- Propuesta de mejora”. Tesis (Título de Ingeniero Civil), [Perú]: Universidad César Vallejo, 200 pp.

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/35904>

27. TAMAYO, Mario. Metodología de la investigación. Arfo Editores LTDA: Santa Fe de Bogotá, 2007. 140 pp. ISBN: 958-9279-11-2

28. VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2ª Ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013, 496 pp. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/335731707/Pasos-Para-Elaborar-Proyectos-de-Investigacion-Cientifica-Santiago-Valderrama-Mendoza>. ISBN: 978-612-302-878-7

29. VALDEZ, PÉREZ Y CALABI. La figuración en pavimentos asfálticos y sus mecanismos de deterioro. Revista Científico Tecnológico - Departamento. Ingeniería de Obras Civiles [en línea]. 2012, [fecha de consulta: 13 de julio de 2020].

Disponible en:

<http://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/1964/1754>

30. VARGAS, [et al] “evaluación de daño por humedad en mezclas asfálticas mediante análisis de componentes”. Congreso Ibero-latinoamericano del Asfalto. Medellín, 2017, 12pp.

Disponible

en:

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1020>

31. VENTURA, José. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria [en línea]. 27 de Junio 2017, Vol. 43, n.º 04 [Fecha de consulta: 08 de febrero del 2021].

Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s0864-34662017000400014&script=sci_arttext&tlng=en ISSN 1561-3127

32. VERA, Moscosa y Rojas, Apaza (2018). Comportamiento físico - mecánico de una mezcla asfáltica convencional y una polimerizada con la adición de un aditivo líquido mejorado con nanotecnología (ZYCOTHERM). La paz: Bolivia.

Disponible en:

<https://docplayer.es/111650739-Derecho-de-autor-y-derechos-conexos.html>

ANEXOS

**MATRIZ DE
OPERACIONALIZACIÓN DE
VARIABLES**

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Daño por humedad	Es la acción del agua en forma líquida o vapor, que llega a producir un deterioro de la capacidad estructural de la mezcla asfáltica. Esto se produce debido a que el agua penetra, reemplazando al ligante como revestimiento del agregado (Valdéz, Calabi, Sánchez, Miró y Reyes, 2015, p. 48).	A fin de establecer el daño por humedad existente en el pavimento a evaluar, se va a recoger la información oportuna de los resultados provenientes mediante instrumento denominado ensayo de resistencia a la tracción indirecta (ensayo de Lottman).	Análisis mecánico	Tracción indirecta de briquetas secas y húmedas	Razón

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Mezcla asfáltica	Aranda (2016), indica que es un conglomerado de agregado pétreo y ligante asfáltico para su elaboración deben de calentarse ambos componentes a altas temperatura (p. 13).	En cuanto a la determinación de la composición de la mezcla asfáltica se va a realizar mediante el ensayo del contenido de asfalto con la finalidad de establecer las características que presenta el pavimento evaluado.	Ensayo de contenido del asfalto	<p>Caracterización de los agregados: agregado fino, grueso y asfalto.</p> <hr/> <p>Ensayos de laboratorio: Peso unitario, vacíos llenos de aire, vacíos en el agregado, flujo y estabilidad.</p>	Razón

EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS



Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "SUSCEPTIBILIDAD DE MEZCLA ALFÁTICA". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	KELLY FERNANDEZ PAREDES		
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor	()
Área de formación académica:	Clínica ()	Social	()
	Educativa ()	Organizacional	()
Áreas de experiencia profesional:	ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS		
Institución donde labora:			
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ()		
	Más de 5 años (X)		
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Título del estudio realizado.		

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	FICHA DE EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
Autora:	Katian Lucero Querevalú Andrade
Procedencia:	CHIMBOTE
Administración:	
Tiempo de aplicación:	10 MINUTOS
Ámbito de aplicación:	PROLONGACIÓN AV. PARDO, NUEVO CHIMBOTE
Significación:	Explicar Cómo está compuesta la escala (dimensiones, áreas, ítems por área, explicación breve de cuál es el objetivo de medición)

4. Soporte teórico

(describir en función al modelo teórico)



Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Razonío	DATOS CUANTITATIVOS	

5. **Presentación de instrucciones para el juez:**

A continuación a usted le presento el cuestionario FICHA DE ENSAYOS elaborado por KATIAN LUCERO SUREVALU ANDRADE en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel



Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: (Colocar el nombre de la dimensión)
- Objetivos de la Dimensión: (describa lo que mide el instrumento).

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
TRACCION DE BRIQUETAS	3	3	4	3	

- Segunda dimensión: (Colocar el nombre de la dimensión)
- Objetivos de la Dimensión: (describa lo que mide el instrumento).

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
CARACTERIZACIÓN AGREGADOS	3	4	3	4	
ENSAYOS DE LABORATORIO	4	3	3	4	

Firma del evaluador
DNI

FICHA TÉCNICA DE ADITIVO ZYCOTHERM



NANOTECNOLOGÍA PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS



Zydex®

REDUCCIÓN DE TEMPERATURAS MEJOR COMPACTACIÓN COBERTURA TOTAL MAYOR ADHERENCIA

Un solo producto que permite reducir las temperaturas de producción y compactación de las mezclas asfálticas, generar una cobertura total y aumentar la adherencia entre el asfalto y los agregados.

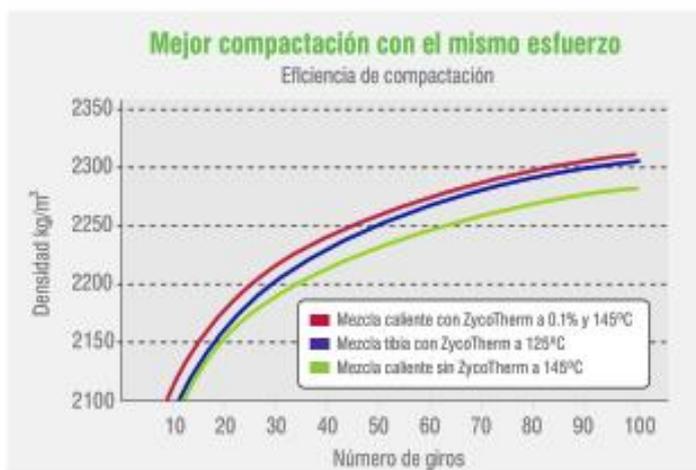
La tecnología del aditivo Zycotherm funciona a base de organosilanos de segunda generación que reaccionan químicamente con los agregados y el asfalto y que generan los siguientes beneficios:

Reducción de temperaturas de compactación y producción.	Afnidad entre el asfalto y los agregados, logrando su cobertura total y pavimentos más negros.
Mayores distancias de acarreo al disminuir la temperatura de compactación, lo que aumenta el radio de acción de la planta.	Aumento de adherencia entre la superficie del agregado y el asfalto, lo que reduce notablemente los problemas de desprendimiento.
Ahorro en combustible en planta y optimización del tiempo de producción.	Mejor distribución de esfuerzos e incremento de la resistencia a la fatiga.
Menor emisión de gases contaminantes y reducción de olores emitidos por la mezcla, brindando mayor confort para operadores y vecinos.	Excelente resistencia al agua y al intemperismo, lo que prolonga la vida útil del pavimento y reduce sus necesidades de mantenimiento.
Las moléculas de la mezcla con Zycotherm repelen a las de acero, lo que permite trabajar con equipos siempre limpios y que requieren menos mantenimiento.	
Zycotherm es compatible con el empleo de polímeros (SBS, SBR, entre otros) y se puede utilizar también con asfalto reciclado.	
Uso más eficiente de los recursos, pavimentos sustentables.	

Reducción de temperaturas y compactación mejorada

La adición de Zycotherm al asfalto permite reducir las temperaturas de producción y compactación de las mezclas y facilitar su colocación.

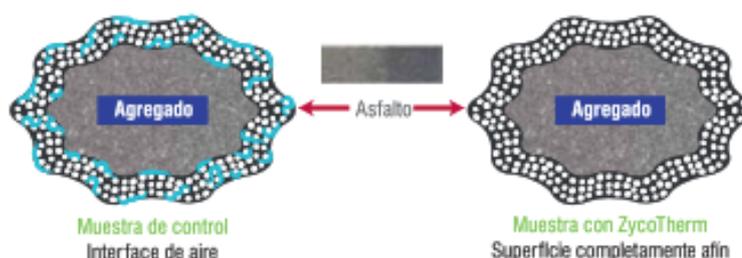
- Las temperaturas de producción de las mezclas asfálticas pueden reducirse en 10 - 30°C, ahorrando cantidades considerables de combustible.
- Las temperaturas de compactación pueden abatirse hasta los 100°C, extendiendo el radio de acción de la planta al posibilitar el aumento de las longitudes de acarreo.



Cobertura total del agregado

El asfalto con Zycotherm logra una cobertura total del agregado debido a una mejor impregnación. También satura los poros y cavidades de la superficie del agregado y en 45-60 segundos de mezclado asegura que no exista interfaces de aire, mitigando el fenómeno de oxidación.

Al generar enlaces químicos, las mezclas producidas con asfaltos mejorados con Zycotherm aumentan la adherencia entre el asfalto y el agregado, reduciendo potencialmente el desprendimiento y mejorando su resistencia a la fatiga



Mayor adherencia

El asfalto común, al mezclarse con agregados hidrófilos (afines al agua), forma enlaces físicos débiles que fallan ante condiciones de humedad, lo que genera grietas y baches en el pavimento.

- Zycotherm modifica químicamente la superficie del agregado y la vuelve completamente afin al asfalto.
- Zycotherm genera un enlace químico fuerte entre el asfalto y el agregado, que aumenta de manera considerable los valores de TSR.
- Si el agregado y la temperatura de compactación son adecuados, Zycotherm permite reducir el contenido de asfalto en la mezcla.
- Zycotherm extiende la vida útil del pavimento al blindarlo contra el intemperismo.



Almacenamiento

ZycoTherm no requiere precauciones especiales y es seguro de manipular. Debe almacenarse entre 5-45°C, alejado de la luz solar y en ambiente seco, lejos del calor, fuentes de ignición, lluvia y agua estancada. El contenedor debe cerrarse completamente tras cada uso. Su caducidad es de 24 meses.

Zydex Inc. 106, Kitty Hawk Drive, Morrisville, NC 27560, USA
Call : 919 342 8551 Fax : 919 544 3487 Email : us.sales@zydexindustries.com

Zydex : "Sustainability through innovation"

TerraSil™

Estabilización de suelos /
Resistencia al agua de Terracerías,
Subbases y Bases

Nanotac

Riegos asfálticos
Mezclas en frío
Morteros asfálticos

ZycoTherm

Mezclas asfálticas
calientes y tibias

CÁLCULOS DE ENSAYOS DE MATERIALES EN EL LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-01
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

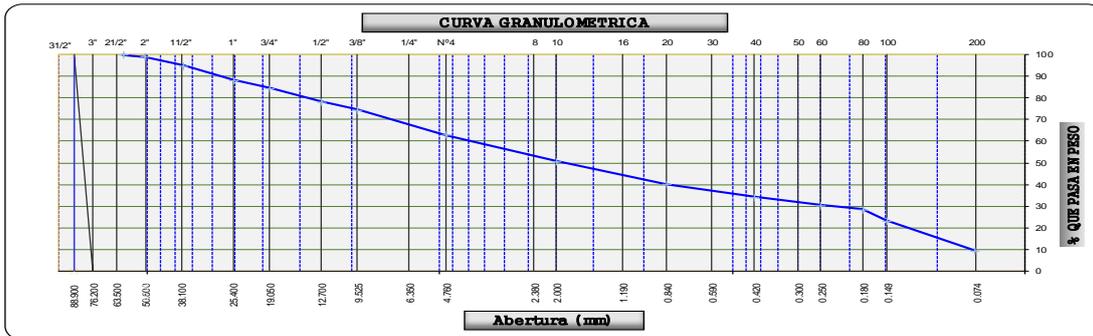
TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO REGISTRO N° : LAB- ABRIL 2023
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO - NUEVO CHIMBOTE JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 29-Abr-23

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : C-1 (0.00 a 0.80mts)
MATERIAL : AGREGADO GRUESO < 2 1/2"
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

Tamices	Abertura en mm.	Retenido (gr)	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	% que pasa	Sub Base Gradacion B	Descripcion
ASTM							
4"	101.600						1. Peso de Material
3 1/2"	88.900						Peso Inicial Total (gr) 30,985.0
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 500.0
2 1/2"	63.500				100.0		2. Características
2"	50.800	345.5	1.1	1.1	98.9		Tamaño Máximo 2 1/2"
1 1/2"	37.500	1,243.2	4.0	5.1	94.9		Tamaño Máximo Nominal 2"
1"	25.400	2,008.0	6.5	11.6	88.4		Grava (%) 37.0
3/4"	19.050	1,165.5	3.8	15.4	84.6		Arena (%) 53.3
1/2"	12.700	1,966.0	6.4	21.7	78.3		Finos (%) 9.6
3/8"	9.525	1,168.0	3.8	25.5	74.5		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						Metodo de Compactación C
N° 4	4.760	3,574.5	11.5	37.0	63.0		3. Clasificación
N° 8	2.360						Humedad Natural (%) 1.4
N° 10	2.000	97.1	12.2	49.3	50.7		Limite Líquido (%) NP
N° 16	1.100						Limite Plástico (%) NP
N° 20	0.840	84.0	10.6	59.8	40.2		Indice de Plasticidad (%) NP
N° 30	0.590						Clasificación SUCS SP-SM
N° 40	0.420	46.4	5.8	65.7	34.3		Clasificación AASHTO A-1-b (0)
N° 50	0.297						Observaciones:
N° 60	0.250	29.9	3.8	69.5	30.6		Arena mal graduada con limo y grava
N° 80	0.180	15.8	2.0	71.4	28.6		
N° 100	0.149	41.6	5.2	76.7	23.3		D85
N° 200	0.075	108.7	13.7	90.4	9.6		D50
Pasante		76.5	9.6	100.0			D15

CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA					
Limite líquido (%)	NP	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	2.324	Abrasión (%)	-
Limite Plástico (%)	NP	Humedad óptima (%)	6.8	Sales solubles Grava	-
Índice plástico (%)	NP	CBR.: al 100%	-	Sales solubles Arena	-
Clasificación:	SUCS. SP-SM	CBR.: al 95%	-	Chatas y Alargadas	-
	AASHTO A-1-b (0)	Expansión (%)	-	Peso Especifico (g./cc)	2.872
		Equivalente de arena (%)	-	% de Absorción (%)	1.0



OBSERVACIONES:

Aprobado por Laboratorio		Aprobado por: Mur Wy		Aprobado por Supervisor	
Firma:	D:	Firma:	D:	Firma:	D:
	M:		M:		M:
Nombre:	A:	Nombre:	A:	Nombre:	A:

Ing. KELLY R. FERNÁNDEZ BARRIOS
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 281381

Adolfo Andrade Alama
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LAB-RG-01
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NORMA MTC-E108, ASTM D 2216)

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA
MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO

REGISTRO Nº : LAB- ABRIL 2023

UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO - NUEVO CHIMBOTE

JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.

FECHA : 29-Abr-23

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : C-1 (0.00 a 0.80r
MATERIAL : AGREGADO GRUESO < 2 1/2"
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

HUMEDAD NATURAL

Nº RECIPIENTE	1	2	3	
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	2000.0	2000.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)	1970.5	1972.5		
PESO DEL AGUA (g)	29.5	27.5		
PESO DEL RECIPIENTE (g)				
% DE HUMEDAD	1.5	1.4		
PROMEDIO (%)	1.4			

Observaciones : _____

Aprobado por Laboratorio	
Firma:	D:
	M:
Nombre:	A:

Aprobado por: Mur Wy	
Firma:	D:
	M:
Nombre:	A:

Aprobado por Supervisor	
Firma:	D:
	M:
Nombre:	A:


Ing. KELLY P. FERNANDEZ PARCEDES
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP: 181384


Adolfo Andrade Alama
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LAB-RG-01
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
NORMA (MTC E - 206, AASHTO T- 85)

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO REGISTRO N° : LAB- ABRIL 2023
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO - NUEVO CHIMBOTE JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 29-Abr-23

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : C-1 (0.00 a 0.80mts)
MATERIAL : AGREGADO GRUESO < 2 1/2"
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

		AGREGADO GRUESO			
N° DE MUESTRA		01	02	03	04
A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA EN AIRE gr.	2000.0	2000.0	2000.0	
B	PESO MAT. SAT. SUP. SECA EN AGUA gr.	1304.0	1303.0	1305.0	
C	VOL. DE MASA + VOL. DE VACÍOS = A-B	696.0	697.0	696.0	
D	PESO MAT. SECO EN ESTUFA gr.	1980.0	1982.0	1980.0	
E	VOL. DE MASA = C - (A - D)	676.0	679.0	675.0	
F	P.e. BULK (BASE SECA) = D/C	2.845	2.844	2.845	
G	P.e. BULK (BASE SATURADA) =A/C	2.874	2.869	2.874	
H	P.e. APARENTE (BASE SECA) =D/E	2.929	2.919	2.933	
I	% ABSORCIÓN = ((A-D/D)*100	1.01	0.91	1.01	

PROMEDIO

P.E. BULK (BASE SECA) : 2.845 g/cm3
P.E. BULK (BASE SATURADA) : 2.872 g/cm3
P.E. APARENTE (BASE SECA) : 2.927 g/cm3
% ABSORCIÓN : 0.98 %

OBSERVACIONES:

Aprobado por Laboratorio		Aprobado por: Mur Wy		Aprobado por Supervisor	
Firma:	D:	Firma:	D:	Firma:	D:
	M:		M:		M:
Nombre:	A:	Nombre:	A:	Nombre:	A:


Ing. KELLY P. FERNÁNDEZ PARCOS
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP: 181381


Adolfo Andrade Alama
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-01
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO INFORME N° : Lab. Abr-23
 UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO NUEVO CHIMBOTE JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 29-Abr-23

DATOS DE LA MUESTRA

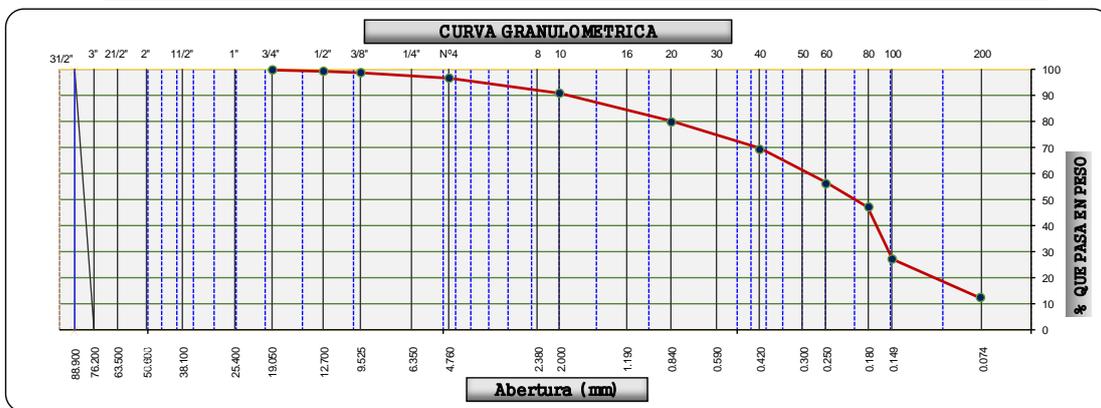
MUESTRA : C-1 (0.60 a 1.50mts)

MATERIAL : ARENA FINA

Tamices	Abertura	Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	% que pasa	Material sin Especificación	Descripción
ASTM	en mm.	(gr)					
4"	101.600						1. Peso de Material
3 1/2"	88.900						Peso Inicial Total (gr) 4,463.0
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 500.0
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Máximo 3/4"
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal 1/2"
1"	25.400						Grava (%) 3.2
3/4"	19.050				100.0		Arena (%) 84.3
1/2"	12.700	27.4	0.61	0.6	99.4		Finos (%) 12.6
3/8"	9.525	18.3	0.41	1.0	99.0		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						Método de Compactación
N° 4	4.760	95.9	2.15	3.2	96.8		3. Clasificación
N° 8	2.360						Humedad Natural (%) 0.5
N° 10	2.000	29.3	5.7	8.8	91.2		Límite Líquido (%) NP
N° 16	1.100						Límite Plástico (%) NP
N° 20	0.840	56.2	10.9	19.7	80.3		Índice de Plasticidad (%) NP
N° 30	0.590						Clasificación SUCS SM
N° 40	0.420	55.0	10.7	30.4			Clasificación AASHTO A-2-4 (0)
N° 50	0.297						Observaciones:
N° 60	0.250	67.3	13.0	43.4	56.6		Arenas limosas mezcla de arena-limo
N° 80	0.180	48.2	9.3	52.7	47.3		
N° 100	0.149	103.2	20.0	72.7	27.3		D85
N° 200	0.075	75.9	14.7	87.4	12.6		D50
Pasante		64.9	12.6	100.0			D15

CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA

Límite líquido (%)	NP	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	Abrasión (%)
Límite Plástico (%)	NP	Humedad óptima (%)	Durabilidad Grava
Índice plástico (%)	NP	CBR: al 100%	Durabilidad Arena
Clasificación:	SUCS. SM	CBR: al 95%	Chatas y Alargadas
	AASHTO A-2-4 (0)	Expansión (%)	Peso Específico (g./cc.)
		Equivalente de arena (%)	% de Absorción (%)



OBSERVACIONES: Muestras entregadas por el solicitante en laboratorio de Nuevo Chimbote.



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

EA-RG-04
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA MTC E-114, AASHTO T-176)

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL MI INFORME Nº : Lab. Abr-23
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO NUEVO CHIMBOTE JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : Lab. Abr-23

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : C-1 (0.60 a 1.50m)
MATERIAL : ARENA FINA

		IDENTIFICACION			Promedio
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa malla Nº 4)	mm	4.75	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación		17:25	17:27	17:29	
Hora de salida de saturación (mas 10")		17:35	17:37	17:39	
Hora de entrada a decantación		17:37	17:39	17:41	
Hora de salida de decantación (mas 20")		17:57	17:59	18:01	
Altura máxima de material fino	Pulg.	5.30	5.20	5.10	
Altura máxima de la arena	Pulg.	3.50	3.60	3.50	
Equivalente de Arena	%	66.0	69.2	68.6	68.0

Observaciones: _____



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-01
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

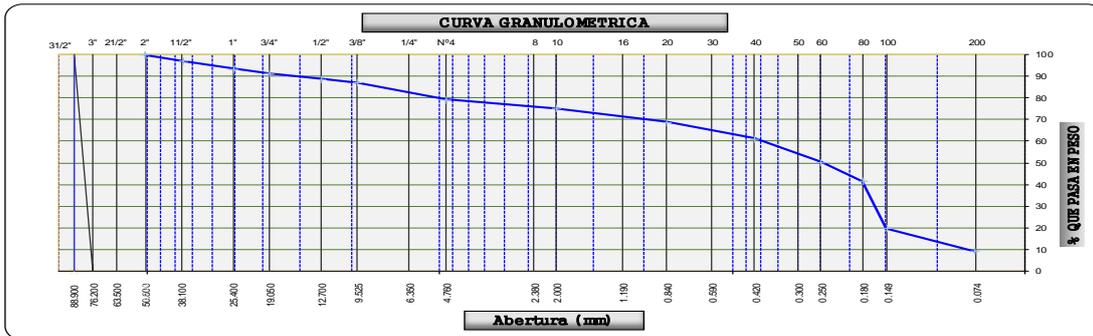
TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO REGISTRO N° : LAB- ABRIL 2023
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO - NUEVO CHIMBOTE JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 29-Abr-23

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : C-2 (0.20 a 0.60 mts)
MATERIAL : AGREGADO GRUESO < 2"
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

Tamices	Abertura en mm.	Retenido (gr)	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	% que pasa	Sub Base Gradacion B	Descripcion
ASTM							
4"	101.600						1. Peso de Material
3 1/2"	88.900						Peso Inicial Total (gr) 6,327.0
3"	76.200						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 500.0
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800				100.0		Tamaño Maximo 2"
1 1/2"	37.500	186.00	2.9	2.9	97.1		Tamaño Maximo Nominal 1 1/2"
1"	25.400	219.00	3.5	6.4	93.6		Grava (%) 20.7
3/4"	19.050	137.00	2.2	8.6	91.4		Arena (%) 69.9
1/2"	12.700	166.00	2.6	11.2	88.8		Finos (%) 9.4
3/8"	9.525	111.00	1.8	12.9	87.1		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						Metodo de Compactación B
N° 4	4.760	491.00	7.8	20.7	79.3		3. Clasificación
N° 8	2.360						Humedad Natural (%) 9.0
N° 10	2.000	24.93	4.0	24.7	75.4		Limite Liquido (%) NP
N° 16	1.100						Limite Plastico (%) NP
N° 20	0.840	40.84	6.5	31.1	68.9		Indice de Plasticidad (%) NP
N° 30	0.590						Clasificación SUCS SP-SM
N° 40	0.420	47.55	7.5	38.7	61.3		Clasificación AASHTO A-3 (0)
N° 50	0.297						Observaciones:
N° 60	0.250	69.15	11.0	49.6	50.4		Arena mal graduada con limo y grava
N° 80	0.180	55.85	8.9	58.5	41.5		D85
N° 100	0.149	137.31	21.8	80.3	19.7		D50
N° 200	0.075	65.03	10.3	90.6	9.4		D15
Pasante		59.34	9.4	100.0			

CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA			
Limite líquido (%)	NP	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	2.324
Limite Plástico (%)	NP	Humedad óptima (%)	6.8
Índice plástico (%)	NP	CBR.: al 100%	-
Clasificación:	SUCS. SP-SM	CBR.: al 95%	-
	AASHTO A-3 (0)	Expansión (%)	-
		Equivalente de arena (%)	-
		Abrasión (%)	-
		Sales solubles Grava	-
		Sales solubles Arena	-
		Chatas y Alargadas	-
		Peso Especifico (g./cc)	2.875
		% de Absorción (%)	1.0



OBSERVACIONES:

Aprobado por Laboratorio		Aprobado por: Mur Wy		Aprobado por Supervisor	
Firma:	D:	Firma:	D:	Firma:	D:
	M:		M:		M:
Nombre:	A:	Nombre:	A:	Nombre:	A:

[Firma]
Ing. KELLY R. FERNANDEZ BARCELON
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP: 281381

[Firma]
Adolfo Andrade Alama
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LAB-RG-01
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NORMA MTC-E108, ASTM D 2216)

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO REGISTRO Nº : LAB- ABRIL 2023
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO - NUEVO CHIMBOTE JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 29-Abr-23

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : C-2 (0.20 a 0.60 mts)
MATERIAL : AGREGADO GRUESO < 2"
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

HUMEDAD NATURAL

Nº RECIPIENTE	1	2	3	
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	6898.0	6895.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)	6327.0	6325.0		
PESO DEL AGUA (g)	571.0	570.0		
PESO DEL RECIPIENTE (g)				
% DE HUMEDAD	9.02	9.01		
PROMEDIO (%)				9.02

Observaciones : _____

Aprobado por Laboratorio

Firma:	D:
	M:
Nombre:	A:

Aprobado por: Mur Wy

Firma:	D:
	M:
Nombre:	A:

Aprobado por Supervisor

Firma:	D:
	M:
Nombre:	A:


Ing. KELLY P. FERNÁNDEZ PARADES
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP: 181364


Adolfo Andrade Alama
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LAB-RG-01
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
NORMA (MTC E - 206, AASHTO T- 85)

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO REGISTRO N° : LAB- ABRIL 2023
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO - NUEVO CHIMBOTE JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 29-Abr-23

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : C-2 (0.20 a 0.60 mts)
MATERIAL : AGREGADO GRUESO < 2"
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

		AGREGADO GRUESO			
N° DE MUESTRA		01	02	03	04
A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA EN AIRE gr.	2001.0	2000.0	2001.0	
B	PESO MAT. SAT. SUP. SECA EN AGUA gr.	1305.0	1304.0	1302.0	
C	VOL. DE MASA + VOL. DE VACÍOS = A-B	696.0	696.0	696.0	
D	PESO MAT. SECO EN ESTUFA gr.	1981.0	1982.0	1981.0	
E	VOL. DE MASA = C - (A - D)	676.0	678.0	679.0	
F	P.e. BULK (BASE SECA) = D/C	2.846	2.848	2.846	
G	P.e. BULK (BASE SATURADA) =A/C	2.875	2.874	2.875	
H	P.e. APARENTE (BASE SECA) =D/E	2.930	2.923	2.918	
I	% ABSORCIÓN = ((A-D/D)*100	1.01	0.91	1.01	

PROMEDIO

P.E. BULK (BASE SECA) : 2.847 g/cm3
P.E. BULK (BASE SATURADA) : 2.875 g/cm3
P.E. APARENTE (BASE SECA) : 2.924 g/cm3
% ABSORCIÓN : 0.98 %

OBSERVACIONES:

Aprobado por Laboratorio		Aprobado por: Mur Wy		Aprobado por Supervisor	
Firma:	D:	Firma:	D:	Firma:	D:
	M:		M:		M:
Nombre:	A:	Nombre:	A:	Nombre:	A:

Ing. KELLY R. FERNANDEZ PARCEDIS
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP: 197364

Adolfo Andrade Illama
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-01
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO REGISTRO Nº : LAB- ABRIL 2023

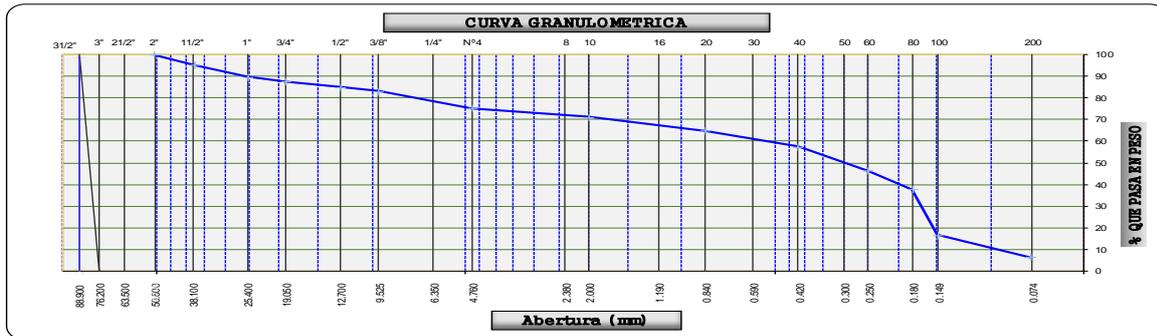
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO - NUEVO CHIMBOTE JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 29-Abr-23

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : C-3 (0.30 a 1.00mts)
MATERIAL : AGREGADO GRUESO < 2"
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

Tamices	Abertura	Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	% que pasa	Sub Base Gradacion B	Descripcion
ASTM	en mm.	(gr)					
4"	101.600						1. Peso de Material Peso Inicial Total (gr) <u>5,093.0</u> Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) <u>500.0</u> 2. Características Tamaño Maximo <u>2"</u> Tamaño Maximo Nominal <u>1 1/2"</u> Grava (%) <u>24.6</u> Arena (%) <u>69.0</u> Finos (%) <u>6.4</u> Modulo de Fineza (%) <u></u> Metodo de Compactación <u>B</u> 3. Clasificación Humedad Natural (%) <u>10.1</u> Limite Liquido (%) <u>NP</u> Limite Plastico (%) <u></u> Indice de Plasticidad (%) <u>NP</u> Clasificación SUCS <u>SP-SM</u> Clasificación AASHTO <u>A-3 (0)</u> Observaciones: Arena mal graduada con limo y grava
3 1/2"	88.900						
3"	76.200						
2 1/2"	60.300						
2"	50.800				100.0		
1 1/2"	37.500	250.0	4.9	4.9	95.1		
1"	25.400	276.0	5.4	10.3	89.7		
3/4"	19.050	110.0	2.2	12.5	87.5		
1/2"	12.700	133.0	2.6	15.1	84.9		
3/8"	9.525	89.0	1.8	16.9	83.2		
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	395.0	7.8	24.6	75.4		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	27.0	4.1	28.7	71.3		
Nº 16	1.100						
Nº 20	0.840	42.3	6.4	35.1	65.0		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.420	49.8	7.5	42.6	57.4		
Nº 50	0.297						
Nº 60	0.250	73.2	11.0	53.6	46.4		
Nº 80	0.180	57.3	8.6	62.2	37.8		
Nº 100	0.149	139.9	21.1	83.3	16.7		
Nº 200	0.075	66.0	10.3	93.6	6.4		
Pasante		42.6	6.4	100.0			

CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA					
Límite líquido (%)	NP	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	2.324	Abrasión (%)	-
Límite Plástico (%)	NP	Humedad óptima (%)	6.8	Sales solubles Grava	-
Índice plástico (%)	NP	CBR.: al 100%	-	Sales solubles Arena	-
Clasificación:	SUCS. SP-SM	CBR.: al 95%	-	Chatas y Alargadas	-
	AASHTO A-3 (0)	Expansión (%)	-	Peso Especifico (g./cc)	2.867
		Equivalente de arena (%)	-	% de Absorción (%)	0.7



OBSERVACIONES:

Aprobado por Laboratorio		Aprobado por: Mur Wy		Aprobado por Supervisor	
Firma:	D:	Firma:	D:	Firma:	D:
	M:		M:		M:
Nombre:	A:	Nombre:	A:	Nombre:	A:

Ing. KELLY P. FERNÁNDEZ PARODI
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIM. S.T.C.
 C.I.R.: 387381

A. Andrade A.
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-01
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NORMA MTC-E108, ASTM D 2216)

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO **REGISTRO Nº** : LAB- ABRIL 2023
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO - NUEVO CHIMBOTE **JEFE DE LABORATORIO** : A. ANDRADE A.
FECHA : 29-Abr-23

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : C-3 (0.30 a 1.00r
MATERIAL : AGREGADO GRUESO < 2"
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

HUMEDAD NATURAL

Nº RECIPIENTE	1	2	3	
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	5580.0	5500.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)	5073.0	4990.0		
PESO DEL AGUA (g)	507.0	510.0		
PESO DEL RECIPIENTE (g)				
% DE HUMEDAD	10.0	10.2		
PROMEDIO (%)	10.1			

Observaciones : _____

Aprobado por Laboratorio		Aprobado por: Mur Wy		Aprobado por Supervisor	
Firma:	D:	Firma:	D:	Firma:	D:
	M:		M:		M:
Nombre:	A:	Nombre:	A:	Nombre:	A:


Ing. KELLY P. FERNANDEZ PARCEDES
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP: 181384


Adolfo Andrade Alama
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LAB-RG-01
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
NORMA (MTC E - 206, AASHTO T - 85)

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO REGISTRO N° : LAB- ABRIL 2023
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO - NUEVO CHIMBOTE JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 29-Abr-23

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : C-3 (0.30 a 1.00mts)
MATERIAL : AGREGADO GRUESO < 2"
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

AGREGADO GRUESO					
N° DE MUESTRA		01	02	03	04
A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA EN AIRE gr.	2000.0	2000.0	2000.0	
B	PESO MAT. SAT. SUP. SECA EN AGUA gr.	1302.0	1301.0	1304.0	
C	VOL. DE MASA + VOL. DE VACÍOS = A-B	698.0	699.0	696.0	
D	PESO MAT. SECO EN ESTUFA gr.	1985.0	1988.0	1986.0	
E	VOL. DE MASA = C - (A - D)	683.0	687.0	682.0	
F	P.e. BULK (BASE SECA) = D/C	2.844	2.844	2.853	
G	P.e. BULK (BASE SATURADA) =A/C	2.865	2.861	2.874	
H	P.e. APARENTE (BASE SECA) =D/E	2.906	2.894	2.912	
I	% ABSORCIÓN = ((A-D)/D)*100	0.76	0.60	0.70	

PROMEDIO

P.E. BULK (BASE SECA) : 2.847 g/cm3
P.E. BULK (BASE SATURADA) : 2.867 g/cm3
P.E. APARENTE (BASE SECA) : 2.904 g/cm3
% ABSORCIÓN : 0.69 %

OBSERVACIONES:

Aprobado por Laboratorio		Aprobado por: Mur Wy		Aprobado por Supervisor	
Firma:	D:	Firma:	D:	Firma:	D:
	M:		M:		M:
Nombre:	A:	Nombre:	A:	Nombre:	A:

Ing. KELLY P. FERNÁNDEZ PARADIES
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP: 181361

Adolfo Andrade Alama
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-46
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

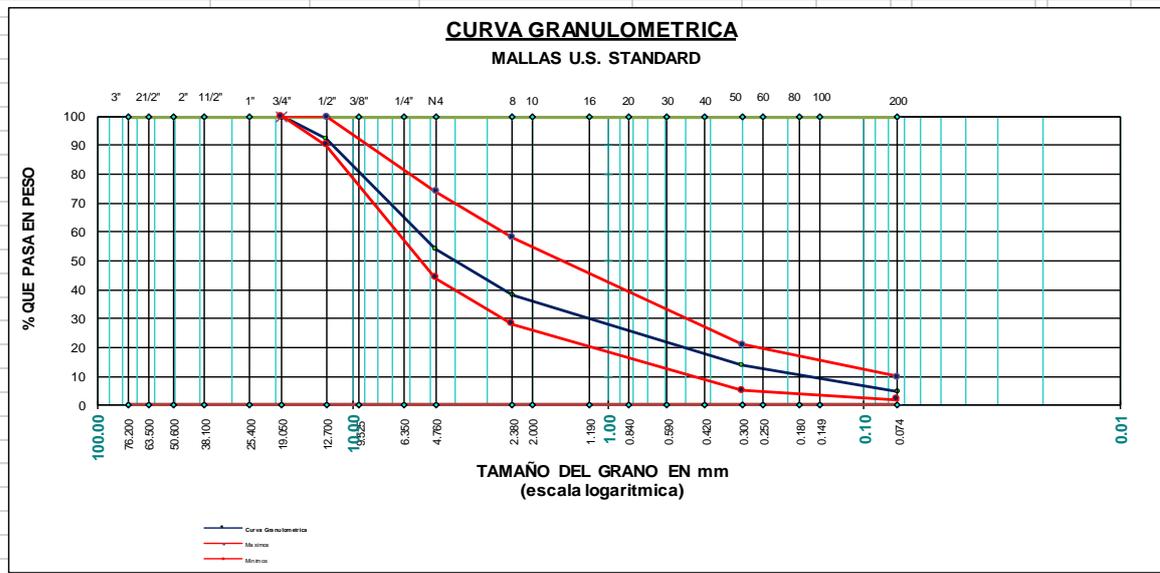
**ANALISIS GRANULOMETRICO INTEGRAL POR TAMIZADO
MTC E - 107 - 2000**

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO
REGISTRO N° : Lab. Jun-23
JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO
FECHA : 25-Jun-23

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-1
CANTERA : SAN MARTIN DE PORRES
MATERIAL : AGREGADOS PARA ASFALTO
UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION ASTM D3515 - 5	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P. Mat. Humedo : 10528 g
2 1/2"	63.500						P. Mat. Seco : 10395 g
2"	50.600						% de Humedad : 1.28 %
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						P. Fracc. Seca : 500.0
3/4"	19.050				100.0	100 100	
1/2"	12.700	790.0	7.6	7.6	92.4	90 100	PROPORCIONES
3/8"	9.525	860.0	8.3	15.9	84.1		% Grava 3/4" : 46.0
1/4"	6.350						% Ar. chanc. : 25.0
No4	4.760	3118.0	30.0	45.9	54.1	44 74	% Ar. Natural. : 27.0
No8	2.380	145.8	15.8	61.7	38.3	28 58	Cal : 2.0
No10	2.000						
No16	1.190	100.3	10.9	72.5	27.5		
No20	0.840						
No30	0.590	81.2	8.8	81.3	18.7		OBSERVACIONES:
No40	0.420						
No50	0.300	46.0	5.0	86.3	13.7	5 21	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	55.4	6.0	92.3	7.7		
No200	0.074	29.5	3.2	95.5	4.5	2 10	
< No200		41.8	4.5	100.0			





**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-38
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO
LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO

JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.

FECHA : 29-Jun-23

UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PROPORCIONES - AGREGADOS

Piedra chancada < 3/4"	46.00 %
Arena chancada N° 01 < 1/4"	25.00 %
Arena chancada : AV. PROLONGACION PARDO	27.00 %
Filler	2.00 %
TOTAL	100.0 %
Cemento Asfáltico PEN 60/70	

N°	Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	4.50	4.50	4.50	4.50	
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla < 3/4"	%	43.93	43.93	43.93	43.93	
3	% de Arena Chancada en Peso de la Mezcla < 1/4"	%	23.88	23.88	23.88	23.88	
4	% de Arena Natural en Peso de la Mezcla < 1/4"	%	25.79	25.79	25.79	25.79	
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.91	1.91	1.91	1.91	
6	Peso Especifico Efectivo - Piedra Chancada < 3/4"	gr/cc.	2.887	2.887	2.887	2.887	
7	Peso Especifico Efectivo - Arena Chancada 01 < 1/4"	gr/cc.	2.897	2.897	2.897	2.897	
8	Peso Especifico Efectivo - Arena Chancada 02 < 1/4"	gr/cc.	2.859	2.859	2.859	2.859	
9	Peso Especifico Aparente - filler	gr/cc.	2.253	2.253	2.253	2.253	
10	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	1.023	
11	Altura Promedio de la Probeta	cm.					
12	Peso de la Probeta en el Aire	gr.	1213.0	1213.2	1202.1	1209.2	
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1218.4	1222.3	1205.9	1213.0	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	725.1	730.0	717.5	722.0	
15	Volumen de la Probeta	c.c.	493.3	492.3	488.4	491.0	
16	Peso Especifico de la Probeta	gr/cc.	2.459	2.464	2.461	2.463	2.462
17	Peso Especifico Máximo (RICE) ASTM D-2041	gr/cc.	2.655	2.655	2.655	2.655	
18	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.651	2.651	2.651	2.651	
19	% de Vacíos	%	7.4	7.2	7.3	7.2	7.3
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.866	2.866	2.866	2.866	
21	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.871	2.871	2.871	2.871	
22	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.06	0.06	0.06	0.06	
23	% de Vol del Agregado / Vol. Bruto de la Probeta	%	81.95	82.13	82.03	82.07	
24	% de Vol. de C.A. Efectivo / Vol. De Probeta	%	10.82	10.84	10.83	10.83	
25	% Vacíos del Agregado Mineral	%	18.1	17.9	18.0	17.9	18.0
26	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%	4.44	4.44	4.44	4.44	
27	Relación Betún Vacíos	%	59.1	59.3	59.5	59.4	59.4
28	Estabilidad sin Corregir	kg	877	987	868	920	
29	Factor de Estabilidad		1.09	1.09	1.09	1.09	
30	Estabilidad Corregida	kg	956	1076	946	1003	995
31	Fluencia	mm.	2.90	3.00	3.20	3.00	3.0
32	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3296	3586	2957	3343	3295
	NUMERO DE GOLPES POR CARA		75	75	75	75	

OBSERVACIONES : CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZY COTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-39
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

**PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS
ENSAYO RICE
MTC E - 508 - 2000**

TESIS	: SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO	JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
UBICACIÓN	:AV. PROLONGACION PARDO	FECHA : 29-Jun-23

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PROPORCIONES					
Piedra chancada < 3/4"	43.93 %				
Arena chancada N° 01 < 1/4"	23.88 %				
Arena chancada N° 1:AV. PROLONGACION PARDO	25.79 %				
Filler	1.91 %				
Cemento Asfáltico PEN 60/70	4.50 %				
TOTAL	100.0 %				
ENSAYO		N°	1		
PESO DE LA MUESTRA AL AIRE		GR	1500.0		
PESO DEL FRASCO		GR			
PESO DEL FRASCO + AGUA (Calibrado)		GR	11232		
PESO DEL FRASCO + AGUA + MUESTRA		GR	12732		
PESO MUESTRA + FRASCO		GR	12167		
VOLUMEN DE LA MUESTRA		GR	565.0		
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA		GR/CM3	2.655		
OBSERVACIONES:	CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZY COTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70				



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-38
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO

JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.

FECHA : 29-Jun-23

UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PROPORCIONES - AGREGADOS	
Piedra chancada < 3/4"	46.00 %
Arena chancada N° 01 < 1/4"	25.00 %
Arena: AV. PROLONGACION PA	27.00 %
Filler	2.00 %
TOTAL	100.0 %
Cemento Asfáltico PEN 60/70	

N°	Número de Probetas	N°	1	2	3	Promedio
1	%C.A. en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00	5.00
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla < 3/4"	%	43.70	43.70	43.70	43.70
3	% de Arena Chancada en Peso de la Mezcla < 1/4"	%	23.75	23.75	23.75	23.75
4	% de Arena Natural en Peso de la Mezcla < 1/4"	%	25.65	25.65	25.65	25.65
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.90	1.90	1.90	1.90
6	Peso Especifico Efectivo - Piedra Chancada < 3/4	gr/cc.	2.887	2.887	2.887	2.887
7	Peso Especifico Efectivo - Arena Chancada 01 < 1/4"	gr/cc.	2.897	2.897	2.897	2.897
8	Peso Especifico Efectivo - Arena Chancada 02 < 1/4"	gr/cc.	2.859	2.859	2.859	2.859
9	Peso Especifico Aparente - filler	gr/cc.	2.253	2.253	2.253	2.253
10	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.023	1.0230	1.0230	1.0230
11	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
12	Peso de la Probeta en el Aire	gr.	1205.5	1202.5	1214.7	1211.2
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1208.6	1205.9	1218.6	1214.1
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	722.0	722.2	728.0	726.3
15	Volumen de la Probeta	c.c.	486.6	483.7	490.6	487.8
16	Peso Especifico de la Probeta	gr/cc.	2.477	2.486	2.476	2.483
17	Peso Especifico Máximo (RICE) ASTM D-2041	gr/cc.	2.630	2.630	2.630	2.630
18	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.629	2.629	2.629	2.629
19	% de Vacíos	%	5.8	5.5	5.8	5.6
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.866	2.866	2.866	2.866
21	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.867	2.867	2.867	2.867
22	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.01	0.01	0.01	0.01
23	% de Vol del Agregado / Vol. Bruto de la Probeta	%	82.13	82.42	82.08	82.32
24	% de Vol. de C.A. Efectivo / Vol. De Probeta	%	12.11	12.15	12.10	12.14
25	% Vacíos del Agregado Mineral	%	17.9	17.6	17.9	17.7
26	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%	4.99	4.99	4.99	4.99
27	Relación Betún Vacíos	%	67.6	67.7	68.3	67.9
28	Estabilidad sin Corregir	kg	1007	1142	1034	1071
29	Factor de Estabilidad		1.09	1.09	1.09	1.09
30	Estabilidad Corregida	kg	1098	1245	1127	1167
31	Fluencia	mm.	3.20	3.00	3.10	3.20
32	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3430	4149	3636	3648
	NUMERO DE GOLPES POR CARA		75	75	75	75

OBSERVACIONES : CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZYCOTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-39
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

**PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS
ENSAYO RICE
MTC E - 508 - 2000**

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A. FECHA : 29-Jun-23

UBICACIÓN :AV. PROLONGACION PARDO

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PROPORCIONES EN MEZCLA

Piedra chancada < 3/4"	43.70 %
Arena chancada N° 01 < 1/4"	23.75 %
Arena chancada N :AV. PROLONGACION	25.65 %
Filler	1.90 %
Cemento Asfáltico PEN 60/70	5.00 %
TOTAL	100.0 %

ENSAYO		N °	1
PESO DE LA MUESTRA AL AIRE		GR	1520.0
PESO DEL FRASCO		GR	
PESO DEL FRASCO + AGUA (Calibrado)		GR	11232
PESO DEL FRASCO + AGUA + MUESTRA		GR	12752
PESO MUESTRA + FRASCO		GR	12174
VOLUMEN DE LA MUESTRA		GR	578.0
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA		GR/CM3	2.630

OBSERVACIONES: CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZYCOTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LAB-RG-38
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO

JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.

FECHA : 29-Jun-23

UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PROPORCIONES - AGREGADOS

Piedra chancada < 3/4"	46.00 %
Arena chancada N° 01 < 1/4"	25.00 %
Arena chan :AV. PROLONGACION	27.00 %
Filler	2.00 %
TOTAL	100.0 %
Cemento Asfáltico PEN 60/70	

N°	Número de Probetas	N°	1	2	3	Promedio	
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50	5.50	
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla < 3/4"	%	43.47	43.47	43.47	43.47	
3	% de Arena Chancada en Peso de la Mezcla < 1/4"	%	23.63	23.63	23.63	23.63	
4	% de Arena Natural en Peso de la Mezcla < 1/4"	%	25.52	25.52	25.52	25.52	
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.89	1.89	1.89	1.89	
6	Peso Especifico Efectivo - Piedra Chancada < 3/4	gr/cc.	2.887	2.887	2.887	2.887	
7	Peso Especifico Efectivo - Arena Chancada 01 < 1/4"	gr/cc.	2.897	2.897	2.897	2.897	
8	Peso Especifico Efectivo - Arena Chancada 02 < 1/4"	gr/cc.	2.859	2.859	2.859	2.859	
9	Peso Especifico Aparente - filler	gr/cc.	2.253	2.253	2.253	2.253	
10	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	1.023	
11	Altura Promedio de la Probeta	cm.					
12	Peso de la Probeta en el Aire	gr.	1220.2	1212.4	1209.7	1218.6	
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1222.1	1214.7	1211.5	1220.8	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	734.4	730.0	727.2	732.0	
15	Volumen de la Probeta	c.c.	487.7	484.7	484.3	488.8	
16	Peso Especifico de la Probeta	gr/cc.	2.502	2.501	2.498	2.493	2.499
17	Peso Especifico Máximo (RICE) ASTM D-2041	gr/cc.	2.609	2.609	2.609	2.609	
18	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.607	2.607	2.607	2.607	
19	% de Vacíos	%	4.1	4.1	4.2	4.4	4.2
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.866	2.866	2.866	2.866	
21	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.867	2.867	2.867	2.867	
22	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.02	0.02	0.02	0.02	
23	% de Vol del Agregado / Vol. Bruto de la Probeta	%	82.51	82.49	82.37	82.22	
24	% de Vol. de C.A. Efectivo / Vol. De Probeta	%	13.45	13.45	13.43	13.40	
25	% Vacíos del Agregado Mineral	%	17.5	17.5	17.6	17.8	17.6
26	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%	5.48	5.48	5.48	5.48	
27	Relación Betún Vacíos	%	76.6	75.9	76.0	76.3	76.2
28	Estabilidad sin Corregir	kg	1118	1093	1122	1180	
29	Factor de Estabilidad		1.09	1.09	1.09	1.09	
30	Estabilidad Corregida	kg	1219	1191	1223	1286	1230
31	Fluencia	mm.	3.30	3.10	3.20	3.30	3.2
32	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3693	3843	3822	3898	3814
NUMERO DE GOLPES POR CARA			75	75	75	75	

OBSERVACIONES : CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZYCOTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-38
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO

JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.

FECHA : 29-Jun-23

UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PROPORCIONES - AGREGADOS

Piedra chancada < 3/4"	46.00 %
Arena chancada N° 01 < 1/4"	25.00 %
Arena chancac :AV. PROLONGACION P	27.00 %
Filler	2.00 %
TOTAL	100.0 %
Cemento Asfáltico PEN 60/70	

N°	Número de Probetas	N°	1	2	3	Promedio	
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00	6.00	
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla < 3/4"	%	43.24	43.24	43.24	43.24	
3	% de Arena Chancada en Peso de la Mezcla < 1/4"	%	23.50	23.50	23.50	23.50	
4	% de Arena Natural en Peso de la Mezcla < 1/4"	%	25.38	25.38	25.38	25.38	
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.88	1.88	1.88	1.88	
6	Peso Especifico Efectivo - Piedra Chancada < 3/4	gr/cc.	2.887	2.887	2.887	2.887	
7	Peso Especifico Efectivo - Arena Chancada 01 < 1/4"	gr/cc.	2.897	2.897	2.897	2.897	
8	Peso Especifico Efectivo - Arena Chancada 02 < 1/4"	gr/cc.	2.859	2.859	2.859	2.859	
9	Peso Especifico Aparente - filler	gr/cc.	2.253	2.253	2.253	2.253	
10	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	1.023	
11	Altura Promedio de la Probeta	cm.					
12	Peso de la Probeta en el Aire	gr.	1220.2	1218.4	1211.6	1214.2	
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1221.0	1220.5	1213.4	1216.0	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	733.9	733.0	728.7	732.9	
15	Volumen de la Probeta	c.c.	487.1	487.5	484.7	483.1	
16	Peso Especifico de la Probeta	gr/cc.	2.505	2.499	2.500	2.513	2.504
17	Peso Especifico Máximo (RICE) ASTM D-2041	gr/cc.	2.590	2.590	2.590	2.590	
18	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.586	2.586	2.586	2.586	
19	% de Vacíos	%	3.1	3.4	3.3	2.8	3.2
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.866	2.866	2.866	2.866	
21	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.871	2.871	2.871	2.871	
22	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.07	0.07	0.07	0.07	
23	% de Vol del Agregado / Vol. Bruto de la Probeta	%	82.17	81.99	82.00	82.45	
24	% de Vol. de C.A. Efectivo / Vol. De Probeta	%	14.69	14.66	14.66	14.74	
25	% Vacíos del Agregado Mineral	%	17.8	18.0	18.0	17.6	17.8
26	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%	5.94	5.94	5.94	5.94	
27	Relación Betún Vacíos	%	82.4	82.5	82.4	82.0	82.3
28	Estabilidad sin Corregir	kg	1132	1150	1125	1109	
29	Factor de Estabilidad		1.09	1.09	1.09	1.09	
30	Estabilidad Corregida	kg	1234	1254	1226	1209	1231
31	Fluencia	mm.	3.50	3.40	3.30	3.50	3.4
32	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3525	3687	3716	3454	3595
NUMERO DE GOLPES POR CARA			75	75	75	75	

OBSERVACIONES : CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZYCOTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-39
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

**PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS
ENSAYO RICE
MTC E - 508 - 2000**

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 29-Jun-23

UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PROPORCIONES EN MEZCLA

Piedra chancada < 3/4"	43.24 %
Arena chancada N° 01 < 1/4"	23.50 %
Arena chancada N : AV. PROLONGACION PARDO	25.38 %
Filler	1.88 %
Cemento Asfáltico PEN 60/70	6.00 %
TOTAL	100.0 %

ENSAYO		N°	1			
PESO DE LA MUESTRA AL AIRE		GR	1580.0			
PESO DEL FRASCO		GR				
PESO DEL FRASCO + AGUA (Calibrado)		GR	11232			
PESO DEL FRASCO + AGUA + MUESTRA		GR	12812			
PESO MUESTRA + FRASCO		GR	12202			
VOLUMEN DE LA MUESTRA		GR	610.0			
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA		GR/CM3	2.590			

OBSERVACIONES: CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZYCOTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-38
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO

JEFE DEL LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 29-Jun-23

UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PROPORCIONES - AGREGADOS	
Piedra chancada < 3/4"	46.00 %
Arena chancada N° 01 < 1/4"	25.00 %
Arena char : AV. PROLONGACION PARDO	27.00 %
Filler	2.00 %
TOTAL	100.0 %
Cemento Asfáltico PEN 60/70	

N°	Número de Probetas	N°	1	2	3	Promedio
1	C.A. en peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50	6.50
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla < 3/4"	%	43.01	43.01	43.01	43.01
3	% de Arena Chancada en Peso de la Mezcla < 1/4"	%	23.38	23.38	23.38	23.38
4	% de Arena Natural en Peso de la Mezcla < 1/4"	%	25.25	25.25	25.25	25.25
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.87	1.87	1.87	1.87
6	Peso Especifico Efectivo - Piedra Chancada < 3/4"	gr/cc.	2.887	2.887	2.887	2.887
7	Peso Especifico Efectivo - Arena Chancada 01 < 1/4"	gr/cc.	2.897	2.897	2.897	2.897
8	Peso Especifico Efectivo - Arena Chancada 02 < 1/4"	gr/cc.	2.859	2.859	2.859	2.859
9	Peso Especifico Aparente - filler	gr/cc.	2.253	2.253	2.253	2.253
10	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	1.023
11	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
12	Peso de la Probeta en el Aire	gr.	1230.4	1211.1	1218.3	1220.1
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1231.4	1212.2	1219.2	1221.0
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	741.0	729.2	734.0	735.0
15	Volumen de la Probeta	c.c.	490.4	483.0	485.2	486.0
16	Peso Especifico de la Probeta	gr/cc.	2.509	2.507	2.511	2.510
17	Peso Especifico Máximo (RICE) ASTM D-2041	gr/cc.	2.565	2.565	2.565	2.565
18	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.565	2.565	2.565	2.565
19	% de Vacios	%	2.2	2.2	2.1	2.1
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.866	2.866	2.866	2.866
21	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.865	2.865	2.865	2.865
22	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
23	% de Vol del Agregado / Vol. Bruto de la Probeta	%	81.87	81.82	81.93	81.92
24	% de Vol. de C.A. Efectivo / Vol. De Probeta	%	15.94	15.93	15.95	15.95
25	% Vacios del Agregado Mineral	%	18.1	18.2	18.1	18.1
26	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%	6.51	6.51	6.51	6.51
27	Relación Betún Vacios	%	88.1	88.2	88.1	88.1
28	Estabilidad sin Corregir	kg	1100	1120	1150	1099
29	Factor de Estabilidad		1.09	1.09	1.09	1.09
30	Estabilidad Corregida	kg	1199	1221	1254	1198
31	Fluencia	mm.	3.50	3.50	3.40	3.30
32	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3426	3488	3687	3558
NUMERO DE GOLPES POR CARA			75	75	75	75

OBSERVACIONES : CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZYCOTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-39
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

**PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS
ENSAYO RICE
MTC E - 508 - 2000**

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 29-Jun-23

UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PROPORCIONES					
Piedra chancada < 3/4"	43.01 %				
Arena chancada N° 01 < 1/4"	23.38 %				
Arena chancada ! :AV. PROLONG	25.25 %				
Filler	1.87 %				
Cemento Asfaltico PEN 60/70	6.50 %				
TOTAL	100.0 %				

ENSAYO		N°	1		
PESO DE LA MUESTRA AL AIRE		GR	1590.0		
PESO DEL FRASCO		GR			
PESO DEL FRASCO + AGUA (Calibrado)		GR	11232		
PESO DEL FRASCO + AGUA + MUESTRA		GR	12822		
PESO MUESTRA + FRASCO		GR	12202		
VOLUMEN DE LA MUESTRA		GR	620.0		
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA		GR/CM3	2.565		

OBSERVACIONES: CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZY COTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-38
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

**RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL
MTC E - 504 - 2000**

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO

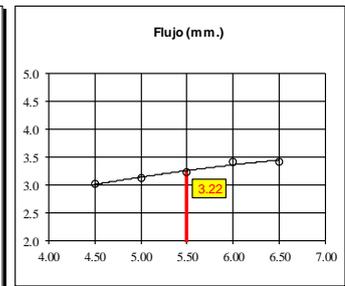
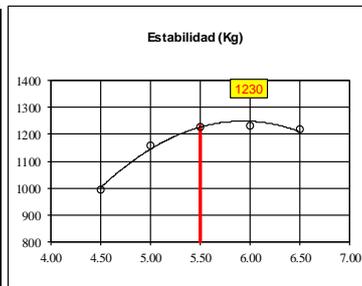
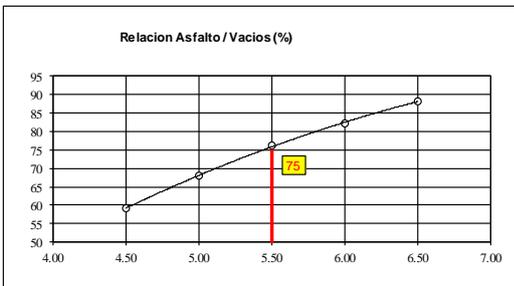
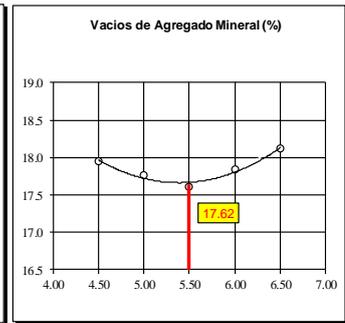
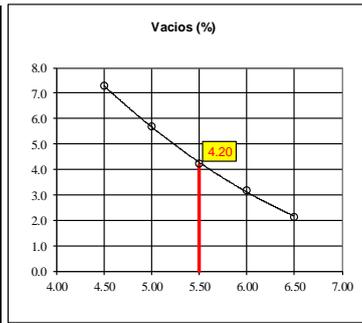
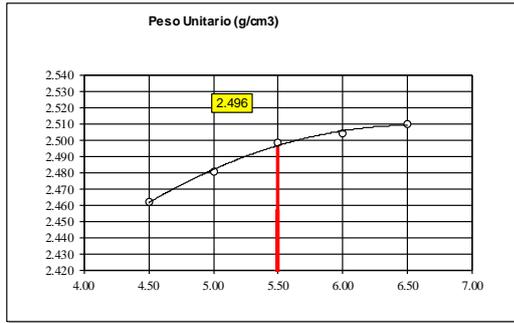
JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.

FECHA : 29-Jun-23

UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PROPORCIONES DE AGREGADOS	
Piedra chancada < 3/4"	43.5%
Arena chancada N° 01 < 1/4	23.6%
Arena chancada N° 02 < 1/4	25.5%
AV. PROLONGACION PARDO	1.9%
Cemento Asfáltico PEN 60/	5.5%



RESULTADOS DEL ENSAYO MARSHALL					
C.A. (%)	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
Peso Unitario (gr/cc)	2.462	2.481	2.499	2.504	2.509
Vacios (%)	7.3	5.7	4.2	3.2	2.1
V.A.M. (%)	17.96	17.76	17.60	17.85	18.12
R.B.V. (%)	59.35	67.89	76.20	82.33	88.12
Estabilidad (kg)	995	1159	1230	1231	1218
Fluencia (mm)	3.03	3.13	3.23	3.43	3.43
Estab./Fluencia (kg/cm)	3290	3709	3813	3593	3556

VALORES DE DISEÑO	
Optimo C.A. (%)	: 5.50
Estabilidad (kg)	: 1230
Peso Unitario (gr/cc)	: 2.496
Fluencia (mm)	: 3.22
Vacios (%)	: 4.20
E/F (kg/cm)	: 3820
V.A.M. (%)	: 17.62
R.B.V. (%)	: 75
Relación Polvo/Asfalto	: 0.8



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LAB-RG-38
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO
LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO

JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.

FECHA : 30-Jun-23

UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PROPORCIONES - AGREGADOS

Piedra chancada < 3/4"	46.00 %
Arena chancada < 1/4"	25.00 %
Arena AV. PROLONGACION P	27.00 %
Filler	2.00 %
TOTAL	100.0 %

Cemento Asfáltico PEN 60/70

Nº	Número de Probetas	Nº	1	2	3	Promedio	
1	C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50	5.50	
2	% de Piedra Chancada en Peso de la Mezcla < 3/4"	%	43.47	43.47	43.47	43.47	
3	% de Arena Chancada en Peso de la Mezcla < 1/4"	%	23.63	23.63	23.63	23.63	
4	% de Arena Natural en Peso de la Mezcla < 1/4"	%	25.52	25.52	25.52	25.52	
5	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	1.89	1.89	1.89	1.89	
6	Peso Especifico Efectivo - Piedra Chancada < 3/4	gr/cc.	2.887	2.887	2.887	2.887	
7	Peso Especifico Efectivo - Arena Chancada 01 < 1/4"	gr/cc.	2.897	2.897	2.897	2.897	
8	Peso Especifico Efectivo - Arena Chancada 02 < 1/4"	gr/cc.	2.859	2.859	2.859	2.859	
9	Peso Especifico Aparente - filler	gr/cc.	2.253	2.253	2.253	2.253	
10	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	1.023	
11	Altura Promedio de la Probeta	cm.					
12	Peso de la Probeta en el Aire	gr.	1215.0	1224.3	1217.1	1228.2	
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1217.1	1225.5	1217.7	1230.1	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	732.0	735.4	732.0	739.0	
15	Volumen de la Probeta	c.c.	485.1	490.1	485.7	491.1	
16	Peso Especifico de la Probeta	gr/cc.	2.505	2.498	2.506	2.501	2.502
17	Peso Especifico Máximo (RICE) ASTM D-2041	gr/cc.	2.609	2.609	2.609	2.609	
18	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.607	2.607	2.607	2.607	
19	% de Vacíos	%	4.0	4.3	4.0	4.2	4.1
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.866	2.866	2.866	2.866	
21	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.868	2.868	2.868	2.868	
22	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.03	0.03	0.03	0.03	
23	% de Vol del Agregado / Vol. Bruto de la Probeta	%	82.60	82.38	82.64	82.48	
24	% de Vol. de C.A. Efectivo / Vol. De Probeta	%	13.47	13.43	13.47	13.45	
25	% Vacíos del Agregado Mineral	%	17.4	17.6	17.4	17.5	17.5
26	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%	5.47	5.47	5.47	5.47	
27	Relación Betún Vacíos	%	76.9	76.7	76.4	76.6	76.7
28	Estabilidad sin Corregir	kg	1160	1230	1150	1101	
29	Factor de Estabilidad		1.09	1.09	1.09	1.09	
30	Estabilidad Corregida	kg	1264	1230	1254	1200	1237
31	Fluencia	mm.	3.20	3.30	3.20	3.10	3.20
32	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3951	3727	3917	3871	3867
	NUMERO DE GOLPES POR CARA		75	75	75	75	

OBSERVACIONES : CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZYCOTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

LAB-RG-39
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS
ENSAYO RICE
MTC E - 508 - 2000

TESIS	: SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO	JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
UBICACIÓN	: AV. PROLONGACION PARDO	FECHA : 30-Jun-23

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PROPORCIONES EN MEZCLA	
Piedra chancada < 3/4"	43.47 %
Arena chancada N° 01 < 1/4"	23.63 %
Arena chancada : AV. PROLONGACION PARDO	25.52 %
Filler	1.89 %
Cemento Asfáltico PEN 60/70	5.50 %
TOTAL	100.0 %

ENSAYO		N°	1			
PESO DE LA MUESTRA AL AIRE		GR	1580.0			
PESO DEL FRASCO		GR				
PESO DEL FRASCO + AGUA (Calibrado)		GR	11232			
PESO DEL FRASCO + AGUA + MUESTRA		GR	12812			
PESO MUESTRA + FRASCO		GR	12206.5			
VOLUMEN DE LA MUESTRA		GR	605.5			
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA		GR/CM3	2.609			

OBSERVACIONES: CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZY COTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

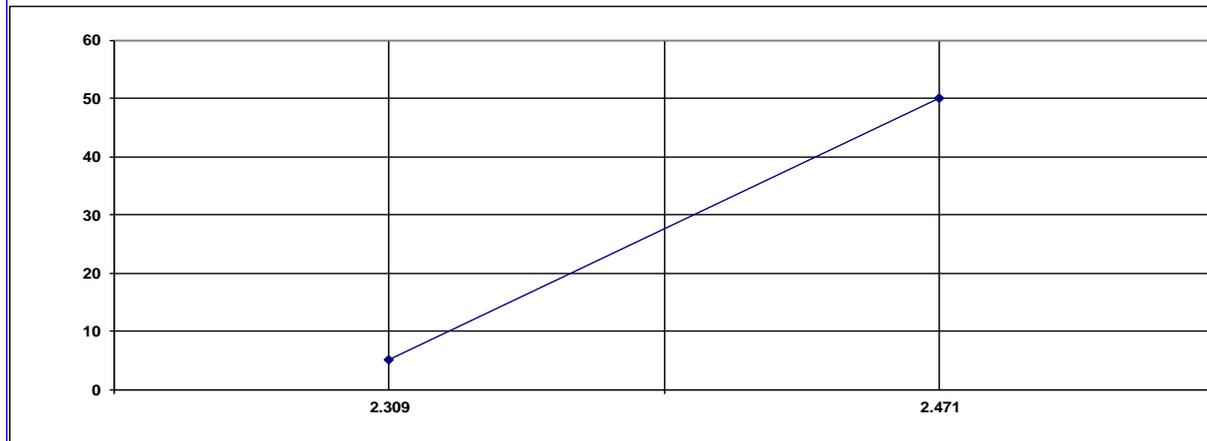
LAB-RG-40
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

INDICE DE COMPACTIBILIDAD

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO EFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 30-Jun-23

UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

PROPORCIONES EN MEZCLA	
Piedra chancada < 3/4"	43.47 %
Arena chancada N° 01 < 1/4"	23.63 %
Arena chancada N° 02 < 1/4"	25.52 %
Filler	1.89 %
Cemento Asfalti:AV. PROLO	5.50 %
TOTAL	100.0 %



32.6

Nº de Muestras	1	2	3	4	5	6
Nº de Golpes Marshall	5	5	5	50	50	50
1.- Peso Briqueta al Aire	1212.4	1218.9	1210.2	1206.5	1211.4	1208.0
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1245.0	1230.6	1249.0	1208.1	1224.9	1210.1
3.- Peso por Desplazamiento	719.2	703.3	725.0	720.0	736.0	720.0
4.- Volumen de la Briqueta	525.8	527.3	524.0	488.1	488.9	490.1
5.- Peso Unitario (Gr./cc)	2.306	2.312	2.310	2.472	2.478	2.465
Promedios	2.309			2.471		

2.309	2.471
5	50

IC = 6.2

1

GEB(50) - GEB(5)

Especificación : 5% min

OBSERVACIONES : CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZYCOTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

LAB-RG-41
Versión: 01
Fecha: 01.04.21

ESTABILIDAD RETENIDA

TESIS : SUSCEPTIBILIDAD AL DAÑO POR HUMEDAD DE UNA MEZCLA ASFALTICA MEDIANTE EL METODO LOTTMAN EN LA AV. PROLONGACION PARDO

JEFE DE LABORATORIO : A. ANDRADE A.
FECHA : 30-Jun-23

UBICACIÓN : AV. PROLONGACION PARDO

PROPORCIONES EN MEZCLA

Piedra chancada < 3/4"	43.47 %
Arena chancada N° 01 < 1/4"	23.63 %
Arena chancada N° 02 < 1/4"	25.52 %
Filler	1.89 %
Ceme :AV. PROLONGACION PAR	5.50 %
TOTAL	100.0 %

N° DE PROBETAS		30 MINUTOS			24 HORAS		
		1	2	3	4	5	6
1	Contenido de Cemento Asfáltico	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
2	Peso Probeta al Aire	1220.0	1215.4	1223.2	1225.2	1221.8	1227.2
3	Peso de la Probeta Saturada	1221.8	1216.8	1224.4	1226.8	1223.3	1228.5
4	Peso de la Probeta en el Agua	734.0	729.0	735.0	736.0	734.0	738.0
5	Volumen de la Probeta	487.8	487.8	489.4	490.8	489.3	490.5
6	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.501	2.492	2.499	2.496	2.497	2.502
7	Lectura en Prensa Marshall	1102	1095	1130	1020	987	1005
8	Estabilidad sin corregir	1102	1095	1130	1020	987	1005
9	Factor Estabilidad	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
10	Estabilidad corregida (kg)	1201	1194	1232	1112	995	1095
10	Promedio Estabilidad	1209			1067		
11	Estabilidad Retenida (%)	88.3%					
	Especificación	75.0%					

OBSERVACIONES: CON EL 0.05% DE MEJORADOR DE ADHERENCIA ZYCOTHERM, EN PESO DEL CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

**CALIBRACIONES DE LOS
EQUIPOS UTILIZADOS EN EL
LABORATORIO**

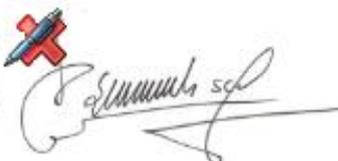
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 007 - 2023

Página 1 de 4

Expediente	23-0011	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
1. Solicitante	GEOMECÁNICA & CONSTRUCTORA ANPE S.A.C.	
2. Dirección	Mz. B Lote 1 A.H. Belén, Nuevo Chimbote - Santa - ANCASH	
3. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	30 000 g	
División de escala	1 g	
División de verificación	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8335210299	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	U.S.A.	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES	
4. Fecha de Calibración	2023-02-03	
5. Fecha de Emisión	2023-02-04	

Sello

Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ
RARAZ

Fecha: 2023.02.05 07:07:15
-05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 007 - 2023

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Pan. Norte km. 376 + 400 - Puente Sechín - Casma - ANCASH

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	25,2	25,5
Humedad Relativa (%)	62	62

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) E1959-2938A-2021-1	PESAS (Clase de exactitud M1)	SGM-A-0513-2022
PESAS (Clase de exactitud E2) LM-C-294-2021	PESAS (Clase de exactitud F1)	E642-1062B-2022-3
PESA (Clase de exactitud M1) 0277A-MPES-C-2022	PESA (Clase de exactitud M2)	096-CM-M-2022
PESA (Clase de exactitud M1) 0276-MPES-C-2022	PESA (Clase de exactitud M2)	095-CM-M-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 007 - 2023

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	25,2 °C	25,4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15 000	0,6	-0,1	30 001	0,9	0,6	
2	15 000	0,6	-0,1	30 001	0,6	0,7	
3	15 000	0,6	-0,3	30 001	0,6	0,7	
4	15 000	0,6	-0,3	30 001	0,6	0,7	
5	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,6	0,7	
6	15 000	0,6	-0,1	30 001	0,9	0,6	
7	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,9	0,6	
8	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,9	0,6	
9	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,7	0,6	
10	15 000	0,6	-0,1	30 001	0,6	0,7	
	Diferencia Máxima			0,2	Diferencia Máxima		0,2
	Error Máximo Permisible			± 20,0	Error Máximo Permisible		± 30,0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	25,4 °C	25,4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		10	0,7	-0,2		10 000	0,7	-0,2	0,0
2		10	0,7	-0,2		10 001	0,9	0,6	0,6
3	10,0 g	10	0,7	-0,2	10 000,0 g	10 000	0,7	-0,2	0,0
4		10	0,7	-0,2		9 999	0,3	-0,6	-0,6
5		10	0,7	-0,2		10 000	0,5	0,0	0,2
					Error máximo permisible				± 20,0

* Valor entre 0 y 10e

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 007 - 2023

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	25,5 °C	25,4 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,6	-0,3						
20,0	20	0,6	-0,3	0,0	20	0,7	-0,2	0,1	10,0
100,0	100	0,6	-0,1	0,2	100	0,7	-0,2	0,1	10,0
500,0	500	0,7	-0,2	0,1	500	0,6	-0,1	0,2	10,0
2 000,0	2 000	0,6	-0,1	0,2	2 000	0,6	-0,1	0,2	10,0
5 000,0	5 000	0,5	0,0	0,3	5 000	0,5	0,0	0,3	10,0
10 000,0	10 000	0,3	0,2	0,5	10 000	0,5	0,0	0,3	20,0
15 000,0	15 000	0,3	0,2	0,5	15 000	0,4	0,1	0,4	20,0
20 000,4	20 000	0,3	-0,2	0,1	20 000	0,3	-0,2	0,1	20,0
25 000,4	25 001	0,9	0,2	0,5	25 001	0,7	0,4	0,7	30,0
30 000,4	30 001	0,7	0,4	0,7	30 001	0,7	0,4	0,7	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_c: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA : $R_{CORREGIDA} = R - 2,85 \times 10^{-4} \times R$

INCERTIDUMBRE : $U = 2 \times \sqrt{1,76 \times 10^{-11} g^2 + 7,24 \times 10^{-10} \times R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 027 - 2023

Página 1 de 6

Expediente	23-0064
1. Solicitante	GEOMECANICA & CONSTRUCTORA ANPE S.A.C.
2. Dirección	Mz. S Lote 1 A.H. Belen - Nuevo Chimbote - Santa - Ancash
3. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C
Marca	KAIZACORP
Modelo	101-1
Número de Serie	L2021040132
Identificación	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

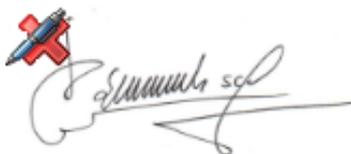
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRÓNICO	TERMÓMETRO DIGITAL

4. Fecha de Calibración 2023-03-20
5. Fecha de Emisión 2023-05-12

Sello

Jefe de Laboratorio

Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ
Fecha: 2023.05.12 11:39:09
-05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 027 - 2023

Página 2 de 6

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Mz. S Lote 1 A.H. Belen - Nuevo Chimbote - Santa - Ancash

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,5 °C	23,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.
El controlador se seteó en 110 ° C

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL - LOJUSTO S.A.C. (INTERNO-2021-36)	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	E642-1082B-2022-1

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 027 - 2023

Página 3 de 6

11. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} -T _m
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	113,3	113,8	113,5	111,1	111,8	107,2	106,0	105,9	108,8	108,5	110,0	8,0
02	110,0	113,3	113,8	113,5	111,2	111,8	107,2	106,1	105,9	108,9	108,6	110,1	8,0
04	110,0	113,3	113,6	113,3	111,1	111,6	107,2	105,9	105,7	108,8	108,6	109,9	7,9
06	110,0	113,3	113,5	113,4	111,1	111,6	107,1	105,9	105,7	108,8	108,4	109,9	7,8
08	110,1	113,4	113,6	113,4	111,1	111,7	107,2	106,0	105,8	108,8	108,4	110,0	7,8
10	110,1	113,4	113,9	113,6	111,2	111,7	107,3	106,1	105,9	108,9	108,5	110,1	8,1
12	110,0	113,4	113,6	113,4	111,2	111,6	107,2	105,9	105,7	108,9	108,6	110,0	8,0
14	110,0	113,5	113,6	113,5	111,1	111,8	107,2	106,0	105,7	108,9	108,5	110,0	8,0
16	110,0	113,5	113,9	113,7	111,1	111,7	107,3	106,2	105,9	109,0	108,4	110,1	8,1
18	110,0	113,4	113,9	113,5	111,0	111,8	107,3	106,1	105,8	108,9	108,5	110,0	8,2
20	110,0	113,4	113,6	113,4	111,1	111,7	107,2	105,9	105,7	108,8	108,4	109,9	7,9
22	110,0	113,3	113,6	113,6	111,2	111,6	107,2	106,0	105,7	108,8	108,4	110,0	8,0
24	110,0	113,5	113,7	113,7	111,3	111,7	107,3	106,2	105,9	108,9	108,5	110,1	7,9
26	110,1	113,4	113,8	113,5	111,3	111,7	107,1	106,0	105,8	108,9	108,6	110,0	8,1
28	110,0	113,4	113,6	113,6	111,1	111,8	107,1	106,0	105,8	108,9	108,6	110,0	7,9
30	110,0	113,3	113,8	113,7	111,2	111,7	107,3	105,9	105,9	108,9	108,5	110,0	8,0
32	110,0	113,3	113,7	113,5	111,1	111,6	107,2	106,1	105,8	108,8	108,5	110,0	8,0
34	110,0	113,3	113,8	113,5	111,1	111,6	107,2	106,0	105,8	108,8	108,5	110,0	8,1
36	110,0	113,3	113,6	113,6	111,2	111,7	107,1	106,0	105,7	108,8	108,4	110,0	8,0
38	110,0	113,4	113,7	113,6	111,1	111,8	107,2	105,9	105,8	108,9	108,5	110,0	8,0
40	110,0	113,5	113,6	113,6	111,2	111,7	107,3	105,9	105,8	108,9	108,4	110,0	7,9
42	110,1	113,5	113,7	113,7	111,2	111,7	107,2	106,1	105,8	109,0	108,4	110,1	8,0
44	110,0	113,4	113,6	113,5	111,1	111,7	107,3	106,1	105,8	108,9	108,6	110,0	7,8
46	110,0	113,4	113,8	113,6	111,3	111,8	107,3	106,0	105,9	108,9	108,5	110,1	8,0
48	110,0	113,4	113,6	113,5	111,3	111,7	107,2	106,0	105,8	108,9	108,5	110,0	7,9
50	110,0	113,5	113,7	113,5	111,1	111,8	107,2	106,2	105,8	108,8	108,6	110,0	8,0
52	110,0	113,4	113,7	113,6	111,2	111,7	107,1	106,0	105,7	108,8	108,4	110,0	8,1
54	110,0	113,3	113,6	113,6	111,1	111,8	107,2	105,9	105,7	108,8	108,4	110,0	8,0
56	110,1	113,4	113,6	113,6	111,2	111,8	107,2	105,9	105,8	108,8	108,5	110,0	7,9
58	110,1	113,4	113,8	113,5	111,1	111,7	107,3	106,0	105,9	108,9	108,5	110,0	8,0
60	110,0	113,5	113,7	113,5	111,2	111,7	107,2	106,0	105,8	109,0	108,6	110,0	8,0
T.PROM	110,0	113,4	113,7	113,6	111,2	111,7	107,3	106,0	105,8	108,9	108,5	110,0	
T.MAX	110,1	113,5	113,9	113,7	111,3	111,8	107,3	106,2	105,9	109,0	108,6		
T.MIN	110,0	113,3	113,5	113,3	111,0	111,6	107,1	105,9	105,7	108,8	108,4		
DTT	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 027 - 2023

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113,9	0,2
Mínima Temperatura Medida	105,7	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	7,9	0,2
Estabilidad Medida (±)	0,2	0,04
Uniformidad Medida	8,2	0,2

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isothermo : 0,06 °C

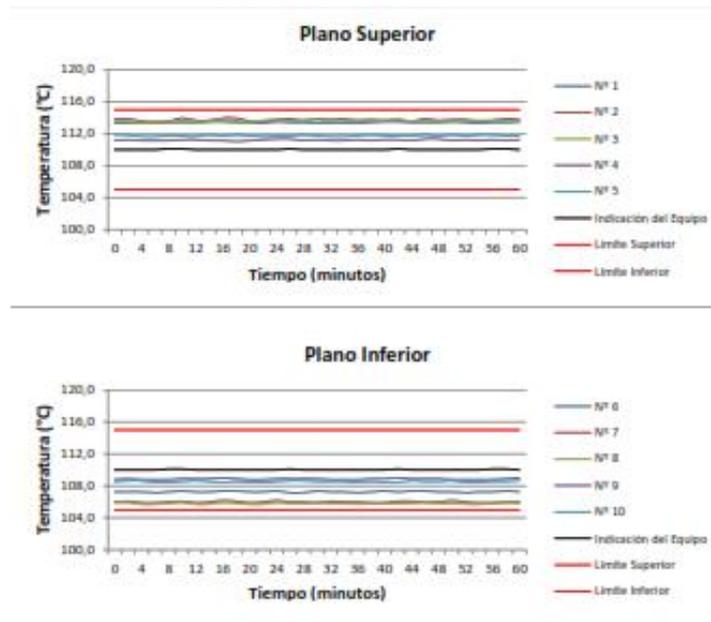
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

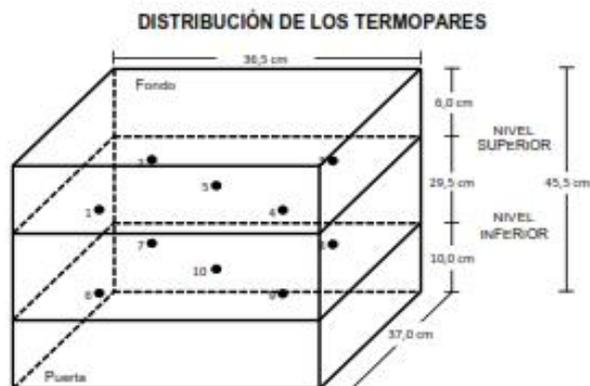
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 027 - 2023

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 027 - 2023

Página 0 de 0



12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 021 - 2023

Página 1 de 5

Expediente	22-0045
1. Solicitante	GEOMECANICA & CONSTRUCTORA ANPE S.A.C.
2. Dirección	Mz. S Lote 1 A.H. Belen - Nuevo Chimbote - Santa - Ancash
3. Equipo	BAÑO MARÍA
Alcance Máximo	120 °C
Marca	SHERMAN
Modelo	JPME-01
Número de Serie	JPME-07
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

Descripción	Instrumento de medición	Controlador / Selector
Alcance	0 °C a 120 °C	0 °C a 120 °C
División de escala / Resolución	5 °C	5 °C
Tipo	TERMOMETRO DIGITAL	SELECTOR

4. Fecha de Calibración	2023-04-10
5. Fecha de Emisión	2023-04-17

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Sello

Jefe de Laboratorio




Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ
Fecha: 2023.04.17 17:31:45 -05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 021 - 2023

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Baños Termostáticos PC-019; 2da edición; Abril 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Mz. S Lote 1 A.H. Belen - Nuevo Chimbote - Santa - Ancash

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,4 °C	23,4 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL EPI-2022-132-1 / LT-188-2022	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	E088-1062B-2023-2

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 021 - 2023

Página 3 de 3

PARA LA TEMPERATURA DE 60 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)	
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00	60	00,6	00,8	00,6	00,6	00,6	00,7	00,7	00,6	00,6	00,6	00,6	00,6	0,2
02	60	00,6	00,8	00,6	00,6	00,6	00,7	00,7	00,6	00,6	00,6	00,6	00,6	0,2
04	60	00,5	00,8	00,6	00,6	00,6	00,7	00,7	00,5	00,6	00,6	00,6	00,6	0,3
06	60	00,4	00,9	00,6	00,4	00,6	00,8	00,6	00,5	00,7	00,6	00,6	00,6	0,5
08	60	00,4	00,7	00,7	00,4	00,5	00,7	00,5	00,4	00,5	00,7	00,5	00,5	0,3
10	60	00,4	00,7	00,6	00,4	00,5	00,7	00,5	00,4	00,7	00,6	00,5	00,5	0,3
12	60	00,3	00,7	00,6	00,5	00,4	00,7	00,6	00,4	00,7	00,6	00,5	00,5	0,4
14	60	00,3	00,7	00,5	00,4	00,4	00,6	00,5	00,4	00,7	00,5	00,5	00,5	0,4
16	60	00,3	00,5	00,5	00,4	00,3	00,5	00,5	00,3	00,5	00,5	00,4	00,4	0,3
18	60	00,2	00,5	00,4	00,4	00,3	00,5	00,4	00,2	00,5	00,4	00,4	00,4	0,3
20	60	00,4	00,5	00,4	00,3	00,4	00,5	00,4	00,3	00,4	00,4	00,4	00,4	0,2
22	60	00,4	00,4	00,4	00,3	00,3	00,4	00,4	00,3	00,3	00,3	00,4	00,3	0,1
24	60	00,5	00,6	00,3	00,4	00,5	00,5	00,5	00,4	00,5	00,3	00,4	00,4	0,3
26	60	00,5	00,6	00,3	00,4	00,5	00,5	00,5	00,4	00,5	00,3	00,4	00,4	0,3
28	60	00,3	00,6	00,4	00,4	00,4	00,5	00,5	00,3	00,5	00,4	00,4	00,4	0,3
30	60	00,6	00,5	00,5	00,5	00,5	00,5	00,6	00,4	00,4	00,5	00,5	00,5	0,2
32	60	00,7	00,4	00,5	00,5	00,5	00,5	00,6	00,4	00,3	00,5	00,5	00,5	0,4
34	60	00,5	00,6	00,6	00,5	00,5	00,6	00,6	00,4	00,5	00,6	00,5	00,5	0,2
36	60	00,6	00,6	00,6	00,3	00,5	00,6	00,5	00,5	00,6	00,6	00,5	00,5	0,3
38	60	00,6	00,6	00,7	00,3	00,5	00,7	00,5	00,5	00,6	00,7	00,5	00,5	0,4
40	60	00,6	00,8	00,6	00,3	00,6	00,7	00,6	00,6	00,6	00,6	00,6	00,6	0,5
42	60	00,5	00,7	00,5	00,4	00,5	00,6	00,6	00,5	00,5	00,5	00,5	00,5	0,3
44	60	00,5	00,8	00,5	00,5	00,6	00,7	00,6	00,5	00,7	00,5	00,6	00,6	0,3
46	60	00,5	00,8	00,5	00,5	00,6	00,7	00,6	00,5	00,7	00,4	00,6	00,6	0,4
48	60	00,4	00,7	00,4	00,5	00,5	00,6	00,6	00,4	00,6	00,3	00,5	00,5	0,4
50	60	00,5	00,5	00,6	00,3	00,4	00,6	00,5	00,4	00,4	00,4	00,4	00,4	0,3
52	60	00,5	00,6	00,7	00,3	00,5	00,4	00,5	00,4	00,5	00,5	00,5	00,5	0,4
54	60	00,5	00,6	00,7	00,3	00,5	00,5	00,5	00,4	00,5	00,5	00,5	00,5	0,4
56	60	00,5	00,4	00,7	00,4	00,4	00,6	00,5	00,3	00,6	00,5	00,5	00,5	0,4
58	60	00,4	00,5	00,6	00,4	00,4	00,6	00,5	00,3	00,4	00,4	00,4	00,4	0,3
60	60	00,5	00,5	00,7	00,4	00,4	00,6	00,5	00,4	00,4	00,5	00,5	00,5	0,3
T.PROM	60	00,4	00,6	00,5	00,4	00,4	00,5	00,5	00,4	00,5	00,5	00,5	00,5	
T.MAX	60	00,7	00,9	00,7	00,6	00,6	00,8	00,7	00,6	00,7	00,7	00,7	00,7	
T.MIN	60	00,2	00,4	00,3	00,3	00,3	00,4	00,4	00,2	00,3	00,3	00,3	00,3	
DTT	0	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 021 - 2023

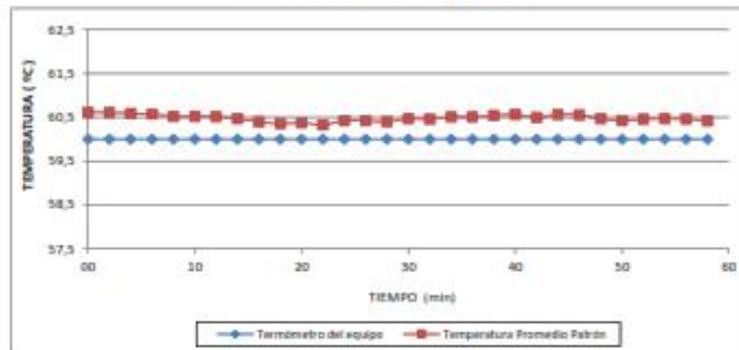
Página 4 de 5

Temperatura ambiental promedio 23,3 °C
Tiempo de estabilización del equipo 2 horas
El selector de temperatura se posicionó en 60

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	60,9	2,9
Mínima Temperatura Medida	60,15	0,02
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	4,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	0,2	4,1
Estabilidad Medida (±)	0,3	2,04
Uniformidad Medida	0,5	4,1

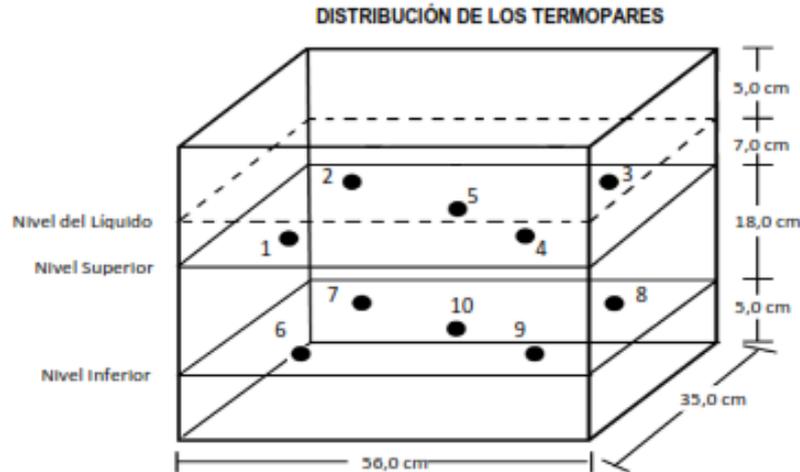
T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 60 °C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMT - 021 - 2023

Página 3 de 3



Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

12. Incertidumbre

La Incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La Incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de Incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMTF - 002 - 2023

Página 1 de 3

Expediente	23-0045	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de</p>
1. Solicitante	GEOMECANICA & CONSTRUCTORA ANPE S.A.C.	
2. Dirección	Mz. S Lote 1 A.H. Belen - Nuevo Chimbote - Santa - Ancash	
3. Instrumento de medición	CENTRÍFUGA	
Fabricante	SHERMAN	
Número de Serie	JHE-005	
Modelo	JLA-01	
Alcance	3000 rpm	
Div. de escala / Resolución	1 rpm	
Procedencia	NO INDICA	
Tipo de control	DIGITAL	
Identificación	NO INDICA	
4. Fecha de Verificación	2023-04-10	
5. Fecha de Emisión	2023-04-17	

Sello

Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ

Fecha: 2023.04.17 17:44:18
-05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMTF - 002 - 2023

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La Calibración se realizó por medición directa de la frecuencia (en rpm) utilizando un tacómetro digital patrón trazable a los instrumentos de referencia de los laboratorios de la DM - INACAL.

7. Lugar de Calibración

Las instalaciones del cliente.
Mz. S Lote 1 A.H. Belen - Nuevo Chimbote - Santa - Ancash

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22. °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TACÓMETRO DIGITAL Incertidumbre de 0,001 rpm a 1 rpm LTF-C-006-2022	TACÓMETRO DIGITAL Incertidumbre de orden 0,8 rpm	1AFR - 0022 - 2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMTF - 002 - 2023

Página 3 de 3

11. Resultados

Seleo Centrifuga a Calibrar	Indicación Tacómetro Patrón (rpm)	Incertidumbre U (k=2) (rpm)
3 000	2 989,8	1,9

Nota: Las series de mediciones se realizaron en intervalos de 30 segundos.

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la verificación. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo

Fin del documento

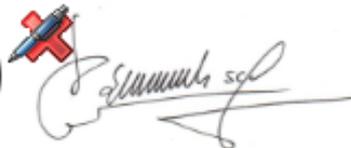
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 019 - 2023

Página 1 de 3

Expediente	23-0045	
1. Solicitante	GEOMECANICA & CONSTRUCTORA ANPE S.A.C.	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Dirección	Mz. S Lote 1 A.H. Belen - Nuevo Chimbote - Santa - Ancash	
3. Equipo	PRENSA MARSHALL	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	SHERMAN	
Modelo	JVSH-01	
Número de Serie	JPU-009	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
4. Indicador	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Número de Serie	985266810	
División de Escala / Resolución	0,1 kgf	
5. Fecha de Calibración	2023-04-10	
6. Fecha de Emisión	2023-04-17	

Sello

Jefe de Laboratorio

Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ
RARAZ
Fecha: 2023.04.17 17:09:33
-05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 019 - 2023

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones de LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

8. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Mz. S Lote 1 A.H. Belen - Nuevo Chimbole - Santa - Ancash

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,7 °C	22,0 °C
Humedad Relativa	64 % HR	64 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2022-1 95557	Celda de carga calibrado a 30 tnf con incertidumbre del orden de 0,15 %	LEDI-PUCP INF-LE 065-23B

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 019 - 2023

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

El equipo presenta CELDA DE CARGA con las siguientes características:

Capacidad : 5.0 t

Marca : MAVIN

Modelo : NS4-5T

Nº de Serie : E8402535

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			Error de Exactitud	Incertidumbre U (k=2)
%	F _i (kgf)	F ₁ (kgf)	F ₂ (kgf)	F ₃ (kgf)	q (%)	(%)
10	500,0	500,8	500,7	501,0	-0,2	0,2
20	1000,0	1001,9	1002,3	1002,0	-0,2	0,2
30	1500,0	1503,6	1504,1	1503,7	-0,3	0,2
40	2000,0	2004,5	2004,9	2004,3	-0,2	0,2
50	2500,0	2506,9	2507,1	2506,8	-0,3	0,2
60	3000,0	3007,4	3007,9	3007,1	-0,2	0,2
70	3500,0	3508,4	3509,1	3508,7	-0,2	0,2
80	4000,0	4009,8	4010,0	4009,3	-0,2	0,2
90	4500,0	4510,1	4509,8	4510,3	-0,2	0,2
100	5000,0	5010,9	5011,0	5010,8	-0,2	0,2

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f ₀)	0,00 %
---	--------

13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del Documento

PANEL FOTOGRAFÍCO



Foto N°1. Revisión de plano para proceder a la excavación de las calicatas



Foto N°2. Extracción de calicatas in situ



Foto N°3. Medición de la calicata N°1



Foto N°4. Medición de la Calicata N°3



Foto N°5. Conteo de vehículos (IMDA)



Foto N°6. Ensayo de granulometría al material extraído de la calicata



Foto N°7. Peso de material para el proceso de Diseño de Mezcla Asfáltica



Foto N°8. Secado de material en la cocina



Foto N°9. Elección del aditivo adherente para el proceso del método Lottman