



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mezcla asfáltica vía seca con incorporación de caucho en pavimento flexible en la Avenida Túpac Amaru, Huarochirí – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Jara Medina, Josias (orcid.org/0000-0003-1532-7199)

ASESOR:

Mgtr. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se la dedico a mis padres, Jhon Jara Vicente y Rosmery Medina Guzmán, fue gracias a su apoyo incondicional desde el día de mi nacimiento, que han pasado por tantas etapas desde el inicial, primaria, secundario y la universidad. Gracias a ese amor, cariño y que me dan y me siguen dando, me da las fuerzas a seguir creciendo como persona y también como profesional, no bastan estas palabras para demostrarlo lo agradecido y orgulloso que estoy por que sean mis padres y el apoyo incondicional que me dan.

El presente trabajo va dedicado en especial para mi hermano Jhon Alex Jara Medina, quien en vida era mi mano derecha para los proyectos a futuro que nos habíamos trazado. Yo sé que nos estás viendo y tratare de hacer todo lo posible para llegar a cumplir tus expectativas. Gracias te quiero hermano descansa en paz 2002 – 2021.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a las personas que me aconsejaron, ayudaron, guiaron, dieron pautas para mejorar en la presente investigación. Bien agradecer a mi asesor y profesores de la universidad por su apoyo cuando tuve algunas consultas respecto a mi tema de investigación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Mezcla Asfáltica Vía Seca con Incorporación de Caucho en Pavimento Flexible en la Avenida Túpac Amaru, Huarochirí – 2022", cuyo autor es JARA MEDINA JOSIAS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, 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.

LIMA, 06 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO DNI: 42203191 ORCID: 0000-0001-8850-8463	Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 17- 12-2022 12:24:16

Código documento Trilce: TRI - 0476277



DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, JARA MEDINA JOSIAS estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Mezcla Asfáltica Vía Seca con Incorporación de Caucho en Pavimento Flexible en la Avenida Túpac Amaru, Huarochirí – 2022", 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
JOSIAS JARA MEDINA DNI: 74804422 ORCID: 0000-0003-1532-7199	Firmado electrónicamente por: JJARAM17 el 06-12- 2022 15:32:27

Código documento Trilce: TRI - 0476278

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización:.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	24
3.5. Procedimientos:	25
3.6. Método de análisis de datos:.....	27
3.7. Aspectos éticos:	27
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44

REFERENCIAS	45
ANEXO.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Granulometría de las partículas de caucho propuesta para la investigación.	13
Tabla 2: Forma de seleccionar la mezcla bituminosa C.A.	13
Tabla 3: Repeticiones acumuladas.	15
Tabla 4: Sub rasante categorías.	15
Tabla 5: Causa y efecto de la inestabilidad del pavimento flexible	19
Tabla 6: Requisitos para mezcla de concreto bituminoso.	20
Tabla 7: Cantidad briquetas realizadas	24
Tabla 8: Método e instrumentos	25
Tabla 9: Datos topográficos punto inicial	28
Tabla 10: Datos topográficos punto final	28
Tabla 11: Distancia y pendiente de la avenida Túpac Amaru	29
Tabla 12: Datos resumidos de los resultados de estudio de suelo y CBR de la C-01 y C-0.2	29
Tabla 13: Resumen semanal del conteo vehicular de la avenida Túpac Amaru	30
Tabla 14: Calculo de módulo de resiliencia (MR) y promedio de C.B.R.	31
Tabla 15: Resumen de datos necesarios para el (SNR) Calculo.	31
Tabla 16: Coeficiente estructural de las capas (a)	32
Tabla 17: Coeficiente de drenaje pasa base y subbase	32
Tabla 18: Coeficiente de drenaje pasa base y subbase	32
Tabla 19: Cumplimiento de S.N.R.	32
Tabla 20: Mezcla de agregados (porcentaje en peso)	33
Tabla 21: Mezcla de agregados (porcentaje en peso)	33
Tabla 22: Características Marshall modificado	34

Tabla 23: Características Marshall modificado con 1% de caucho reciclado	35
Tabla 24: Características Marshall modificado con 2% de caucho reciclado	37
Tabla 25: Características Marshall de la investigación de Salazar	41
Tabla 26: Matriz de consistencia	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción mundial.....	10
Figura 2: Porcentaje de composición de la mayoría de los neumáticos.....	11
Figura 3: Caucho triturado.....	12
Figura 4: Pavimento flexible parte estructural	14
Figura 5: Ecuación del cálculo de pavimento flexible	16
Figura 6: Mezcla asfáltica según la temperatura	16
Figura 7: Proceso del caucho reciclado	18
Figura 8: Ubicación de la avenida Túpac Amaru.....	28
Figura 9: Diagrama del I.M.D.A.....	30
Figura 10: Esquema del periodo de diseño de 20 años	30
Figura 11: Formula de S.N.R.....	32
Figura 12: Grafico resultado de pavimento flexible de la avenida Túpac Amaru.....	33
Figura 13: Relación estabilidad con % cemento asfáltico con 0% de caucho reciclado.....	34
Figura 14: Relación flujo con % cemento asfáltico con 0% de caucho reciclado	35
Figura 15: Relación estabilidad con % cemento asfáltico con 1% de caucho reciclado.....	36
Figura 16: Relación flujo con % cemento asfáltico con 1% de caucho reciclado	36
Figura 17: Relación estabilidad con % cemento asfáltico con 2% de caucho reciclado.....	37
Figura 18: Relación flujo con % cemento asfáltico con 2% de caucho reciclado	37
Figura 19: % de asfalto vs. Flujo de Muñoz y López	38
Figura 20: % asfalto vs. estabilidad de Muñoz y López.....	39
Figura 21: % cemento vs. estabilidad de Salazar.....	39

Figura 22: % cemento vs. estabilidad de Salazar.....	40
Figura 23: Estabilidad vs. % asfalto de Génesis	41
Figura 24: Flujo vs. % asfalto de génesis.....	42
Figura 25: Gráficos de resultados con cucho de Génesis	42
Figura 26: Calicata N° 01 en la avenida Túpac Amaru.....	52
Figura 27: Calicata N° 02 en la avenida Túpac Amaru.....	52
Figura 28: llevado de muestra de suelo de las calicatas al laboratorio	53
Figura 29: Cuarteo de la Calicata N° 01	53
Figura 30: Cuarteo de la Calicata N° 02.....	54
Figura 31: Cuarteo de la Calicatas N°01 y N° 02	54
Figura 32: Muestra de calicata para realización del proctor	55
Figura 33: Muestra de calicata mezclado con 2%, 4%, 6% y 8% de contenido de humedad	55
Figura 34: Proctor mezclado y compactado con 2% de contenido de humedad.....	56
Figura 35: Proctor mezclado y compactado con 4% de contenido de humedad.....	56
Figura 36: Compactado en el molde para el proctor en 5 capas de 56 golpes.....	57
Figura 37: Muestra compactada en el molde para el proctor	57
Figura 38: Pesado de la muestra para el CBR.....	58
Figura 39: Muestra para el ensayo de CBR	58
Figura 40: Muestra mezclada con el O.C.H. para C-1 fue de 6.00%.....	59
Figura 41: Muestra mezclada con el O.C.H. para C-2 fue de 6.70%.....	59
Figura 42: Muestra mezclado homogéneamente y distribuido en 5 partes	60
Figura 43: Compactado para el ensayo CBR en 5 capas	60
Figura 44: Pesado con la muestra compactada	61
Figura 45: Moldes CBR compactado con 56, 25 y 10 golpes.....	61

Figura 46: CBR compactado con 56, 25 y 10 golpes de C-01 Y C-02	62
Figura 47: CBR puesto en agua de calicata 01 y calicata 02	63
Figura 48: Rotura del CBR	64
Figura 49: CBR pasado por la prensa	65
Figura 50: Moldes del CBR pasado por la prensa de la C-01 y C-02.....	66
Figura 51: Termino de laboratorio del C.B.R.....	67
Figura 52: Granulometría de piedra chancada 3/4" laboratorio	69
Figura 53: Granulometría de piedra chancada 1/2"	70
Figura 54: Granulometría de arena chancada.....	71
Figura 55: Granulometría de mezcla de agregados	72
Figura 56: Resultados con el 0% de caucho	73
Figura 57: Resultados en gráficos con 0% de caucho	74
Figura 58: Granulometría de caucho.....	75
Figura 59: Resultado de las 6 briquetas con 1% de caucho	76
Figura 60: Resultado promedio con el 1% de caucho incorporado	77
Figura 61: Resultado de las 6 briquetas con 2% de caucho	78
Figura 62: Resultado promedio con el 2% de caucho	79
Figura 63: Puesto de agregados en laboratorio	80
Figura 64: Pesado de los agregados.....	80
Figura 65: Colocación de los agregados al horno	81
Figura 66: Sacado de agregados del horno	81
Figura 67: Pesado de cemento asfáltico según su %.....	82
Figura 68: Colocado de los agregados en la cocina para el mezclado	82
Figura 69: Mezclado de los agregados en la cocina	83
Figura 70: Mezclado uniforme de los agregados.....	83

Figura 71: Molde de las briquetas donde se ara el compactado de la mezcla asfáltica	84
Figura 72: Vertido de la mezcla asfáltica en el molde	84
Figura 73: Compactado con el martillo de 10 libras	85
Figura 74: Briquetas con 0% de caucho.....	86
Figura 75: Agregados con 2% de caucho	86
Figura 76: Agregados con 1% y 2% de caucho puesto en el horno	87
Figura 77: Sacado de agregados con 1% y 2% de caucho	87
Figura 78: Vertido de cemento asfaltico según su peso	88
Figura 79: Mezclado de los agregados, caucho y cemento asfaltico	88
Figura 80: Compactado de la mezcla asfáltica con caucho	89
Figura 81: Mezcla compactada con 1% de caucho	90
Figura 82: Briquetas con 2% de caucho.....	90
Figura 83: Baño María a las briquetas	91
Figura 84: Briquetas sumergidas en agua a 60° Centígrados	91
Figura 85: Las briquetas se dejan por 30 minutos.....	92
Figura 86: Sacado y secado del baño María	92
Figura 87: Prensa Marshall	93
Figura 88: Collarines para sujetar a las briquetas	94
Figura 89: Colocado de la briqueta en los collarines.....	94
Figura 90: Colocación en la prensa Marshall	95
Figura 91: Falla de la briqueta.....	95
Figura 92: Briquetas con 0% de caucho después de la falla	96
Figura 93: Briquetas con 1% de caucho después de la falla	96
Figura 94: Briquetas con 2% de caucho después de la falla	97

Figura 95: Terminando de hacer las pruebas Marshall	97
Figura 96: Terminado de roturas de briquetas	98
Figura 97: Finalizado las pruebas Marshall.....	99
Figura 98: Estudio de trafico día jueves 03/11/2022	101
Figura 99: Estudio de trafico día viernes 04/11/2022	101
Figura 100: Estudio de trafico día sábado 05/11/2022	102
Figura 101: Estudio de trafico día domingo 06/11/2022	102
Figura 102: Estudio de trafico día lunes 07/11/2022	103
Figura 103: Estudio de trafico día martes 08/11/2022.....	103
Figura 104: Estudio de trafico día miércoles 09/11/2022	104
Figura 105: Estudio de trafico resumido de la semana de 03/11/2022 a 08/11/2022	105
Figura 106: Cálculos de estudio de trafico	106
Figura 107: Fórmula de cálculo de crecimiento y proyección.....	106
Figura 108: Esquema del periodo de diseño	107
Figura 109: Estudio de trafico IMDA del año 2026	107
Figura 110: Configuración de ejes.....	108
Figura 111: Fórmulas relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE)	108
Figura 112: Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE), pavimento flexible.....	109
Figura 113: Cálculos de estudio de trafico de ESAL	110
Figura 114: Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño	110
Figura 115: Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño	111

Figura 116: Datos resumidos de las calicatas C-01 y C-02.....	111
Figura 117: Promedio de CBR	111
Figura 118: Calculo de módulo de resiliencia (MR).....	112
Figura 119: Formula de módulo de resiliencia (MR).....	112
Figura 120: Categoría de subrasante / CBR	112
Figura 121:Módulo resilente obtenido por correlación con el CBR.....	113
Figura 122: Valores recomendados a nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20).....	113
Figura 123: Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (Z_r) para solo una etapa de diseño (10 o 20 años).....	114
Figura 124: Índice de serviciabilidad inicial (P_i) según rango de tráfico	114
Figura 125: Índice de serviciabilidad final (P_t) según rango de tráfico	115
Figura 126: Diferencia de serviciabilidad (Δ PSI)	116
Figura 127: Numero estructural requerido (SNR).....	116
Figura 128: Datos para la obtención del numero estructural requerido (SNR) Calculo	117
Figura 129: Numero estructural requerido (SNR) ABACO	118
Figura 130: Numero estructural requerido (SNR) Pagina web	118
Figura 131: Coeficientes estructurales de las capas de pavimento a.....	119
Figura 132: Calculo de espesores de la estructura de un pavimento flexible.....	120
Figura 133: Grafico resultado de pavimento flexible	120
Figura 134: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 1 - 12.....	122
Figura 135: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 2 - 12.....	123
Figura 136: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 3 - 12.....	124
Figura 137: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 4 - 12.....	125

Figura 138: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 5 - 12.....	126
Figura 139: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 6 - 12.....	127
Figura 140: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 7 - 12.....	128
Figura 141: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 8 - 12.....	129
Figura 142: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 9 - 12.....	130
Figura 143: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 10 - 12.....	131
Figura 144: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 11 - 12.....	132
Figura 145: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 12 - 12.....	133
Figura 146: Certificado de calibración de la balanza 1 - 3.....	135
Figura 147: Certificado de calibración de la balanza 2 - 3.....	136
Figura 148: Certificado de calibración de la balanza 3 - 3.....	137
Figura 149: Certificado de calibración del horno 1 - 7.....	139
Figura 150: Certificado de calibración del horno 2 - 7.....	140
Figura 151: Certificado de calibración del horno 3 - 7.....	141
Figura 152: Certificado de calibración del horno 4 - 7.....	142
Figura 153: Certificado de calibración del horno 5 - 7.....	143
Figura 154: Certificado de calibración del horno 6 - 7.....	144
Figura 155: Certificado de calibración del horno 7 - 7.....	145
Figura 156: Certificado de la prensa CBR 1 - 2.....	147
Figura 157: Certificado de la prensa CBR 2 - 2.....	148
Figura 158: Ficha técnica de neumáticos reciclados 1 – 3.....	157
Figura 159: Ficha técnica de neumáticos reciclados 2 – 3.....	158
Figura 160: Ficha técnica de neumáticos reciclados 3 – 3.....	159
Figura 11: Turnitin de la investigación.....	160

RESUMEN

La tesis se basó en la incorporación de caucho de las llantas mediante un proceso de triturado para tener partículas de la malla N. ° 3 a la N. ° 200, lo cual se añadió al diseño de mezcla correspondiente a un 2% de piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ", 35% de piedra chancada de $\frac{1}{2}$ " y un 63% de arena chancada. Cuyo objetivo general fue de determinar la influencia del caucho en la mezcla asfáltica en caliente por visa seca en el diseño propuesto, también obtener el porcentaje óptimo de cemento asfáltico y medir como afecta la estabilidad y el flujo según el porcentaje de caucho añadido de 1% y 2%. Cuyo resultado fue de un porcentaje óptimo de 5.8% de cemento asfalto, el resultado favorable para el flujo, ha sido el promedio de las 6 briquetas con 1% que dio 20.2 milímetros y en cambien para la estabilidad ha sido de 705 kilogramos, con lo cual se concluyó que la incorporación del caucho en el diseño propuesto no influyo de forma favorable al diseño propuesto en la investigación. En el diseño del pavimento flexible resulto de 6.00 cm. de carpeta asfáltica, 30.00 cm. de base y 45.00 cm. de subbase.

Palabra clave: Mezcla asfáltica en caliente, vía seca, caucho, Marshall.

ABSTRACT

The thesis was based on the incorporation of rubber from tires through a crushing process to have particles from mesh N. 3 to N. 200, which was added to the mix design corresponding to 2% of $\frac{3}{4}$ crushed stone.", 35% $\frac{1}{2}$ " crushed stone and 63% crushed sand. Whose general objective was to determine the influence of rubber in the hot asphalt mix by dry visa in the proposed design, also obtain the optimal percentage of asphalt cement and measure how it affects the stability and flow according to the percentage of added rubber of 1%. and 2%. The result was an optimal percentage of 5.8% asphalt cement, the favorable result for the flow, has been the average of the 6 briquettes with 1% that gave 20.2 millimeters and in change for stability it has been 705 kilograms, with what which concluded that the incorporation of rubber in the proposed design did not favorably influence the design proposed in the investigation. In the design of the flexible pavement, it was 6.00 cm. asphalt layer, 30.00 cm. of base and 45.00 cm. of subbase.

Keyword: Hot mix asphalt, dry way, rubber, Marshall.

I. INTRODUCCIÓN

Para las personas, congestión vehicular es un problema mundial, una de ellas es Moscú una de las ciudades más importante del globo que conlleva con el mayor atasco vehicular, según datos sacando el informe realizado de Global Traffic Scorecsr, cuya compañía se llama INRIX, de acuerdo a sus datos obtuvimos su lista de ciudades más con congestión vehicular son. Con los datos obtuvimos que las ciudades más importantes rusas, los habitantes pierde más de 210 horas manejando en sus importantes avenidas por el tráfico, 53% más que él según puesto Estambul en el ranking de ciudades congestionadas. En nuestro continente los países más congestionados son por nuestra hermana país Colombia – Bogotá con 272 horas, como segunda está ubicado en el país de México – Ciudad de México con 218 horas, la siguiente está en Brasil - São Paulo con 154 hora.

Para los habitantes del Perú tampoco es la excepción porque ya es mayor el tiempo que se pierde en el volante por problemas de congestión vehicular. En la ciudad de Lima a elevado 6 posiciones cual se traduce en más horas que los habitantes están frente al volante. Lo cual las horas punta son de 7:00 am. a 9:00 am. el cual crece hasta un 88% más en el tráfico vehicular y de 5.20 pm. a 9.20 pm. Crece hasta un 104% en las avenidas limeñas.

En cambio, para los pobladores en San de Lurigancho uno de los distritos más poblado de Lima y con más de 1 millón de habitantes, también es el distrito con mayores problemas, por ejemplo: problemas políticos, problemas ambientales, problemas culturales, problemas económicos, problemas sociales, entre otros. Uno de ellos el problema del tráfico que hay en las avenidas principales del distrito, esto aqueja a las personas que diariamente necesitan trasladarse de un lugar a otro. ya sea para ir a su centro de trabajo, universidades, institutos, colegios, etc.

Para los transeúntes de la av. Túpac Amaru, se aprecia una gran afluencia vehicular porque es una de las avenida principal del distrito San Antonio de Huarochirí, cuya ubicación está en una zona muy transitada por vehículos pesados, buses de

transporte público, maquinaria pesada, transporte escolar y vehículos con la modalidad de colectivo y transporte privado el cual todos esos vehículos solo transitan en un carril tanto de ida y vuelta, cuyo tránsito vehicular está en un punto de congestionamiento en las horas puntas que son de 7:00 am a 8:50 pm, de 11:40 pm a 13:40 pm, por el cual nosotros vamos a realizar este estudio para ver cómo afectaría la construcción de la segunda vía vehicular de la av. Túpac Amaru para disminuir el tiempo que se tardan en recorrer el tramo en estudio para el bienestar de las personas que usan esa avenida para trasladarse a otros puntos de la ciudad.

La mayoría de problemas están relacionados en la brecha de infraestructura vial que tiene nuestro país, tanto como nuestro distrito de San Antonio de Huarochirí por lo cual nosotros vamos a proponer como una alternativa de solución, el diseño de la segunda vía vehicular con un pavimento flexible con el uso de caucho, ya que el caucho es un material no biodegradable esto conlleva que con el gran parque automotor que hay en el globo terráqueo, haya mucha contaminación de las llantas que utilizan los vehículos para su transporte y cuando se acaba su vida útil mayormente no tienen un carácter de reusó, por eso hago la propuesta de diseñar mi pavimento flexible con caucho para poder reutilizar esa gran contaminación que ocasionan las llantas, el cual con un proceso se transformara en partículas más pequeñas para poder utilizarlo en nuestra carpeta asfáltica, así poder diseñar y una buena carpeta asfáltica con las normas técnicas para su buen uso en la infraestructura vial de nuestra avenida Túpac Amaru.

Dedujeron, referida la problemática presente en la ubicación de análisis se relacionó el **problema principal** ¿Cómo influye el uso de la incorporación de caucho reciclado en la Mezcla asfáltica vía seca de un pavimento flexible en la avenida Túpac Amaru, San Antonio de Huarochirí – 2022? Los **problemas específicos** son. ¿Descubrir el % óptimo del cemento asfáltico en la mezcla asfáltica según mi diseño con 0% de caucho en la avenida Túpac Amaru, Huarochirí – 2022?; ¿Descubrir la diferencia en la estabilidad de las briquetas con el 0%, 1% y 2% de caucho reciclado en la avenida Túpac Amaru, Huarochirí – 2022?

El **objetivo general** de la investigación. Determinar la influencia cuando se incorporó el caucho reciclado en la mezcla asfáltica vía seca de un pavimento flexible en la

avenida Túpac Amaru, Huarochirí – 2022. Mientras que para el **objetivo específicos** ha sido. Obtener el porcentaje óptimo para el diseño de la mezcla propuesta con el 0% de caucho en la avenida Túpac Amaru, Huarochirí – 2022. Medir las diferencias que tiene la estabilidad en las briquetas de 0%, 1% y 2% de caucho reciclado en la avenida Túpac Amaru, Huarochirí – 2022. Medir las diferencias que tiene el flujo en las briquetas de 0%, 1% y 2% de caucho reciclado en la avenida Túpac Amaru, Huarochirí – 2022.

La **hipótesis general** que se planteó, se obtendrá de 5% a 6% de contenido óptimo de cemento asfáltico con el 0% de caucho en la avenida Túpac Amaru, Huarochirí – 2022. En cambio, para las **hipótesis específica** se planteó. La estabilidad se va incrementando con cada porcentaje añadido en las briquetas de 0%, 1% y 2% de caucho reciclado en la avenida Túpac Amaru, Huarochirí – 2022. El Flujo se va incrementando con cada porcentaje añadido en las briquetas de 0%, 1% y 2% de caucho reciclado en la avenida Túpac Amaru, Huarochirí – 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes nacionales. Para Salazar (2019). Universidad César Vallejo – Chimbote – Perú, en la tesis “Comportamiento de las mezclas asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca”, donde el objetivo de la investigación que comprendió analizar el comportamiento físico y mecánico en las características de las propiedades de la mezcla asfáltica adicionándole caucho por la técnica de vía seca. El trabajo que realizo en su tesis autor Salazar nos menciona que la metodología de su investigación ha sido experimental con el método Marshall el cual ha consistido en la adición de tres porcentajes de caucho los cuales son 0.5%, 1.2% y 1.8 con respecto al peso de la briqueta. El estudio realizado le dio como resultado para el contenido óptimo de cemento asfáltico de 5%, con una estabilidad de 1827. Kilogramos, con 5.83 milímetros de flujo, mientras con un 6% de asfalto le resulto 1570 kilogramos en la estabilidad, con 6.60 milímetros de flujo. Con lo cual concluyo lo siguiente, que para su investigación la mezcla asfáltica con mejoramiento con caucho ha sido de 1.2% con lo cual se evidencio los mejores valores del comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica.

Según Farfán & Romero (2019). Universidad César Vallejo – Chimbote – Perú, en su tesis “Propiedades Mecánicas del Asfalto en caliente adicionando 1.5% de Caucho Reciclado Granular, Chimbote – 2019”, cuyo objetivo del autor fue lo siguiente, determinar su diseño de mezcla asfáltica en caliente, adicionando 1.5% de caucho, para determinar su contenido óptimo de cemento asfáltico y hacer una comparación con una convencional. La investigación realizada por el autor consistió en una metodología es de tipo experimental puro debido a que es necesario hacer pruebas de laboratorio, con el método Marshall, cual consistió con un diseño de mezcla compuesta por 45% de piedra chancada, 52% de arena gruesa y 3% de filler, en la cual también se añadirá 1.5% de caucho. Cual concluyo que para su investigación que, con su dosificación propuesto, le resulto que 5.3% es el porcentaje óptimo de cemento asfáltico, con una estabilidad de 2013 kilogramos y con un flujo de 3.5 milímetros con el adicionamiento de 1.5% de caucho.

En la tesis de Cervera (2017) cuyo título es INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA INCORPORANDO CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS, CAJAMARCA, 2016. Cuyo objetivo principal fue de conocer las propiedades del asfalto con CR. Para esta prueba se realizó 39 briquetas, donde 15 briquetas son mezclas asfálticas en caliente sin PCR y 24 briquetas son mezclas asfálticas modificadas con PCR, con distintos contenidos de asfalto de 4.5% a 6.5% incrementando en 0.5% en peso y un 0.5% y 1% de CR. Aplicando la metodología Marshall, se utilizó briquetas de 4" de diámetro y 2 1/2" de altura, como indica la norma y después siendo colocado en la prensa Marshall, dándonos su deformación y estabilidad. El material a usar tiene que especificar el peso específico, análisis de densidad-vacíos, peso específico del asfalto y cumplir con las especificaciones de granulometría para iniciar con la prueba. Se calienta lo arrido a una temperatura entre 170 °C y 210 °C, después se mezcla los agregados calientes con el porcentaje de caucho reciclado correspondiente y se lleva al horno, unir los agregados y el caucho que entre 150 °C y 190 °C por 2 min aprox. con el fin de que suba su temperatura mezclar por 2 a 3 min. Luego se compacta en las briquetas pre calentados a una temperatura de 10 °C con 75 golpes por ambos lados y dejar reposar por 24 horas. Concluyo que incorporando el CR influye de buena manera en la mezcla asfáltica en caliente, mejorando su estabilidad y la interrelación de flujo en un 2.6% y 2.3%, también el coeficiente de curvatura que presenta es de 0.78 y un coeficiente de uniformidad de 3.35 resultando una granulometría continua y uniforme. Se trabajó con el cemento asfáltico PEN 85/100 de 4.5, 5.0, 5.5, 6.0 y 6.5% y dio un porcentaje óptimo de 5.8 % para el tránsito pesado cumpliendo con los parámetros normativos y añadiendo 1% de caucho reciclado ya que da buenos resultados y cumple con las especificaciones técnicas del Manual de Carreteras EG 2013.

En la tesis de Álvarez & Carrera (2017) cuyo título es INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE PARTÍCULAS DE CAUCHO RECICLADO COMO AGREGADOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA. Cuyo objetivo principal fue de determinar la influencia que hay en el triturado de las llantas recicladas que serán

incorporado en la mezcla asfáltica a través de la metodología Marshall y ser usado en el diseño y construcción de pavimentos flexible. para ellos se tuvo que realizar una dosificación de agregados utilizando el método que está escrito en la norma AASHTO T 245, la cual es usada en la elaboración del ensayo con briquetas para el método Marshall, luego se calienta el agregado y el asfalto a 140° y 170° C y se coloca en las briquetas cuyas dimensiones son 4" de diámetro y 2½" de altura, tal como lo dice la norma 748 y luego ser colocadas en la prensa y se usó el martillo Marshall que fue previamente calentada para que no se enfríe la superficie de la mezcla al realizar la compactación, realizando 75 golpes por cada biqueta y en total 150 golpes. El porcentaje de granos de caucho reciclado usado para la investigación fue 1.5%, 2%, 2.5%, 3.0%, 3.5% y 4.0%, en total 18 briquetas y se concluyó que para el diseño los autores usaron 5% de asfalto 20% de agregado pasa 3/4", 35% triturado pasa 1/2", 20% de arena lavada zarandeada, otro 20% en arena triturada y un 1.5 % de GCR, al cumplir con los valores de estabilidad y flujo establecidos por la norma MTC, donde las briquetas con 1.5% y 2.0% de caucho reciclado cumplió los valores de estabilidad con un 900kg, los flujos cumplían con los parámetros del MTC también observaron que mediante se iba aumentado el porcentaje de caucho reciclado a la mezcla iba disminuyendo el valor de la resistencia y la densidades bulk, además cuando se iba aumentando el porcentaje de 1% de CR aumentaba el porcentaje de vacío.

En la tesis de Ubidia (2019). Universidad César Vallejo – Tarapoto – Perú, titulada "Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín", cuyo objetivo a resolver fue de elaborar un diseño de pavimento flexible con el adicionamiento de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del jirón Jorge Chávez cuadra 01 – 09 ciudad de Tarapoto.

La investigación que realizo el autor en su tesis es de la metodología experimental porque es necesario hacer unos ensayos de laboratorio para dar resultado al objetivo que planteo con el método Marshall. Cual concluyo con lo siguiente, el investigador al analizar los resultados que obtuvo del laboratorio dijo, que su diseño donde que

interviene el 0.5% de caucho da los valores a la resistencia más altos con respecto a la fuerza axial, con un contenido óptimo de 5.7% de asfalto.

Antecedentes internacionales. Según Génesis (2019). Universidad Central del Ecuador – Quito – Ecuador, en la tesis “Estudio del pavimento flexible con polvo de caucho frente al efecto de fatiga”, cuyo objetivo indicado es el análisis y desempeño de la mezcla que ha propuesto modificado con la incorporación de grano de caucho reciclado de neumáticos ante la fuerza de fatiga. El su trabajo de investigación de tu tesis se apreció que el autor tiene como metodología de investigación experimental ya que fue necesario realizar ensayos con el método Marshall para la obtención de los valores como el porcentaje óptimo de cemento asfáltico, estabilidad y flujo, cuyo diseño de mezcla consistió en los siguientes agregados 28% grueso, 27% medio, 45% fino y con porcentajes de asfalto de 4%, 4.5%, 5% y 5.5%. En donde el estudio realizado obtuvo que para su diseño de mezcla obtuvo con contenido óptimo de cemento asfáltico de 4.9%. Con ese resultado el procedió a hacer las incorporaciones de caucho de 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6%. Lo cual Concluyo que para el asfalto cuyo diseño convencional con 0% de caucho, que ha propuesto so observó que cumple con las especificaciones de la American Society Testing and Materials ASTM.

Para Muñoz & Orqueda (2018). Universidad Católica – Quito – Ecuador, en su tesis titulada “MEJORAMIENTO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA CON LA ADICIÓN DEL RESIDUO DE CAUCHO OBTENIDO TRAS SU REMOCIÓN DE LA PISTA DE ATERRIAJE DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL MARISCAL SUCRE, POR VÍA SECA” tuvo como objetivo en la búsqueda para determinar y analizar los mejoramientos de las propiedades físicas y mecánicas en su diseño de mezcla asfáltica convencionales adicionando residuos de caucho, obtenido de la limpieza de la pista de aterrizaje del aeropuerto internacional Mariscal Sucre por Vía seca. En su investigación se logró apreciar que el autor de la tesis en mención a utilizado la metodología fue experimental ya que debió determinar cómo afecto la incorporación de residuos de caucho, por el método Marshall, con utilización de piedra chancada de 3/4”, piedra chancada de 1/2” y agregado de 3/8” con sus respectivos porcentajes cuales son de 20%, 20% y 60%, cuales ha tenido un peso con todo el cemento asfáltico de

1100 gramos aproximadamente. El cual ha tenido que ser mezclada a una temperatura de 142° Centígrados a 147° Centígrados, con la compactación del martillo Marshall de 10 libras, con las cuales se efectuó una cantidad de 75 golpes a 18" de altura para su compactación, dentro del molde Marshall. El estudio resultó que, para su investigación, obteniendo la granulometría se obtuvo el porcentaje óptimo de asfalto de 6% con los cuales se realizaron las mezclas asfálticas con cinco diferentes porcentajes para llegar al porcentaje óptimo los cuales fueron, 5%, 5.5%, 6.0%, 6.5% y 7%, con las cuales obtuvo los parámetros Marshall. Concluyó que su investigación le dio como resultado que el porcentaje óptimo de cemento asfáltico fue de 6.5%, con el cual mantiene un 75% de sus características con la incorporación de caucho reciclado a comparación con el que tiene 0% de caucho.

Según Castro & Díaz (2017), desarrollo la investigación para el requerimiento para que obtenga el rango o título de ingeniero civil "Implementación de grano de caucho reciclado (CGR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá" presentado en la Universidad Santo Tomás, el objeto de estudio general a analizar fue de verificar el estado del ingenio sobre de llevar a cabo como reusar el grano de caucho reciclado en las mezclas asfálticas y lo cual se ha concluido de que la pluralidad de métodos de indagaciones que se llevaron en el pavimento con G.D.R. se observó que interfieren otros componentes que afectaron los resultados macacinos. Cuyo factor están acorde de la temperatura a la que están expuestas el asfalto con el G.D.R., en la granulometría de los componentes, implementación de métodos de reciclaje en pavimentos y así ver la adición de aditivos.

Según Florero (2018), desarrollo la tesis para optar el título de especialista en ingeniería de pavimentos "Evaluación comparativa de mezclas convencionales y mezclas modificadas con granulo de caucho por medio de briquetas desarrolladas en los laboratorios de la unidad administrativa especial de rehabilitación y mantenimiento vial (UAERMV)" sustentado en la Universidad Militar Nueva Granada, cuyo objetivo general ha sido compara mezclas asfálticas básicas o naturales en el proceso de

añadir desperdicios reciclados de un diámetro de .G.D.R. y lo cual concluyo resaltando los datos obtenidos en el flujo tanto para los dos tipos de carpetas asfálticas se pueden visualizar que en las diferentes propuestas llegaron a los intervalos mínimos y máximos establecidos en los manuales.

Según Martínez et al. (2018), en la revista de ingeniería de construcción titulada “Trece años de continuo desarrollo con mezcla asfáltica con grano de caucho reciclado en Bogotá: Logrando sostenibilidad en pavimentos” investigados en las universidades del Norte, Los Andes y el Instituto de Desarrollo urbano de Bogotá, Colombia, objetivo del estudio fue de analizar mediante procesos la ejecución y desarrollo del método de implementación en la tecnología de asfaltos modificados con G.D.R. en Colombia, en particular para Bogotá y con lo cual han concluido en el presente trabajo analizar las diferencias y procesos de las etapas que acordaron en el instituto de desarrollo urbano en su apropiada y conveniente elaboración de las mezclas modificadas con G.D.R.

La epistemología de la problemática investigada. De la variable independiente, partículas de caucho mediante un proceso de trituración mecánica de llantas en desuso.

Teoría relacionada de partículas de llantas en desuso, que ya cumplieron su vida útil: Respecto al estudio de las características del caucho natural, como autor la empresa (Elaplas, 2018).

Los cuales tienen las siguientes características:

- Son muy buenas con la propiedad de soportar cargas y tensiones mecánicas de un alto índice de reposo a acción y pocos segundos.
- Con enorme componente elástico que anula cualquier alteración muy notable en la masa del material.
- Con mucha capacidad de resistencia al desgaste por proyección de partículas de granulometría fina (arena, granalla).
- Con buenas peculiaridades eléctricas.
- Con factor relación calidad/precio.

Respecto a cómo utilizar las partículas de caucho: “el reciclaje de llantas en desuso de los vehículos es de extensa difusión en los países comprometidos con poner barreras al cambio climático el cual tienen normas y leyes claras en temas del ambiente” (Centro de investigación vial lemac, 2006).

En cambio, Centro de investigación vial lemac (2006) dice:

Esto nos quiere decir que el uso de las partículas naturales o sintéticas de las llantas en desuso: Compuesto o de origen ambiental es elaborado con componentes de látex, la cual es una goma natural con una consistencia viscosa y de color blanco la cual se extrae de los árboles de caucho mediante cortes en su corteza, cuyo árbol oriundo del hermano país de Brasil, el cual se exportó a Inglaterra 1876 donde después se volvió a migrar a países de dominio británico, cuya acción determinó que en la actualidad cuyo país que está en el primer puesto de producción de caucho es Malasia.

Producción global del caucho apreciamos en la siguiente figura 1.



Figura 1: Producción mundial

Fuente: CENTRO DE INVESTIGACIÓN VIAL LEMAC (2006)

Respecto a los neumáticos señala: “para el reciclaje de las llantas de procedencia vehicular son más de dominio de los países que tienen leyes claras con respecto a la

protección de la naturaleza de formas claras” (Centro de investigación vial lemac, 2006).

Pero también se clasifican, Centro de investigación vial lemac (2006) dice:

Las clasificaciones de llantas vehiculares están clasificadas mediante su radio mediante la estructura de sus aros de las llantas, cuya labor de fabricación de las llantas vehiculares constituye el 60% que se genera a nivel mundial en un año en la industria del caucho. La forma de extracción del caucho natural mediante cortes en la corteza del árbol cuyo nombre científico es *Hevea Brasilienses* lo cual se obtiene su resina de consistencia gomosa, el cual se procesa mediante su secado y ahumado el utiliza diversos materiales, en la actualidad el caucho el cual es obtenido de forma natural es de solo el 30% mientras que su versión sintética obtenido de derivados pétreos cual viene hacer un 70% del total del mercado.

En la mayoría de los productos en su composición de caucho es como se aprecia en la consecuente en la figura 2.

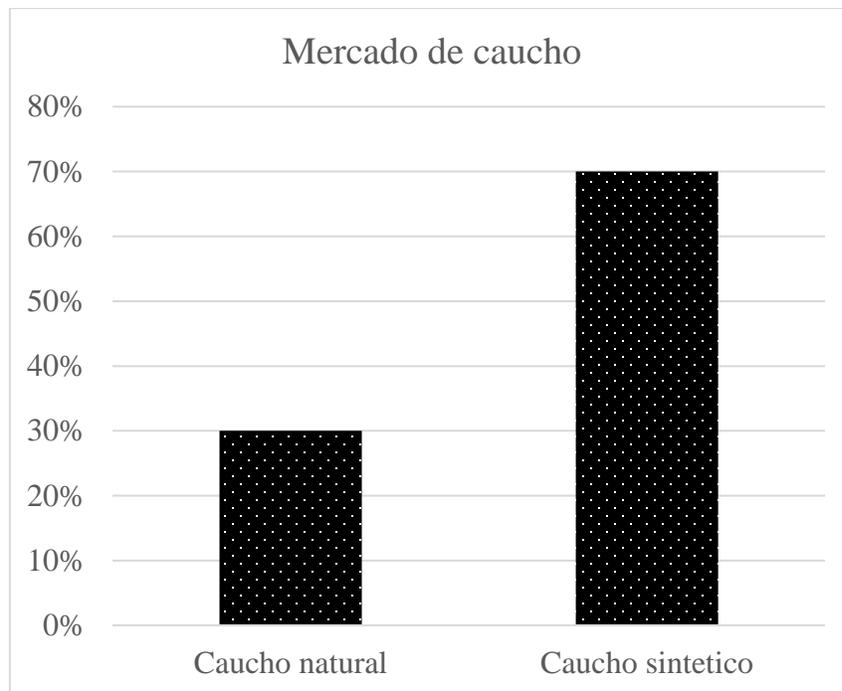


Figura 2: *Porcentaje de composición de la mayoría de los neumáticos.*

Fuente: Centro de INVESTIGACIÓN VIAL LEMAC (2006)

Para definir los niveles de moliendo, Centro de investigación vial lemac (2006), dice lo siguiente:

La clasificación según sus partículas mediante sus niveles de diámetro del caucho en: El cual se tiene que realizar un triturado para que sus partículas conserven un nivel de diámetro con dos o tres ejes de trituración con chuchías que pueden girar de 13 a 22 revoluciones por minuto. La producción mayormente puede permanecer de forma estable, el cual no es suficiente es muy relativo porque está considerado como trituración macro en esa etapa.

El triturador del caucho puede ser de diferentes formas, pero la más usada visualizamos en la siguiente figura 3.

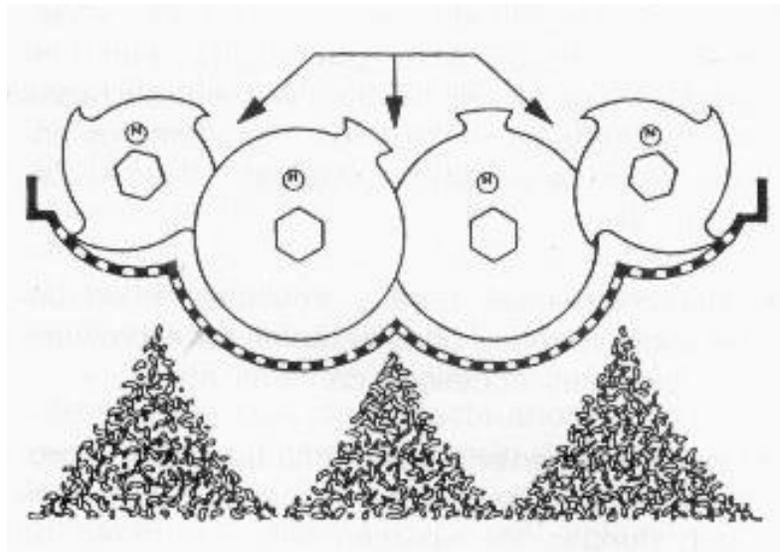


Figura 3: Caucho triturado

Fuente: Centro de INVESTIGACIÓN VIAL LEMAC (2006)

Para el proceso granulométrico para la obtención de las partículas de caucho e incorporación mediante la vía seca, Martínez, et al. (2018) nos señala:

Para la partícula de caucho reciclado, incorporación pro vía seca se tuvo que seleccionar para la utilización fue con diámetros finos, con el producto resultante de la molienda inferiores a (N.º 30) 595 µm, debido a que los finos deberán tener mejor

comportamiento en una intersección entre la partícula de caucho y el cemento asfáltico.

Se detalla la granulometría a usar para la investigación, mediante la tabla 1.

Tabla 1: Granulometría de las partículas de caucho propuesta para la investigación.

Normal (μm)	595	297	74
Alternativo	N.º 30	N.º 50	N.º 200
%	100	7.5	1.5

Fuente: MARTINEZ, et al. (2018)

Cemento asfáltico

“la mezcla bituminosa o más conocida como cemento asfáltico la particularidad es que tiene un color negro de aspecto hidrocarbonada, sus principales particularidades es que es un aglomerante de aspecto impermeable, con buen soporte a los productos alcalis, sales y ácidos” (Pinargote et al. 2018).

En la tabla 2 se muestra el uso del cemento asfáltico según su temperatura.

Tabla 2: Forma de seleccionar la mezcla bituminosa C.A.

Temperatura promedio anual			
24° C o mas	24° C - 15° C	24° C - 5° C	menos de 5° C
40-50 o 60-70 o modificado	60-70	85-100 120-150	Asfalto Modificado

Fuente: MARTINEZ, et al. (2018)

Variable dependiente: Mezcla asfáltica vía seca.

La estructura de un pavimento flexible se detalla como el nombre mencionado de carácter flexible el cual es mayormente habitual en las ciudades o áreas pobladas por el cual hay un tránsito vehicular similares a la ciudad de lima, Chiclayo, Trujillo, entre otros, el cual cuentan con la rentabilidad alta en drenabilidad de salida del agua, con el pavimento flexible cual da una apreciación de confort mediante el trayecto y vas en el vehículo. Por lo general con el transcurso de años y por factores externos se pueden producir como piel de cocodrilo, grietas, baches, huecos, etc.

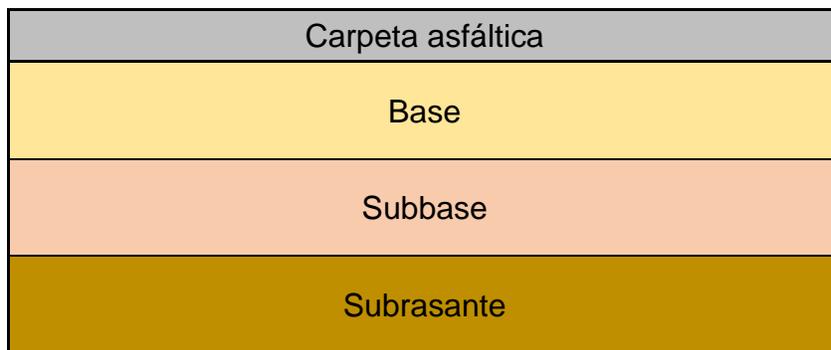


Figura 4: Pavimento flexible parte estructural

Fuente: Elaboración propia

Pavimentos Asfálticos En Caliente

Según Principios de construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente (2001) citan lo siguiente:

La composición asfáltica con un mezclado, para la combinación se requiere de los agregados en una proporción que se obtiene por ensayos del laboratorio con un porcentaje también de cemento asfáltico: Para cual los porcentajes relativos de los agregados determina las calidades físicas de las mezclas realizadas y también del comportamiento para el diseño que se requiere. En la actualidad existen dos métodos o procesos para el diseño mayormente utilizados para las proporciones apropiadas del asfalto y agregado en la mezcla realizada. Entre ellos se tiene al método Marshall y por el otro lado método Hveem. En la investigación realizada se realizó con el método Marshall.

Se detalla en la tabla 3 se aprecia el coeficiente obtenido de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 toneladas.

Tabla 3: Repeticiones acumuladas

Tipos De Tráfico Pesado en EE	Tráfico Pesado Expresado en EE
T _{p0}	> 75,000 E.E.
	≤ 150,000 E.E.
T _{p1}	> 150,000 E.E.
	≤ 300,000 E. E
T _{p2}	> 300,000 E.E.
	≤ 500,000 E.E.
T _{p3}	> 500,000 E.E.
	≤ 750,000 E.E.
T _{p4}	> 750,000 E.E.
	≤ 1'000,000 E.E.

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS (2014)

En los cálculos del pavimento flexible también se requiere saber el C.B.R. (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) que tiene el suelo en donde se realizó el estudio.

En la tabla 4 se observa las categorías del C.B.R.

Tabla 4: Sub rasante categorías

Tipos De Tráfico Pesado en EE	Tráfico Pesado Expresado en E.E.
S 0: Sub rasante Inadecuada	C.B.R. < 3%
S 1: Sub rasante Inadecuada	De C.B.R. ≥ 3%
	A C.B.R. < 6%
S 2: Sub rasante Inadecuada	De C.B.R. ≥ 6%
	A C.B.R. < 10%
S 3: Sub rasante Inadecuada	De C.B.R. ≥ 10%
	A C.B.R. < 20%
S 4: Sub rasante Inadecuada	De C.B.R. ≥ 20%
	A C.B.R. < 30%
S 5: Sub rasante Inadecuada	De C.B.R. ≥ 30%

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS (2014)

Para los siguientes pasos del cálculo de pavimento flexible, se debe resolver en ecuación que se aprecia en la siguiente figura 5.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Figura 5: Ecuación del cálculo de pavimento flexible

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS (2014)

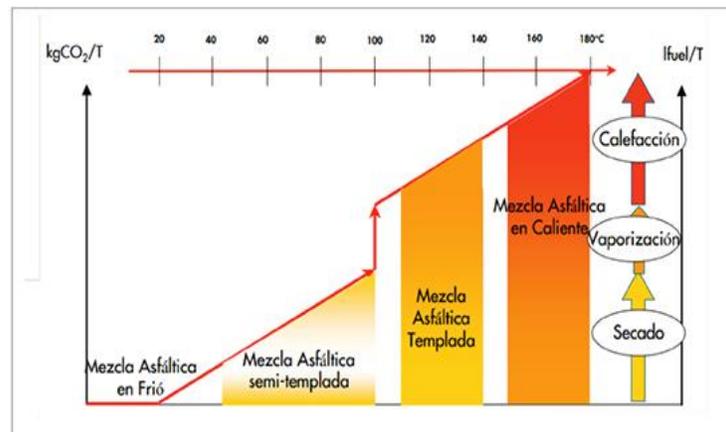


Figura 6: Mezcla asfáltica según la temperatura

Fuente: Según Principios de Construcción de Pavimentos de mezcla asfáltica en caliente (20019)

En esta parte de la investigación se detalla los agregados a usar para la fabricación de la mezcla asfáltica por vía seca con caucho reciclado son:

- Agregados:
 - Agregado grueso.
 - Agregado Fino.
- Cemento asfáltico.
- Caucho Reciclado.

Preparación de la mezcla asfáltica cual se verterá en la carpeta de rodadura en un pavimento flexible se necesita como agregados:

Agregado grueso

Para la especificación del grueso es a las partículas retenidas en el tamiz (N.º 4) o 4.75mm.

agregado grueso según Manual de carreteras (2013) señala que:

La denominación del agregado grueso está constituida del proceso de la trituración de grava o roca, también puede ser la combinación de los dos, y las partículas retenidas deben de estar sin ningún tipo de impurezas, resistentes, durables, sin demasiada concentración de fragmentos llanos, prolongados, blandengue o débiles a la compresión. También debe estar libre de excesos como polvillos, residuos de terreno natural, arcilla y cual quiera partícula fuera del diseño obtenido.

Agregado fino

Para especificar el material fino según nos indica que:

“La denominación del agregado fino es a las partículas comprendidas del tamiz (N.º 4) 4,75 mm hasta el tamiz (N.º 200) 75 µm” (Manual de carreteras, 2013, pág. 469).

Todo material fino debe de componerse por la arena de trituración o una mezcla de ella con arena natural lo cual la proporción admisible debe estar comprendida en la elaboración, calculo pertinente para que cumplan los parámetros. Cuales también tienes que tener unas características como ser duros, limpios y de una superficie rugosa y angular, también se debe de verificar que el material deberá estar libre de cualquier sustancia que implique la adhesión del asfalto.

Cemento asfáltico

Para la especificación del cemento asfáltico según manual de carreteras (2013) nos dice que:

El uso del cemento asfáltico para su correcta manipulación en aplicar para los riegos de liga tanto como en la elaboración de la mezcla asfáltica lo cual, en su temperatura de mezclado, también será calificado en su absoluta viscosidad con la penetración, lo cual se empleará según el tipo de condición climática en la zona del proyecto, con la cual se seleccionará según su carta de viscosidad del cemento asfáltico.

Incorporación grano de caucho reciclado (GCR) en pavimento

Cervera (2016) cito a Ramírez (2006) quien dijo:

“La partícula de caucho de diámetros finos reutilizado de las llantas del neumático en desuso, cuyo proceso de la mezclanza del asfalto se realiza por tres procesos con desigual designación: Proceso por refinería, método por vía húmeda, método por vía seca” (Cervera, 2016).

Vía seca

Por este método de aplicación del caucho según Berenguer et al. (2009) nos dice:

Por lo habitual se utiliza la granulometría fina para la ejecución de mezclas con los otros materiales antes de agregar el cemento asfáltico como si fuera un material más de los agregados, pero tener en cuenta que el caucho es un árido cuyo comportamiento es inerte que, en la elaboración de la mezcla asfáltica, cual se va embeber en porcentajes mínimos del cemento asfáltico, en la variedad del G.C.R. el cual seguirá e interactuándose con el betún por el fenómeno de digestión que se da, en el método de incorporación consistió en que el cemento se vertiera después de dosificar los agregados y mezclara de forma uniforme en caliente para que se obtenga la mezcla asfáltica.

En la figura 7 se visualiza el proceso del caucho reciclado



Figura 7: Proceso del caucho reciclado

Fuente: BERENGUER, et al (2009)

Flujo

Según principios de construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente (2001) citan lo siguiente: Proceso o método Marshall a ejecutar para obtener los datos del asfalto, cuya medida se dará en pulgadas las deformaciones que se obtengas en las briquetas. En las briquetas que resulten con datos bajos en flujo y por otro lado en la estabilidad con datos altos se considerara muy frágiles y rígidos para un pavimento puesta en servicio. Mientras los bloques que resulten con alto valor de flujo se determinan como muy elásticas o plásticas dan como tendencia a la deformación que está expuesta en las cargas que serán expuestas por los vehículos.

Estabilidad. El dato de la estabilidad da como ventaja el aguantar las deformaciones a las cargas aplicadas y resistir el desplazamiento de lo contrario desarrollaría conductos de ahuellamientos, corrugación, ondulación entre otros cambios por efecto de la sobrecarga que pueda aguantar (Principios de construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente, 2001).

Para la tabla 5, aprecia los efectos y causas de posibles fallas del pavimento.

Tabla 5: Causa y efecto de la inestabilidad del pavimento flexible

Causas	Efectos
Exceso de asfalto en la mezcla	Ondulaciones, ahuellamientos y afloramiento o exudación
Exceso de arena de tamaño medio en la mezcla	Baja resistencia durante la compactación y posteriormente, durante el cierto tiempo; Dificultad para la compactación
Agregados redondeados sin o con pocas superficies trituradas	Ahuellamientos y canalización

Fuente: ASPHALT INSTITUTE (2001)

Para cumplir con las normas o reglamentos del Perú se debió obtener la información de los requerimientos mínimos para la mezcla de concreto bituminosas o también conocido como mezcla asfáltica. Por ello ver tabla 6

Tabla 6: Requisitos para mezcla de concreto bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75.00	50.00	35.00
2. Estabilidad (mínimo)	831.07	554.73	461.93
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8 a 14	8 a 16	8 a 20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3 a 5	3 a 5	3 a 5
5. Vacíos en el agregado mineral	Ver Tabla 423-10		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2.10	2.10	1.40
2. Resistencia retenida % (mín.)	75.00	75.00	75.00
Relación Polvo – Asfalto (2)	0.6 a 1.3	0.6 a 1.3	0.6 a 1.3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 mín.		

Fuente: DE CARRETERAS (2013)

III. METODOLOGÍA

El enfoque utilizado para el informe, fue de investigación cuantitativa porque se encontró como resultados mediante el proceso de elaboración con el método Marshall que nos dio el resultado de la confortación de los datos en el flujo y la estabilidad con el diseño de mezcla de 0%, 1% y 2% cuyo caucho paso por un proceso de reciclado.

Que nos dio a conocer como investigación cuantitativa:

“El resultado u obtención de los datos, de objetos, cosas, y aquellos parámetros que se puedan numerar, medir, pesar y que por su calidad persistentemente nos da en resultados numéricos” (Behar, 2008).

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. **Tipo de investigación:** Para explorar solo tenemos dos opciones de analizar por medio de investigación básica o también investigación aplicada. Para este proyecto se realizará la investigación aplicada porque:

“En la exploración aplicada determinan u analiza la busca de la aplicación o utilización de las áreas o materias de comprensión a su vez que se adquieran otros y también es el estudio científico orientado a resolver problemas de la vida cotidiana” La investigación aplicada: una forma de conocer.

3.1.2. **Diseño de investigación:** Para el trabajo de investigación se ha escogido el método de investigación experimental.

- **Diseño experimental:** “La investigación experimental se ideo para el propósito de comprobar, con el mayor nivel de confianza posible, la cual se relaciona en causa – efecto en uno o más grupos de estudios, llamados experimentales” (Monje, 2011 pág. 105).

También en la investigación experimental, se obtiene dos conjuntos a estudiar, en uno se denomina variable dependiente, el cual es el

elemento que se mantiene constante y el otro se denomina variable independiente, el cual es manipulable por los investigadores.

3.2. Variables y operacionalización:

Variable independiente: Caucho reciclado.

- Definición conceptual: El efecto de la inclusión de GCR en las MDC como quedó evidenciado es el de producir una mezcla menos rígida que el convencional hecho que contrasta con el objetivo de modificar asfaltos (método seco) con el cual se obtienen asfaltos con viscosidades mayores y generando mezclas con módulos igualmente mayores. (Martínez et al. 2018, pág. 45)
- Definición operacional: El proceso de incorporación para la mezcla densa en caliente se hará por medio de la vía seca, la cual tendrá de tipo I y de tipo II con un porcentaje de 1% y 2 %, cuyos GCR fueron tamizado entre el N.º 30 a N.º 200 (Martínez et al. 2018, pág. 47).
- Indicadores: Contenido de caucho reciclado de 0%; 1% y 2%. Granulometría de la malla N.º 30 a N.º 200.
- Escala de medición: Por la razón.

Variable dependiente: Mezcla asfáltica vía seca.

- Definición conceptual: El diseño Marshall, para determinar la proporción óptima de cemento asfáltico evaluando la Estabilidad, el Flujo y el porcentaje de vacíos en la mezcla asfáltica, en los diseños de las mezclas asfálticas elaboradas por el proceso seco (Martínez et al. 2018, pág. 45).
- Definición operacional: El objetivo al usar el método Marshall es conocer las cantidades necesarias para poder crear una mezcla asfáltica todo con el fin de satisfacer las exigencias de que requiera el pavimento, teniendo en

cuentas los siguientes criterios: El flujo, La estabilidad y contenido óptimo del asfalto (Martínez et al. 2018, pág. 45).

- **Indicadores:** Porcentaje óptimo de cemento asfáltico 0%; 1% y 2%. Estabilidad 0%; 1% y 2%. Flujo 0%; 1% y 2%.
- **Escala de medición:** Por la razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población: Según Hernández et al. (2014):

Teniendo seleccionada las unidades de análisis, muestreo, se procederán a determinar las poblaciones para el método del estudio a realizar y contrastar los resultados que se puedan generalizar. Para las poblaciones es un grupo de especificaciones de los resultados de estudio que concuerden con los objetivos planteados en la investigación.

- **Criterios de inclusión:** El criterio fue de hacer un diseño con el procedimiento, normativas peruanas para su cálculo y posterior diseño, para que cumplan con los estándares básicos de la normativa peruana. También fueron tomando como artículos científicos, tesis y procesos de cálculo con posterior diseño
- **Criterios de exclusión:** Se dio porque no correspondía a nuestro método que escogimos para la investigación, también fue por procesos que están ya obsoletos para la actualidad o no hay mucha popularidad en ellos.

3.3.2. Muestra: “Las muestras son en particularidad a un ítem desmenuzado del grupo de la población. Se podría decir que es un subconjunto que complementa con lo cual pertenece al conjunto descrito en las propiedades de la población” (Fernández & baptista, 2014).

La muestra será de 1% y 2% de granos de caucho reciclado que será incorporado con los agregados previamente calentados para después de la

combinación con el cemento asfáltico, después serán ensayado para la prensa Marshall tal cual lo indica las especificaciones técnicas.

3.3.3. **Muestreo:** Según Otzen & Manterola (2017) nos dicen que:

Los procedimientos del muestreo de caracteres no probabilísticos, Con la selección de los caracteres de la investigación dependerá de algunos patrones, perspectivas o etc. Para que los científicos o investigadores consideran en el carácter, en donde podrían ser porcentajes bajos válidos y confiables, según algunos caracteres o fundamentos de la muestra no se ajustan a lo probabilístico, por motivos que no puedan dar certeza que el estudio justifique en la población. Para este trabajo se utilizó el muestro de tipo no probabilístico ya que dependerá del objetivo principal de la investigación que es analizar el comportamiento de la incorporación de caucho reciclado a la mezcla asfáltica vía seca, todo respetando la norma MTC.

3.4. **Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

Conteo vehicular de la avenida Túpac Amaru, Huarochirí, por 7 días.

Se realizaron 02 calicatas, para la obtención del material que se usó en el laboratorio para halla el CBR, para su diseño del pavimento flexible.

Se elaboraron un total de 27 briquetas que están compuestas de la siguiente forma, para establecer la estabilidad y el flujo.

Tabla 7: Cantidad briquetas realizadas

	% de Contenido óptimo de cemento asfáltico	Estabilidad	Flujo
Con 0% de caucho	15	15	15
Con 1% de caucho	-	6	6
Con 2% de caucho	-	6	6

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 8: Método e instrumentos

TECNICA	Instrumentos
AGREGADOS, FINOS Y GRUESAS, ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C-136)	Juegos de malla estándar Balanza eléctrica de precisión de 0.1 gramo Horno Tamizador mecánico Molde de compactación Martillo de compactación Pedestal de compactación Soporte para molde Mordaza Prensa Marshall Discos de Papel Filtrante Horno
METODO MARSHALL PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS (ASTM D-1559)	Baño María Recipientes metálicos Termómetros blindados Balanza Parafina Guantes de cuero Plumones de identificar las probetas Bandejas de aluminio Lampa pequeña

Fuente: Elaboración propia (2022)

3.5. Procedimientos:

Paso 01: Se seleccionó la avenida Túpac Amaru en Huarochirí, donde se realizó el conteo vehicular por 7 días.

Paso02: Excavación de 2 calicatas para el muestro del material del terreno para la obtención del CBR.

Paso 03: Para esta investigación que trata de determinar cómo afecta la incorporación de caucho reciclado con, 1% y 2% respecto a su peso.

Paso 04: Se buscó los agregados de calidad, los cuales han sido el agregado grueso fueron, piedra chancada de $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ", en el agregado fino, arena chancada,

cemento asfáltico de 60/70 y nuestro material a estudio, el caucho reciclado pasado por unos maquinas moledoras.

Paso 05: Tenido los agregados se dispuso a llevar el laboratorio de suelos de JCH S.A.C. para determinar la granulometría y con ello determinar el rango de uso, para que con ello se haga el diseño de la mezcla asfáltica en caliente. y se determinó el 02% de piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ", el 35% de piedra chancada de $\frac{1}{2}$ ", arena chancada de 63%.

Paso 06: Se hizo el pesado de los agregados de tanto finos, gruesos y el caucho molido, después de pesarlo se pone en un recipiente, se procede a meterlo en el horno eléctrico como mino 8 horas, para que todo contenido de humedad desaparezca a unos 110° centígrados aproximadamente.

Paso 07: Después de tener los agregados pasado por el horno eléctrico se vuelve a hacer el pesado una balanza eléctrica y agregar los porcentajes correspondientes en su peso.

Paso 08: Ya teniendo los agregados con su peso correspondiente, previamente el cemento asfáltico se hace un pre calentado para que sea trabajable y después se añade en su peso correspondiente según su porcentaje óptimo.

Paso 09: Teniendo todos los agregados y el cemento asfáltico en un recipiente se hace el mezclado en una cocina industrial controlando una temperatura de 140° centígrados, hasta llegar en una mezcla homogénea con una espátula y guantes de cuero.

Paso 10: Ya teniendo la mezcla homogénea se procede al llenado en el molde de compactación Marshall, previo al llenado se pone papel filtro, luego se hace el compactado con un pistón con 75 golpes por cada lado.

Paso 11: Después que se ha compactado la mezcla asfáltica en el molde, se deja enfriar a temperatura ambiente con un aproximado de 1 día y se retira del molde.

Paso 12: Después de tener las briquetas enfriadas se procede a hacer el baño María, el cual consiste en poner las briquetas en el baño María, donde las briquetas están sumergidas en agua de una temperatura de 60° centígrados, durante un aproximando de 30 minutos.

Paso 13: ya teniendo todos los pasos haciéndolo desde el paso 01 al paso 09 se procede al secado de la briqueta y se coloca de inmediato a la prensa Marshall para hacer la rotura donde que se obtuvo la estabilidad y el flujo, el cual es el tema de nuestra investigación.

3.6. Método de análisis de datos:

En hipótesis estadística Walpone et al. (2012) nos señala:

En las investigaciones muy frecuente la interrogante que se afrontan o se cuestionan los ingenieros o investigadores es para responder a dichas dudas con parámetros basado en la población, en busca de la conclusión mediante métodos u procedimientos que se obtuvieron basados en los datos recolectados del investigador y así argumentar a las conclusiones que llegaron basados en un procedimiento científico.

3.7. Aspectos éticos:

Según Hernández et al. (2014) se menciona:

“los investigadores deberán cumplir caracteres éticos aun no siendo con fines científicos, por lo tanto, siempre es necesario que el autor se plantee preguntas que cuestionen acerca de la consecuencia del estudio”

IV. RESULTADOS

La investigación fue realizada en la avenida Túpac Amaru, Jicamarca, Huarochirí en el año 2022.

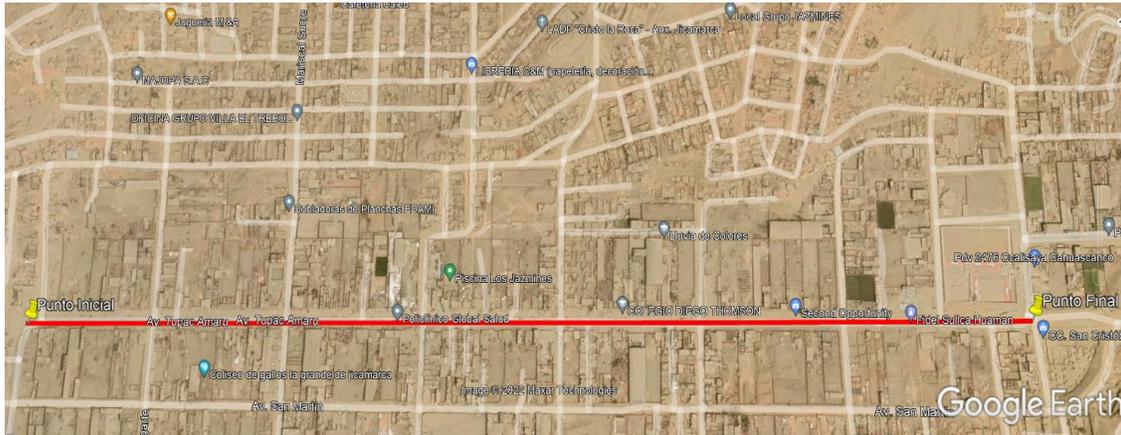


Figura 8: Ubicación de la avenida Túpac Amaru

Fuente: Google Earth (2022)

Tabla 9: Datos topográficos punto inicial

Datos topográficos punto inicial	
Elevación	576.63 msnm
Coordenadas	11°53'55.35" S 76°57'42.54" O

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 10: Datos topográficos punto final

Datos topográficos punto final	
Elevación	688 msnm
Coordenadas	11°53'35.22" S 76°57'27.77" O

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 11: Distancia y pendiente de la avenida Túpac Amaru

Distancia y pendiente	
Distancia	1562.83 M.
Pendiente	14.03 %

Fuente: Elaboración propia (2022)

Con el informe obtenido de estudio de suelos y CBR de la C-01 y C-0.2 a continuación el resumen de los resultados.

Tabla 12: Datos resumidos de los resultados de estudio de suelo y CBR de la C-01 y C-0.2

	C-01	C-02
LIMITE DE CONSISTENCIA		
Limite liquido (%) ASTM D4318-05	--	--
Limite plástico (%) ASTM D4318-05	NP	NP
Índice de plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP	NP
Contenido de humedad ASTM D-2216-05		
Humedad (%)	1.5	2.1
Clasificación		
Clasificación SUCS ASTM D 2487-05	GP-GM	GW-GM
Clasificación AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a (0)	A-1-a (0)
Descripción de la muestra	Grava probablemente gradada con limo	Grava bien grabada con limo
C.B.R. al 100% de M.D.S. 0.1"	109.30	104.30
C.B.R. al 95% de M.D.S. 0.1"	62.20	60.50
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	2.258	2.265
Optimo contenido humedad (%)	6.00	6.70

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 13: Resumen semanal del conteo vehicular de la avenida Túpac Amaru

DIA	CAMIONETAS				BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	Veh/día	
	AUTO	PICK UP	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3
JUEVES	2157	405	2454	1175	520	0	359	254	0	0	0	0	0	153	154	0	0	0	0	7631	Veh/día
VIERNES	1987	179	2316	996	441	0	307	221	0	0	0	0	0	134	140	0	0	0	0	6721	Veh/día
SABADO	2067	409	1860	1212	517	0	224	246	0	0	0	0	0	113	133	0	0	0	0	6781	Veh/día
DOMINGO	1593	267	1929	733	532	0	238	167	0	0	0	0	0	97	125	0	0	0	0	5681	Veh/día
LUNES	2149	503	2720	1335	682	0	446	301	0	0	0	0	0	157	175	0	0	0	0	8468	Veh/día
MARTES	2059	473	1381	1380	605	0	412	303	0	0	0	0	0	230	185	0	0	0	0	7028	Veh/día
MIERCOLES	2207	483	2341	1413	722	0	505	231	0	0	0	0	0	195	176	0	0	0	0	8273	Veh/día
PROMEDIO TOTAL	2031	388	2143	1178	574	0	356	246	0	0	0	0	0	154	155	0	0	0	0	7226	Veh/día

Fuente: Elaboración propia (2022)

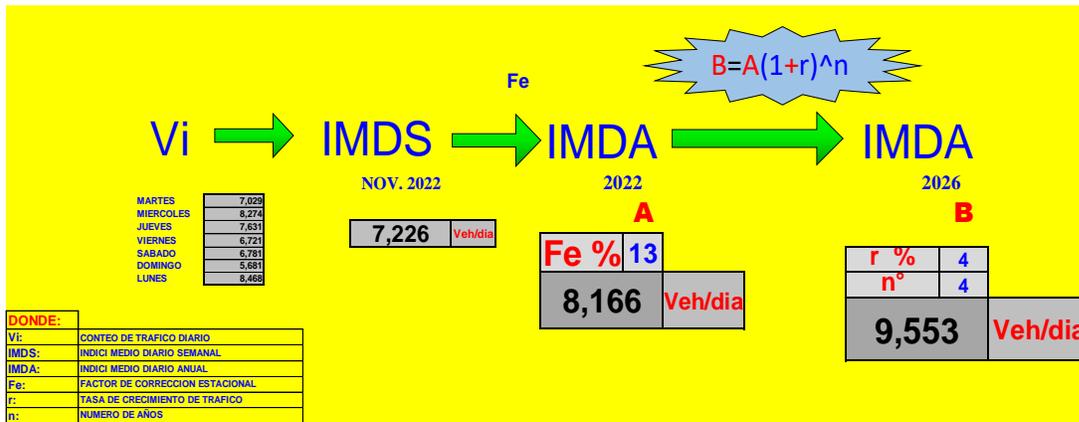


Figura 9: Diagrama del I.M.D.A.

Fuente: Elaboración propia (2022)

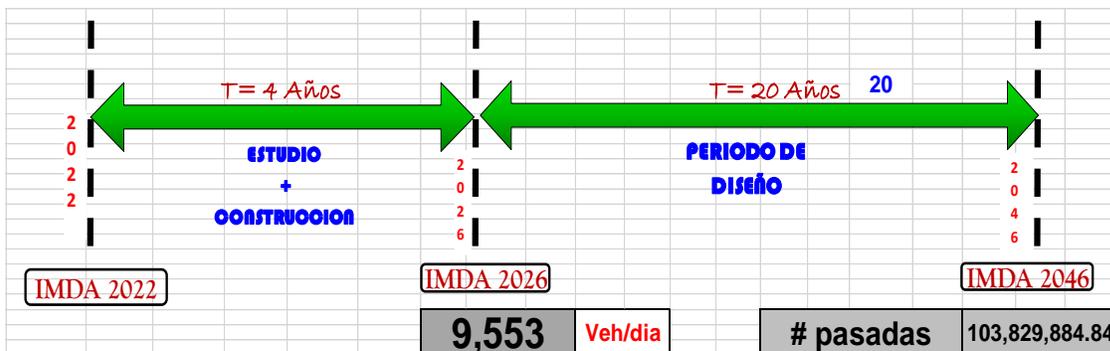


Figura 10: Esquema del periodo de diseño de 20 años

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 14: Cálculo de módulo de resiliencia (MR) y promedio de C.B.R.

Calculando el módulo resiliencia (MR)	
Promedio C.B.R.	M.R. en psi
61.35	35,611.66

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 15: Resumen de datos necesarios para el (SNR) Calculo

COMPONENTES			
a.	ESAL W18	28,909,879.10	MANUAL DE CARRETRAS "Suelos, Geología, Geotecnia Y pavimentos".
b.	MODULO DE RESILENCIA (MR)	22,529.00	CUADRO 12.5
c.	CONFIABILIDAD (%R)	95%	CUADRO 12.6 (TP7)
d.	COEFICIENTE ESTADISTICO DE DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-1.645	CUADRO 12.8 (TP7)
e.	DESVIACION ESTANDAR COMBINA (So)	0.45	Recomendado por Manual
f1.	SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	4.20	CUADRO 12.10 (TP7)
f2.	SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)	3.00	CUADRO 12.11 (TP7)
f3.	VARIACION DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	1.20	CUADRO 12.12 (TP7)
g.	NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SNR)	4.64	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 16: Coeficiente estructural de las capas (a)

Capa superficial	Base	Subbase
a1	a2	a3
0.17	0.054	0.05

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 17: Coeficiente de drenaje pasa base y subbase

m2	m3
1	1

Fuente: Elaboración propia (2022)

$$SNR = a1 * d1 + a2 * d2 * m2 + a3 * d3 * m3$$

Figura 11: Formula de S.N.R.

Fuente: Manual de carreteras (2013)

Tabla 18: Coeficiente de drenaje pasa base y subbase

d1	d2	d3
6	30	45
Carpeta asfáltica	Base	Subbase

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 19: Cumplimiento de S.N.R.

SNR (Requerido)	4.640	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	4.890	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia (2022)

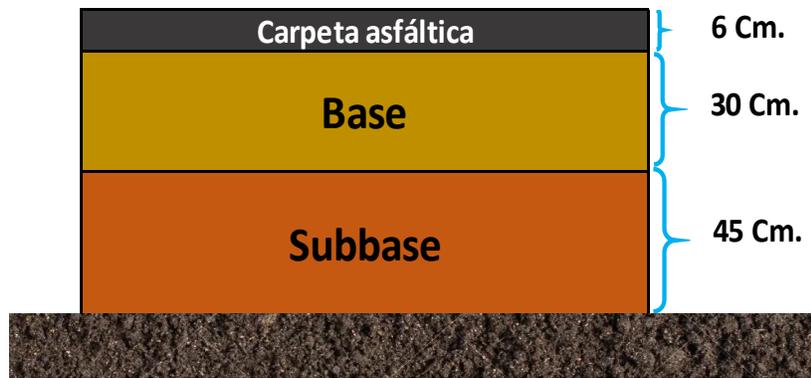


Figura 12: Gráfico resultado de pavimento flexible de la avenida Túpac Amaru

Fuente: Elaboración propia (2022)

Agregados usados para la mezcla asfáltica sin incorporación de caucho reciclado.

Tabla 20: Mezcla de agregados (porcentaje en peso)

Mezcla de agregados (porcentaje en peso)	
Piedra chancada de 3/4"	2%
Piedra chancada de 1/2"	35%
Arena chancada	63%

Fuente: Elaboración propia (2022)

Según los estudios realizados con el método Marshall se obtuvo como ligamento bituminoso en porcentaje óptimo.

Tabla 21: Mezcla de agregados (porcentaje en peso)

Ligamento bituminoso	
Tipo de asfalto	Asfalto 60/70 PETROPERÚ
% Optimo de Cemento Asfáltico	5.8%

Fuente: Elaboración propia (2022)

Características que se obtuvieron con el método Marshall con 0% de caucho reciclado.

Tabla 22: Características Marshall modificado

N° De golpes	75		
Cemento asfáltico (% en peso de la mezcla total)	5.5	5.8	6.1
Densidad seca BULK (g/cm ³)	2.368	2.375	2.381
Vacíos (%)	5.1	4.4	3.7
V.M.A (%)	16.9	16.9	17.0
R.B.V (%)	70.0	74.1	78.1
Flujo (0.25mm)	13.4	13.9	14.5
Estabilidad (kg)	1362.4	1383.2	1350.8
Relación estabilidad/flujo	3992	3920	3666
Relación polvo/asfalto	1.32	1.25	1.19

Fuente: Elaboración propia (2022)

Relación estabilidad con % cemento asfáltico con 0% de caucho reciclado.

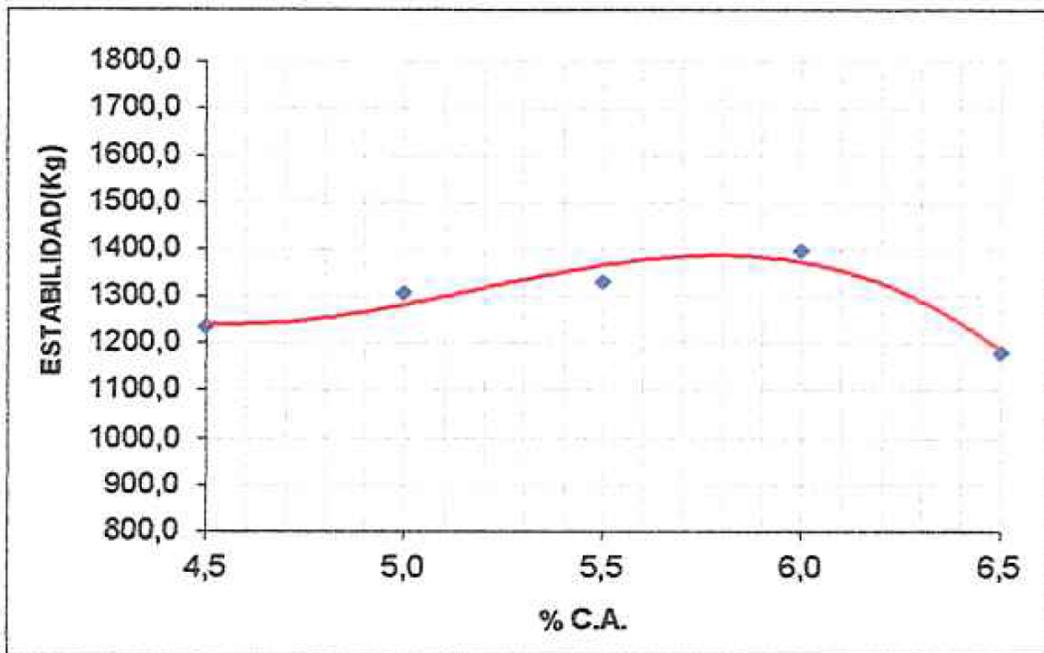


Figura 13: Relación estabilidad con % cemento asfáltico con 0% de caucho reciclado

Fuente: Elaboración propia (2022)

Relación flujo con % cemento asfáltico con 0% de caucho reciclado.

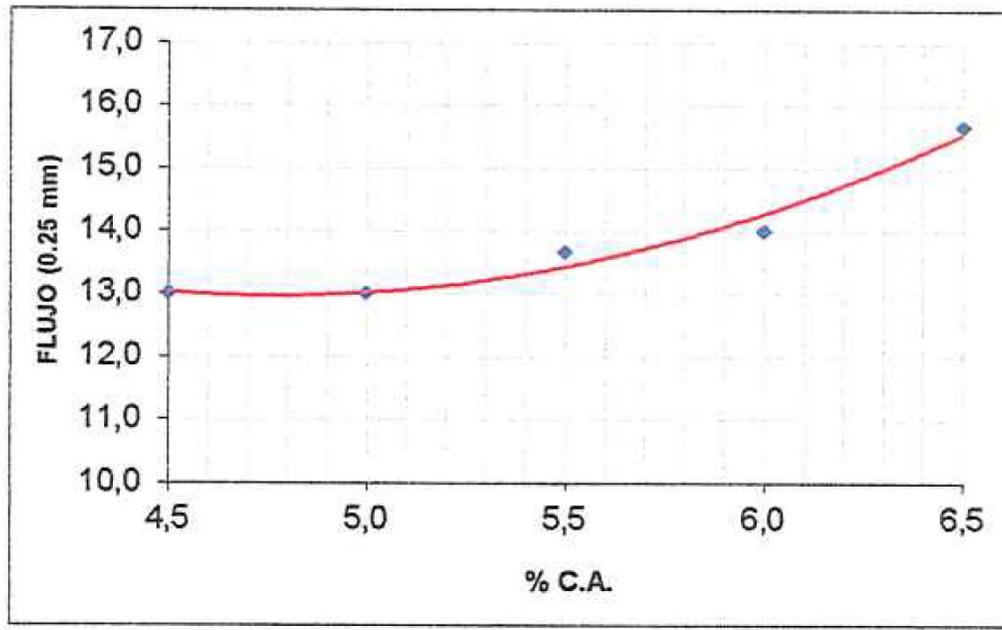


Figura 14: Relación flujo con % cemento asfáltico con 0% de caucho reciclado

Fuente: Elaboración propia (2022)

También se realizaron pruebas en el laboratorio, con nuestra mezcla asfáltica patrón con la incorporación de 1% de caucho reciclado y se obtuvieron las siguientes características con el método Marshall.

Tabla 23: Características Marshall modificado con 1% de caucho reciclado

N.º De golpes	75		
Cemento asfáltico (% en peso de la mezcla total)	5.5	5.8	6.1
Flujo (0.25mm)	19.8	20.2	20.5
Estabilidad (kg)	692.0	705.0	712.0
Relación estabilidad/flujo	1376	1374	1367

Fuente: Elaboración propia (2022)

Relación estabilidad con % cemento asfáltico con 1% de caucho reciclado.

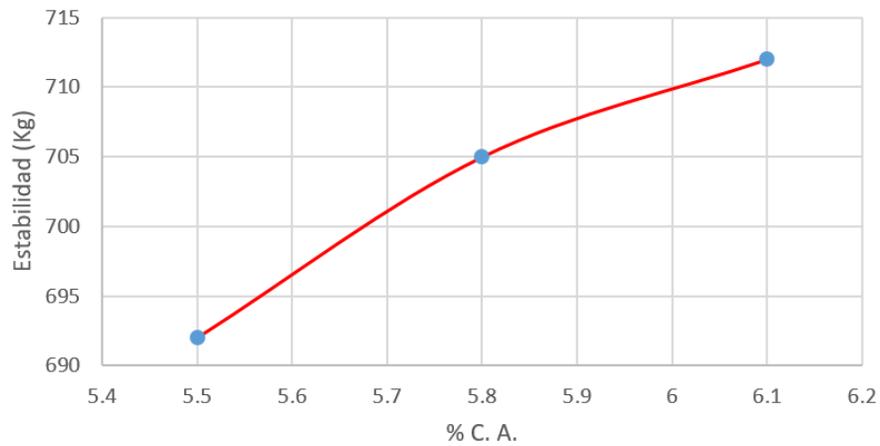


Figura 15: Relación estabilidad con % cemento asfáltico con 1% de caucho reciclado

Fuente: Elaboración propia (2022)

Relación flujo con % cemento asfáltico con 1% de caucho reciclado.

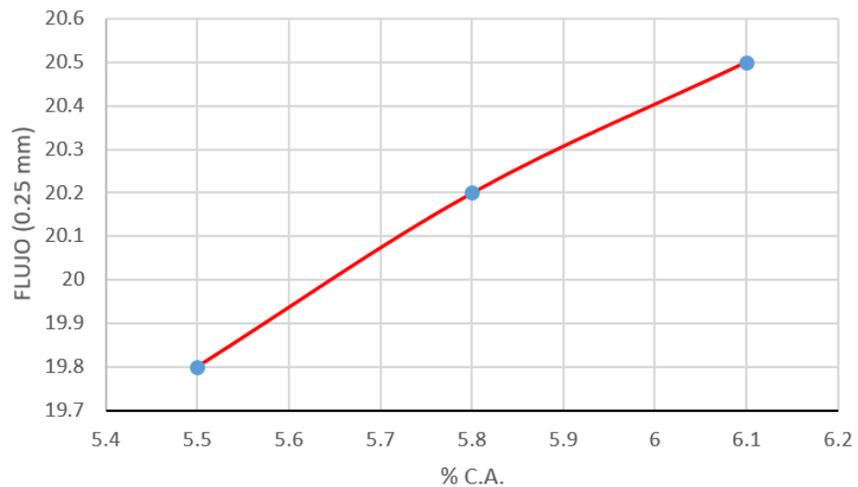


Figura 16: Relación flujo con % cemento asfáltico con 1% de caucho reciclado

Fuente: Elaboración propia (2022)

Se continuaron con las pruebas en el laboratorio, con nuestra mezcla asfáltica patrón con la incorporación de 2% de caucho reciclado y se obtuvieron las siguientes características con el método Marshall.

Tabla 24: Características Marshall modificado con 2% de caucho reciclado

N.º De golpes	75		
Cemento asfáltico (% en peso de la mezcla total)	5.5	5.8	6.1
Flujo (0.25mm)	20.5	20.8	20.0
Estabilidad (kg)	610.0	619.0	625.0
Relación estabilidad/flujo	1172	1171	1233

Fuente: Elaboración propia (2022)

Relación estabilidad con % cemento asfáltico con 2% de caucho reciclado.

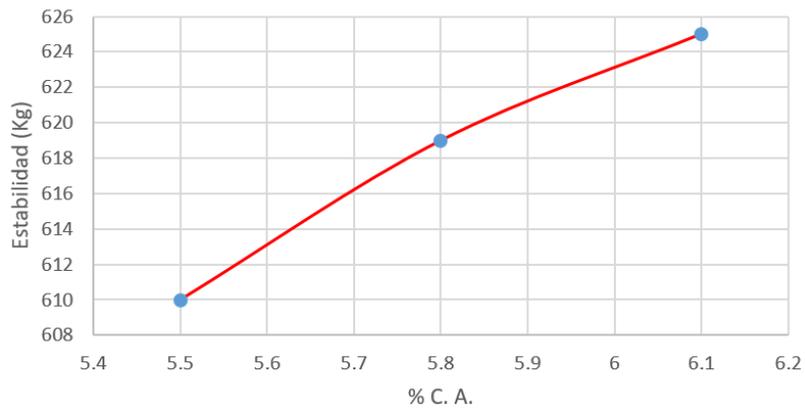


Figura 17: Relación estabilidad con % cemento asfáltico con 2% de caucho reciclado

Fuente: Elaboración propia (2022)

Relación flujo con % cemento asfáltico con 2% de caucho reciclado.

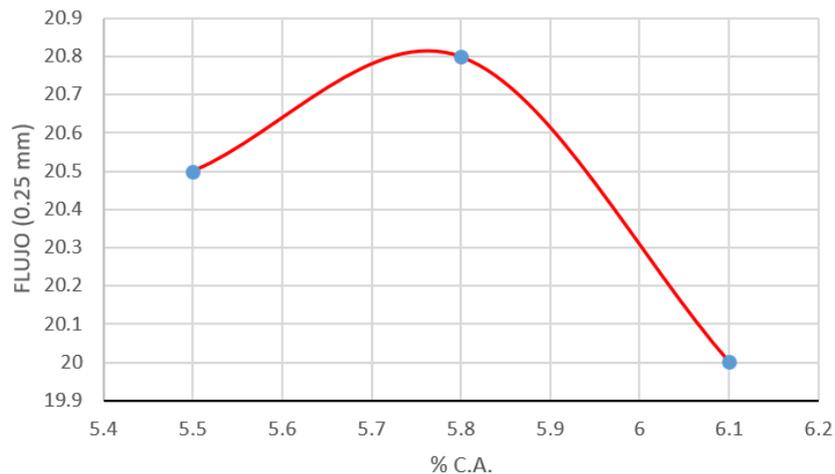


Figura 18: Relación flujo con % cemento asfáltico con 2% de caucho reciclado

Fuente: Elaboración propia (2022)

V. DISCUSIÓN

En esta parte se discutieron como hacer la comparación de resultados con 4 autores de tesis que tienen casi la misma situación de estudio que vendría hacer el de la incorporación de caucho en una mezcla asfáltica por vía seca.

En la tesis de Muñoz & López (2018) cuyo objetivo general ha sido de, determinar y a la vez analizar los mejoramientos de las propiedades mecánicas que se puede observar mediante los resultados en la mezcla asfáltica, con la adición de caucho. Para la investigación de Muñoz y López se utilizó 1100 gramos de mezcla asfáltica con la cuales ha sido compactado con 75 golpes con el martillo Marshall con un peso de 10 libras, a una altura de 18" cuyo resultado ha sido el siguiente, el cual se aprecia en la siguiente figura.

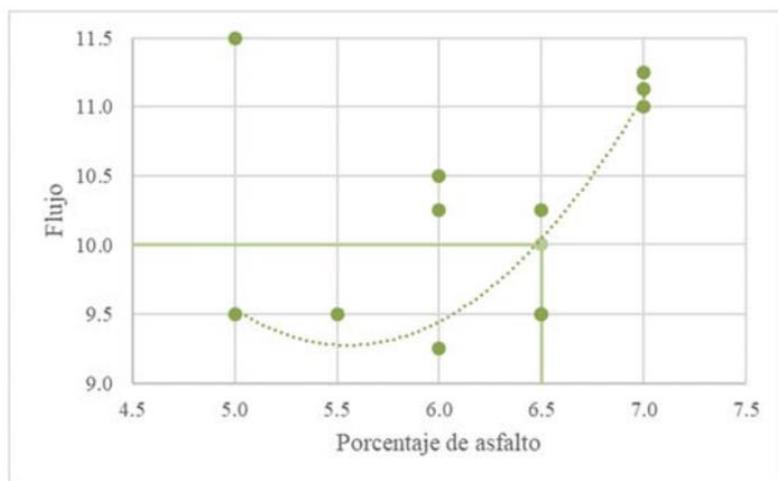


Figura 19: % de asfalto vs. Flujo de Muñoz y López

Fuente: Muñoz y López (2018)

Pertenece a los resultados de Muñoz y López en su tesis del 2018, se evidencia lo siguiente:

- El porcentaje óptimo para su mezcla asfáltica fue de 6.5% con respecto a su peso.
- También se observó que su mezcla asfáltica obtuvo en el flujo un valor 10 milímetros.

En la siguiente figura 18 que se obtuvo de la tesis de Muñoz y López.

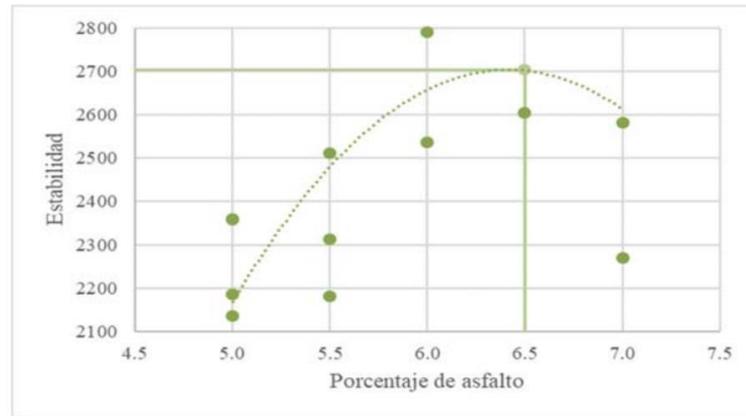


Figura 20: % asfalto vs. estabilidad de Muñoz y López

Fuente: Muñoz y López (2018)

- Con ese gráfico se observa que su estabilidad ha sido de 2737 kilogramos.

Para la comparación de otros resultados se hace la discusión con la tesis de Salazar en el año 2019. En su incorporación que utilizó Salazar fue de 1.8% de caucho, cuyos resultados se mostrara en la siguiente figura

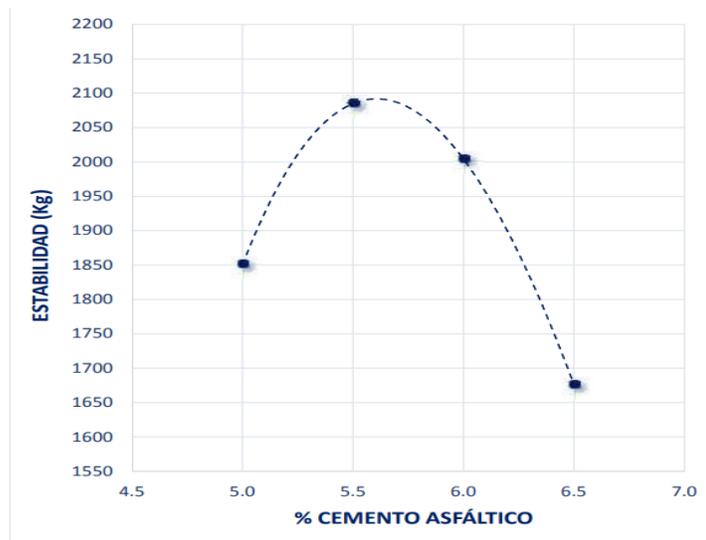


Figura 21: % cemento vs. estabilidad de Salazar

Fuente: Salazar (2019)

- Para Salazar en su tesis del año 2019 se obtuvo como el porcentaje de cemento asfáltico fue de 5.6%.
- Para el resultado de la estabilidad en la investigación de Salazar fue de 2800 kilogramos aproximadamente.

Para dar a conocer más de los objetivos que estamos investigando también se mostrara la siguiente figura para dar a conocer el resultado del flujo.

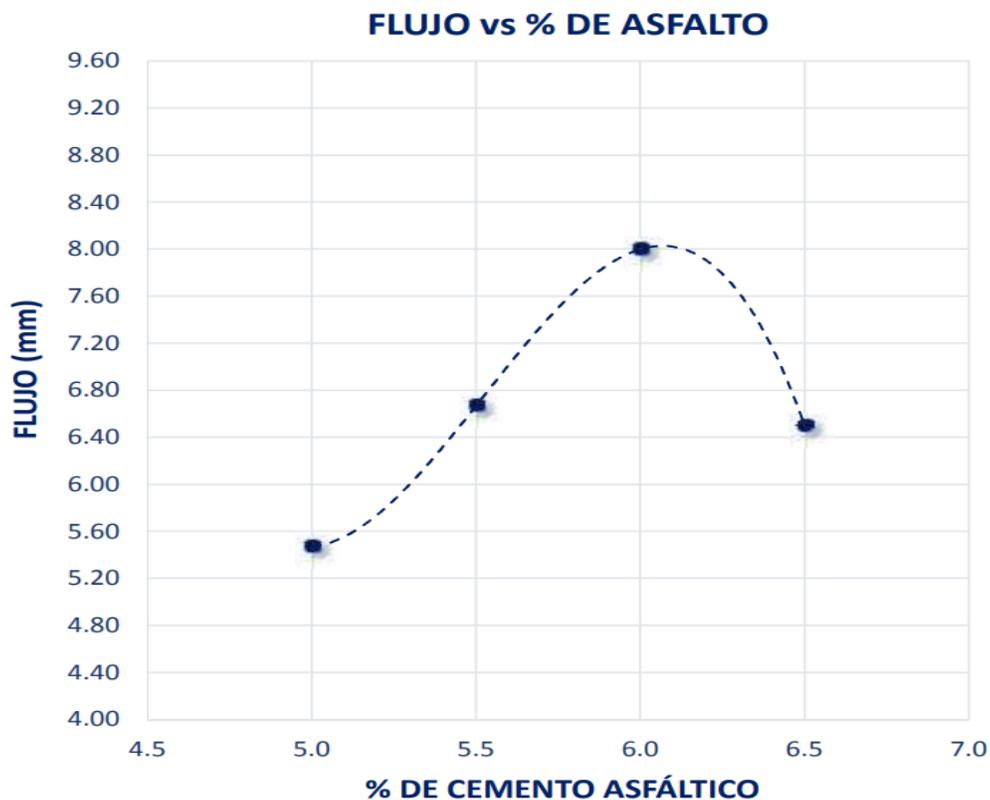


Figura 22: % cemento vs. estabilidad de Salazar
 Fuente: Salazar (2019)

- Según el grafico sacado de la tesis de Salazar se apreció que el resultado para el flujo ha sido de 8 milímetros, para un contenido de cemento asfáltico de 6.2%.

De los datos que obtuvo el investigador Salazar (2019), se realizó un resumen de esos resultados vasado en esta presente investigación.

Tabla 25: Características Marshall de la investigación de Salazar

Diseño de mezcla	Contenido óptimo de C.A.	Estabilidad	Flujo
	%	Kg	mm
Patrón	5.70%	1410	5.56
0.5% de caucho	5.72	1507	6.70
1.2% de caucho	5.74	1570	6.14
1.8% de caucho	5.73	2083	7.45

Fuente: Salazar (2019)

Siguiendo con las discusiones se va mencionar a otro autor en la cual su investigación tiene que ver con nuestros objetivos, Génesis en su tesis del año 2019, nos menciona.

Se procederá a mostrar Figura del resultado de Génesis 2019

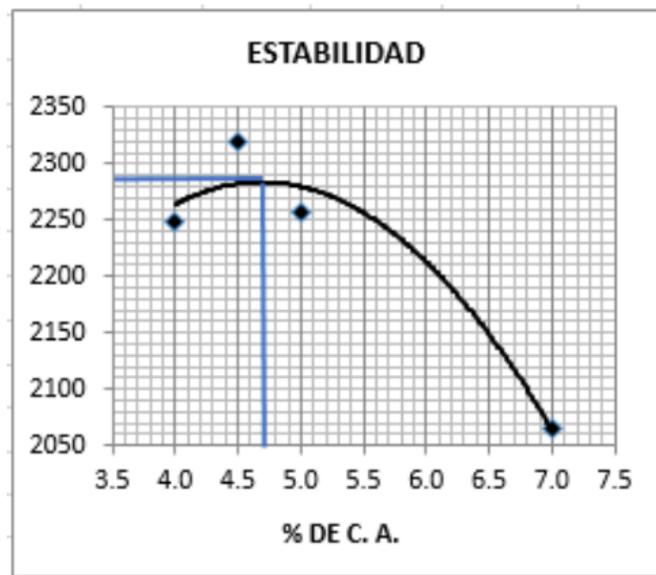


Figura 23: Estabilidad vs. % asfalto de Génesis

Fuente: Génesis (2019)

- En la investigación de Palacios le dio como resultado en el porcentaje de asfalto fue de 4.7%. como se aprecia en la figura 21.
- También dio como resultado para la estabilidad de 2290 kilogramos aproximando según su tabla de resultados. Como se aprecia en la figura 21.

En su otro grupo de resultados palacio la cual se visualiza en la figura 22, para dar el resultado que obtuvo en su investigación.

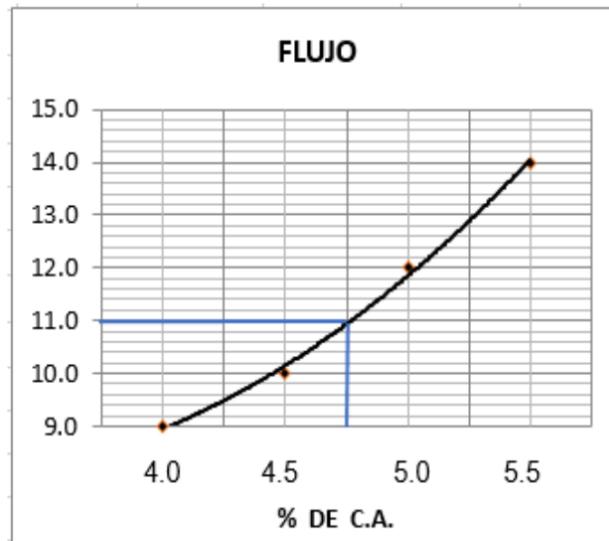


Figura 24: Flujo vs. % asfalto de génesis

Fuente: Génesis (2019)

- Según el grafico de resultados de Palacios dio como resultados para el flujo de 11 milímetros.

En la investigación de Génesis (2019) dio como su porcentaje optimo fue del 2% de caucho, con el valor de su mezcla patrón de 4.9% de C.A. con la incorporación de caucha no menciona su contenido óptimo de C.A.

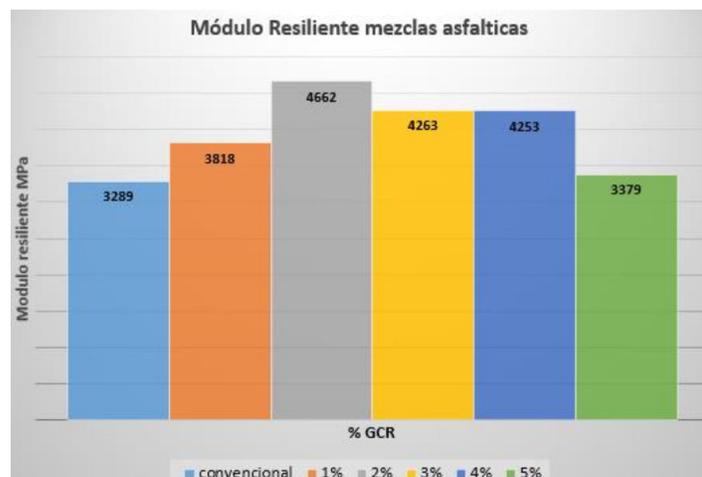


Figura 25: Gráficos de resultados con cucho de Génesis

Fuente: Génesis (2019)

VI. CONCLUSIONES

1. La investigación realizada determinó que la influencia del caucho de 1% y 2% en la mezcla asfáltica, baja considerablemente sus resultados en el flujo y la estabilidad, se concluyó que el uso del caucho en el diseño propuesto afecta de manera no favorable. Cuyo diseño comprendió con un 2% de piedra chancada de 3/4", 35% de piedra chancada de 1/2" y un 63% de arena chancada. Con lo anterior se rechaza la hipótesis general, porque el uso del caucho reciclado no influye de buena forma en la Mezcla asfáltica en caliente por vía seca de un pavimento flexible.
2. Se concluye que el porcentaje óptimo de cemento asfáltico ha sido de 5.8%, para la mezcla asfáltica propuesta, el cual consistió para un tráfico pesado por eso se realizó el compactado con el martillo Marshall de 10 libras con 75 golpes de caída libre, en el laboratorio de suelos JCH S.A.C. Con lo mencionado anteriormente se afirma la hipótesis específica 1 se obtendrá entre el 5 a 6% de contenido óptimo de cemento asfáltico con 0% de caucho
3. Se determinó que los resultados de la estabilidad fueron con la mezcla asfáltica con 0% de caucho dio como resultado 1383.2 kilogramos, con el 1% de caucho resulto 705 kilogramos y con 2% de caucho dio como resultado 619 kilogramos. Lo cual se evidenció que surge una disminución en sus propiedades con la incorporación del caucho. Con lo escrito anteriormente se rechaza la hipótesis específica tres, porque la estabilidad no se va incrementando con cada porcentaje añadido en las briquetas de 0%, 1% y 2% de caucho reciclado.
4. Se determinó los resultados del flujo para la mezcla asfáltica con 0% de caucho resulto de 13.9 milímetros, con el 1% de caucho ha dado como resultado 20.2 milímetros y con el 2% de caucho ha sido de 20.8 milímetros. Por consiguiente se observa cómo va aumentando la estabilidad según fue aumentado el porcentaje del caucho. Con lo mencionado anteriormente se acepta la hipótesis específica dos, el flujo se va incrementando con cada porcentaje añadido en las briquetas de 0%, 1% y 2% de caucho reciclado.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para futuras investigaciones tener en cuenta como principio de la investigación determinar un buen el lugar de conde provienen los agregados tanto finos y gruesos, porque ello dependerá todos los resultados con lo cual nosotros damos respuestas a nuestros objetivos tanto general y específicos.
2. Tener precaución a la hora del mezclado de los agregados y el asfalto en la cocina industrial, porque se está realizando un trabajo en caliente y también debe fijarse que la mezcla esté bien homogénea.
3. Determinar el número de golpes según el tipo de tráfico que se está diseñando con el martillo Marshall de 10 libras de una altura de 18" de caída libre para realizar el compactado como lo menciona el procedimiento Marshall.
4. En el procedimiento del baño María se debe de esperar que el agua llegue a la temperatura de 60° Centígrados ya estando a la temperatura se tiene que sumergir las briquetas en un tiempo de 30 minutos después se procede a sacarlo y secado luego ponerlo en las mordazas para que pase a la prensa Marshall.

REFERENCIAS

- Abugattas, M. (2010). *Determinación de carga y diseño básico de equipos principales de una planta industrial para la oxidación de asfaltos en refinería Conchán*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Alvarez B. y Carrera S. (2017). *Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Asphalt institute. 2001. *Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfálticas en Caliente (Spanish Edition)*. s.l. : Asphalt Institute , 2001. 978-1934154250.
- Ayala, C. Y Heredia, M. 2019. *Mezclas asfálticas mejoradas con caucho de llantas añadido por vía seca*. Guayaquil: Tesis de Pregrado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Behar, Daniel Salomón. (2008). *Metodología de la Investigación*. s.l. : Shalom, 2008. 978-959-212-783-7.
- Berenguer, J., Cuenca, A., Griñan, E., & Verdú, F. (2009). *Comunicación 31: Utilización de polvo de caucho NFU aportado por vía seca para la fabricación de mezclas bituminosas en caliente para capas de base antifisuras*.
- Castro, Guillermo. (2008). *Materiales y compuestos para la industria del neumático*. Recuperado el 2019, de campus.fi.uba.ar. [Cited: noviembre 11, 2019.] https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf
- Castro, L., & DIAZ, C. (2017). *Implementación del grano de caucho reciclado (gcr) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá*. Tesis de Pregrado. Universidad Santo Tomás, Bogotá.
- Centro de investigación viales lemac. *lemac. lemac web site*. [Online] LEMAC, 2006. [Cited:noviembre10,2019.]<http://frlp.utn.edu.ar/lemac/Publicaciones/Del%202006/IN>

CLUSION%20DE%20RESIDUOSNUEVOS%20MATERIALES/21%20LA%20PLATA%20EI%20uso%20del%20Caucho.pdf.

- Cervera, C. (2016). *Influencia en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica incorporando caucho reciclado de neumáticos*, Cajamarca, 2016. Cajamarca: Tesis de Pregrado. Universidad Privada del Norte.
- Coronado Iturbide, J. (2002). *Manual centroamericano para diseño de pavimentos*.
- Cruz, K. O. C., Hurtado, S. G., & Barragán, V. H. G. (2015). *Obtención de asfalto modificado con polvo de caucho proveniente del reciclaje de neumáticos de automotores*. Revista Politécnica, 36(3), 1-1.
- Elaplas. 2019. Elaplas. *Elaplas web site*. [Online] Elaplas.es, 2019. [Cited: noviembre 11, 2019.] <http://www.elaplas.es/wp-content/uploads/CAUCHO-NATURAL.pdf>.
- Emery, J. (1998). Block paving for Military Airfields. In *3rd International Workshop on Concrete Block Paving “Colombia*.
- Escobar B, L., & Huincho, J. (2017). *Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa–Sachapite, Huancavelica-2017*.
- Farfán, D y Romero, Z. (2019). *Propiedades Mecánicas del Asfalto en caliente adicionando 1.5% de Caucho Reciclado Granular, Chimbote – 2019*. Chimbote: Tesis de Pregrado. Universidad César Vallejo.
- Flores J. R. (2018). *Comportamiento mecánico de mezcla asfáltica incorporando caucho por vía húmeda, avenida Perú, Callao, 2018*.
- Génesis, D. (2019). *Estudio del pavimento flexible con polvo de caucho frente al efecto de fatiga*. Tesis de Pregrado. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Goicochea, F. (2019). *Estudio de un asfalto con adición de caucho de neumático reciclado como polímero base, Chachapoyas–Amazonas–2017*.
- Hall, K.D., Xiao, D.X. y Wang, K.C. (2011). *Calibración de la guía de diseño de pavimento empírico-mecanicista para el diseño de pavimento flexible en Arkansas*. *Registro de investigación de transporte*, 2226 (1), 135-141.
- Hernández, R., & Fernández, C. Baptista; M (2014) *Metodología de la Investigación*. México. Editorial Mc. Graw Hill Interamericana Editores, SA.

- Vargas, Z. (2009). *La investigación aplicada: una forma de conocer*. 1, San Jose : Universidad de Costa Rica, 2009, Vol. 33. 0379-7082.
- Lizcano, F. R., & Quintana, H. R. (2015). *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. ECOE ediciones.
- López, C., Thenoux, G., Sandoval, G., Armijos, V., Ramírez, A., Guisado, F., & Moreno, E. (2017). *Estudio de mezclas asfálticas templadas con emulsión superestabilizada*. *Revista ingeniería de construcción*, 32(1), 57-64.
- Martínez A., G., caicedo, B., gonzález, D., celis, L., fuentes, L., & Torres, V. (2018). *Trece años de continuo desarrollo con mezclas asfálticas modificadas con Grano de Caucho Reciclado en Bogotá: Logrando sostenibilidad en pavimentos*. *Revista ingeniería de construcción*, 33(1), 41-50.
- Mehmet, R.O. y Abbas, M. (2011). *Predicción del módulo resiliente de la subrasante para el diseño de pavimentos flexibles*. *Investigación científica y ensayos*, 6 (21), 4567-4576.
- Minaya, S and ORDÓÑEZ, A. (2001). *MANUAL DE LABORATORIO*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2001.
- Monje, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa guía didáctica*. Neiva : universidad surcolombina, 2011.
- Montejo F. A. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*.
- MTC. (20014). *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Sección: Suelos y pavimentos.
- MTC. (2013). *Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”, (Tomo 1)*.
- MTC. (2017). *Manual de ensayos de materiales*.
- MTC. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico revisada y corregida a enero de 2018*.
- Muñoz A. P. y Orquera, M. F. (218). *Mejoramiento de una mezcla asfáltica con la adición del residuo de caucho obtenido tras su remoción de la pista de aterrizaje del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre, por vía seca*. 2018. Tesis de Pregrado. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

- Navarro, N. (2013). *Confección y seguimiento de tramos de prueba de mezclas asfálticas con incorporación de polvo de caucho nacional de neumáticos fuera de uso (NFU) mediante vía seca*. Tesis de grado. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232.
- Pinargote, K., & Ramos, K. (2018). *Control de calidad a cementos asfálticos producidos en la refinería de esmeraldas durante el 2018*. Tesis de pregrado. Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayaquil.
- Pinargote, K. y Ramos, K. (2019). *Control de calidad a cementos asfálticos producidos en la refinería de esmeraldas durante el 2018*. Guayaquil: Tesis de pregrado. Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Porras, H., Ramón, J. H., Mejía, Y. H., & Parra, J. M. (2014). *Sistemas automáticos para la adquisición de datos enfocados a examinar pavimentos flexibles*. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 24(1), 79-98.
- Asfalto, I. D. (1992). *Principios de construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente*. Santiago de Chile: Asphalt Institute.
- Rebolledo, R. J. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*. Universidad Austral de Chile.
- Renecal, (2013). *Ficha técnica de producto (FTP), reciclado de neumáticos de Castilla y León, S.L.*
[https://renecal.com/documents/Ficha%20tecnica%20de%20producto%20\(ftp\).pdf](https://renecal.com/documents/Ficha%20tecnica%20de%20producto%20(ftp).pdf)
- Ruston, A. 2012. *ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA, PROBABILIDAD E INFERENCIA*. Santiago : Universidad de Chile, 2012. 978-956-19-0790-4.
- Sandoval, C. H. H. (2007). *Leyes de comportamiento de la deformación vertical admisible de compresión en pavimentos flexibles*. *Facultad de Ingeniería*, 16(23), 17-24.
- Suárez, E. A. G. (2017). *Factores para el ajuste de los módulos de retrocálculo de pavimentos flexibles*. *Revista Ciencia, Innovación y Tecnología*, 3, 73-89.

- Surveymonkey. (2020). *surveymonkey. surveymonkey web site. [Online] surveymonkey.com, 2020. [Cited: noviembre 11, 2020.] https://es.surveymonkey.com/mp/que-es-la-investigacion-experimental/. 1999-2020.*
- Turnitin, (2022). *Turnitin de Jara Medina Josias. https://www.turnitin.com/s_home.asp?login=1&svr=59&lang=es&r=85.6942741038402*
- Ubidia, L. (2019). *Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín. Tarapoto: Tesis de Pregrado. Universidad César Vallejo.*
- Vargas, R. (2008). *Estadística II. Bogotá : ESAP, 2008*
- Vila, R. (2017). *Cementos asfálticos. Generalidades. Caracterización química, física y geológica. Conferencia. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Universidad Católica Santiado de Guayaquil.*
- Walpone, R e., et al. 2012. *Probabilidad estadística para ingeniería y ciencias. Monterrey : PEARSON, 2012. 978-607-32-1417-9.*
- Yoder, E. J., & Witczak, M. W. (1991). *Principles of pavement design. John Wiley & Sons.*
- Yovera P., J. A. (2019). *Análisis mecanístico empírico y criterios de falla de las estructuras de pavimento flexible recomendadas por manual de carreteras mtc-2014, sección suelos y pavimentos, urbanización Virgen De La Puerta, Trujillo 2018.*
- Zalazar, Giancarlo. 2019. *Comportamiento de las mezclas asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca. Chimbote: Tesis de Pregrado. Universidad César Vallejo.*
- Abugattas, M. 2010. *Determinación de carga y diseño básico de equipos principales de una planta industrial para la oxidación de asfaltos en refinería Conchán. Lima: Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería.*

ANEXO

Tabla 26: Matriz de consistencia

Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis principal		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala								
¿Cómo influye el uso de la incorporación de caucho reciclado en la Mezcla asfáltica vía seca de un pavimento flexible ?	Determinar la influencia en el uso de la incorporación de caucho reciclado en la Mezcla asfáltica vía seca de un pavimento flexible .	EL uso del caucho reciclado influye de buena forma en la Mezcla asfáltica vía seca de un pavimento flexible .	Caucho reciclado	El efecto de la inclusión de GCR en las MDC como quedó evidenciado es el de producir una mezcla menos rígida que el convencional hecho que contrasta con el objetivo de modificar asfaltos (método seco) con el cual se obtienen asfaltos con viscosidades mayores y generando mezclas con módulos igualmente mayores. (Martínez et al. 2018, pág. 45)	El proceso de incorporación para la mezcla densa en caliente se hará por medio de la vía seca, la cual tendrá de tipo I y de tipo II con un porcentaje de 1% y 2 %, cuyos GCR fueron tamizado entre el N.º 30 a N.º 200 (Martínez et al. 2018, pág. 47).	Contenido de caucho reciclado	0%	Razón								
							1%	Razón								
							2%	Razón								
						Granulometría	Nº 30	Razón								
							Nº 200	Razón								
Problema específico	Objetivo específico	Hipótesis específico				Dimensiones	Indicadores	Escala								
<p>¿Descubrir el % óptimo de cemento asfáltico en la mezcla asfáltica según mi diseño con 0% de caucho ?</p> <p>¿Descubrir la diferencia de la estabilidad en las briquetas con 0%, 1% y 2% de caucho reciclado?</p> <p>¿Descubrir la diferencia del flujo de las briquetas con 0%, 1% y 2% de caucho reciclado?</p>	Obtener el % óptimo para el diseño de mezcla propuesto con 0% de caucho .	Se obtendrá el 5 a 6% de contenido óptimo de cemento asfáltico con 0% de caucho.	Mezcla asfáltica vía seca.	El diseño Marshall, para determinar la proporción óptima de cemento asfáltico evaluando la Estabilidad, el Flujo y el porcentaje de vacíos en la mezcla asfáltica, en los diseños de las mezclas asfálticas elaboradas por el proceso seco (Martínez et al. 2018, pág. 45).	El objetivo al usar el método Marshall es conocer las cantidades necesarias para poder crear una mezcla asfáltica todo con el fin de satisfacer las exigencias de que requiera el pavimento, teniendo en cuentas los siguientes criterios: El flujo, La estabilidad y contenido óptimo del asfalto (Martínez et al. 2018, pág. 45).	% Optimo de cemento asfáltico	0%	Razón								
							1%	Razón								
							2%	Razón								
	Estabilidad	0%				Razón										
		1%				Razón										
		2%				Razón										
	Flujo	0%				Razón										
		1%				Razón										
		2%				Razón										
Medir las diferencias que tiene la estabilidad en las briquetas de 0%, 0%, 1% y 2% de caucho reciclado.	La estabilidad se va incrementando con cada porcentaje añadido en las briquetas de 0%, 1% y 2% de caucho reciclado.	El flujo se va incrementando con cada porcentaje añadido en las briquetas de 0%, 1% y 2% de caucho reciclado..														
									Medir las diferencias que tiene el flujo en las briquetas de 0%, 1% y 2% de caucho reciclado							

Fuente: Elaboración propia (2022)

Proceso del CBR



Figura 26: Calicata N. ° 01 en la avenida Túpac Amaru
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 27: Calicata N. ° 02 en la avenida Túpac Amaru
Fuente: Elaboración propia (2022)

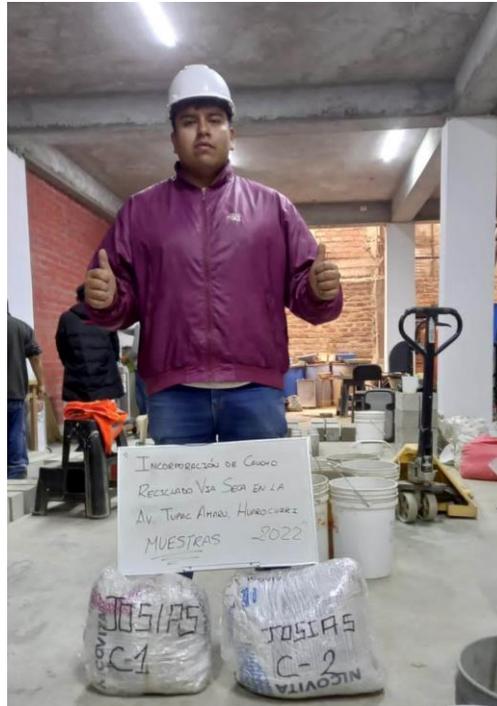


Figura 28: *llevado de muestra de suelo de las calicatas al laboratorio*
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 29: *Cuarteo de la Calicata N.º 01*
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 30: Cuarteo de la Calicata N.º 02
 Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 31: Cuarteo de la Calicatas N.º 01 y N.º 02
 Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 32: Muestra de calicata para realización del Proctor
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 33: Muestra de calicata mezclada con 2%, 4%, 6% y 8% de contenido de humedad
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 34: Proctor mezclado y compactado con 2% de contenido de humedad
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 35: Proctor mezclado y compactado con 4% de contenido de humedad
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 36: Compactado en el molde para el Proctor en 5 capas de 56 golpes

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 37: Muestra compactada en el molde para el Proctor

Fuente: Elaboración propia (2022)

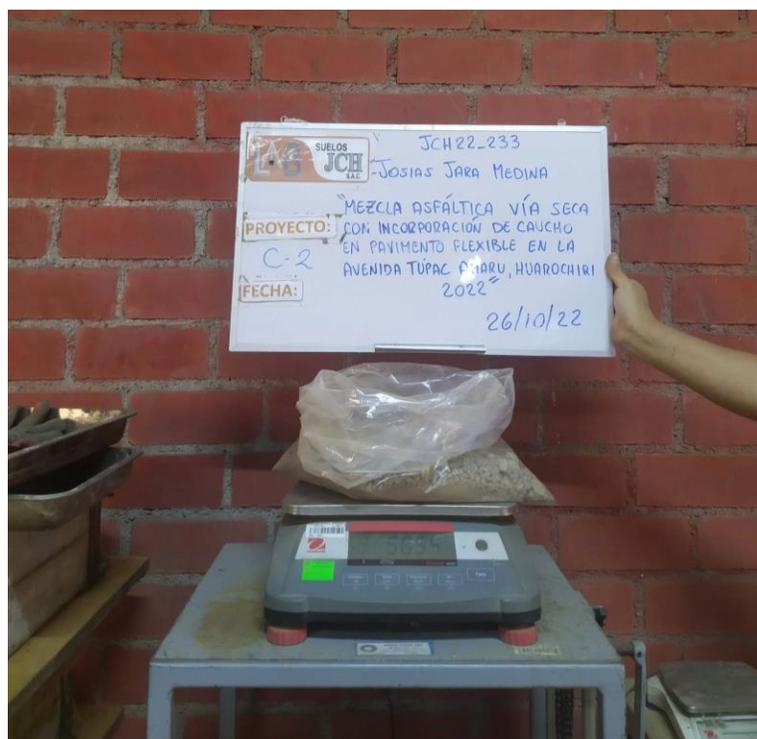


Figura 38: Pesado de la muestra para el CBR

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 39: Muestra para el ensayo de CBR

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 40: Muestra mezclada con el O.C.H. para C-1 fue de 6.00%
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 41: Muestra mezclada con el O.C.H. para C-2 fue de 6.70%
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 42: Muestra mezclado homogéneamente y distribuido en 5 partes
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 43: Compactado para el ensayo CBR en 5 capas
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 44: Pesado con la muestra compactada
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 45: Moldes CBR compactado con 56, 25 y 10 golpes
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 46: CBR compactado con 56, 25 y 10 golpes de C-01 Y C-02
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 47: CBR puesto en agua de calicata 01 y calicata 02
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 48: Rotura del CBR
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 49: CBR pasado por la prensa

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 50: Moldes del CBR pasado por la prensa de la C-01 y C-02

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 51: Termino de laboratorio del C.B.R.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Resultados y metodo MARSHALL

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : "MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. TUPAC AMARU - HUAROCHIRI 2020"
 UBICACIÓN : LIMA
 SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA : 24/09/2020

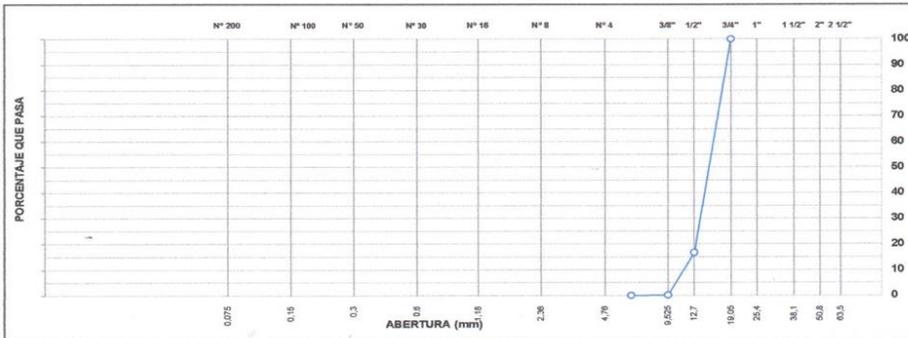
DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANT. CRUSHING
 DESCRIPCIÓN : PIEDRA CHANCADA 3/4".
 PRESENTACIÓN : saco de polipropileno
 CANTIDAD : 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS						
SERIE	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	ESPECIFICACIÓN
AMERICANA						
2"	50,800					
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050				100,0	
1/2"	12,700	3743,8	83,3	83,3	16,7	
3/8"	9,525	743,8	16,5	99,8	0,2	
1/4"	6,350	7,2	0,2	100,0	0,0	
# 4	4,760					
# 8	2,380					
# 10	2,000					
# 16	1,190					
# 20	0,840					
# 30	0,590					
# 40	0,426					
# 50	0,297					
# 80	0,177					
# 100	0,149					
# 200	0,074					
< # 200	(ASTM C-117)					

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	
P.E. MASA (ASTM C127)	: 2,706 g/cm ³
P.E. SSS (ASTM C127)	: 2,730 g/cm ³
P.E. APAR. (ASTM C127)	: 2,773 g/cm ³
ABSORCION (ASTM C127)	: 0,90 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : "MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. TUPAC AMARU - HUARACHIRI
 2020"
 UBICACIÓN : LIMA
 SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA : 24/09/2020

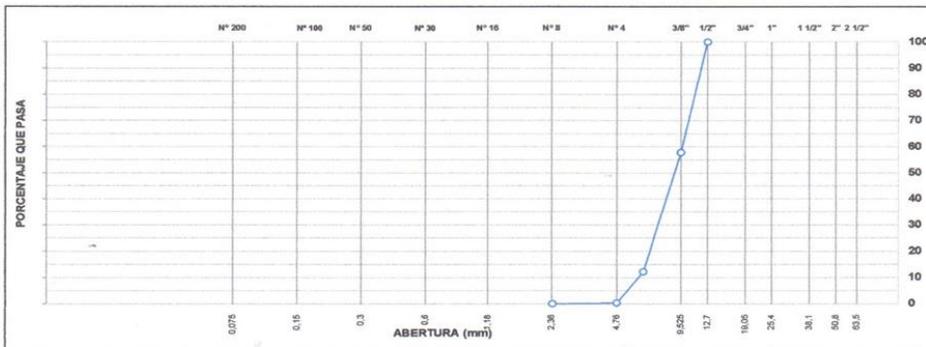
DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANT. CRUSHING
 DESCRIPCIÓN : PIEDRA CHANCADA 1/2" PRESENTACIÓN : saco de polipropileno
 CANTIDAD : 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS						
SERIE	ABERTURA	PESO RET.	RET. PAR.	RET. AC.	PASA	ESPECIFICACIÓN
AMERICANA	(mm)	g	%	%	%	
2"	50,800					
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700				100,0	
3/8"	9,525	1434,1	42,3	42,3	57,7	
1/4"	6,350	1543,6	45,5	87,8	12,2	
# 4	4,760	404,7	11,9	99,7	0,3	
# 8	2,380	9,5	0,3	100,0	0,0	
# 10	2,000					
# 16	1,190					
# 20	0,840					
# 30	0,590					
# 40	0,426					
# 50	0,297					
# 80	0,177					
# 100	0,149					
# 200	0,074					
< # 200	(ASTM C-117)					

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	
P.E. MASA (ASTM C127)	: 2,690 g/cm ³
P.E. SSS (ASTM C127)	: 2,720 g/cm ³
P.E. APAR. (ASTM C127)	: 2,774 g/cm ³
ABSORCIÓN (ASTM C127)	: 1,1 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha de reporte Lima, 28 de septiembre del 2020



Josias Jara Medina
 JUAN FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193867

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 RPC - 01 693-5014

Figura 53: Granulometría de piedra chancada 1/2"
 Fuente: Elaboración propia (2022)

INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

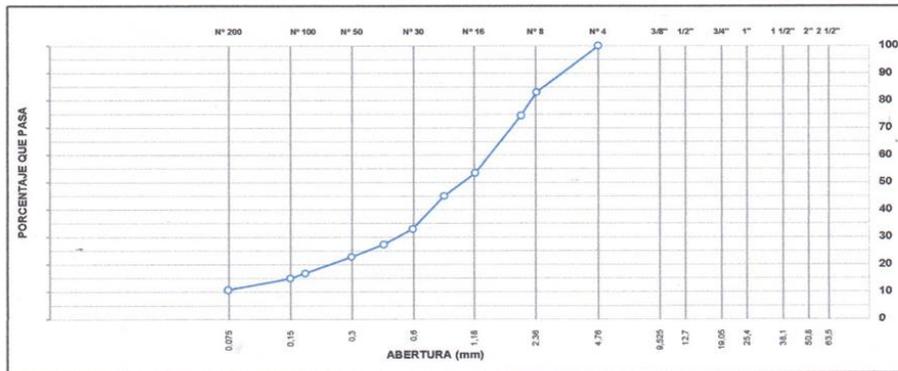
PROYECTO : "MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. TUPAC AMARU - HUAROCHIRI 2020"
 UBICACIÓN : LIMA
 SOLICITANTE : JOSÍAS JARA MEDINA
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA : 24/09/2020

DETALLE DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACIÓN : CANT. CRUSHING PRESENTACIÓN : saco de polipropileno
 DESCRIPCIÓN : ARENA CHANCADA CANTIDAD : 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)					
MALLAS					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
1/2"	12,700				
3/8"	9,525				
1/4"	6,350				
# 4	4,750				100,0
# 8	2,380	151,2	17,0	17,0	83,0
# 10	2,000	75,2	8,5	25,4	74,6
# 16	1,190	187,6	21,1	46,5	53,5
# 20	0,840	75,4	8,5	55,0	45,0
# 30	0,590	107,2	12,0	67,1	33,0
# 40	0,426	50,4	5,7	72,7	27,3
# 50	0,297	40,7	4,6	77,3	22,7
# 80	0,177	52,8	5,9	83,2	16,8
# 100	0,149	16,9	1,9	85,1	14,9
# 200	0,074	37,1	4,2	89,3	10,7
< # 200	(ASTM C-117)	95,2	10,7	100,0	0,0

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO	
P.E. MASA (ASTM C127)	: 2,613 g/cm ³
P.E. SSS (ASTM C127)	: 2,670 g/cm ³
P.E. APAR. (ASTM C127)	: 2,769 g/cm ³
ABSORCIÓN (ASTM C127)	: 2,1 %

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha de reporte: Lima, 28 de septiembre del 2020



Francisco Ulloa Clavijo
 FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193867

Figura 54: Granulometría de arena chancada

Fuente: Elaboración propia (2022)

INFORME DE ENSAYO
REPORTE DE CARACTERIZACION DE AGREGADO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : "MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. TUPAC AMARU - HUAROCHIRI 2020"
 UBICACIÓN : LIMA
 SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
 REFERENCIA : DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE
 FECHA : 24/09/2020

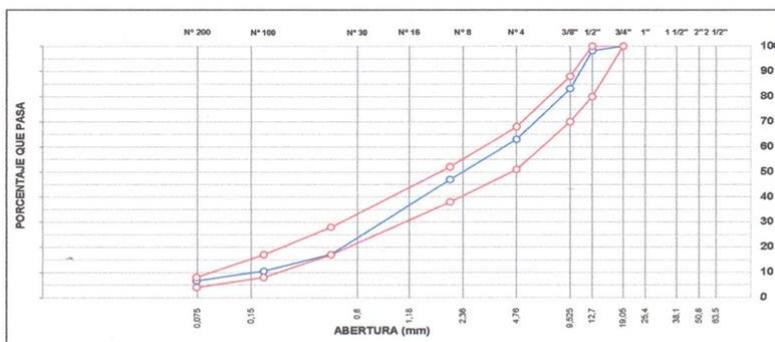
IDENTIFICACIÓN : MEZCLA DE AGREGADOS
 DESCRIPCIÓN : MEZCLA DE AGREGADOS
 PRESENTACIÓN :
 CANTIDAD :

COMBINACIÓN TEORICA DE AGREGADO GRUESO Y FINO					
MALLAS		RET. PAR.	RET. AC.	PASA	GRADACIÓN
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	%	%	%	MAC II
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050			100,0	100
1/2"	12,700	1,7	1,7	98,3	80
3/8"	9,525	15,1	16,8	83,2	70
1/4"	6,350	15,9	32,8	67,2	
# 4	4,750	4,2	36,9	63,1	51
# 8	2,380	10,8	47,7	52,3	
# 10	2,000	5,3	53,1	46,9	38
# 16	1,190	13,3	66,3	33,7	
# 20	0,840	5,3	71,7	28,3	
# 30	0,590	7,6	79,3	20,7	
# 40	0,426	3,6	82,8	17,2	17
# 50	0,297	2,9	85,7	14,3	
# 80	0,177	3,7	89,5	10,5	8
# 100	0,149	1,2	90,7	9,3	
# 200	0,074	2,6	93,3	6,7	4
< # 200	—	6,7	100,0	0,0	

PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
PIEDRA CHANCADA 3/4"	02,0 %
PIEDRA CHANCADA 1/2"	35,0 %
ARENA CHANCADA	63,0 %

ESPECIFICACIONES
 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EG-2013 DEL MTC CAPITULO 4 PAVIMENTOS - PAVIMENTOS FLEXIBLES (SECCIÓN 423 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE) TABLA 423-03 GRADACION PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

CURVA GRANULOMÉTRICA



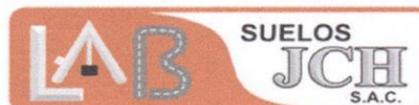
Fecha de reporte Lima, 28 de septiembre del 2020



Juan Ulloa
 JUAN FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193667

Figura 55: Granulometría de mezcla de agregados
 Fuente: Elaboración propia (2022)

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)
(RESUMEN)

SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
UBICACIÓN : LIMA
PROYECTO : "MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. TUPAC AMARU - HUARACHIRI 2020"
REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 24/09/2020

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. CRUSHING
PIEDRA CHANCADA 3/4" : 2%
PIEDRA CHANCADA 1/2" : 35%
ARENA CHANCADA : 63%

: MAC-2
: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA EG-2013.

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70 PETROPERÚ
% óptimo de C.A. : 5.8

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : ---
% de aditivo en peso del C.A. : ---

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75		
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	5,5	5,8	6,1
DENSIDAD SECA BULK (g/cm ³)	2,368	2,375	2,381
VACIOS (%)	5,1	4,4	3,7
V.M.A. (%)	16,9	16,9	17,0
R.B.V. (%)	70,0	74,1	78,1
FLUJO (0,25 mm)	13,4	13,9	14,5
ESTABILIDAD (kg)	1362,4	1383,2	1350,8
RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	3992	3920	3666
RELACIÓN POLVO/ASFALTO	1,32	1,25	1,19

4.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
Temperatura Mezcla: 132.0 °C - 143.0 °C
Temperatura de Compactación: 125.0 °C - 132.0 °C

5.- OBSERVACIONES

- 1.- Se utilizó asfalto 60/70 de la Refinería petroperú.
- 2.- Se ajustó la gradación en la mezcla de agregados en la especificación EG-2013 MAC II.



Fecha de Emisión : Lima, 28 de septiembre del 2020

JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
Ingeniero Civil
CIP N° 193867

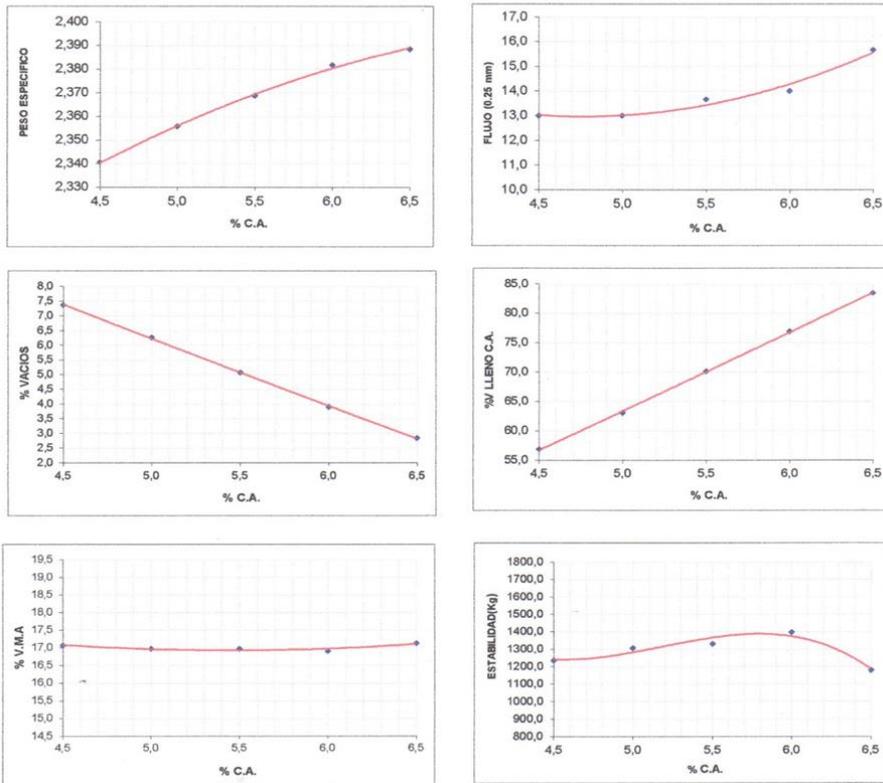
LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 RPC - 01 693-5014

Figura 56: Resultados con el 0% de caucho

Fuente: Elaboración propia (2022)

INFORME DE DISEÑO
 DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)

SOLICITANTE : JOSÍAS JARA MEDINA
 UBICACIÓN : LIMA
 PROYECTO : "MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. TUPAC AMARU - HUAROCHIRI 2020"
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA DE RECEPCIÓN : 24/09/2020



OBSERVACIONES: ASFALTO 60/70 PETROPERÚ

Fecha de Emisión : Lima, 28 de septiembre del 2020



Javier Francisco Ulloa Claylio
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAYLIO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193867

Figura 57: Resultados en gráficos con 0% de caucho
 Fuente: Elaboración propia (2022)

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

PROYECTO : "MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. TUPAC AMARU - HUAROCHIRI 2020"
 UBICACIÓN : LIMA
 SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA : 24/09/2020

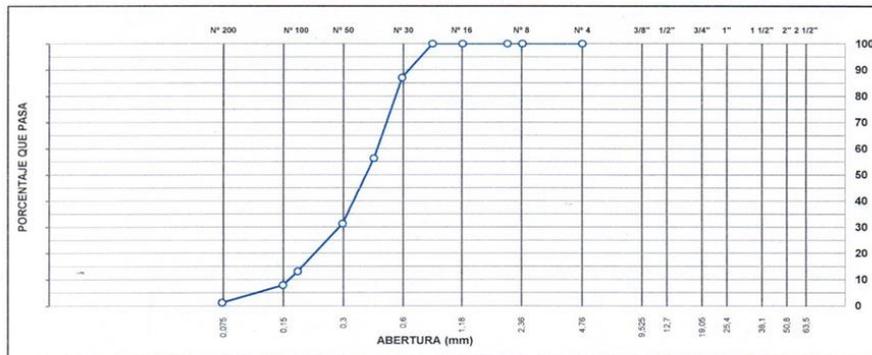
DETALLE DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : - PRESENTACIÓN : saco de polipropileno
 DESCRIPCIÓN : CAUCHO CANTIDAD : 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136)						
MALLAS						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	RET. PAR. %	RET. AC. %	PASA %	ESPECIFICACIÓN
2"	50,800					
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350					
# 4	4,760				100,0	
# 8	2,380	0,0	0,0	0,0	100,0	
# 10	2,000	0,0	0,0	0,0	100,0	
# 16	1,190	0,0	0,0	0,0	100,0	
# 20	0,840	0,0	0,0	0,0	100,0	
# 30	0,590	22,1	13,0	13,0	87,1	
# 40	0,426	52,4	30,7	43,7	56,3	
# 50	0,297	42,7	25,0	68,7	31,3	
# 80	0,177	31,1	18,2	86,9	13,1	
# 100	0,149	8,9	5,2	92,2	7,8	
# 200	0,074	11,4	6,7	98,8	1,2	
< # 200	(ASTM C-117)	2,0	1,2	100,0	0,0	

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha de reporte Lima, 28 de septiembre del 2020



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193867

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
 E-mail: lab.suelosich@gmail.com Telf. 976331849 RPC - 01 693-5014

Figura 58: Granulometría de caucho
 Fuente: Elaboración propia (2022)

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



**INFORME DE DISEÑO
 DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)
 (RESUMEN)**

SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
 UBICACIÓN : LIMA
 PROYECTO : "MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. TUPAC AMARU - HUAROCHIRI 2020"
 REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 FECHA DE RECEPCIÓN : 24/09/2020

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. CRUSHING
 PIEDRA CHANCADA 3/4" : 2%
 PIEDRA CHANCADA 1/2" : 35%
 ARENA CHANCADA : 63%
 CAUCHO : 1%
 : MAC-2
 : ESPECIFICACIÓN TÉCNICA EG-2013.

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70 PETROPERÚ
 % óptimo de C.A. : 5.8

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : ---
 % de aditivo en peso del C.A. : ---

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75					
	1 (A)	1 (B)	1 (C)	1 (D)	1 (E)	1 (F)
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	19,8	20,2	20,5	20,1	20,1	20,2
FLUJO (0,25 mm)	640,0	668,0	726,0	680	700	792
RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	1273	1328	1394	1332	1371	1544

4.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
 Temperatura Mezcla: 132,0 °C - 143,0 °C
 Temperatura de Compactación: 125,0 °C - 132,0 °C

5.- OBSERVACIONES

- 1.- Se utilizó asfalto 60/70 de la Refinería petroperú.
- 2.- Se adicionó 1% de caucho molido.

Fecha de Emisión: Lima, 06 de octubre del 2020



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 Ingeniero Civil
 CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 RPC - 01 693-5014

Figura 59: Resultado de las 6 briquetas con 1% de caucho
 Fuente: Elaboración propia (2022)

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)
(RESUMEN)

SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
UBICACIÓN : LIMA
PROYECTO : "MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. TUPAC AMARU - HUAROCHIRI 2020"
REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 24/09/2020

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. CRUSHING
PIEDRA CHANCADA 3/4" : 2%
PIEDRA CHANCADA 1/2" : 35%
ARENA CHANCADA : 63%
CAUCHO : 1%
MAC-2
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA EG-2013.

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70 PETROPERÚ
% óptimo de C.A. : 5.8

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : ---
% de aditivo en peso del C.A. : ---

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75		
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	5,5	5,8	6,1
FLUJO (0,25 mm)	19,8	20,2	20,5
ESTABILIDAD (kg)	692,0	705,0	712,0
RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	1376	1374	1367

4.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
Temperatura Mezcla: 132.0 °C - 143.0 °C
Temperatura de Compactación: 125.0 °C - 132.0 °C

5.- OBSERVACIONES

- 1.- Se utilizó asfalto 60/70 de la Refinería petroperú.
- 2.- Se adicionó 1% de caucho molido.

Fecha de Emisión : Lima, 05 de octubre del 2020

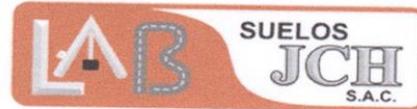


Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
Ingeniero Civil
CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 RPC - 01 693-5014

Figura 60: Resultado promedio con el 1% de caucho incorporado
Fuente: Elaboración propia (2022)

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)
(RESUMEN)

SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
UBICACIÓN : LIMA
PROYECTO : "MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. TUPAC AMARU - HUAROCHIRI 2020"
REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 24/09/2020

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. CRUSHING
PIEDRA CHANCADA 3/4" : 2%
PIEDRA CHANCADA 1/2" : 35%
ARENA CHANCADA : 63%
CAUCHO : 2%

: MAC-2
: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA EG-2013.

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70 PETROPERÚ
% óptimo de C.A. : 5.8

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : ---
% de aditivo en peso del C.A. : ---

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75					
	2 (A)	2 (B)	2 (C)	2 (D)	2 (E)	2 (F)
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	20,8	20,8	20,5	20,6	20,9	20,8
FLUJO (0,25 mm)	751,0	723,0	652,0	729	629	604
RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	1422	1369	1252	1393	1185	1143

4.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
Temperatura Mezcla: 132.0 °C - 143.0 °C
Temperatura de Compactación: 125.0 °C - 132.0 °C

5.- OBSERVACIONES

- 1.- Se utilizó asfalto 60/70 de la Refinería petroperú.
- 2.- Se adicionó 2% de caucho molido.

Fecha de Emisión : Lima, 06 de octubre del 2020

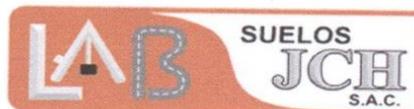


Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 193387

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 RPC - 01 693-5014

Figura 61: Resultado de las 6 briquetas con 2% de caucho
Fuente: Elaboración propia (2022)

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.
RUC: 20602256872



INFORME DE DISEÑO
DISEÑO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MÉTODO MARSHALL (ASTM D 6926 / ASTM D6927)
(RESUMEN)

SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
UBICACIÓN : LIMA
PROYECTO : "MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO RECICLADO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. TUPAC AMARU - HUAROCHIRI 2020"
REFERENCIA : MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 24/09/2020

1.- MEZCLA DE AGREGADOS (PORCENTAJES EN PESO)

CANT. CRUSHING
PIEDRA CHANCADA 3/4" : 2%
PIEDRA CHANCADA 1/2" : 35%
ARENA CHANCADA : 63%
CAUCHO : 2%
: MAC-2
: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA EG-2013.

2.- LIGANTE BITUMINOSO

Tipo de asfalto : ASFALTO 60/70 PETROPERÚ
% óptimo de C.A. : 5,8

3.- ADITIVO

Tipo de aditivo : ---
% de aditivo en peso del C.A. : ---

3.- CARACTERÍSTICAS MARSHALL MODIFICADO

Nº DE GOLPES	75		
CEMENTO ASFÁLTICO (% EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL)	5,5	5,8	6,1
FLUJO (0,25 mm)	20,5	20,8	20,0
ESTABILIDAD (kg)	610,0	619,0	625,0
RELACIÓN ESTABILIDAD/FLUJO	1172	1171	1233

4.- TEMPERATURA DE APLICACIÓN (°C)

Según carta de viscosidad
Temperatura Mezcla: 132.0 °C - 143.0 °C
Temperatura de Compactación: 125.0 °C - 132.0 °C

5.- OBSERVACIONES

- 1.- Se utilizó asfalto 60/70 de la Refinería petroperú.
- 2.- Se adicionó 2% de caucho molido.

Fecha de Emisión : Lima, 05 de octubre del 2020



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
Ingeniero Civil
CIP N° 193867

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 RPC - 01 693-5014

Figura 62: Resultado promedio con el 2% de caucho
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 63: Puesto de agregados en laboratorio
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 64: Pesado de los agregados
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 65: Colocación de los agregados al horno

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 66: Sacado de agregados del horno

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 67: *Pesado de cemento asfáltico según su %*
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 68: *Colocado de los agregados en la cocina para el mezclado*
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 69: Mezclado de los agregados en la cocina
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 70: Mezclado uniforme de los agregados
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 71: Molde de las briquetas donde se ara el compactado de la mezcla asfáltica

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 72: Vertido de la mezcla asfáltica en el molde

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 73: Compactado con el martillo de 10 libras
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 74: Briquetas con 0% de caucho

Fuente: Elaboración propia (2022)

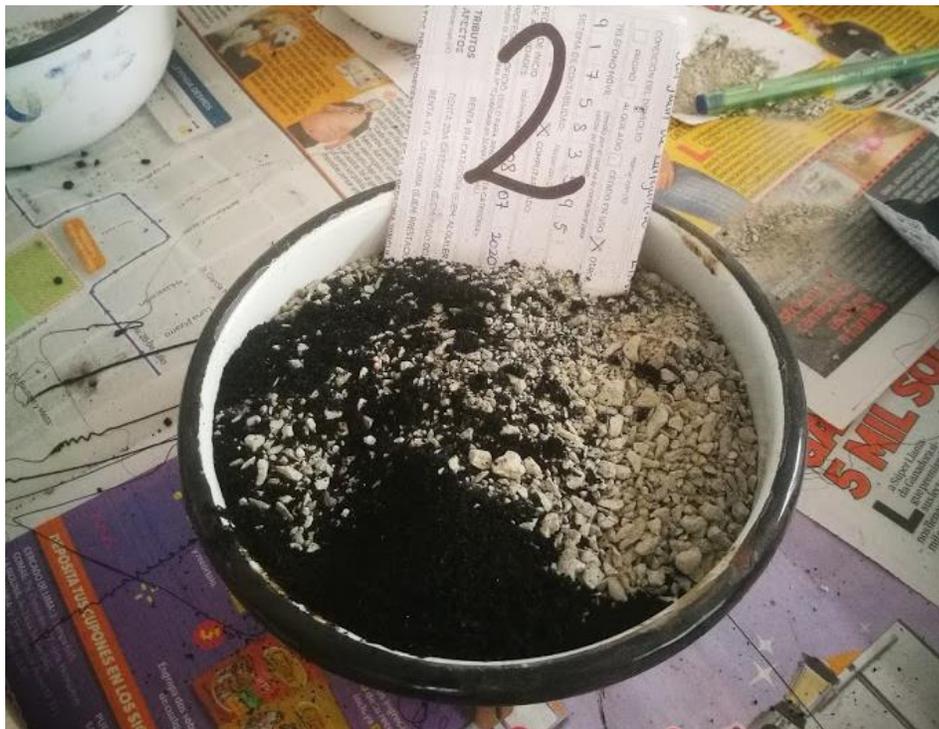


Figura 75: Agregados con 2% de caucho

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 76: Agregados con 1% y 2% de caucho puesto en el horno
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 77: Sacado de agregados con 1% y 2% de caucho
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 78: Vertido de cemento asfáltico según su peso
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 79: Mezclado de los agregados, caucho y cemento asfáltico
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 80: Compactado de la mezcla asfáltica con caucho
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 81: Mezcla compactada con 1% de caucho

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 82: Briquetas con 2% de caucho

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 83: Baño María a las briquetas

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 84: Briquetas sumergidas en agua a 60° Centígrados

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 85: Las briquetas se dejan por 30 minutos
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 86: Sacado y secado del baño María
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 87: Prensa Marshall

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 88: Collarines para sujetar a las briquetas

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 89: Colocado de la briqueta en los collarines

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 90: Colocación en la prensa Marshall
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 91: Falla de la briqueta
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 92: Briquetas con 0% de caucho después de la falla
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 93: Briquetas con 1% de caucho después de la falla
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 94: Briquetas con 2% de caucho después de la falla
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 95: Terminando de hacer las pruebas Marshall
Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 96: Terminado de roturas de briquetas

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 97: Finalizado las pruebas Marshall

Fuente: Elaboración propia (2022)

Diseño de pavimento flexible

FORMATO RESUMEN DEL DIA - JUEVES

ESTUDIO DE TRAFICO

FECHA		AVENIDA TUPAC AMARU										ESTACION		MARISCAL SUCRE									
TRAMO DE LA CARRETERA												COD. DE ESTACION		NUEVA JERUZALEN									
SENTIDO		PARADERO PORTÓN(SJL)		O		PARADERO VALLE(JICAMARCA)		E				FECHA DE CONTEO		3	11	2022							
UBICACION		MARISCAL SUCRE																					
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%				
DA.GRA. VEH.		PICK UP	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00 - 01	6	2	5	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.52	0.22%	
01 - 02	14	1	2	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.42	0.29%	
02 - 03	38	9	27	5	7	-	7	7	-	-	-	-	-	-	3	4	-	-	-	-	107.3	1.41%	
03 - 04	46	11	51	6	20	-	11	9	-	-	-	-	-	-	7	6	-	-	-	-	166.4	2.18%	
04 - 05	63	14	87	27	27	-	19	14	-	-	-	-	-	-	8	9	-	-	-	-	268.34	3.52%	
05 - 06	134	30	184	98	39	-	27	21	-	-	-	-	-	-	9	8	-	-	-	-	549.76	7.20%	
06 - 07	142	39	146	137	50	-	33	27	-	-	-	-	-	-	6	8	-	-	-	-	587.56	7.70%	
07 - 08	145	38	158	129	50	-	34	31	-	-	-	-	-	-	10	12	-	-	-	-	605.84	7.94%	
08 - 09	132	32	147	109	42	-	31	26	-	-	-	-	-	-	9	8	-	-	-	-	535.54	7.02%	
09 - 10	107	14	136	51	20	-	14	11	-	-	-	-	-	-	8	9	-	-	-	-	369.82	4.85%	
10 - 11	150	21	192	72	28	-	20	15	-	-	-	-	-	-	9	8	-	-	-	-	516.14	6.76%	
11 - 12	175	26	143	84	37	-	25	17	-	-	-	-	-	-	7	6	-	-	-	-	518.26	6.79%	
12 - 13	143	22	68	31	-	21	13	-	-	-	-	-	-	9	7	-	-	-	-	446.54	5.85%		
13 - 14	116	19	124	54	25	-	17	11	-	-	-	-	-	-	8	9	-	-	-	-	381.72	5.00%	
14 - 15	90	14	116	41	19	-	13	8	-	-	-	-	-	-	9	8	-	-	-	-	317.9	4.17%	
15 - 16	100	17	131	46	21	-	15	9	-	-	-	-	-	-	13	14	-	-	-	-	366.368	4.80%	
16 - 17	144	25	186	66	32	-	21	14	-	-	-	-	-	-	11	12	-	-	-	-	511.52	6.70%	
17 - 18	151	26	142	70	34	-	27	17	-	-	-	-	-	-	8	9	-	-	-	-	483.5	6.34%	
18 - 19	107	18	140	44	14	-	12	1	-	-	-	-	-	-	9	8	-	-	-	-	353.3	4.63%	
19 - 20	86	14	113	35	12	-	6	1	-	-	-	-	-	-	7	6	-	-	-	-	280.86	3.68%	
20 - 21	41	7	57	18	6	-	5	1	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	140.52	1.84%	
21 - 22	17	4	24	7	2	-	2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55.46	0.73%	
22 - 23	7	1	7	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.88	0.25%	
23 - 24	4	1	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.62	0.14%	
TOTAL	2157	405	2454	1175	520	0	359	254	0	0	0	0	0	0	153	154	0	0	0	0	0	7631	100%
%	28.26%	5.30%	32.16%	15.40%	6.82%	0.00%	4.71%	3.32%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.00%	2.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	76.31	100%

Figura 98: Estudio de tráfico día jueves 03/11/2022

Fuente: Elaboración propia (2022)

FORMATO RESUMEN DEL DIA - VIERNES

ESTUDIO DE TRAFICO

FECHA		AVENIDA TUPAC AMARU										ESTACION		MARISCAL SUCRE									
TRAMO DE LA CARRETERA												COD. DE ESTACION		NUEVA JERUZALEN									
SENTIDO		PARADERO PORTÓN(SJL)		O		PARADERO VALLE(JICAMARCA)		E				FECHA DE CONTEO		4	11	2022							
UBICACION		MARISCAL SUCRE																					
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	%				
DA.GRA. VEH.		PICK UP	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00 - 01	5	2	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	0%	
01 - 02	12	2	2	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	0%	
02 - 03	32	4	23	4	6	-	6	6	-	-	-	-	-	-	4	3	-	-	-	-	88	1%	
03 - 04	39	4	43	5	17	-	9	8	-	-	-	-	-	-	3	4	-	-	-	-	132	2%	
04 - 05	53	1	74	23	23	-	16	12	-	-	-	-	-	-	5	6	-	-	-	-	213	3%	
05 - 06	172	6	149	83	33	-	23	18	-	-	-	-	-	-	4	8	-	-	-	-	496	7%	
06 - 07	145	9	135	116	42	-	26	23	-	-	-	-	-	-	8	9	-	-	-	-	515	8%	
07 - 08	138	12	149	109	42	-	29	26	-	-	-	-	-	-	7	8	-	-	-	-	520	8%	
08 - 09	173	10	155	92	36	-	26	22	-	-	-	-	-	-	9	9	-	-	-	-	532	8%	
09 - 10	91	16	115	43	17	-	12	9	-	-	-	-	-	-	8	6	-	-	-	-	317	5%	
10 - 11	127	13	163	61	24	-	17	13	-	-	-	-	-	-	6	7	-	-	-	-	431	6%	
11 - 12	148	17	192	71	31	-	21	14	-	-	-	-	-	-	8	9	-	-	-	-	511	8%	
12 - 13	121	12	158	58	26	-	18	11	-	-	-	-	-	-	9	7	-	-	-	-	420	6%	
13 - 14	98	6	128	46	21	-	14	9	-	-	-	-	-	-	7	8	-	-	-	-	337	5%	
14 - 15	76	7	98	35	16	-	11	7	-	-	-	-	-	-	12	9	-	-	-	-	271	4%	
15 - 16	85	8	111	39	18	-	12.6	8	-	-	-	-	-	-	9	11	-	-	-	-	301.6	4%	
16 - 17	122	6	158	56	27	-	18	12	-	-	-	-	-	-	11	12	-	-	-	-	422	6%	
17 - 18	128	7	167	59	29	-	23	14	-	-	-	-	-	-	9	8	-	-	-	-	444	7%	
18 - 19	91	10	119	37	12	-	10	1	-	-	-	-	-	-	7	9	-	-	-	-	296	4%	
19 - 20	73	9	95	30	10	-	5	1	-	-	-	-	-	-	5	4	-	-	-	-	253	3%	
20 - 21	35	6	48	15	5	-	4	1	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	120	2%	
21 - 22	14	5	20	6	2	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	1%	
22 - 23	6	3	6	2	1	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	0%	
23 - 24	3	4	3	1	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0%	
TOTAL	1987	179	2316	996	441	0	307	221	0	0	0	0	0	0	134	140	0	0	0	0	0	6721	100%
%	29.57%	2.66%	34.46%	14.82%	6.56%	0.00%	4.56%	3.29%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.99%	2.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	67.21	100%

Figura 99: Estudio de tráfico día viernes 04/11/2022

Fuente: Elaboración propia (2022)

FORMATO RESUMEN DEL DIA - SABADO																				
ESTUDIO DE TRAFICO																				
FECHA		AVENIDA TUPAC AMARU																		
TRAMO DE LA CARRETERA		PARADERO PORTÓN(SJL) O PARADERO VALLE(JICAMARCA) E																		
SENTIDO		MARISCAL SUCRE																		
UBICACIÓN		MARISCAL SUCRE																		
		ESTACION																		
		COD. DE ESTACION																		
		MARISCAL SUCRE																		
		NUEVA JERUZALEN																		
		FECHA DE CONTEO																		
		5 11 2022																		
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%
DA.GRA. VEH.	PICK UP	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00 - 01	6	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	0%	
01 - 02	15	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	0%	
02 - 03	39	10	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	1%	
03 - 04	48	11	46	6	7	-	3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	137	2%	
04 - 05	65	15	88	28	11	-	4	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	231	3%	
05 - 06	132	30	132	102	20	-	2	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	448	7%	
06 - 07	145	38	124	121	28	-	17	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	515	8%	
07 - 08	136	39	144	124	35	-	9	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	524	8%	
08 - 09	121	33	126	131	42	-	12	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	514	8%	
09 - 10	114	25	118	53	52	-	12	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	418	8%	
10 - 11	124	22	114	75	51	-	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	421	6%	
11 - 12	133	28	156	87	44	-	13	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	486	7%	
12 - 13	138	23	166	71	21	-	16	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	469	7%	
13 - 14	141	19	174	56	29	-	16	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	464	7%	
14 - 15	121	15	123	47	38	-	21	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	386	6%	
15 - 16	118	24	63	49	32	-	17	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	338	5%	
16 - 17	95	28	89	89	26	-	14	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	327	5%	
17 - 18	110	18	72	72	20	-	15	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	336	5%	
18 - 19	122	15	45	58	22	-	17	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	291	4%	
19 - 20	84	7	37	34	29	-	13	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	210	3%	
20 - 21	35	4	18	19	6	-	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95	1%	
21 - 22	14	2	7	7	2	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	1%	
22 - 23	7	1	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	0%	
23 - 24	4	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0%	
TOTAL	2067	409	1860	1212	517	0	224	246	0	0	0	0	0	113	133	0	0	0	6781	100%
%	30.48%	6.03%	27.43%	17.87%	7.62%	0.00%	3.30%	3.63%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.67%	1.96%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

Figura 100: Estudio de tráfico día sábado 05/11/2022

Fuente: Elaboración propia (2022)

FORMATO RESUMEN DEL DIA - DOMINGO																				
ESTUDIO DE TRAFICO																				
FECHA		AVENIDA TUPAC AMARU																		
TRAMO DE LA CARRETERA		PARADERO PORTÓN(SJL) O PARADERO VALLE(JICAMARCA) E																		
SENTIDO		MARISCAL SUCRE																		
UBICACIÓN		MARISCAL SUCRE																		
		ESTACION																		
		COD. DE ESTACION																		
		MARISCAL SUCRE																		
		NUEVA JERUZALEN																		
		FECHA DE CONTEO																		
		6 11 2022																		
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%
DA.GRA. VEH.	PICK UP	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00 - 01	4	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	0%	
01 - 02	9	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	0%	
02 - 03	25	6	18	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	1%	
03 - 04	30	7	34	2	5	-	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101	2%	
04 - 05	41	9	58	4	13	-	12	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	158	3%	
05 - 06	95	20	123	13	18	-	18	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	306	5%	
06 - 07	116	26	138	46	26	-	21	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	401	7%	
07 - 08	132	25	134	74	33	-	23	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	449	8%	
08 - 09	123	21	132	90	34	-	19	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	454	8%	
09 - 10	134	9	146	85	28	-	15	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	450	8%	
10 - 11	126	14	141	72	13	-	16	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	406	7%	
11 - 12	115	17	134	42	19	-	15	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	365	6%	
12 - 13	94	15	121	48	24	-	14	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	343	6%	
13 - 14	76	12	98	55	20	-	11	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	299	5%	
14 - 15	59	9	76	38	16	-	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	223	4%	
15 - 16	66	11	87	27	12	-	10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	227	4%	
16 - 17	95	16	133	31	14	-	12	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	314	6%	
17 - 18	89	17	123	34	21	-	13	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	507	9%	
18 - 19	71	12	93	29	23	-	8	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	266	5%	
19 - 20	48	9	75	23	9	-	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180	3%	
20 - 21	27	5	37	12	8	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95	2%	
21 - 22	11	2	16	5	4	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	1%	
22 - 23	5	1	5	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	0%	
23 - 24	2	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0%	
TOTAL	1593	267	1929	733	532	0	238	167	0	0	0	0	97	125	0	0	0	0	5681	100%
%	28%	5%	34%	13%	9%	0%	4%	3%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	100%	

Figura 101: Estudio de tráfico día domingo 06/11/2022

Fuente: Elaboración propia (2022)

FORMATO RESUMEN DEL DIA - LUNES
ESTUDIO DE TRAFICO

FECHA: 07/11/2022		TRAMO DE LA CARRETERA: AVENIDA TUPAC AMARU		ESTACION: MARISCAL SUCRE	
SENTIDO: PARADERO PORTÓN(SJL) ← PARADERO VALLE(JICAMARCA) →		COD. DE ESTACION: NUEVA JERUZALEN		FECHA DE CONTEO: 7 11 2022	
UBICACION: MARISCAL SUCRE					

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%	
		PICK UP	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00 - 01	7	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	0%
01 - 02	18	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	0%
02 - 03	37	12	24	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	-	-	-	-	87	1%
03 - 04	48	13	56	6	9	-	-	9	7	-	-	-	-	-	4	6	-	-	-	-	158	2%
04 - 05	77	17	84	7	29	-	-	13	11	-	-	-	-	-	5	7	-	-	-	-	250	3%
05 - 06	124	36	154	34	34	-	-	22	18	-	-	-	-	-	7	9	-	-	-	-	438	5%
06 - 07	134	48	213	89	84	-	-	34	21	-	-	-	-	-	9	12	-	-	-	-	647	8%
07 - 08	162	46	237	99	56	-	-	41	31	-	-	-	-	-	11	13	-	-	-	-	696	9%
08 - 09	148	39	218	121	61	-	-	44	36	-	-	-	-	-	8	13	-	-	-	-	688	8%
09 - 10	123	17	185	135	53	-	-	38	24	-	-	-	-	-	8	9	-	-	-	-	592	7%
10 - 11	121	26	174	132	29	-	-	18	13	-	-	-	-	-	11	9	-	-	-	-	533	6%
11 - 12	147	32	153	124	35	-	-	25	19	-	-	-	-	-	12	13	-	-	-	-	560	7%
12 - 13	149	28	129	106	44	-	-	31	20	-	-	-	-	-	9	8	-	-	-	-	524	6%
13 - 14	138	23	134	85	38	-	-	26	16	-	-	-	-	-	10	9	-	-	-	-	479	6%
14 - 15	124	17	123	67	31	-	-	22	13	-	-	-	-	-	6	8	-	-	-	-	411	5%
15 - 16	112	20	152	54	23	-	-	16	11	-	-	-	-	-	12	14	-	-	-	-	414	5%
16 - 17	107	32	142	57	26	-	-	18	14	-	-	-	-	-	14	16	-	-	-	-	426	5%
17 - 18	98	35	146	81	39	-	-	24	18	-	-	-	-	-	8	9	-	-	-	-	458	5%
18 - 19	102	22	135	52	42	-	-	34	21	-	-	-	-	-	4	3	-	-	-	-	415	5%
19 - 20	89	17	140	46	18	-	-	15	2	-	-	-	-	-	8	6	-	-	-	-	341	4%
20 - 21	51	9	70	22	15	-	-	7	2	-	-	-	-	-	5	3	-	-	-	-	184	2%
21 - 22	20	4	29	9	7	-	-	6	1	-	-	-	-	-	3	4	-	-	-	-	53	1%
22 - 23	9	1	9	4	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	0%
23 - 24	4	1	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	0%
TOTAL	2149	503	2720	1335	682	0	446	301	0	0	0	0	0	157	175	0	0	0	0	0	8468	100%
%	25%	6%	32%	16%	8%	0%	5%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Figura 102: Estudio de tráfico día lunes 07/11/2022

Fuente: Elaboración propia (2022)

FORMATO RESUMEN DEL DIA - MARTES
ESTUDIO DE TRAFICO

FECHA: 08/11/2022		TRAMO DE LA CARRETERA: AVENIDA TUPAC AMARU		ESTACION: MARISCAL SUCRE	
SENTIDO: PARADERO PORTÓN(SJL) ← PARADERO VALLE(JICAMARCA) →		COD. DE ESTACION: NUEVA JERUZALEN		FECHA DE CONTEO: 8 11 2022	
UBICACION: MARISCAL SUCRE					

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	%		
		PICK UP	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00 - 01	4	3	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0%
01 - 02	7	7	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	0%
02 - 03	16	11	5	5	-	-	8	7	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	58	1%
03 - 04	43	12	7	7	8	-	-	12	11	-	-	-	-	-	5	4	-	-	-	-	-	109	2%
04 - 05	54	16	54	98	23	-	-	22	16	-	-	-	-	-	10	7	-	-	-	-	-	300	4%
05 - 06	72	34	126	146	31	-	-	31	24	-	-	-	-	-	16	10	-	-	-	-	-	490	7%
06 - 07	134	45	145	132	45	-	-	38	31	-	-	-	-	-	20	12	-	-	-	-	-	602	9%
07 - 08	154	43	138	126	57	-	-	39	35	-	-	-	-	-	23	15	-	-	-	-	-	630	9%
08 - 09	134	36	124	84	59	-	-	35	30	-	-	-	-	-	21	19	-	-	-	-	-	542	8%
09 - 10	128	16	62	64	46	-	-	16	12	-	-	-	-	-	11	8	-	-	-	-	-	363	5%
10 - 11	118	24	83	84	31	-	-	23	18	-	-	-	-	-	15	11	-	-	-	-	-	407	6%
11 - 12	138	30	96	96	37	-	-	29	19	-	-	-	-	-	18	14	-	-	-	-	-	477	7%
12 - 13	141	26	78	79	42	1	-	24	15	-	-	-	-	-	15	12	-	-	-	-	-	433	6%
13 - 14	129	22	62	62	35	-	-	19	12	-	-	-	-	-	12	10	-	-	-	-	-	363	5%
14 - 15	119	16	48	48	29	-	-	15	10	-	-	-	-	-	10	8	-	-	-	-	-	302	4%
15 - 16	104	19	53	53	22	-	-	17	11	-	-	-	-	-	15	11	-	-	-	-	-	305	4%
16 - 17	98	28	76	76	24	-	-	24	16	-	-	-	-	-	16	14	-	-	-	-	-	372	5%
17 - 18	95	30	87	80	37	-	-	31	19	-	-	-	-	-	11	15	-	-	-	-	-	405	6%
18 - 19	126	22	54	54	39	-	-	14	9	-	-	-	-	-	5	7	-	-	-	-	-	330	5%
19 - 20	131	16	41	41	16	-	-	7	5	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	263	4%
20 - 21	84	8	20	24	14	-	-	5	3	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	161	2%
21 - 22	19	5	8	8	7	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	1%
22 - 23	8	4	4	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	0%
23 - 24	4	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	0%
TOTAL	2059	473	1381	1380	605	1	412	303	0	0	0	0	0	230	185	0	0	0	0	0	7029	100%	
%	29%	7%	20%	20%	9%	0%	6%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	

Figura 103: Estudio de tráfico día martes 08/11/2022

Fuente: Elaboración propia (2022)

FORMATO RESUMEN DEL DIA - MIERCOLES

ESTUDIO DE TRAFICO

FECHA																ESTACION			MARISCAL SUCRE			
TRAMO DE LA CARRETERA		AVENIDA TUPAC AMARU														COD. DE ESTACION			NUEVA JERUZALEN			
SENTIDO		PARADERO PORTÓN(S,J,L) O ← PARADERO VALLE(JICAMARCA) E →														FECHA DE CONTEO			9 11 2022			
UBICACION		MARISCAL SUCRE																				
HORA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO		BUS			CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER			TOTAL	%
		PICK UP	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIA GRA. VEH.																						
00 - 01	7	3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	0%
01 - 02	2	2	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	0%
02 - 03	53	13	38	7	10	-	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	129	2%
03 - 04	64	15	71	8	28	-	10	5	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	206	2%
04 - 05	87	20	98	22	39	-	15	10	-	-	-	-	-	-	4	5	-	-	-	-	300	4%
05 - 06	142	32	135	38	54	-	26	12	-	-	-	-	-	-	8	6	-	-	-	-	453	5%
06 - 07	147	43	139	129	65	-	38	15	-	-	-	-	-	-	11	7	-	-	-	-	594	7%
07 - 08	134	21	141	145	68	-	46	21	-	-	-	-	-	-	12	9	-	-	-	-	597	7%
08 - 09	128	25	123	152	59	-	48	23	-	-	-	-	-	-	14	13	-	-	-	-	585	7%
09 - 10	121	33	104	89	28	-	43	26	-	-	-	-	-	-	19	15	-	-	-	-	478	6%
10 - 11	126	32	126	98	40	1	20	14	-	-	-	-	-	-	16	17	-	-	-	-	490	6%
11 - 12	114	26	137	92	51	-	28	12	-	-	-	-	-	-	17	12	-	-	-	-	489	6%
12 - 13	108	21	131	96	43	-	35	15	-	-	-	-	-	-	12	13	-	-	-	-	474	6%
13 - 14	120	24	140	76	35	-	30	16	-	-	-	-	-	-	13	15	-	-	-	-	469	6%
14 - 15	132	21	134	58	26	-	23	11	-	-	-	-	-	-	9	9	-	-	-	-	423	5%
15 - 16	125	23	137	64	30	-	18	8	-	-	-	-	-	-	16	12	-	-	-	-	433	5%
16 - 17	146	32	145	92	45	-	21	9	-	-	-	-	-	-	14	10	-	-	-	-	514	6%
17 - 18	131	34	138	97	48	-	30	14	-	-	-	-	-	-	9	14	-	-	-	-	515	6%
18 - 19	124	25	141	61	20	-	38	12	-	-	-	-	-	-	8	12	-	-	-	-	441	5%
19 - 20	98	19	126	49	16	-	16	3	-	-	-	-	-	-	7	3	-	-	-	-	337	4%
20 - 21	58	10	79	25	8	-	8	2	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	195	2%
21 - 22	23	5	33	10	3	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81	1%
22 - 23	12	2	10	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	0%
23 - 24	5	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	0%
TOTAL	2207	483	2341	1413	722	1	505	231	0	0	0	0	0	195	176	0	0	0	0	0	8274	100%
%	27%	6%	28%	17%	9%	0%	6%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	

Figura 104: Estudio de tráfico día miércoles 09/11/2022

Fuente: Elaboración propia (2022)

FORMATO RESUMEN SEMANAL
ESTUDIO DE TRAFICO

FECHA		#####															
TRAMO DE LA CARRETERA		AVENIDA TÚPAC AMARU														ESTACION	
SENTIDO		PARADERO PORTÓN(SJL) O ←		PARADERO VALLE(JICAMARCA) E →												COD. DE ESTACION	
UBICACIÓN		MARISCAL SUCRE														FECHA DE CONTEO	
DIA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						2T2
		PICK UP	RURAL Combi			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>= 3S3	
DIA																	
JUEVES	2157	405	2454	1175	520	0	359	254	0	0	0	0	0	153	154	0	
VIERNES	1987	179	2316	996	441	0	307	221	0	0	0	0	0	134	140	0	
SABADO	2067	409	1860	1212	517	0	224	246	0	0	0	0	0	113	133	0	
DOMINGO	1593	267	1929	733	532	0	238	167	0	0	0	0	0	97	125	0	
LUNES	2149	503	2720	1335	682	0	446	301	0	0	0	0	0	157	175	0	
MARTES	2059	473	1381	1380	605	1	412	303	0	0	0	0	0	230	185	0	
MIERCOLES	2207	483	2341	1413	722	1	505	231	0	0	0	0	0	195	176	0	
PROMEDIO TOTAL	2031	388	2143	1178	574	0	356	246	0	0	0	0	0	154	155	0	

Figura 105: Estudio de tráfico resumido de la semana de 03/11/2022 a 08/11/2022

Fuente: Elaboración propia (2022)

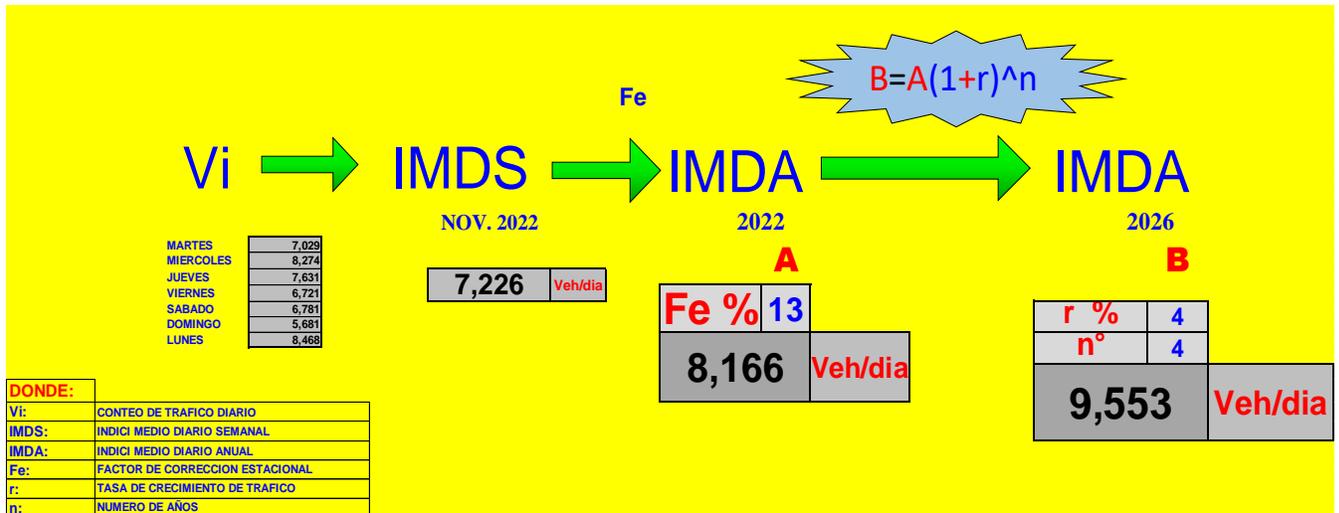


Figura 106: Cálculos de estudio de trafico

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la figura anterior se optaron los números para los siguientes:

- Fe= Factor de corrección estacional mayormente va entre un 10% a 15%, como el estudio se realizó en un pueblo emergente se consideró optar por el **Fe=13%**.

- r= la tasa anual de crecimiento de tráfico, normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%. Dado que el estudio se realizó en un pueblo emergente por ello se optó **r= 4%**.

Formula usada del manual de carreteras 2013, también para el numero de pasadas.

$$T_n = T_o (1+r)^{n-1}$$

En la que:

Tn = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

To = Tránsito actual (año base o) en veh/día

n = Número de años del período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r = Tasa anual de crecimiento

n = Periodo de diseño

Figura 107: Fórmula de cálculo de crecimiento y proyección

Fuente: Manual de carreteras (2013)

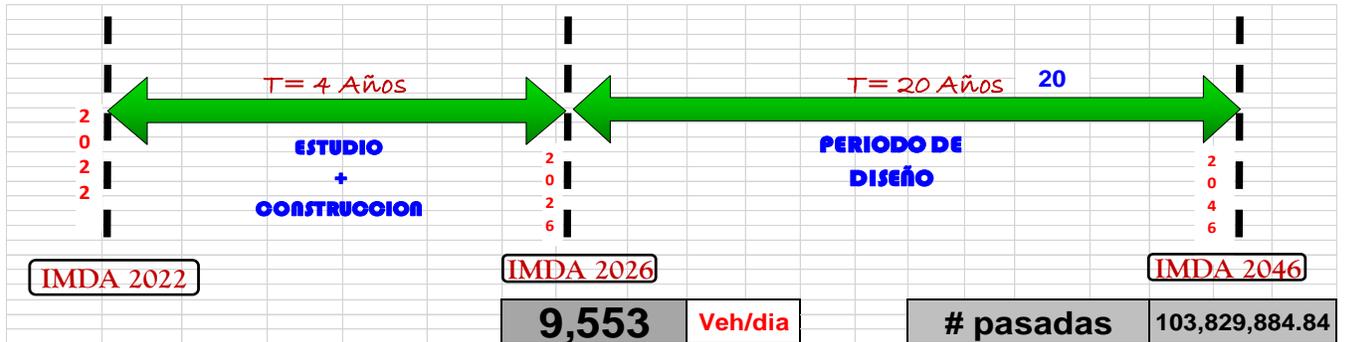


Figura 108: Esquema del periodo de diseño

Fuente: Elaboración propia (2022)

RESUMEN DE COTEJO DE TRAFICO SEMANAL																													
ESTUDIO DE TRAFICO																													
FECHA		*****																											
TRAMO DE LA CARRETERA										AVENIDA TUPAC AMARU																			
SENTIDO					PARADERO PORTÓN(SJL) O					PARADERO VALLE(JICAMARCA) E					ESTACION					MARISCAL SUCRE									
UBICACIÓN										MARISCAL SUCRE										COD. DE ESTACION					NUEVA JERUZALEN				
																				FECHA DE CONTEO					20 4 2019				
HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER					TOTAL									
		PICK UP	RURAL Combi		B2	>=B3	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3										
DIAGRA. VEH.																													
IMDS	2031	388	2143	1178	574	0	356	246	0	0	0	0	0	154	155	0	0	0	0	7,226	Veh/dia								
Fe %	13																												
IMDA 2022	2295	439	2422	1331	649	0	402	278	0	0	0	0	0	174	176	0	0	0	0	8,166	Veh/dia								
r= 3%	4																												
n= 4 años	4																												
IMDA 2026	2685	513	2833	1557	759	0	470	325	0	0	0	0	0	204	205	0	0	0	0	9,553	Veh/dia								

Figura 109: Estudio de tráfico IMDA del año 2026

Fuente: Elaboración propia (2022)

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico	
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02		7 TONELADAS
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04		10 TONELADAS
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06		15 TONELADAS
EJE TANDEM (Ejes Rueda Doble)	2RD	08		16 TONELADAS
EJE TRIDEM (Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10		21 TONELADAS
EJE TRIDEM (Ejes Rueda Doble)	3RD	12		23 TONELADAS

Figura 110: Configuración de ejes

Fuente: Manual de carreteras (2013)

Tipo de Eje	Eje Equivalente ($EE_{8.2\text{ ton}}$)
Eje Simple de ruedas simples (EE_{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE_{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Figura 111: Fórmulas relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE)

Fuente: Manual de carreteras (2013)

TIPO DE VEHICULOS	IMDA 2026	CARGA DE VEH. EJE	EJE EQUIVALENTE (EE 8.2 TN)	F.IMDA
AUTOS, CAMIONETAS Y COMBIS.	7588	1	0.000527017	4.00
	7588	1	0.000527017	4.00
B2	759	7	1.265366749	960.48
	759	10	2.211793566	1678.87
B3	0	7	1.265366749	0.48
	0	16	1.260585019	0.48
C2	470	7	1.265366749	595.26
	470	10	2.211793566	1040.49
C3	325	7	1.265366749	411.66
	325	16	1.260585019	410.11
C4	0	7	1.265366749	0.00
	0	21	1.057720453	0.00
T2S1	0	7	1.265366749	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
T2S2	0	7	1.265366749	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
T2S3	0	7	1.265366749	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	23	1.232418575	0.00
3S1	0	7	1.265366749	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
3S2	204	7	1.265366749	257.84
	204	16	1.260585019	256.87
	204	16	1.260585019	256.87
3S3	205	7	1.265366749	259.99
	205	16	1.260585019	259.01
	205	23	1.232418575	253.22
2T2	0	7	1.265366749	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
2T3	0	7	1.265366749	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
3T2	0	7	1.265366749	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
3T3	0	7	1.265366749	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
	0	10	2.211793566	0.00
	0	16	1.260585019	0.00
		Σ	f.IMDA	6650

Figura 112: Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE), pavimento flexible

Fuente: Elaboración propia (2022)

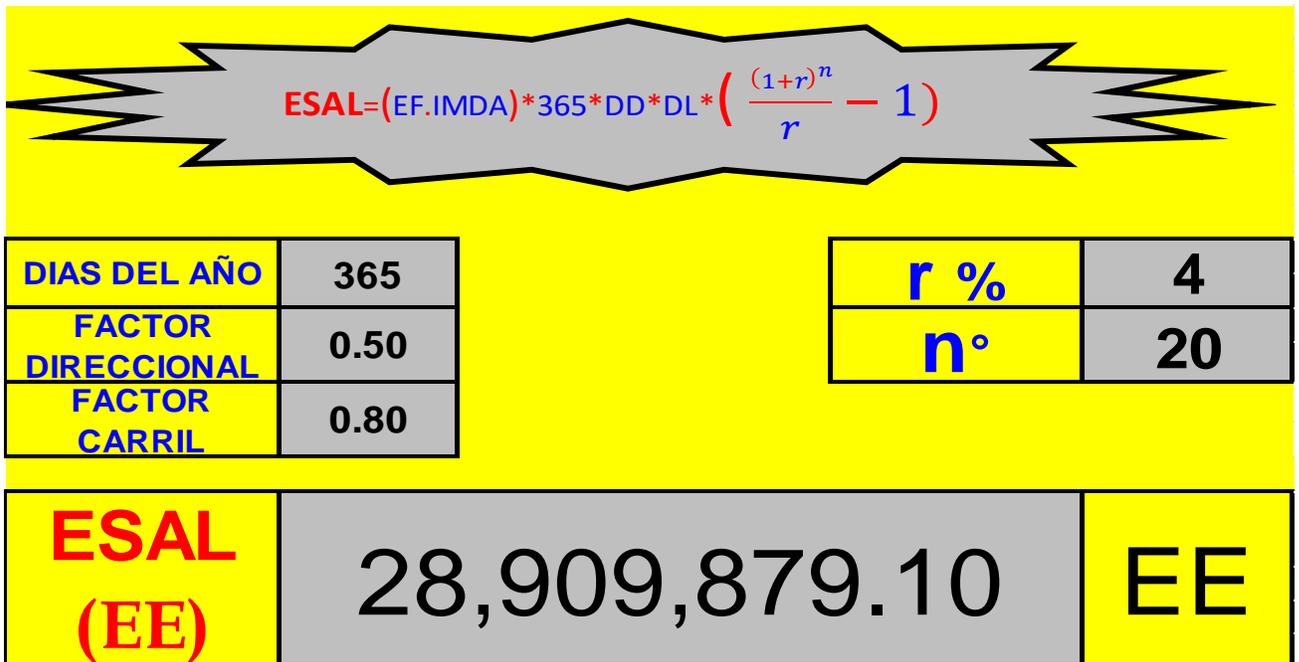


Figura 113: Cálculos de estudio de trafico de ESAL

Fuente: Elaboración propia (2022)

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado (Fd x Fc para carril de diseño)
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Figura 114: Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

Fuente: Manual de carreteras (2013)

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
TP0	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
TP1	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
TP2	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
TP3	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
TP4	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
TP5	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
TP6	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
TP7	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
TP8	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
TP9	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
TP10	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
TP11	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
TP12	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
TP13	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
TP14	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
TP15	> 30'000,000 EE

Figura 115: Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

Fuente: Manual de carreteras (2013)

CAL.	PROG.	LADO	DATOS		CLASIFICACIÓN		PROCTOR			CBR (2,5 mm – 0,1 pulg.)	
			M	Prof. (m)	SUCS	AASHTO	MÉTODO	MDS	OCH	100% MDS	95% MDS
C-01	00+050.00	I	M-2	1.50	GP-GM	A-1-a (0)	C	2.258	6.00	109.30	62.20
C-02	01+050.00	I	M-2	1.50	GW-GM	A-1-a (0)	C	2.151	6.70	104.30	60.50

Figura 116: Datos resumidos de las calicatas C-01 y C-02

Fuente: Elaboración propia (2022)

CALICATA	PROGRESIVA	CBR	PROMEDIO
C-01	00+050.00	62.20	61.35
C-02	01+050.00	60.50	61.35

Figura 117: Promedio de CBR

Fuente: Elaboración propia (2022)

CALCULANDO EL MODULO RESILENCIA (MR)	
61.35	35,611.66
PROMEDIO CBR	MR en psi

Figura 118: Cálculo de módulo de resiliencia (MR)

Fuente: Elaboración propia (2022)

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Figura 119: Formula de módulo de resiliencia (MR)

Fuente: Manual de carreteras (2013)

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Figura 120: Categoría de subrasante / CBR

Fuente: Manual de carreteras (2013)

CBR% SUBRASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (MR) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (MR) (MPA)	CBR% SUBRASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (MR) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (MR) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Figura 121: Módulo resiliente obtenido por correlación con el CBR

Fuente: Manual de carreteras (2013)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}		>30'000,000	95%

Figura 122: Valores recomendados a nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años)

Fuente: Manual de carreteras (2013)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,001	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP13	20'000,001	25'000,000	-1.645
	TP14	25'000,001	30'000,000	-1.645
	TP15	>30'000,000		-1.645

Figura 123: Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (Zr) para solo una etapa de diseño (10 o 20 años)

Fuente: Manual de carreteras (2013)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15	>30'000,000		4.20

Figura 124: Índice de serviciabilidad inicial (Pi) según rango de tráfico

Fuente: Manual de carreteras (2013)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}	>30'000,000		3.00

Figura 125: Índice de serviciabilidad final (Pt) según rango de tráfico

Fuente: Manual de carreteras (2013)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	1.80
	TP2	300,001	500,000	1.80
	TP3	500,001	750,000	1.80
	TP4	750,001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	1.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	1.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	1.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	1.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	1.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	1.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	1.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	1.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	1.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	1.20
	TP15	>30'000,000		1.20

Figura 126: Diferencia de serviciabilidad (Δ PSI)

Fuente: Manual de carreteras (2013)

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Figura 127: Numero estructural requerido (SNR)

Fuente: Manual de carreteras (2013)

COMPONENTES				
a.	ESAL	W18	28,909,879.10	MANUAL DE CARRETRAS "Suelos, Geología, Geotecnia Ypavimentos".
b.	MODULO DE RESILENCIA (MR)		22,529.00	CUADRO 12.5
c.	CONFIABILIDAD (%R)		95%	CUADRO 12.6 (TP7)
d.	COEFICIENTE ESTADISTICO DE DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)		-1.645	CUADRO 12.8 (TP7)
e.	DESVIACION ESTANDAR COMBINA (So)		0.45	Recomendado por Manual
f1.	SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)		4.20	CUADRO 12.10 (TP7)
f2.	SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)		3.00	CUADRO 12.11 (TP7)
f3.	VARIACION DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)		1.20	CUADRO 12.12 (TP7)
g.	NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SNR)		4.64	

Figura 128: Datos para la obtención del número estructural requerido (SNR) Calculo

Fuente: Elaboración propia (2022)

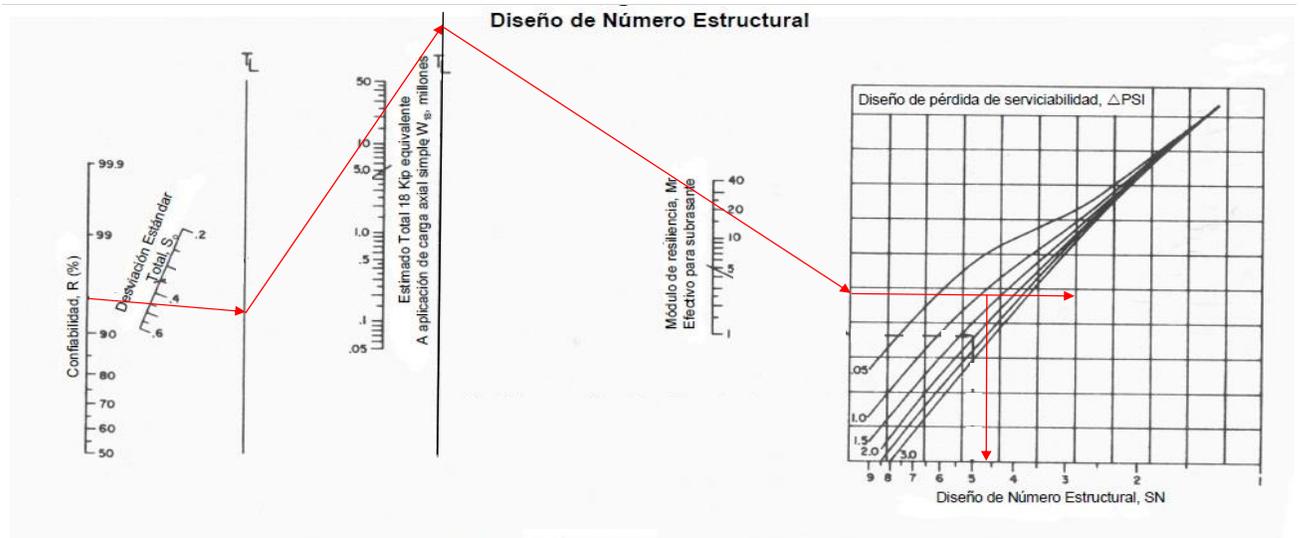


Figura 129: Numero estructural requerido (SNR) ABACO
Fuente: Elaboración propia (2022)

S_0 :	<input type="text" value="0.45"/>	ΔPSI :	<input type="text" value="1.2"/>
Confianza:	<input type="text" value="95%"/> ▼	M_R :	<input type="text" value="22529"/> <input type="text" value="lb/pulg2"/>
Z_r :	<input type="text" value="-1.645"/>	<input type="button" value="Calcular"/>	
W_{18} :	<input type="text" value="28909879"/>	SN:	<input type="text" value="4.64"/>

Figura 130: Numero estructural requerido (SNR) Pagina web
Fuente: <https://ingenieriaelemental.com/numero-estructural-snr/> (2022)

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a_1	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico \leq 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico \leq 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

Figura 131: Coeficientes estructurales de las capas de pavimento a

Fuente: Manual de carreteras (2013)

Coefficiente estructural de las capas

Capa superficial	Base	Subbase
a1	a2	a3
0.17	0.054	0.05

Coefficiente de drenaje para base y subbase no tratadas en pavimento flexibles

m2	m3
1	1

Según la norma el valor asumido es de 1.00

$$SNR = a1 * d1 + a2 * d2 * m2 + a3 * d3 * m3$$

Cálculo de espesor de las capas

d1	d2	d3
6	30	45
Carpeta asfáltica	Base	Subbase

SNR (Requerido)	4.640	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	4.890	SI CUMPLE

Figura 132: Cálculo de espesores de la estructura de un pavimento flexible

Fuente: Elaboración propia (2022)



Figura 133: Gráfico resultado de pavimento flexible

Fuente: Elaboración propia (2022)

Resultados de laboratorio de estudio de suelos y C.B.R.

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1-3

INFORME N° : JCH 22-233
SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
ENTIDAD : -
PROYECTO : MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA TÚPAC AMARU, HUARACHIRÍ - 2022
UBICACIÓN : AVENIDA TÚPAC AMARU - JICAMARCA

Datos de la Muestra:
Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof. (m) : 1,50
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 17/10/2022
Fecha de Ejecución : 18/10/2022
Fecha de Emisión : 20/10/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 4964.5

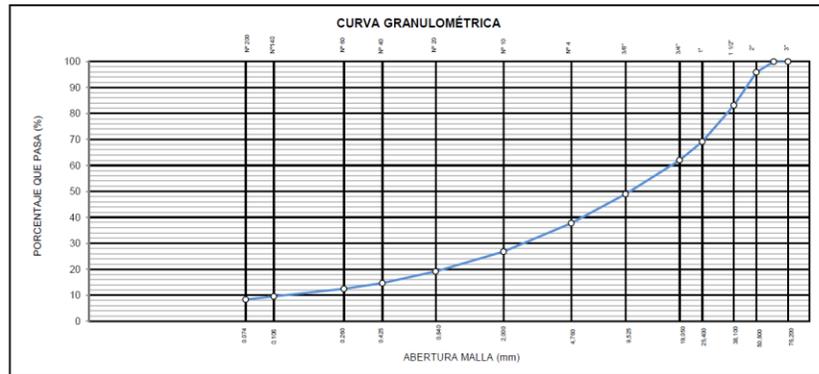
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	100.0
2"	50.80	204.9	4.1	95.9
1 1/2"	38.10	831.4	12.7	83.2
1"	25.40	898.1	14.0	69.1
3/4"	19.05	352.3	7.1	62.0
3/8"	9.525	649.4	13.1	49.0
N° 4	4.760	557.3	11.2	37.7
N° 10	2.000	543.2	10.9	26.8
N° 20	0.840	379.2	7.6	19.2
N° 40	0.425	224.0	4.5	14.6
N° 60	0.260	107.8	2.2	12.5
N° 140	0.106	144.1	2.9	9.6
N° 200	0.074	80.9	1.2	8.3
-200		413.9	8.3	0.0

% Grava (N° 4 < f < 3")	62.3
% Arena (N° 200 < f < N° 4)	29.4
% Finos (< N° 200)	8.3

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Limite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Limite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	1.5

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GP-GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a(0)
Descripción de la muestra :	GRAVA POREMENTE GRADADA CON LIMO



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por : Tec. J.CH

Equipos	Código
Balanza	SAL-001
Balanza	SAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO SALVO CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia #2236 S.J.L. Correo: cotizaciones1@labjch.com. Telf. 976331894 - 012966381

Figura 134: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 1 - 12

Fuente: Elaboración propia (2022)

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

INFORME N° : JCH 22-233
SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
ENTIDAD : -
PROYECTO : MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA TÚPAC AMARU, HUAROCHIRÍ - 2022
UBICACIÓN : AVENIDA TÚPAC AMARU - JICAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof. (m) : 1,50
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 17/10/22
Fecha de Ejecución : 18/10/22
Fecha de Emisión : 20/10/22

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	1111.8	1095.6
Peso de suelo seco + tara g	1097.4	1080.0
Peso de tara g	81.5	79.9
Peso de agua g	14.4	15.6
Peso de suelo seco g	1015.9	1000.1
Contenido de agua %	1.4	1.6
Contenido de Humedad (%)	1.5	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. J.CH

Equipos	Codigo
Balanza	BAL-001
Horno	HCR-002




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
 S.L.O.A CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia #2236 S.J.L. Correo: cotizaciones1@labich.com. Telf. 976331894 - 012966381

Figura 135: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 2 - 12

Fuente: Elaboración propia (2022)

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

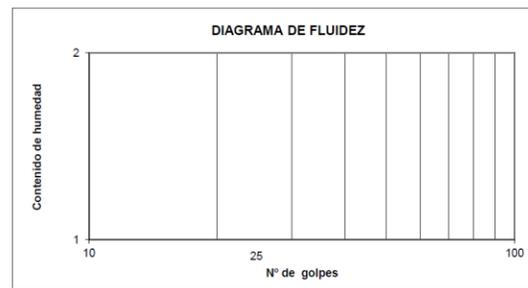
INFORME N° : JCH 22-233
SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
ENTIDAD : -
PROYECTO : MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA TÚPAC AMARU, HUAROCHIRI – 2022
UBICACIÓN : AVENIDA TÚPAC AMARU - JICAMARCA

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof. (m) : 1,50
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 17/10/22
Fecha de Ejecución : 18/10/22
Fecha de Emisión : 20/10/22

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP
Pasante de la malla N°40	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. J.CH

Equipos	Codigo
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003
Vidrio esmerilado	---



Figura 136: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 3 - 12

Fuente: Elaboración propia (2022)

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1-3

INFORME N° : JCH 22-233
SOLICITANTE : JOSÍAS JARA MEDINA
ENTIDAD : -
PROYECTO : MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA TÚPAC AMARU, HUAROCHIRÍ - 2022
UBICACIÓN : AVENIDA TÚPAC AMARU - JICAMARCA

Datos de la Muestra:
Cantera : -
Calicata : C-2
Muestra : M-1
Prof. (m) : 1,50
Progresiva : -
Coordenadas : -
Fecha de Recepción : 17/10/2022
Fecha de Ejecución : 18/10/2022
Fecha de Emisión : 20/10/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 8121.4

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	--	--	100.0
2"	50.80	689	8.5	91.5
1 1/2"	38.10	1341.6	16.5	75.0
1"	25.40	703.8	8.7	66.3
3/4"	19.05	733.1	9.0	57.3
3/8"	9.525	1021.8	12.6	44.7
N° 4	4.760	661.0	8.1	36.6
N° 10	2.000	732.6	9.0	27.6
N° 20	0.840	662.7	8.2	19.4
N° 40	0.425	442.8	5.5	14.0
N° 60	0.260	177.1	2.2	11.8
N° 140	0.106	201.8	2.5	9.3
N° 200	0.074	79.8	1.0	8.3
<200		674.5	8.3	0.0

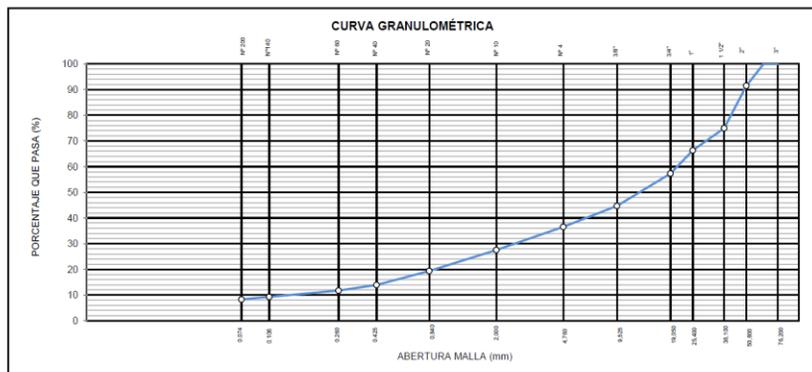
% Grava (N° 4 < f < 3")	63.4
% Arena (N° 200 < f < N° 4)	28.3
% Finos (< N° 200)	8.3

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Limite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Limite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Indice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	2.1

CLASIFICACION	
CLASIFICACION SUCS ASTM D 2487-05	GW-GM
CLASIFICACION AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a(0)

Descripción de la muestra : GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. J.CH

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
 LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Figura 137: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 4 - 12
 Fuente: Elaboración propia (2022)

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

INFORME N° : JCH 22-233
SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
ENTIDAD : -
PROYECTO : MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA TUPAC AMARU, HUAROCHIRI – 2022
UBICACIÓN : AVENIDA TUPAC AMARU - JICAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera :	-	Fecha de Recepción :	17/10/22
Calicata :	C-2	Fecha de Ejecución :	18/10/22
Muestra :	M-1	Fecha de Emisión :	20/10/22
Prof. (m) :	1,50		
Progresiva :	-		
Coordenadas :	-		

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	1103.7	1125.6
Peso de suelo seco + tara g	1082.9	1103.6
Peso de tara g	84.3	89.0
Peso de agua g	20.8	22.0
Peso de suelo seco g	998.6	1014.6
Contenido de agua %	2.1	2.2
Contenido de Humedad (%)	2.1	

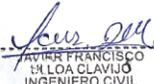
Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. J.CH

Equipos	Codigo
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




Luis Loza Clavijo
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia #2236 S.J.L. Correo: cotizaciones1@labjch.com Telf. 976331894 - 012966381

Figura 138: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 5 - 12

Fuente: Elaboración propia (2022)

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3-3

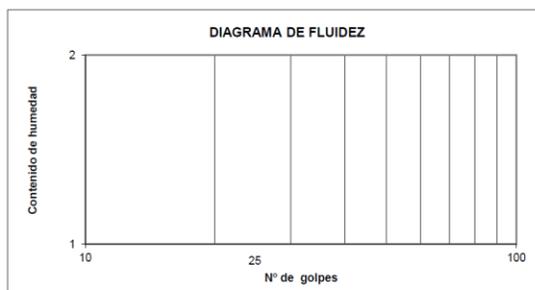
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

INFORME N° : JCH 22-233
SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
ENTIDAD : -
PROYECTO : MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA TÚPAC AMARU, HUAROCHIRI - 2022
UBICACIÓN : AVENIDA TÚPAC AMARU - JICAMARCA

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-2
Muestra : M-1
Prof. (m) : 1,50
Progresiva : -
Coordenadas : -
Fecha de Recepción : 17/10/22
Fecha de Ejecución : 18/10/22
Fecha de Emisión : 20/10/22

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NUMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HUMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. J.CH

Equipos	Codigo
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003
Vidrio esmerilado	---




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
 LILLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193867

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

Nº INFORME : JCH 22-233
 SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
 PROYECTO : MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA TÚPAC AMARU, HUAROCHIRI – 2022
 UBICACIÓN : AVENIDA TÚPAC AMARU - JICAMARCA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022

Fecha de Recepción : 18/10/22
 Fecha de Ejecución : 20/10/22

Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 1,50
 MDS (gr/cm3) : 2.258
 OCH (%) : 6.0

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : GP-GM
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)

COMPACTACIÓN

Nº molde	A-5		B-5		B-1	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12896	12900	12704	12713	12491	12511
Peso del Molde (gr)	7766	7766	7696	7696	7796	7796
Peso suelo compacto (gr)	5130	5134	5008	5017	4695	4715
Volumen del Molde (cm3)	2143	2143	2144	2144	2144	2144
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.394	2.396	2.336	2.340	2.190	2.200
Densidad seca (gr/cm3)	2.258	2.248	2.201	2.185	2.066	2.048

HUMEDAD

Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	625.9	578.4	561.1	588.4	596.4	563.3
Tara + suelo seco (gr)	594.5	546.8	531.9	553.6	565.8	528.5
Peso del agua (gr)	31.4	31.6	29.2	34.8	30.6	34.8
Peso de tara (gr)	74.5	67.8	55.2	63.2	58.9	60.1
Peso suelo seco (gr)	520.0	479.0	476.7	490.4	506.9	468.4
Contenido de humedad(%)	6.0	6.6	6.1	7.1	6.0	7.4

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/10/2022	0	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
21/10/2022	24	8:07:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
22/10/2022	48	8:05:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
23/10/2022	72	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
24/10/2022	96	8:04:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	A-5		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	B-5		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	B-1	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		94.0			65.8			37.6		
0.050		241.6			169.1			96.6		
0.075		424.4			297.1			169.8		
0.100	1000	651.4	1093.4	109.3	455.9	765.4	76.5	260.5	437.4	43.7
0.125		967.9			677.5			387.1		
0.150		1255.0			878.5			502.0		
0.175		1593.5			1115.5			637.4		
0.200	1500	1885.8	2180.0	145.3	1320.0	1530.0	102.0	754.3	880.0	58.7
0.300		2659.8			1861.8			1063.9		
0.400		3176.7			2223.7			1270.7		
0.500		3761.3			2632.9			1504.5		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por

Equipos usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



Chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Francisco
FRANCISCO
 M. LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 193667

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 - 016935014

Figura 141: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 8 - 12

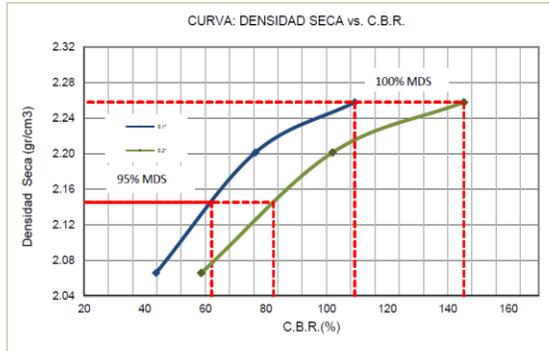
Fuente: Elaboración propia (2022)

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 22-233	Fecha de Recepción : 18/10/22
SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA	Fecha de Ejecución : 20/10/22
PROYECTO : MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA TÚPAC AMARU, HUARACHIRI – 2022	
UBICACIÓN : AVENIDA TÚPAC AMARU - JICAMARCA	
FECHA : OCTUBRE DEL 2022	

Calicata : C-1	Cantera : -	Clasificación SUCS : GP-GM
Muestra : M-1	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-1-a(0)
Prof.(m) : 1,50	Coordenadas : -	

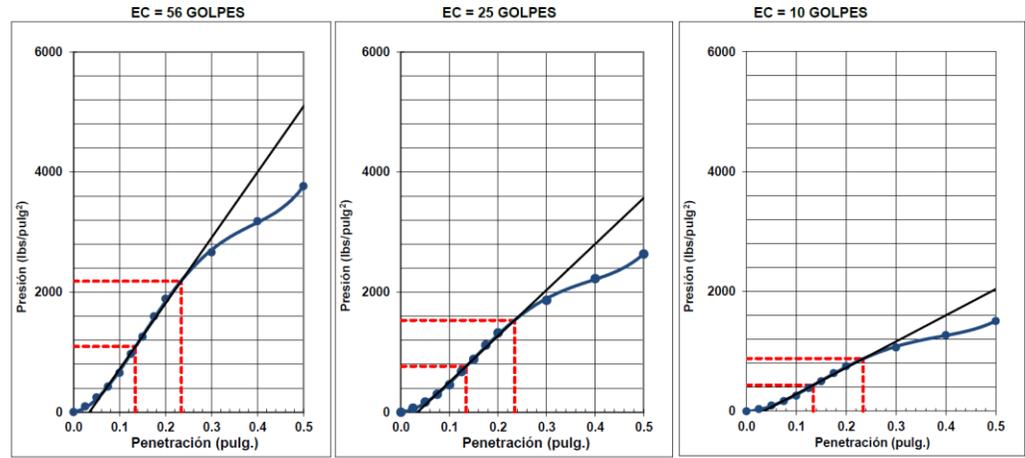


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 2.258
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6.0
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 2.145

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	: 109.3	0.2"	: 145.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	: 62.1	0.2"	: 82.5

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S.	0.1"	=	109.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	0.1"	=	62.1
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	0.2"	=	145.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	0.2"	=	82.5



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Equipos usados	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



Chavez
Jean Chavez R
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Josias Jara
JOSIAS JARA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 - 016935014

Figura 142: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 9 - 12

Fuente: Elaboración propia (2022)

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

Nº INFORME : JCH 22-233
 SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
 PROYECTO : MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA TÚPAC AMARU, HUAROCHIRI - 2022
 UBICACIÓN : AVENIDA TÚPAC AMARU - JICAMARCA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022

Fecha de Recepción : 18/10/22
 Fecha de Ejecución : 28/10/22

Calicata : C-2
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 1,50
 MDS (gr/cm3) : 2.265
 OCH (%) : 6.7

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : GW-GM
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)

COMPACTACIÓN

Nº molde	D-3		A-5		B-1	
	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11725	11782	12790	12898	12550	12751
Peso del Molde (gr)	6600	6600	7766	7766	7796	7796
Peso suelo compacto (gr)	5125	5182	5024	5132	4754	4955
Volumen del Molde (cm3)	2120	2120	2143	2143	2144	2144
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.418	2.445	2.345	2.395	2.218	2.312
Densidad seca (gr/cm3)	2.265	2.278	2.196	2.224	2.078	2.127

HUMEDAD

Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	621.4	587.8	621.4	587.8	594.2	591.1
Tara + suelo seco (gr)	586.8	551.5	586.6	549.8	560.3	548.8
Peso del agua (gr)	34.6	36.3	34.8	38.0	33.9	42.3
Peso de tara (gr)	74.1	56.9	74.1	56.9	57.8	60.1
Peso suelo seco (gr)	512.7	494.6	512.5	492.9	502.5	488.7
Contenido de humedad(%)	6.7	7.3	6.8	7.7	6.7	8.7

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/10/2022	0	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
29/10/2022	24	8:07:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
30/10/2022	48	8:05:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
31/10/2022	72	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
01/11/2022	96	8:04:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	D-3		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	A-5		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	B-1	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		233.5			163.5			93.4		
0.050		524.3			367.0			209.7		
0.075		762.2			533.6			304.9		
0.100	1000	1006.8	1042.5	104.3	704.7	729.7	73.0	402.7	417.0	41.7
0.125		1277.7			894.4			511.1		
0.150		1506.9			1054.8			602.7		
0.175		1815.3			1270.7			726.1		
0.200	1500	2113.4	2070.0	138.0	1479.4	1440.0	96.0	845.4	828.0	55.2
0.300		2758.2			1930.7			1103.3		
0.400		3130.5			2191.3			1252.2		
0.500		3590.9			2513.6			1436.4		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
 Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por

Equipos usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



Jean Chavez R
Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Francisco
FRANCISCO
 VILLO CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 193667

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 - 016935014

Figura 144: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 11 - 12

Fuente: Elaboración propia (2022)

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

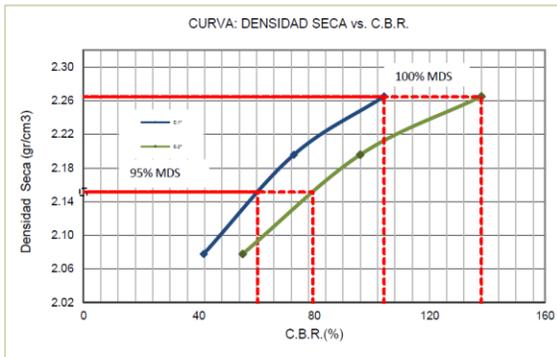
**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 22-233
 SOLICITANTE : JOSIAS JARA MEDINA
 PROYECTO : MEZCLA ASFÁLTICA VÍA SECA CON INCORPORACIÓN DE CAUCHO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA TÚPAC AMARU, HUARACHIRÍ - 2022
 UBICACIÓN : AVENIDA TÚPAC AMARU - JICAMARCA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022

Fecha de Recepción : 18/10/22
 Fecha de Ejecución : 28/10/22

Calicata : C-2 Cantera : -
 Muestra : M-1 Progresiva : -
 Prof.(m) : 1,50 Coordenadas : -

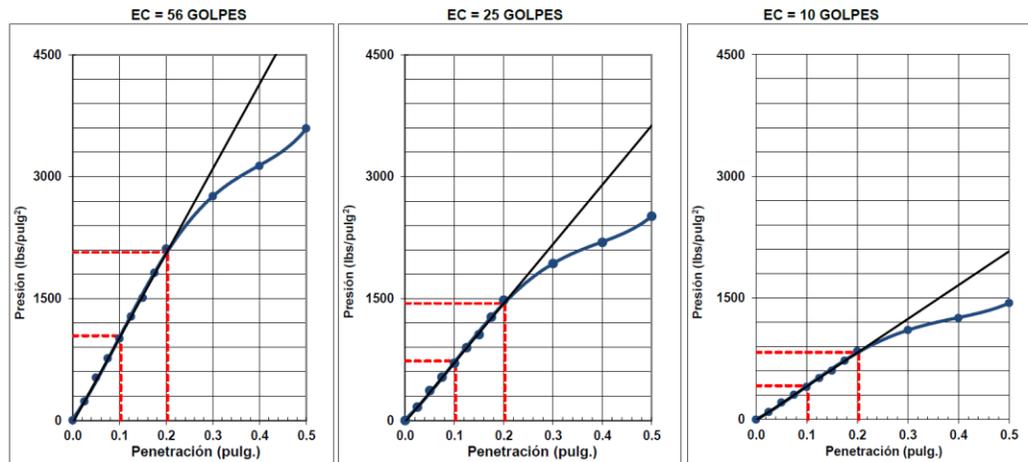
Clasificación SUCS : GW-GM
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.265
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.7
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.151

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	104.3	0.2"	138.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	60.5	0.2"	79.6

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 104.3
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 60.5
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 138.0
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 79.6



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Equipos usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



Jean Chavez R
Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Josias Jara Medina
JOSIAS FRANCISCO JARA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C. Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L. - Lima - Perú
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331849 - 016935014

Figura 145: Resultados de suelos y CBR del laboratorio 12 - 12

Fuente: Elaboración propia (2022)

Certificado de calibración de la balanza



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022
 Fecha de Emisión : 2022-05-23

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ4001

Número de Serie : 8338110064

Alcance de Indicación : 4 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-001

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-21

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

3. Método de Calibración

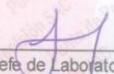
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Figura 146: Certificado de calibración de la balanza 1 - 3

Fuente: Elaboración propia (2022)



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,0	21,2
Humedad Relativa	63,8	64,8

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 4 000,0 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 998,8 g para una carga de 4 000,0 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2 000,00 g			Carga L2= 4 000,00 g		
	1 (g)	ΔL (g)	E (g)	1 (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,1	0,05	0,10
2	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
3	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,01
4	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
5	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
6	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
7	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,01
8	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
9	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
10	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
Diferencia Máxima			0,04	0,14		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Figura 147: Certificado de calibración de la balanza 2 - 3

Fuente: Elaboración propia (2022)



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _e				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,00	1,0	0,09	-0,04	1 300,00	1 299,9	0,04	-0,09	-0,05
2		0,9	0,05	-0,10		1 299,9	0,03	-0,08	0,02
3		0,9	0,08	-0,13		1 300,0	0,08	-0,03	0,10
4		0,9	0,06	-0,11		1 300,0	0,05	0,00	0,11
5		1,0	0,09	-0,04		1 299,9	0,03	-0,08	-0,04
6		1,0	0,09	-0,04		1 299,9	0,03	-0,08	-0,04

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES					DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)		
1,00	1,0	0,09	-0,04							
5,00	5,0	0,05	0,00	0,04	4,9	0,04	-0,09	-0,05	0,1	
50,00	49,9	0,04	-0,09	-0,05	49,9	0,03	-0,08	-0,04	0,1	
100,00	99,9	0,03	-0,08	-0,04	99,9	0,04	-0,09	-0,05	0,1	
500,00	499,9	0,04	-0,09	-0,05	500,0	0,08	-0,03	0,01	0,1	
700,00	699,9	0,03	-0,08	-0,04	700,0	0,05	0,00	0,04	0,2	
1 000,00	999,9	0,04	-0,09	-0,05	1 000,0	0,09	-0,04	0,00	0,2	
1 500,00	1 499,9	0,03	-0,08	-0,04	1 500,0	0,05	-0,01	0,03	0,2	
2 000,00	2 000,0	0,09	-0,04	0,00	2 000,0	0,08	-0,03	0,01	0,2	
3 000,00	3 000,1	0,05	0,10	0,14	2 999,9	0,04	-0,09	-0,05	0,3	
4 000,00	4 000,1	0,07	0,08	0,12	4 000,1	0,07	0,08	0,12	0,3	

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,63 \times 10^{-7} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{6,43 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,85 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_e: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Figura 148: Certificado de calibración de la balanza 3 - 3

Fuente: Elaboración propia (2022)

Certificado de calibración del horno

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

158-CT-T-2022

Área de Metrología

Página 1 de 7

Expediente : 538-05-2022

Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Equipo : HORNO

Marca : A&A INSTRUMENTS

Modelo : STHX-2A

Serie : 190546

Identificación : HOR-002 (*)

Ubicación : Área de Químicos

Procedencia : No indica

Tipo de Ventilación : Natural

Nro. de Niveles : 2

Alcance del Equipo : 50 °C a 300 °C

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMOMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de Calibración : 2022-05-24

Lugar de Calibración : Instalaciones de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Método utilizado: : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2022-05-26

Fecha de emisión



ALVAREZ NAVARRO ANGEL
GUSTAVO
CORPORACIÓN 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.01
metrologia@2myn.com
Fecha: 26/05/2022 13:21
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACIÓN 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
logistica@2myn.com
Fecha: 27/05/2022 00:00
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Figura 149: Certificado de calibración del horno 1 - 7

Fuente: Elaboración propia (2022)

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	18,8	19,5
Humedad Relativa %hr	72	69

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrológica a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,10 °C hasta 0,2 °C.	104-CT-T-2022
Patrones de Referencia a TSG	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,23 °C / 1,7 %hr	THR21 321
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0010 % y incertidumbres de U = 0,58	CCP-0899-001-21
Patrones de Referencia a METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0801-2021

Observaciones:

- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01719-A y la fecha de calibración.
- Los resultados obtenidos al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 3 h 10 min
- La calibración se realizó con 50% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron envases con muestras
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 60 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 61,56 °C
La máxima temperatura detectada fue 63,01 °C y la mínima temperatura detectada fue 60,80 °C
- Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 110 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 110,21 °C
La máxima temperatura detectada fue 111,48 °C y la mínima temperatura detectada fue 108,75 °C

Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Figura 150: Certificado de calibración del horno 2 - 7

Fuente: Elaboración propia (2022)

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60.0	61.30	61.15	60.96	62.56	61.59	61.36	60.80	61.17	61.77	61.52	61.42	1.76
02	60.0	61.66	61.50	61.37	63.01	62.15	61.71	61.10	61.32	61.92	61.62	61.74	1.91
04	60.0	61.35	61.30	61.07	62.66	61.64	61.56	60.90	61.53	62.17	61.82	61.60	1.76
06	60.0	61.05	61.05	60.81	62.36	61.34	61.36	60.80	61.17	61.77	61.52	61.32	1.56
08	60.0	61.76	61.40	61.17	62.81	62.15	61.61	61.10	61.48	62.17	61.82	61.75	1.71
10	60.0	61.35	61.30	61.07	63.01	61.64	61.71	60.90	61.32	61.87	61.57	61.57	2.11
12	60.0	61.05	61.05	60.81	62.36	61.34	61.36	60.80	61.17	61.77	61.52	61.32	1.56
14	60.0	61.76	61.45	61.37	62.81	62.15	61.51	60.90	61.32	61.87	61.57	61.67	1.91
16	60.0	61.40	61.30	61.07	62.61	61.74	61.71	61.10	61.53	62.17	61.82	61.65	1.54
18	60.0	61.05	61.05	60.81	62.36	61.34	61.36	60.80	61.17	61.77	61.52	61.32	1.56
20	60.0	61.61	61.40	61.17	62.81	61.89	61.51	60.90	61.37	61.92	61.67	61.63	1.91
22	60.0	61.61	61.50	61.37	62.81	62.15	61.71	61.10	61.48	62.12	61.77	61.76	1.71
24	60.0	61.05	61.05	60.81	62.36	61.34	61.36	60.80	61.17	61.92	61.62	61.35	1.56
26	60.0	61.40	61.25	61.01	62.56	61.69	61.46	60.85	61.27	61.77	61.52	61.48	1.71
28	60.0	61.46	61.30	61.12	63.01	61.74	61.51	61.10	61.53	62.12	61.82	61.67	1.91
30	60.0	61.05	61.05	60.81	62.36	61.34	61.36	60.80	61.17	61.77	61.52	61.32	1.56
32	60.0	61.76	61.30	60.81	62.71	62.15	61.51	60.95	61.37	61.92	61.57	61.60	1.90
34	60.0	61.46	61.50	61.37	62.71	61.79	61.71	61.00	61.48	62.17	61.82	61.70	1.71
36	60.0	61.10	61.05	60.81	62.36	61.34	61.36	60.80	61.17	61.77	61.52	61.33	1.56
38	60.0	61.46	61.30	61.12	62.76	61.89	61.56	60.95	61.43	61.97	61.67	61.61	1.81
40	60.0	61.76	61.50	61.37	63.01	62.15	61.71	61.10	61.53	62.02	61.72	61.79	1.91
42	60.0	61.05	61.05	60.81	62.36	61.34	61.56	60.95	61.43	62.12	61.82	61.43	1.55
44	60.0	61.20	61.15	60.96	62.46	61.54	61.36	60.80	61.17	61.77	61.52	61.39	1.66
46	60.0	61.76	61.50	61.27	62.91	62.05	61.61	61.05	61.43	62.02	61.77	61.74	1.86
48	60.0	61.66	61.50	61.27	63.01	62.00	61.71	61.10	61.53	62.17	61.82	61.78	1.91
50	60.0	61.05	61.05	60.81	62.36	61.34	61.36	61.05	61.17	62.07	61.52	61.38	1.55
52	60.0	61.46	61.25	61.17	62.71	61.84	61.61	60.80	61.43	61.77	61.62	61.56	1.91
54	60.0	61.76	61.50	61.37	63.01	62.15	61.71	61.00	61.48	62.07	61.82	61.79	2.01
56	60.0	61.46	61.35	61.22	62.71	61.79	61.71	61.05	61.48	62.17	61.72	61.67	1.66
58	60.0	61.15	61.05	60.81	62.36	61.34	61.36	60.80	61.17	61.77	61.52	61.33	1.56
60	60.0	61.05	61.35	61.17	62.81	61.94	61.61	61.05	61.48	62.07	61.67	61.62	1.76
T. PROM	60.0	61.39	61.28	61.07	62.67	61.74	61.53	60.94	61.35	61.96	61.65	61.56	
T. MAX	60.0	61.76	61.50	61.37	63.01	62.15	61.71	61.10	61.53	62.17	61.82	61.82	
T. MIN	60.0	61.05	61.05	60.81	62.36	61.34	61.36	60.80	61.17	61.77	61.52	61.32	
DTT	0.0	0.71	0.45	0.56	0.65	0.81	0.35	0.30	0.36	0.40	0.30	0.30	

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	63.01	0.24
Mínima Temperatura Medida	60.80	0.25
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.81	0.04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1.73	0.12
Estabilidad Medida (±)	0.405	0.020
Uniformidad Medida	2.11	0.13

- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en 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 registradas 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 de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

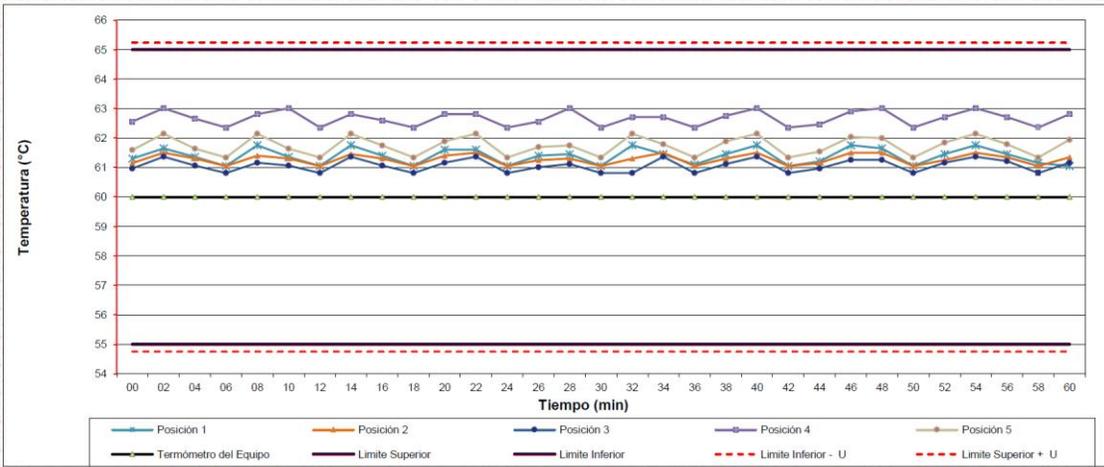
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

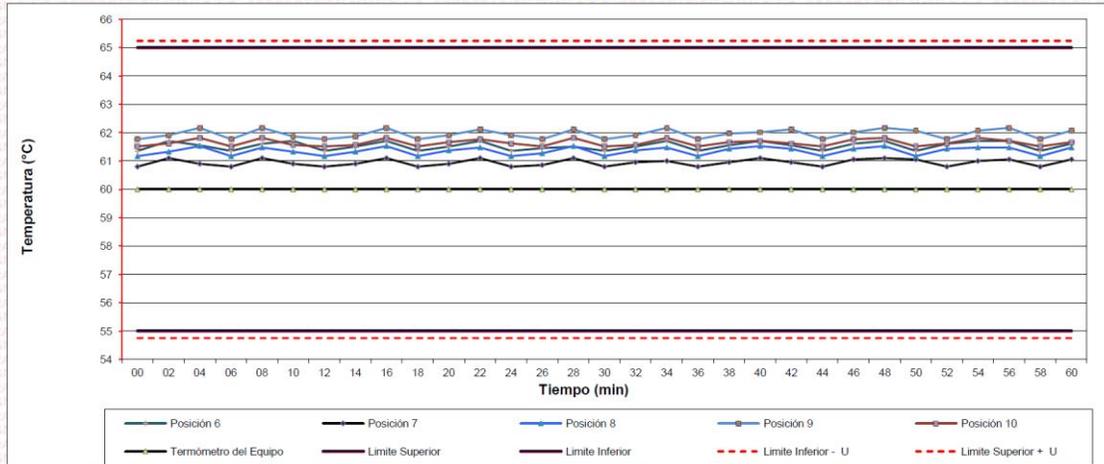
Figura 151: Certificado de calibración del horno 3 - 7

Fuente: Elaboración propia (2022)

**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**



Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Figura 152: Certificado de calibración del horno 4 - 7

Fuente: Elaboración propia (2022)

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	109,17	109,05	110,04	110,64	109,57	110,10	109,56	110,11	110,78	110,44	109,95	1,73
02	110,0	109,07	108,75	109,89	110,49	109,42	109,81	109,95	110,61	111,27	110,93	110,02	2,52
04	110,0	109,47	109,20	110,39	110,94	110,16	110,25	109,46	110,11	110,78	110,44	110,12	1,74
06	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,36	111,03	110,68	110,57	1,74
08	110,0	109,52	109,29	110,49	110,99	109,97	110,35	109,66	110,61	111,27	110,93	110,31	1,98
10	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,11	110,78	110,44	109,87	2,03
12	110,0	109,42	109,15	110,44	110,79	110,07	110,20	109,46	110,61	111,27	110,93	110,23	2,13
14	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,11	110,78	110,44	110,49	1,74
16	110,0	109,37	109,20	110,24	110,79	109,77	110,25	109,61	110,51	111,17	110,83	110,17	1,98
18	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,11	110,78	110,44	109,87	2,03
20	110,0	109,32	109,15	110,34	110,79	110,02	110,20	109,46	110,11	110,78	110,44	110,06	1,64
22	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,61	111,27	110,93	110,64	1,74
24	110,0	109,37	109,15	110,34	110,79	109,82	110,20	109,56	110,11	110,78	110,44	110,05	1,64
26	110,0	109,02	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,51	111,17	110,83	109,98	2,43
28	110,0	109,32	109,15	110,34	110,94	110,11	110,20	109,46	110,16	110,83	110,49	110,10	1,79
30	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,71	110,41	111,08	110,73	110,56	1,78
32	110,0	109,86	108,75	110,74	111,29	109,52	109,81	109,95	110,61	111,27	110,93	110,27	2,54
34	110,0	109,07	109,29	109,84	110,49	110,07	110,35	109,46	110,11	110,78	110,44	109,99	1,71
36	110,0	109,52	109,29	110,49	111,04	110,21	110,35	109,85	110,51	111,17	110,83	110,33	1,88
38	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,46	110,11	110,78	110,44	110,44	2,03
40	110,0	109,77	109,49	110,69	111,24	110,21	110,55	109,95	110,61	111,27	110,93	110,47	1,78
42	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,62	109,81	109,71	110,11	110,78	110,44	109,86	2,03
44	110,0	109,27	109,00	110,24	110,74	109,87	110,06	109,85	110,31	110,98	110,64	110,09	1,98
46	110,0	109,67	109,49	110,64	111,14	110,51	110,55	109,46	110,46	111,12	110,78	110,38	1,68
48	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	109,52	110,80	109,85	110,11	110,78	110,44	110,38	1,96
50	110,0	109,67	109,44	110,64	111,09	110,51	110,50	109,95	110,61	111,27	110,93	110,46	1,83
52	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	110,05	110,11	110,78	110,44	109,89	2,03
54	110,0	109,47	109,34	111,04	110,89	109,97	110,40	109,46	110,36	111,03	110,68	110,26	1,69
56	110,0	110,06	109,74	109,84	111,48	110,51	110,80	109,95	110,51	111,17	110,83	110,49	1,74
58	110,0	109,07	109,24	109,99	110,69	109,52	110,30	109,66	110,41	111,08	110,73	110,07	2,01
60	110,0	109,27	109,20	111,04	110,64	109,87	110,25	109,51	110,26	110,93	110,59	110,15	1,84
T.PROM	110,0	109,50	109,24	110,42	110,94	109,98	110,30	109,72	110,33	111,00	110,66	110,21	
T.MAX	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	110,05	110,61	111,27	110,93		
T.MIN	110,0	109,02	108,75	109,84	110,49	109,42	109,81	109,46	110,11	110,78	110,44		
DTT	0,0	1,04	0,99	1,20	0,99	1,09	0,99	0,59	0,50	0,49	0,49		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,48	0,24
Mínima Temperatura Medida	108,75	0,20
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,20	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,76	0,13
Estabilidad Medida (±)	0,60	0,02
Uniformidad Medida	2,54	0,12

- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en 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 registradas 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 de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

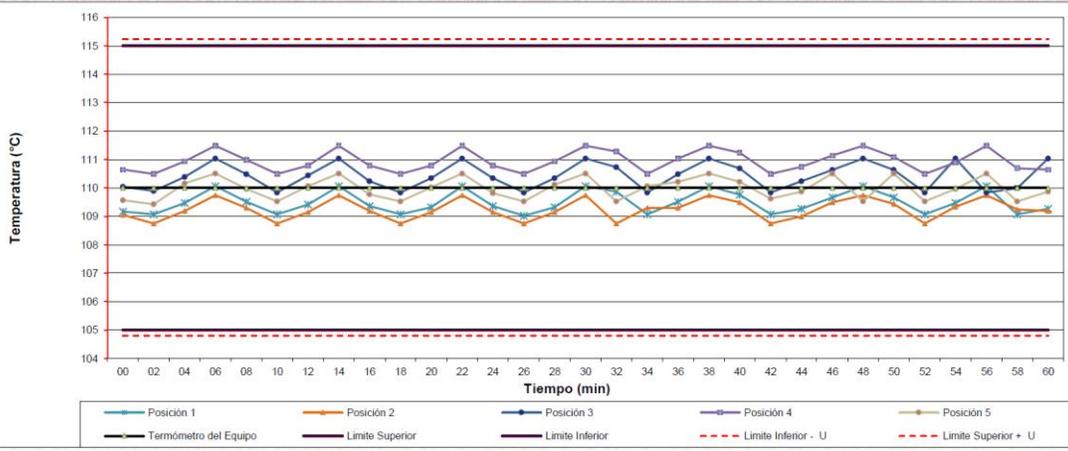
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

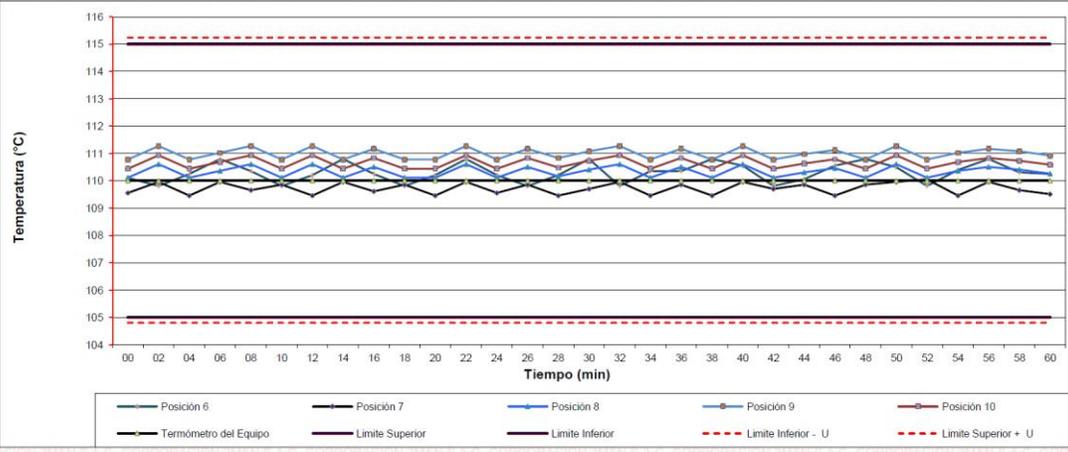
Figura 153: Certificado de calibración del horno 5 - 7

Fuente: Elaboración propia (2022)

**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

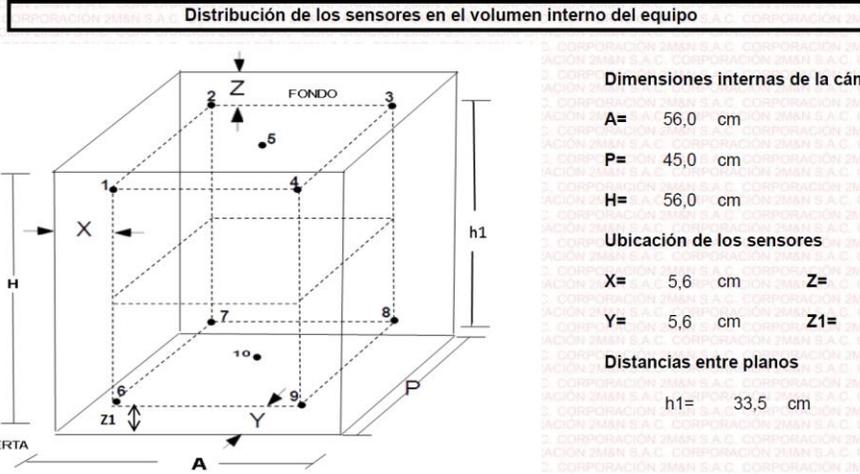
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Figura 154: Certificado de calibración del horno 6 - 7

Fuente: Elaboración propia (2022)



Ubicación de parrillas durante la calibración:

- Distancia de la parrilla superior a: 31,0 cm por encima de la base interna.
- Distancia de la parrilla inferior a: 10,0 cm por encima de la base interna.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles .
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 11,0 por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 por debajo de la parrilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



FIN DEL DOCUMENTO

Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 | 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Figura 155: Certificado de calibración del horno 7 - 7

Fuente: Elaboración propia (2022)

Certificado de la prensa CBR



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 384 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022
Fecha de emisión : 2022-05-26

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : SOILTEST
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : 1383
Código de Identificación : SPE-002

Marca de Celda : KELI
Modelo de Celda : A-FED
Serie de Celda : 5X70860
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : OHAUS
Modelo de Indicador : T32XW
Serie de Indicador : B719098045

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision 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.

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
25 - MAYO - 2022

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,8	19,8
Humedad %	63	63

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Figura 156: Certificado de la prensa CBR 1 - 2

Fuente: Elaboración propia (2022)



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 384 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	500,50	500,00	-0,10	0,00	500,25	-0,05	0,10
1000	1005,00	1005,50	-0,50	-0,55	1005,25	-0,52	-0,05
1500	1507,50	1507,50	-0,50	-0,50	1507,50	-0,50	0,00
2000	2010,50	2010,00	-0,53	-0,50	2010,25	-0,51	0,03
2500	2513,00	2513,50	-0,52	-0,54	2513,25	-0,53	-0,02
3000	3015,50	3015,50	-0,52	-0,52	3015,50	-0,51	0,00
3500	3519,00	3519,00	-0,54	-0,54	3519,00	-0,54	0,00
4000	4022,50	4022,00	-0,56	-0,55	4022,25	-0,55	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9941x + 1,7136$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

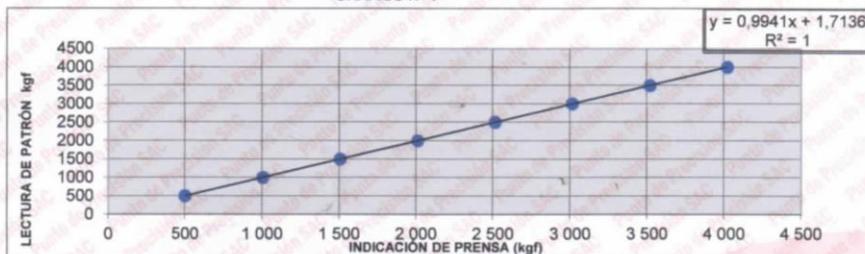
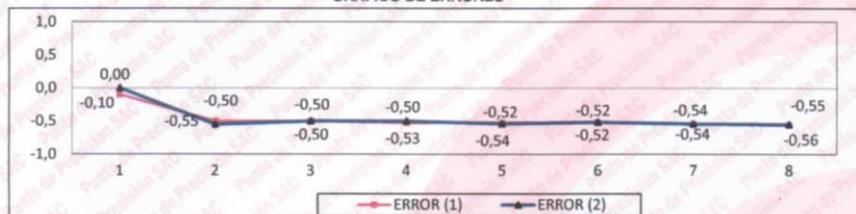


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Figura 157: Certificado de la prensa CBR 2 - 2

Fuente: Elaboración propia (2022)



FICHA TECNICA DE PRODUCTO (FTP)

1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y FABRICANTE.

Identificación del producto:	NECALFLEX
Código del producto:	
Oficina, Almacén y Fábrica:	P. I. de Erkimia Avenida de Explosivos s/n 34880 - Guardo (Palencia)

2. DESCRIPCION DEL PRODUCTO.

Gránulos y polvo de caucho vulcanizado procedente de la trituración mecánica en atmosfera ambiental de neumáticos fuera de uso.

COMPOSICION /COMPONENTE	DESCRIPCION
Caucho vulcanizado (%)	
Materiales ferromagnéticos (%)	< 0,10 para tamaños de caucho superiores a 0,80 mm. < 0,01 para tamaños de caucho inferiores o iguales a 0,80 mm.
Materiales textiles (%)	< 0,05
Otros materiales (%)	< 0,05

3. CAMPOS DE APLICACION.

Relleno de campos de hierba artificial de nueva generación.
Bases elásticas para pavimentos deportivos y de seguridad.
Productos moldeados
Asfaltos modificados.
Mezclas con caucho.
Mezclas con plásticos.
Pinturas.

RENECAL - RECICLADO DE NEUMATICOS DE CASTILLA Y LEON, S.A.
Polígono Industrial de Erkimia, Avenida de Explosivos s/n - 34880 Guardo (Palencia)

Figura 158: *Ficha técnica de neumáticos reciclados 1 – 3*

Fuente: Renacal (2013)

4. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.

PROPIEDADES FISICAS	DESCRIPCION
Forma	Sólidos en forma de granulados y polvo.
Color	Negro.
Olor	Caucho.
Densidad (gr/cm ³)	0,40 - 0,50
Peso específico	1,15 – 1,27
Humedad (%)	< 0,75
Punto de combustión (°C)	300 - 450

PROPIEDADES QUIMICAS	DESCRIPCION
Extracto cetónico (%)	5,00 – 22,00
Contenido en cenizas (%)	7,00 – 11,00
Contenido en polímeros NR/SR (%)	70/30 – 60/40
Contenido de negro de humo (%)	26,00 – 38,00
Contenido de caucho natural (%)	10,00 – 35,00
Contenido en hidrocarburo de caucho (%)	57,00 - 58,00
Azufre (%)	1,0 – 7,00
pH (25°C)	8,12 – 8,20
Solubilidad	Insoluble en agua, parcialmente soluble en acetona.

5. TIPOS DE PRODUCTOS.

DENOMINACION COMERCIAL	GRANULOMETRIA (mm)	CLASIFICACION SEGUN ASTM D 5603	CLASIFICACION SEGUN MANUAL CEDEX
NECALFLEX PA 0006	0,0 – 0,6	Clase 40 / Grado 1	P-3
NECALFLEX PA 0008	0,0 – 0,8	Clase 30 / Grado 1	P-2
NECALFLEX GFPA 0625	0,6 – 2,5		
NECALFLEX GMA 2040	2,0 – 4,0		
NECALFLEX GMA 2070	2,0 – 7,0		

6. PRESENTACION.

Sacas

- Dimensiones 1.000 x 1.000 x 1.000 mm / 1,00 m³ ~ 600 kg.
- Dimensiones 1.000 x 1.000 x 1.700 mm / 1,70 m³ ~ 900 kg.
- Dimensiones 1.000 x 1.000 x 2.000 mm / 2,00 m³ ~ 1.200 kg.

Bolsas de polietileno (*)

10, 15, 20 o 25 kg.

Cisternas (*)

(*) *Bajo pedido*

RENECAL - RECICLADO DE NEUMATICOS DE CASTILLA Y LEON, S.A.

Figura 159: *Ficha técnica de neumáticos reciclados 2 – 3*

Fuente: Renacal (2013)

7. TRANSPORTE, MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO.

Transporte:	No peligroso según Rn 3320 (2) GGVS. ADR (94/55/CE).
Manipulación:	No son necesarias precauciones especiales.
Almacenamiento:	En lugar seco, protegido de la lluvia y el sol.

8. EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA Y EL MEDIO AMBIENTE.

De acuerdo con los R.D. 952/97 y R.D. 363/95, Orden MMA/304/2002 y en función de los resultados analíticos derivados de la muestra ensayada de gránulos y de polvo de caucho de neumáticos reciclados se considera: No explosiva, No comburente, No irritante, No tóxica oralmente, No tóxica por contacto dérmico, No cancerígena, No mutagénica, No susceptible de emitir gases tóxicos, No tóxica para el medio ambiente.

RENECAL - RECICLADO DE NEUMATICOS DE CASTILLA Y LEON, S.A.

Figura 160: *Ficha técnica de neumáticos reciclados 1 - 3*

Fuente: Renacal (2013)