

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROPIEDADES Y
CARACTERÍSTICAS MECANICAS DE LA MEZCLA
ASFALTICA EN CALIENTE CON PORCELANATO
MOLIDO, PROVINCIA DE HUANCAYO, 2021**

Presentado por:

BACH. ASTO RAMOS, NILS ALFONZO

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2021

FALSA PORTADA

ASESORA

MG. JEANNELLE SOFIA HERRERA MONTES

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación con enorme amor a toda mi familia y por el apoyo incondicional, por siempre impulsarme a ser mejor y conseguir de forma exitosa mi carrera profesional.

Bach. Asto Ramos, Nils Alfonzo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y colegas que fueron parte importante en la elaboración de la presente tesis al apoyarme en el ámbito intelectual durante momentos difíciles durante la elaboración de la tesis.

Bach. Asto Ramos, Nils Alfonzo.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
PRESIDENTE

MSc. Julio Cesar Llallico Colca
JURADO 1

Mg. Jesús Iden Cárdenas Capcha
JURADO 2

Mg. Lourdes Graciela Poma Bernaola
JURADO 3

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
SECRETARIO DOCENTE

INDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE	7
INDICE DE TABLAS	10
INDICE DE FIGURAS	12
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	13
RESUMEN	27
ABSTRACT	28
INTRODUCCIÓN	29
CAPÍTULO I	30
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	30
1.1. Planteamiento del problema.....	30
1.2. Formulación del problema	32
1.2.1.Problema general	32
1.2.2.Problemas específicos	32
1.3. Justificación de la investigación	32
1.3.1.Justificación práctica	32
1.3.2.Justificación científica.....	32
1.3.3.Justificación metodológica	33
1.4. Delimitación de la investigación	33
1.4.1.Espacial	33
1.4.2.Temporal.....	33
1.4.3.Económica.....	33
1.5. Limitaciones	34
1.6. Objetivos de la investigación	34
1.6.1.Objetivo general	34
1.6.2.Objetivos específicos	34
CAPÍTULO II	35
MARCO TEÓRICO	35
2.1. Antecedentes de la investigación.....	35
2.1.1.Antecedentes nacionales	35
2.1.2.Antecedentes internacionales.....	37

2.2. Marco conceptual	40
2.2.1. Porcelanato	40
2.2.2. Porcelanato molido.....	41
2.2.3. Mezclas asfálticas	45
2.2.4. Mezcla asfáltica en caliente	60
2.2.5. Tipos de deterioro de las mezclas asfálticas en caliente	63
2.2.6. Estabilización con asfalto	65
2.2.7. Clasificación de mezclas asfáltica en caliente.....	67
2.2.8. Método Marshall para diseño de mezclas - - agregado (ASTM D1559).....	70
2.2.9. Método Abrasión los ángeles - ASTM C-535	71
2.3. Definición de términos	73
2.4. Hipótesis	74
2.4.1. Hipótesis general.....	74
2.4.2. Hipótesis específica.....	74
2.5. Variables	74
2.5.1. Definición conceptual de las variables.....	74
2.5.2. Definición operacional de la variable	75
2.5.3. Operacionalización de variables	76
CAPÍTULO III	78
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	78
3.1. Método de investigación.....	78
3.2. Tipo de investigación	78
3.3. Nivel de la investigación	79
3.4. Diseño de la investigación.....	79
3.5. Población y muestra	80
3.5.1. Población.....	80
3.5.2. Muestra.....	80
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	80
3.6.1. Técnicas	80
3.6.2. Instrumentos.....	81
3.7. Procesamiento de la información elaboración de ensayos	81
3.8. Técnica y análisis de datos	83
CAPÍTULO IV	84

RESULTADOS	84
4.1. Análisis de resultados.....	84
4.1.1. Análisis granulométrico de los agregados	84
4.1.2. Caracterización de los agregados	85
4.1.3. Caracterización de los agregados con adición de porcelanato.....	86
4.1.4. Granulometría del agregado global	88
4.1.5. Ensayo Marshall	89
4.1.6. Cántabro de pérdida por desgaste	91
4.1.7. Lavado asfáltico.....	92
4.2. Contrastación de hipótesis	94
4.2.1. Hipótesis General.....	94
4.2.2. Hipótesis específico 1 (prueba del investigador).....	95
4.2.3. Hipótesis específico 2 (prueba del investigador).....	98
4.2.4. Hipótesis específico 3 (prueba del investigador).....	102
CAPÍTULO V	106
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	106
5.1. Discusión de resultados	106
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES.....	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
ANEXOS	116
Anexo N°01: Matriz de consistencia	117
Anexo N°02: Panel fotográfico.....	119
Anexo N°03: Certificado de los Ensayos	190

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del porcelanato	41
Tabla 2. Composición química del porcelanato	48
Tabla 3. Clases de suelos de acuerdo a la dimensión de la partícula.....	68
Tabla 4. Clases de suelos de acuerdo al índice de Grupo.....	69
Tabla 5. Correlación de las clases de suelos ASHTO – SUCS.....	70
Tabla 6. Carga de abrasión y granulometría para la abrasión de los Ángeles	72
Tabla 7. Clases de suelos de acuerdo a la dimensión de la partícula.....	72
Tabla 8. Operacionalización de variables.....	76
Tabla 9. Granulometría de arena natural.....	84
Tabla 10. Granulometría de arena chancada	84
Tabla 11. Granulometría de la piedra chancada 1/2”	85
Tabla 12. Granulometría de la piedra chancada 3/4”	85
Tabla 13. Caracterización del agregado fino	85
Tabla 14. Caracterización del agregado grueso	86
Tabla 15. Sales solubles con porcelanato	86
Tabla 16. Equivalente de arena con porcelanato.....	87
Tabla 17. Durabilidad al sulfato de magnesio con porcelanato	87
Tabla 18. Peso específico con adición de porcelanato	88
Tabla 19. Combinación granulométrica de los agregados	88
Tabla 20. Mezcla convencional.....	89
Tabla 21. Mezcla asfáltica con porcelanato	90
Tabla 22. Cántabro de pérdida por desgaste.....	91
Tabla 23. Resultados de lavado asfáltico	93
Tabla 24. Porcentaje de variación de contenido de asfalto.....	93
Tabla 25. Estabilidad de la mezcla asfáltica	96
Tabla 26. Prueba de normalidad de estabilidad.....	97
Tabla 27. Homogeneidad de varianzas para estabilidad	97
Tabla 28. Prueba del Anova	98
Tabla 29. Resultados de pérdida por desgaste.....	100
Tabla 30. Prueba de normalidad de pérdida por desgaste.....	100
Tabla 31. Homogeneidad de varianzas de pérdida por desgaste	101
Tabla 32. Prueba del Anova de la pérdida por desgaste	101

Tabla 33. Resultados de contenido de asfalto	104
Tabla 34. Prueba de normalidad de contenido de asfalto	104
Tabla 35. Homogeneidad de varianzas del contenido de asfalto	105
Tabla 36. Prueba del Anova del contenido de asfalto	105

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcelanato.....	40
Figura 2. Formato y textura del Porcelanato.....	40
Figura 3. Proceso de fabricación del porcelanato.....	42
Figura 4. Residuo de porcelanato, Urb. San Isidro.....	43
Figura 5. Análisis granulométrico	45
Figura 6. Fallas en la construcción	52
Figura 7. Exudaciones en pavimentos asfálticos	52
Figura 8. Segregación en un pavimento asfaltado	54
Figura 9. Desplazamiento en pavimento asfaltado.....	56
Figura 10. Desplazamiento en pavimento asfaltado.....	57
Figura 11. Agrietamientos y Fisuras	58
Figura 12. Bombeo de finos	59
Figura 13. Deformaciones plásticas permanentemente.....	59
Figura 14. Deformaciones plásticas permanentes.....	60
Figura 15. Fisuramiento en asfalto	65
Figura 16. Estabilización con asfalto.....	65
Figura 17. Densidad vs contenido de vacíos de las mezclas asfálticas en caliente.....	66
Figura 18. Especímenes elaborados con mezcla asfáltica en caliente convencional.....	67
Figura 19. Especímenes elaborados con mezcla asfáltica en caliente porosa	67
Figura 20. Curva granulométrica	89
Figura 21. Porcentaje de variación de estabilidad con adición de porcelanato	90
Figura 22. Porcentaje de pérdida por desgaste con adición de porcelanato.....	92
Figura 23. Porcentaje de contenido de asfalto con adición de porcelanato	94

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado grueso (piedra triturada de ¾”) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).....	120
Fotografía N° 2: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado grueso (piedra triturada de 1/2”) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).	120
Fotografía N° 3: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado fino (arena triturada) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).....	121
Fotografía N° 4: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado fino (arena natural) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).....	121
Fotografía N° 5: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría global del agregado, según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).	122
Fotografía N° 6: Trituración del porcelanato y tamizado por la malla N° 10.....	122
Fotografía N° 7: Secado del porcelanato molido para iniciar con la granulometría.....	123
Fotografía N° 8: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para la granulometría del porcelanato molido con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría global.....	123
Fotografía N° 9: Determinar el peso requerido para ensayar cada partícula según referencia de la norma (ASTM D 4791-10).	124
Fotografía N° 10: Determinar la resistencia a la degradación por el método “B” utilizando 11 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).....	124

Fotografía N° 11: Determinar la resistencia a la degradación por el método “B” utilizando agregado de ½” y 3/4” con el peso de 2500, con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).	125
Fotografía N° 12: Determinar el porcentaje de masa del agregado grueso con partículas fracturadas, según referencia de la norma (ASTM D5821).	125
Fotografía N° 13: Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).	126
Fotografía N° 14: Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).	126
Fotografía N° 15: Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).	127
Fotografía N° 16: Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).	127
Fotografía N° 17: Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).	128
Fotografía N° 18: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	128
Fotografía N° 19: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (cristalización del aforo total de agua destilada en la muestra) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	129
Fotografía N° 20: Determinar el contenido al sulfatos de magnesio con el ensayo de sales solubles (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888)	129

Fotografía N° 21: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (temperatura adecuada y el peso total de agua aforada más Baker) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	130
Fotografía N° 22: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (cristalización del aforo total de agua destilada en la muestra) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	130
Fotografía N° 23: Determinar el contenido a sulfatos de magnesio con el ensayo de sales solubles con el 5% de porcelanato molido (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	131
Fotografía N° 24: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles con el 5% de porcelanato molido (cristalización del aforo total de agua destilada en la muestra) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	131
Fotografía N° 25: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales con el 5% de porcelanato molido solubles (peso de sal y peso del biker con 300 ml seco) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	132
Fotografía N° 26: Determinar el contenido al sulfatos de magnesio con el ensayo de sales solubles con el 10% de porcelanato molido (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	132
Fotografía N° 27: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles con el 10% de porcelanato molido (cristalización del aforo total de agua destilada en la muestra) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	133
Fotografía N° 28: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales con el 10% de porcelanato molido solubles (peso de sal y peso del biker con 300 ml seco) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	133
Fotografía N° 29: Determinar el contenido al sulfatos de magnesio con el ensayo de sales solubles con el 15% de porcelanato molido (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	134
Fotografía N° 30: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles con el 15% de porcelanato molido (cristalización del aforo total de	

agua destilada en la muestra) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).....	134
Fotografía N° 31: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales con el 15% de porcelanato molido solubles (peso de sal y peso del biker con 300 ml seco) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	135
Fotografía N° 32: Determinar el contenido al sulfatos de magnesio con el ensayo de sales solubles con el 20% de porcelanato molido (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).....	135
Fotografía N° 33: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles con el 20% de porcelanato molido (cristalización del aforo total de agua destilada en la muestra) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).....	136
Fotografía N° 34: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales con el 20% de porcelanato molido solubles (peso de sal y peso del biker con 300 ml seco) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).	136
Fotografía N° 35: Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico seco del agregado grueso, según referencia de la norma (ASTM C 127).	137
Fotografía N° 36: Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico saturado del agregado grueso según la norma (ASTM C 127).....	137
Fotografía N° 37: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).	138
Fotografía N° 38: Determinar el peso de la fiola + arena +agua mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 128).	138
Fotografía N° 39: Determinar peso del agregado seco mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 128).	139
Fotografía N° 40: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino con el 5% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).	139

Fotografía N° 41: Determinar el peso de la fiola + arena +agua con adición del 5% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 128).	140
Fotografía N° 42: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino con el 10% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).	140
Fotografía N° 43: Determinar el peso de la fiola + arena +agua con adición del 10% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 128).	141
Fotografía N° 44: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino con el 15% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).	141
Fotografía N° 45: Determinar el peso de la fiola + arena +agua con adición del 15% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 128).	142
Fotografía N° 46: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino con el 20% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).	142
Fotografía N° 47: Determinar el peso de la fiola + arena +agua con adición del 20% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 128).	143
Fotografía N° 48: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación según referencia de la norma (ASTM D 2419 – 14)	143
Fotografía N° 49: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas, según referencia de la norma (ASTM D 2419 -14).	144
Fotografía N° 50: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación con el 5% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 – 14)	144
Fotografía N° 51: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas con el 5% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 –14)	145

Fotografía N° 52: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación con el 10% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 – 14)	145
Fotografía N° 53: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas con el 10% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 –14)	146
Fotografía N° 54: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación con el 15% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 –14).	146
Fotografía N° 55: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas con el 15% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 –14)	147
Fotografía N° 56: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación con el 20% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 – 14)	147
Fotografía N° 57: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas con el 20% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 –14)	148
Fotografía N° 58: Preparación del agregado hasta un peso constante en un horno a temperatura de $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$, con referencia de la norma ASTM D 6926 -20.....	148
Fotografía N° 59: El pen 85/100 a utilizar debe de estar a un rango de temperatura de mezcla recomendada para producir una buena viscosidad, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	149
Fotografía N° 60: Preparación y combinación del cemento asfáltico 85/100 y el agregado para hacer la mezcla asfáltica viscosidad, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	149
Fotografía N° 61: Mezcla del agregado y el cemento asfáltico hasta que todas las partículas del agregado estén revestidas, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	150
Fotografía N° 62: Compactación del espécimen convencional, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	150

Fotografía N° 63: Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	151
Fotografía N° 64: Preparación del agregado con el 5% de porcelanato molido, hasta un peso constante en un horno a temperatura de 110°C±5°C, con referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	151
Fotografía N° 65: El pen 85/100 a utilizar debe de estar a un rango de temperatura de mezcla recomendada para producir una buena viscosidad, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	152
Fotografía N° 66: Mezcla del agregado con el 5% de porcelanato molido y el cemento asfáltico hasta que todas las partículas del agregado estén revestidas, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	152
Fotografía N° 67: Compactación del espécimen con el 5% de porcelanato molido, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	153
Fotografía N° 68: Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	153
Fotografía N° 69: Preparación del agregado con el 10% de porcelanato molido, hasta un peso constante en un horno a temperatura de 110°C±5°C, con referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	154
Fotografía N° 70: El pen 85/100 a utilizar debe de estar a un rango de temperatura de mezcla recomendada para producir una buena viscosidad, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	154
Fotografía N° 71: Mezcla del agregado con el 10% de porcelanato molido y el cemento asfáltico hasta que todas las partículas del agregado estén revestidas, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	155
Fotografía N° 72: Compactación del espécimen con el 10% de porcelanato molido, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	155
Fotografía N° 73: Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	156
Fotografía N° 74: Preparación del agregado con el 15% de porcelanato molido, hasta un peso constante en un horno a temperatura de 110°C±5°C, con referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	156

Fotografía N° 75: El pen 85/100 a utilizar debe de estar a un rango de temperatura de mezcla recomendada para producir una buena viscosidad, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	157
Fotografía N° 76: Mezcla del agregado con el 15% de porcelanato molido y el cemento asfáltico hasta que todas las partículas del agregado estén revestidas, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	157
Fotografía N° 77: Compactación del espécimen con el 15% de porcelanato molido , por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	158
Fotografía N° 78: Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes , según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	158
Fotografía N° 79: Mezcla del agregado con el 20% de porcelanato molido y el cemento asfáltico hasta que todas las partículas del agregado estén revestidas, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	159
Fotografía N° 80: Compactación del espécimen con el 20% de porcelanato molido, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	159
Fotografía N° 81: Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.	160
Fotografía N° 82: El día del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, se pesa para poder conservar el peso con los vacíos libres, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	160
Fotografía N° 83: Medidas de la briqueta, se toma en referencia la altura y ancho del molde para poder ser calculados con la variante de los vacíos, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	161
Fotografía N° 84: Luego del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	161
Fotografía N° 85: Continuamente al tener el peso suspendido de la briqueta al agua, se continúa observando y dejando libre de materiales extraños, que se puso al momento de compactar, se vuelve a secar el exceso de agua aparente para que se pueda saber el volumen con los vacíos copados, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	162

Fotografía N° 86: El día del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños, se pesa para poder conservar el peso con los vacíos libres del espécimen con el 5% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	162
Fotografía N° 87: Medidas de la briqueta, se toma en referencia la altura y ancho del molde para poder ser calculados con la variante de los vacíos del espécimen con el 5% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	163
Fotografía N° 88: Luego del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido del espécimen con el 5% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	163
Fotografía N° 89: El día del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, se pesa para poder conservar el peso con los vacíos libres del espécimen con el 10% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	164
Fotografía N° 90: Medidas de la briqueta, se toma en referencia la altura y ancho del molde para poder ser calculados con la variante de los vacíos del espécimen con el 10% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	164
Fotografía N° 91: Luego del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido del espécimen con el 10% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	165
Fotografía N° 92: El día del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, se pesa para poder conservar el peso con los vacíos libres del espécimen con el 15% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	165
Fotografía N° 93: Medidas de la briqueta, se toma en referencia la altura y ancho del molde para poder ser calculados con la variante de los vacíos del espécimen con el 15% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	166
Fotografía N° 94: Luego del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido	

del espécimen con el 15% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	166
Fotografía N° 95: El día del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, se pesa para poder conservar el peso con los vacíos libres del espécimen con el 15% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	167
Fotografía N° 96: Medidas de la briqueta, se toma en referencia la altura y ancho del molde para poder ser calculados con la variante de los vacíos del espécimen con el 15% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	167
Fotografía N° 97: Luego del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido del espécimen con el 15% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.	168
Fotografía N° 98: El ensayo de los especímenes en el baño maría es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60°C para que puedan resistir el Pen y los agregados, según la referencia de la norma ASTM D 6927.	168
Fotografía N° 99: El ensayo de los especímenes en el baño maria es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60°C para que puedan resistir el Pen y los agregados, según la referencia de la norma ASTM D 6927.	169
Fotografía N° 100: El ensayo de los especímenes en el baño maria es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60 °C para que puedan resistir el Pen y los agregados, según la referencia de la norma ASTM D 6927.	169
Fotografía N° 101: El ensayo de los especímenes en el baño maria es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60 °C para que puedan resistir el Pen y los agregados, según la referencia de la norma ASTM D 6927.	170
Fotografía N° 102: El ensayo de los especímenes en el baño maria es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60 °C para que puedan resistir el Pen y los agregados, según la referencia de la norma ASTM D 6927.	170
Fotografía N° 103: Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto cargadas en dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.	171
Fotografía N° 104: Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto con el 5% de porcelanato molido cargadas en	

dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.	171
Fotografía N° 105: Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto con el 10% de porcelanato molido cargadas en dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.	172
Fotografía N° 106: Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto con el 15% de porcelanato molido cargadas en dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.	172
Fotografía N° 107: Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto con el 20% de porcelanato molido cargadas en dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.	173
Fotografía N° 108: Calculo en la balanza de la mezcla asfáltica cuantitativamente, según referencia de la norma MTC E 502.....	173
Fotografía N° 109: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.....	174
Fotografía N° 110: Calculo en la balanza de la mezcla asfáltica cuantitativamente con el 5% del porcelanato molido, según referencia de la norma MTC E 502.....	174
Fotografía N° 111: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos con 5% de porcelanato molido, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.....	175
Fotografía N° 112: Calculo en la balanza de la mezcla asfáltica cuantitativamente con el 10% del porcelanato molido, según referencia de la norma MTC E 502....	175
Fotografía N° 113: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos con 10% de porcelanato molido, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.....	176
Fotografía N° 114: Finalizando el lavado del material con el 10% de porcelanato molido se encuentra en un material satisfactorio para la granulometría, SEGÚN REFERENCIA DE LA NORMA MTC E 502.....	176

Fotografía N° 115: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos con 15% de porcelanato molido, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.....	177
Fotografía N° 116: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos con 5% de porcelanato molido, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.....	177
Fotografía N° 117: Después del secado al horno de la mezcla de asfalto al final del periodo de vacío, que se libera gradualmente. Se mide la temperatura del agua como la masa y el volumen, según referencia de la norma MTC D 2041.	178
Fotografía N° 118: La mezcla asfáltica luego de la presión liberada gradualmente en la máquina, se lleva al peso del material con los vacíos liberados, sumergida previamente en el agua, según referencia de la norma MTC D 2041.....	178
Fotografía N° 119: Después del secado al horno de la mezcla de asfalto con un porcentaje del 5% de porcelanato molido al final del periodo de vacío, que se libera gradualmente. Se mide la temperatura del agua como la masa y el volumen, según referencia de la norma MTC D 2041.	179
Fotografía N° 120: Sumergir completamente la muestra con 5% de porcelanato molido, en la que gradualmente se reduce la presión del recipiente de vacíos, o llenando el recipiente de vacíos a nivel o agua y pesando con aire, según referencia de la norma MTC D 2041.....	179
Fotografía N° 121: Después del secado al horno de la mezcla de asfalto con un porcentaje del 10% de porcelanato molido al final del periodo de vacío, que se libera gradualmente. Se mide la temperatura del agua como la masa y el volumen, según referencia de la norma MTC D 2041.	180
Fotografía N° 122: Sumergir completamente la muestra con 10% de porcelanato molido, en la que gradualmente se reduce la presión del recipiente de vacíos, o llenando el recipiente de vacíos a nivel o agua y pesando con aire, según referencia de la norma MTC D 2041.....	180
Fotografía N° 123: La mezcla asfáltica luego de la presión liberada gradualmente en la máquina, se lleva al peso del material con los vacíos liberados, sumergida previamente en el agua, según referencia de la norma MTC D 2041.....	181
Fotografía N° 124: Después del secado al horno de la mezcla de asfalto con un porcentaje del 15% de porcelanato molido al final del periodo de vacío, que se libera	

gradualmente. Se mide la temperatura del agua como la masa y el volumen, según referencia de la norma MTC D 2041.	181
Fotografía N° 125: Sumergir completamente la muestra con 10% de porcelanato molido, en la que gradualmente se reduce la presión del recipiente de vacíos, o llenando el recipiente de vacíos a nivel o agua y pesando con aire, según referencia de la norma MTC D 2041.	182
Fotografía N° 126: La mezcla asfáltica luego de la presión liberada gradualmente en la máquina, se lleva al peso del material con los vacíos liberados, sumergida previamente en el agua, según referencia de la norma MTC D 2041.	182
Fotografía N° 127: Después del secado al horno de la mezcla de asfalto con un porcentaje del 15% de porcelanato molido al final del periodo de vacío, que se libera gradualmente. Se mide la temperatura del agua como la masa y el volumen, según referencia de la norma MTC D 2041.	183
Fotografía N° 128: Sumergir completamente la muestra con 10% de porcelanato molido, en la que gradualmente se reduce la presión del recipiente de vacíos, o llenando el recipiente de vacíos a nivel o agua y pesando con aire, según referencia de la norma MTC D 2041.	183
Fotografía N° 129: La mezcla asfáltica luego de la presión liberada gradualmente en la máquina, se lleva al peso del material con los vacíos liberados, sumergida previamente en el agua, según referencia de la norma MTC D 2041.	184
Fotografía N° 130: Mezcla bituminosa caliente de granulometría abierta, donde la resistencia de disgregación de mezcla ante efectos abrasivos, según referencia de la norma MTC D – 352.	184
Fotografía N° 131: Determinación del valor de la pérdida por desgaste de la mezcla bituminosa, según referencia de la norma MTC D-352.	185
Fotografía N° 132: Mezcla bituminosa caliente de granulometría abierta, donde la resistencia de disgregación de mezcla ante efectos abrasivos, según referencia de la norma MTC D – 352.	185
Fotografía N° 133: Determinación del valor de la pérdida por desgaste de la mezcla bituminosa, según referencia de la norma MTC D-352.	186
Fotografía N° 134: Mezcla bituminosa caliente de granulometría abierta, donde la resistencia de disgregación de mezcla ante efectos abrasivos, según referencia de la norma MTC D – 352.	186

Fotografía N° 135: Determinación del valor de la pérdida por desgaste de la mezcla bituminosa, según referencia de la norma MTC D-352.	187
Fotografía N° 136: Mezcla bituminosa caliente de granulometría abierta, donde la resistencia de disgregación de mezcla ante efectos abrasivos, según referencia de la norma MTC D – 352.....	187
Fotografía N° 137: Determinación del valor de la pérdida por desgaste de la mezcla bituminosa, según referencia de la norma MTC D-352.	188
Fotografía N° 138: Mezcla bituminosa caliente de granulometría abierta, donde la resistencia de disgregación de mezcla ante efectos abrasivos, según referencia de la norma MTC D – 352.....	188
Fotografía N° 139: Determinacion del valor de perdida por desgaste de la mezcla bituminosa, según referencia de la norma MTC D-352.	189

RESUMEN

La presente investigación se planteó como el objetivo general: Determinar el cambio de las propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de porcelanato molido, El método de la investigación es científico, de tipo de investigación será aplicado, de nivel explicativo. El propósito de la investigación se basará en los resultados obtenidos del análisis comparativo de las propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con incorporación de porcelanato molido en función a los objetivos planteado como resultados se obtuvo en el ensayo Marshall con el 5%, 10%, 15%, 20% de porcelanato se obtuvo en la estabilidad resultados como 1371 kg, 1474 kg, 1452 kg, 1428 kg y en la prueba cántabro de pérdida por desgaste se obtuvo 1.19%, 0.99%, 0.93%, 1.16% de pérdidas por desgaste finalmente en el ensayo del lavado asfáltico el porcentaje de contenido de asfalto según la dosificaciones obtenidas fue de 6.86%, 6.80%, 6.55% y 6.63% finalmente se concluyó las pérdida de cántabro por desgaste con mayor significancia se produjo en la muestra convencional cuyo resultado es de 1.23% y en las muestras experimentales con 5% y 20% de adición de porcelanato cuyos resultados es de 1.19%, 1.16% y el mayor contenido de asfalto se encuentra en la mezcla con 5% y 10% de adición de porcelanato cuyos resultados es de 6.86% y 6.80% lo cual es mayor a lo que fue obtenido en la muestra convencional.

Palabras claves: Propiedades y características, mezcla asfáltica en caliente, porcelanato molido, dosificación.

ABSTRACT

The present investigation was raised as the general objective: To determine the change of the properties and mechanical characteristics of the hot asphalt mixture with the addition of ground porcelain, The research method is scientific, the type of research will be applied, of explanatory level. The purpose of the investigation will be based on the results obtained from the comparative analysis of the properties and mechanical characteristics of the hot asphalt mixture with the incorporation of ground porcelain based on the objectives set as results were obtained in the Marshall test with 5%, 10%, 15%, 20% of porcelain tile was obtained in stability results such as 1371 kg, 1474 kg, 1452 kg, 1428 kg and in the Cantabrian wear loss test 1.19%, 0.99%, 0.93%, 1.16% were obtained of losses due to wear finally in the asphalt washing test the percentage of asphalt content according to the dosages obtained was 6.86%, 6.80%, 6.55% and 6.63% finally the losses of Cantabro due to wear with greater significance were concluded in the conventional sample whose result is 1.23% and in the experimental samples with 5% and 20% of porcelain aggregate whose results are 1.19%, 1.16% and the highest asphalt content is found in the mixture with 5% and 10% addition of porcelain whose results are 6.86% and 6.80%, which is higher than what was obtained in the conventional sample.

Keywords: Properties and characteristics, hot mix asphalt, ground porcelain tile, dosage.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis está basada sobre el análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido. Esta investigación se realizó con dicho propósito de poder comparar las propiedades y características de la mezcla caliente adicionando porcelanato molido. Existen en la práctica diversos materiales para lograr una mezcla asfáltica en caliente.

La metodología empleada para la elaboración de la tesis fue desarrollada en dos partes la cual, la primera consiste en determinar las propiedades y características mecánicas para determinar la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido y la segunda parte que consiste en el procesamiento de datos en los laboratorios por medios de formato.

Para el desarrollo de la investigación se ha desarrollado de la siguiente manera para su mayor comprensión:

EL CAPÍTULO I.- Se detalla el planteamiento del problema, el problema general, los problemas específicos, el objetivo general, los objetivos específicos de la investigación, la justificación de la investigación y las limitaciones de la investigación.

EL CAPÍTULO II.- Se desarrolla los antecedentes internacionales, nacionales de la investigación, el marco teórico, las bases teóricas, las definiciones conceptuales, formulación de hipótesis general y específica.

EL CAPÍTULO III.- Se detalla la metodología empleada de la investigación, las variables independiente y dependiente, el método, el tipo, el diseño de la investigación, la población, la muestra y la operacionalización de variables.

EL CAPÍTULO IV.- Presenta el desarrollo de los resultados donde se realiza los resultados obtenidos en el laboratorio y su proceso de cálculo para su análisis representativo.

EL CAPÍTULO V.- Se presenta la discusión de resultados.

Bach. Asto Ramos, Nils Alfonzo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional en la mayoría de países se observa gran crecimiento demográfico, económico e industrial, por ende se incrementa la demanda vehicular en la que produce volúmenes de tráfico que transitan por las vías, además que estas vías se encuentran expuestas a un deterioro irreversible debido a diferentes factores como el factor climático y el mantenimiento paulatino que surgen a inicios del desgaste, como lo menciona (Quispe Chacon, 2021), por otro lado la alternativa de solución es adicionándole porcelanato molido debido a que este es un material reciclado de construcción y demoliciones por lo que a menudo se reutilizaban, además de que en la actualidad el reciclaje de materiales de construcción es apoyado por la comisión europea sobre la gestión de residuos de construcción y demolición, donde la asociación europea (EDA, 2018), de demolición estima “Que de los más de 200 millones de toneladas que se producen de residuos anualmente en Europa, el 30% de esta cantidad se encuentra siendo reciclado”, finalmente la investigación tiene el fin de analizar qué cambio ocurre en las propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con adición del porcelanato molido, por lo que se emplea el método Marshall, debido a que es un método para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) el cual se

basa en el desempeño del pavimento evaluando mejor así las propiedades de los agregados y del ligante asfáltico.

Desde una perspectiva nacional, en el Perú de acuerdo con (Ponce Subia & Villa Calvet, 2020) menciona que hoy en día se presentan vías en mal estado en la que se relaciona con la aparición de distintas patologías como es el envejecimiento prematuro, agrietamiento, desgaste de los áridos y ahuellamiento, por lo que se evidencia problemas que es relacionado con las temporadas de lluvia, además que las vías se ven severamente afectadas por no contar con drenajes adecuados, o falta de consideración de todo el daño por humedad y la sensibilidad de agua, de tal manera los caños causados por estrés térmico que se presenta en los pavimentos y se evidencian en el mal estado la capa de rodadura, por lo que para dar solución es la adición del porcelanato molido, material reciclable de desechos de construcción por lo que detalla la clasificación y requerimiento a seguir para reciclar este tipo de residuos y así reducir el impacto negativo que estos pueden generar en el medio ambiente, además que este material reciclable beneficie a las propiedades de los componentes de la mezcla asfáltica en caliente y deriven para que cumpla todos los requerimientos solicitados por el diseño de un pavimento.

A nivel Local, en la región Junín, se evidencia en mal estado las vías de pavimento, el desgaste en la capa de rodadura debido al escaso o nulo mantenimiento que se les realiza durante su vida útil por la que son causadas por el clima y el tráfico que circula por la misma, son el origen de las macro fisuras que de no ser tratadas generan problemas a largo plazo como bache y alteración en la estructura del pavimento, poniendo en peligro a los vehículos y comprometiendo la seguridad de los conductores, por lo que se llegaron a realizar un tipo de análisis de diversas incorporaciones al asfalto llegando a resultados favorables, planteándose en la investigación un análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021.

Presentando una opción de mejora de las características de la mezcla asfáltica en caliente se presenta el porcelanato molido que al adicionarlo en diversos porcentajes se llega a identificar la dosificación más adecuada para lograr

mejores resultados, de esta forma se puede emplear en actividades de forma más frecuente.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuánto cambia las propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de porcelanato molido, Huancayo 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿De qué manera cambia la estabilidad de una mezcla asfáltica en caliente al adicionarle porcelanato molido, Huancayo 2021?
- b) ¿Cómo afecta el porcelanato molido en la pérdida por desgaste de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2021?
- c) ¿Cuál es la alteración que sufrirá en el contenido de asfalto la mezcla asfáltica en caliente adicionando porcelanato molido, Huancayo 2021?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación práctica

Según Méndez Álvarez (2020), nos menciona que la justificación práctica resuelve un problema o, por lo menos propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo.

Con la presente investigación se quiere dar a conocer prácticamente el desarrollo del análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021.

1.3.2. Justificación científica

Según (Méndez, 2012) la justificación teórica o científica es aquel propósito del estudio el cual se encarga de generar debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados hacer epistemología del conocimiento existente.

La justificación científica o teórica de la investigación se da por la indagación de conocimientos para el análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021.

1.3.3. Justificación metodológica

Según (Fernández Bedoya, 2020) “Menciona que ofrecen un concepto más amplio, indicando que un estudio se justifica metodológicamente cuando se creará un nuevo instrumento para recolectar o analizar datos, o se plantea una nueva metodología que incluya otras formas de experimentar una o más variables, o estudiar de forma más adecuada a determinar la población”.

Esta investigación muestra una justificación metodológica, debido a que mediante su avance se trate de determinar el comportamiento del análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Espacial

El desarrollo de esta investigación se realizó en el laboratorio de suelos, concreto y pavimento GEO TEST V. S.A.C, RUC. 20606529229, Chilca, en el distrito de Chilca en la provincia de Huancayo del departamento de Junín.

1.4.2. Temporal

La actual investigación se acrecentará entre los mediados de diciembre del 2021 hacia adelante.

1.4.3. Económica

Esta investigación presenta una delimitación económica ya que el financiamiento fue con recursos propios, que permitió obtener resultados de los ensayos.

1.5. Limitaciones

No se ha encontrado muchos libros específicos sobre porcelanato molido a nivel nacional por lo que se recurrió a material de otros países y a algunas tesis realizadas en el país.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Determinar el cambio de las propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de porcelanato molido, Huancayo 2021.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Mostar de qué manera cambia la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle porcelanato molido, Huancayo 2021.
- b) Determinar el efecto del porcelanato molido en el desgaste de una mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2021.
- c) Determinar la alteración que sufrirá en el contenido de asfalto la mezcla asfáltica en caliente adicionando porcelanato molido, Huancayo 2021.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

(Chuman Aguirre, 2018), presento la tesis de pregrado **titulado:** “Reutilización de pavimento flexible envejecido mediante el empleo de una planta procesadora de mezcla asfáltica para pavimentos en Huancayo 2017”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar la reutilización del pavimento flexible envejecido mediante el empleo de una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente para pavimentos, empleando la **metodología:** El presente proyecto fue realizado desde un enfoque científico, tipo de investigación aplicada, cuyo nivel de investigación es descriptiva-experimental, de un diseño causal-correlacional, obteniendo como **resultado:** Que se utilizó la muestra de briquetas de la mezcla asfáltica, con el aporte de residuos de pavimento flexible envejecido en ciertos porcentajes de 15%, 20%, 25% porcentajes de aporte del asfalto a la nueva mezcla asfáltica, una nueva dosificación y mezcla de agregados nuevos con los agregados del material reciclable, así como un diseño Marshall, y finalmente **concluyo:** La utilización de materiales reciclable para el uso en mantenimiento de vías, construcción de pavimentos flexibles mediante la producción de una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente,

reduciendo el impacto ambiental, costos y la depredación en las zonas de extracción de material.

(Villaruel Cieza, 2018) presento la tesis de pregrado **titulado:** “Evaluación del porcelanato reciclado y dosificación en mortero de asentado sobre la resistencia a compresión, absorción, densidad y flujo, Trujillo 2017”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar la influencia de las diversas dosificaciones de porcelanato y mortero de asentado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, empleando la **metodología:** Tiene un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Se llegaron a realizar probetas de 5 cm x 5cm x 5cm, que pasaron por un proceso de curación de con hidróxido de calcio y por un periodo de 28 días, con una excepción del flujo, y finalmente **concluyo:** El porcelanato molido le brinda diversas mejoras en las propiedades de resistencia, absorción y densidad perdiendo la consistencia al agregar una gran cantidad de este material.

(Gargate Alva & Huamaní Sánchez, 2018), presento la tesis de pregrado **titulado:** “ Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible – Lima, 2018”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar el comportamiento de la mezclas asfálticas con polímeros para optimizar las propiedades mecánicas del pavimento flexible Lima, 2018, empleando la **metodología:** Luego de haber realizado una serie de ensayos en laboratorio de afirma haber realizado un diseño metodológico experimental, es una investigación aplicada y se empleó una metodología de nivel de investigación descriptivo, obteniendo como **resultado:** En la investigación se realizó 56 briquetas de asfalto con incorporación de polímeros tomando de esta forma las muestras 28 briquetas con asfalto modificado que pasaron por la prueba Marshall, y finalmente **concluyo:** Se logra demostrar que al incorporar polímeros en la mezcla asfáltica esta mejora sus propiedades física iniciales en comparación de la muestra convencional.

(Santamaria Chipana, 2020), expone la tesis sustentada en pregrado **Titulado:** "Durabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con valvas de concha de abanico", el cual fija como **objetivo general:** Analizar la durabilidad de las mezclas calientes al remplazar el agregado fino con valvas de concha de abanico, se usó la **metodología:** En la investigación se realizaron ensayos en laboratorio aplicando así un diseño experimental, la investigación es de tipo aplicada, obteniendo como **resultado:** Los resultados que se llegan a obtener al adicional valvas en la mezcla asfáltica llegan a mostrar una menor susceptibilidad al agua al compáralo con la mezclas RCA por presentar una buena adhesión al ligante. Se presenta una rápida recuperación plástica y menor ahuellamiento ante cargas estáticas que las mezclas sin RCA, y finalmente **concluyo:** Se concluye mencionando que al incorporar el RCA en las mezclas asfálticas en caliente llega a mejorar el comportamiento de durabilidad en diversos periodos.

2.1.2. Antecedentes internacionales

(Jiménez Rojano, 2018), muestra la tesis de postgrado **titulado:** "Análisis comparativo de la estabilidad y la deformación del pavimento asfáltico con fibras celulósicas y pavimento asfáltico tradicional", el cual fija como **objetivo general:** Establecer el comportamiento a la deformación del pavimento asfáltico con fibras celulósicas y pavimento asfáltico tradicional, empleando la **metodología:** La investigación se basa en una metodología de nivel descriptivo – exploratorio, obteniendo como **resultado:** Se muestra que el pavimento asfáltico llegue a mostrar una mayor estabilidad que un pavimento asfáltico con fibra siendo que el pavimento asfáltico con fibras llega a ser un pavimento tradicional en un 19,35% siendo más estable que el pavimento que un pavimento asfáltico con fibras, aquellos pavimentos que llegan a cumplir con los criterios de diseño para pavimentación usable, y finalmente **concluyo:** Afirma que al emplear el método Marshall se realiza 3 briquetas según el contenido de asfalto iniciando con un porcentaje del 5% hasta 7% con intervalos de 0,5%, además menciona que existe una variación mínima al adicionar fibra de celulosa al asfalto.

(Landinez Saurith, Restrepo Piedrahita, & Lázaro Suárez, 2018), presento la tesis de pregrado **titulado:** “Análisis físico-mecánico de mezclas densas en caliente MDC-19 con adición de tiras de geotextil de 1cm” el cual fija como **objetivo general:** Evaluar el comportamiento físico-mecánico en las mezclas densas en caliente MDC-19 al adicionar tiras de geotextil no tejido nt 1600, empleando la **metodología:** En esta investigación se implementó una metodología teórica experimental al ser necesario la elaboración de ensayos y estudios que ayudaran en la resolución y el análisis de datos para lograr los objetivos, obteniendo como **resultado:** Afirma que al realizar dosificaciones que llegan a generar un al realizar algunas dosificaciones con geotextiles de 1cm en la mezcla densa en caliente viene a mejorar diversas propiedades de este como: resistencia, deformación y durabilidad, y finalmente **concluyo:** Mencionado que fue necesario ensayos a tracción con el objeto de determinar el efecto que tienen el agua en la resistencia a la tracción indirecta del concreto asfáltico, cántabro de la pérdida por desgaste para definir las propiedades elásticas de la mezcla asfáltica, y las propiedades de estabilidad, flujo y rigidez fueron realizado a partir del método Marshall.

(Morales Rosales, 2018), muestra en la tesis de pregrado **titulado:** “Mezclas asfálticas en caliente utilizando asfalto modificado, revisión y propuesta de especificación” ,el cual fija como **objetivo general:** Realizar una verificación de las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente con el objeto de obtener cambios necesarios en función a las normas actuales de Guatemala, empleando la **metodología:** La investigación trabaja con una metodología de tipo aplicada, trabaja en base a un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Al realizar los ensayos correspondientes en mezcla asfáltica en caliente resulta con un proporción asfáltica de 40% para llegar a una deformación permanente, 60% logrando un agrietamiento por fatiga y un 90% con un agrietamiento al estar sometido a bajas temperaturas, y finalmente **concluyó:** Afirma que para realizar el diseño de la mezcla convencional

y modificada se logró determinar qué estas contribuyen un 90% en fallas de deformación permanente.

(Al-Bayati Hanaa Khaleel Alwan, 2019) presentó la tesis de pregrado **titulado:** “Evaluation of various treatment methods for enhancing the properties of recycled concrete aggregate for hot mix asphalt”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar métodos de tratamiento para mejorar las propiedades del agregado de concreto reciclado para mezcla asfáltica en caliente, empleando la **metodología:** En esta investigación se presenta un análisis aplicativo en base a un diseño experimental luego de realizar ensayos en laboratorio, obteniendo como **resultado:** Sería aumentar considerablemente las cantidades de estos materiales que acaban de ser utilizados en el apartado de transporte, y finalmente **concluyeron:** el reciclaje de materiales de desecho son ejemplos de materiales que lograrán la sostenibilidad futura en la industria de las carreteras asfaltadas.

(Higuera Mojica & Morales Pacheco, 2021), muestra la tesis sustentada en pregrado **titulado:** “Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente fabricadas con RAP y escorias de horno de arco eléctrico” ,el cual fija como **objetivo general:** Realizar un análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente al tener adición de pavimentos asfálticos junto a escorias de horno de arco eléctrico, empleando la **metodología:** En la investigación se realizaron ensayos para la recolección de datos y el estudio del comportamiento de la mezcla empleando así una metodología de diseño experimental, es de nivel explicativo, llegando así al **resultado:** Fue necesario realizar una caracterización en los agregados gruesos y finos para luego realizar un diseño de la mezcla asfáltica densa en caliente, cumpliendo requisitos impuestos por (INVIAS). De forma posterior para el proceso de caracterización se realizaron 51 briquetas obteniendo así la estabilidad (KN), flujo (mm) de mezcla optima con diseño empleando el equipo Marshall, y finalmente **concluyó:** Mencionando que al emplear un material nuevo de 30% (agregado grueso - agregado fino) y 4.5% de

asfalto, comprobando así que estos resultados que los cumplen requerimientos de INVIAS.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Porcelanato

Según (Porto Julián Pérez; Merino María, 2013) el porcelanato se define como un material empleado para revestir las paredes y suelo. (pág. 45)

Figura 1. Porcelanato



Fuente: Catalogo San Lorenzo, 2019.

2.2.1.1. Forma y textura del porcelanato

Según (Jose Julio, 2020) La forma en que se acoplan las piezas de porcelanato también genera otras formas que quizás es importantes a tener en cuenta para un diseño más elaborado.

Las piezas de este tipo de porcelanato tienen una textura pulida y lisa, por lo que suele aplicarse en ambientes refinados y muy elegantes. (pág. pag 3)

Figura 2. Formato y textura del Porcelanato



Fuente: Catalogo - San Lorenzo, 2017.

2.2.2. Porcelanato molido

Desde su punto de vista (Porto & Merino., 2015), Para fabricación de este tipo cerámico se comienza realizando con la combinación de arcillas, cuarzos, y otros materiales, lo que nos permiten obtener un moldeamiento más fácil.

Tabla 1. *Composición química del porcelanato*

Materia	% en peso
SiO ₂	47
Al ₂ O ₃	38
Pérdidas al fuego	13.02
Na ₂ O	0.81
MgO	0.22
K ₂ O	0.15
CAL	0.10
TiO ₂	0.03
Fe ₂ O ₃	

Fuente: Villarroel Cieza Juan Antenor, 2017.

2.2.2.1. Proceso de fabricación

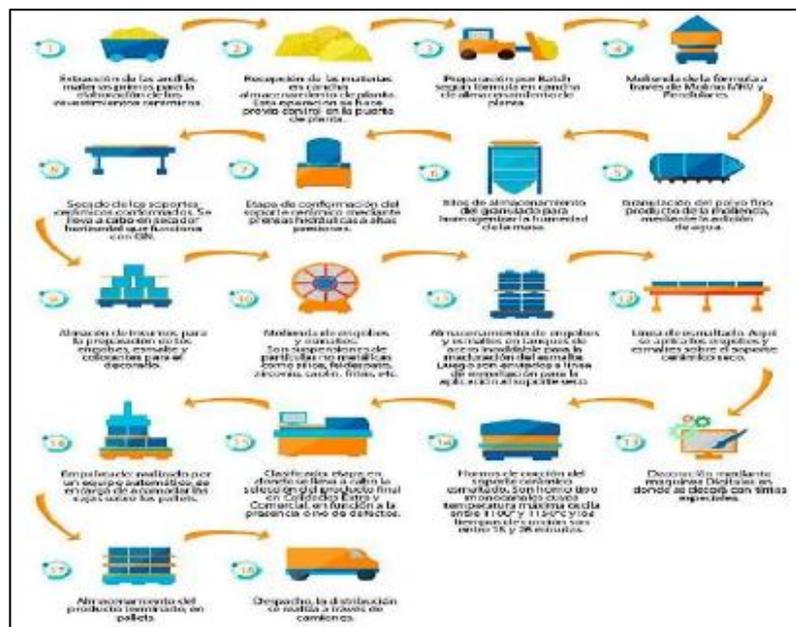
Según (Celima, 2021), nos dice que el proceso de fabricación se da mediante siete pasos:

- **Molienda:** El proceso inicia con la llegada de arcilla a la cancha de almacenamiento.
 - Premolido: Es la reducción de tamaño de la arcilla.
 - Tamizado: Se realiza el tamizado vibrador con la finalidad de seleccionar cada partícula según el tamaño adecuado.
 - Granulado: La finalidad es obtener granos de arcilla, el cual se obtiene de agua pulverizada.
- **Prensado:** se realiza con el proceso de formación el cual es el soporte cerámico donde el polvo granulado es llevado por los hilos a las tolvas de las prensas.
- **Secado:** El cuerpo prensado es llevado al secador, donde se le inyecta aire caliente quitándole el agua e incrementando la resistencia del material.

- **Esmaltado y decorado:** Cada pieza es revestidas con un esmalte y luego se realiza el decorado, donde se protegen con un altorrelieve protector granular o transparente.
- **Quemado:** Una vez estén esmaltado y decoradas las piezas se debe ingresar al horno.
- **Clasificado:** Las piezas hayan sido incineradas se tiene que clasificar por cada característica mediante un proceso automatizado.
- **Almacenamiento:** La culminar con el procedimiento, se tiene que realizar el proceso de impresión, encajado, paletizado y empacado.

Todos los siguientes pasos de describieron de la (pág. 1) que a continuación se mostrara a través de una imagen, todos los procesos desarrollados.

Figura 3. Proceso de fabricación del porcelanato



Fuente: Celima ,2017.

2.2.2.2. Porcelanato molido o chamota de porcelanato

El (Juan Antenor, 2017) planteo en sus tesis que la chamota es una puzolana artificial hecha de arcilla finalmente triturada para lograr obtener el tamaño de las partículas deseado, al material obtenido al triturar las teja de arcillas , azulejos u otro

material cerámico, ya que su proceso de fabricación del porcelanato molido, se basa en la trituración de las piezas que no han acabado en obra por alguna deficiencia como rupturas o daños ocasionados en su manipuleo, también se puede fabricar el porcelanato molido a partir del cambio que se realiza de las piezas en los suelos donde han sido colocados. (pág. 34)

Figura 4. Residuo de porcelanato, Urb. San Isidro.



Fuente: Villarroel Cieza Juan Antenor, 2017.

2.2.2.3. Dosificaciones del porcelanato molido

(Juan Antenor, 2017) propone que el diseño óptimo del mortero con porcelanato molido es de relación 1:3 cemento: arena en comparación a la mezcla de referencia, presentó una mejora en cuanto a la resistencia a compresión que será en porcentaje y una disminución de la absorción también habrá densidad y flujo. (pág. 38)

2.2.2.4. El porcentaje de Humedad en el suelo

Según (Janco, 2018) menciona que es un indicador complementario y necesario en numerosos análisis pedológicos este contenido de humedad de una muestra de suelo, se encuentra formado por la suma de sus aguas libres, capilar e higroscópica.

Es importante dado que representa junto con la cantidad de aire, una de las características más importantes que permiten explicar el comportamiento del suelo, sobre todo en los suelos

finos, como lo son los cambios de volumen, la cohesión y la estabilidad mecánica. (pág. 8)

(Gómez & Vidal, 2007) Describe que la técnica para la determinación de humedad del suelo en laboratorio, mediante el secado en horno, es la relación entre el peso de muestra húmeda y el peso de la muestra seca en porcentajes (pág. 28)

Ecuación 1. Porcentaje de humedad del suelo

$$w = \left(\frac{W_w}{W_s} \right) * 100 \dots \dots (1)$$

Donde:

- W= contenido de humedad expresada en %
- Ww= `Peso del agua existente en la masa del suelo
- Ws= peso de las partículas solidas

2.2.2.5. Peso unitario

Según (Gamarra, 2014) El peso unitario es la relación de la masa del agregado que ocupa un volumen, incluyendo el volumen de vacíos propio del agregado, que ha de ir a ocupar parte de este volumen unitario patrón. (pág. 4)

(Contreras Fajardo, 2016) recomienda que la determinación del peso unitario compactado se debe emplear para el diseño de mezclas para concretos y también se debe determinar la relación que existe entre el peso de un agregado compactado y el volumen que tal peso ocupa. (pág. 8)

2.2.2.6. Ensayo de flujo

(Anguas, 2004) propone que el valor de flujo es el movimiento total o deformación, en unidades de 0.25 mm (1/100") que ocurre en el espécimen entre estar sin carga y el punto máximo de carga durante la prueba de estabilidad.

Consiste en la aplicación de una carga constante sobre una probeta mediante unas muelas metálicas que le transmiten la carga de forma más o menos diametral.

El equipo tiene aditamentos para medir la deformación vertical asociada a la carga, medida sobre la muela superior. (pág. 3)

2.2.2.7. Ensayo de absorción y densidad

(INACAP) describe que el ensayo consiste en realizar muestras compuestas por concreto que son dispuestas en inmersión durante 24hrs para luego medir porcentualmente la absorción de agua que estas unidades pueden contener durante el periodo de inmersión. (págs. 3 - 5)

2.2.2.8. Ensayo de resistencia

(Sestructurista, 2018) comenta que este ensayo se lleva a cabo para determinar la resistencia de una muestra de suelo sometida a diferentes efectos, simulando las condiciones que existirán en el terreno. (pág. 1)

2.2.2.9. Análisis granulométrico

(Ramos, 2019) comento que la granulometría permite conocer la medida de los granos de los sedimentos. Mediante el análisis granulométrico se puede obtener información importante como: su origen, propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de cada uno de los granos según su tamaño dentro de la escala granulométrica. (pág. 1)

Figura 5. Análisis granulométrico



Fuente: Laboratorio HLC, 2020

2.2.3. Mezclas asfálticas

(Alejandro, Padilla Rodríguez) describe que las mezclas asfálticas son aglomerados y que están conformado de agregados pétreos y un ligante

de hidrocarburo por lo tanto se puede decir que son aquellos que quedan cubiertos por completo.

Las mezclas asfálticas se utilizan en la construcción de manera que son como los aeropuertos, pavimentos, industrias, carreteras y presentan capas inferiores con pesados tráfico y pesados inmensos.

También se puede decir que están consideradas aproximadamente con un 90% de agregados pétreos gruesos y fino de 8 % y otros 5% de ligante asfáltico

Sus componentes mencionados anteriormente son de mayor importancia para el funcionamiento del pavimento.

2.2.3.1. Características de las mezclas asfálticas

Existen varios parámetros donde se puede clasificar de manera que se describirá en la siguiente parte:

A. Por fracciones de agregado pétreo empleado

- Masilla asfáltica: Polvo mineral más ligante.
- Mortero asfáltico: Agregado fino más masilla.
- Concreto asfáltico: Agregado grueso más mortero.
- Macadam asfáltico: Agregado grueso más ligante asfáltico.

B. Por temperatura de la puesta de obra

- Mezclas asfálticas en Caliente:

Se fabrican con asfaltos a unas temperaturas elevadas, en el rango de los 150 grados centígrados, según la viscosidad del ligante, se calientan también los agregados, para que el asfalto no se enfríe al entrar en contacto con ellos. La puesta en obra se realiza a temperaturas muy superiores al ambiente, pues en caso contrario, estos materiales no pueden extenderse y menos aún compactarse adecuadamente.

- Mezclas asfálticas en Frío:

El ligante suele ser una emulsión asfáltica (debido a que se sigue utilizando en algunos lugares los

asfaltos fluidificados), y la puesta en obra se realiza a temperatura ambiente.

C. Por la proporción de vacíos en la mezcla asfáltica

Este parámetro suele ser imprescindible para que no se produzcan deformaciones plásticas como consecuencia del paso de las cargas y de las variaciones térmicas.

- Mezclas Cerradas o Densas:

La proporción de vacíos no supera el 6 %.

- Mezclas Semi-cerradas o Semi-densas:

La proporción de vacíos está entre el 6 % y el 10 %.

- Mezclas Abiertas:

La proporción de vacíos supera el 12 %.

- Mezclas Porosas o Drenantes:

La proporción de vacíos es superior al 20 %.

D. Por el tamaño máximo del agregado

- Mezclas Gruesas:

Donde el tamaño máximo del agregado pétreo excede los 10 mm.

- Mezclas Finas:

También llamadas microaglomerados, pueden denominarse también morteros asfálticos, pues se trata de mezclas formadas básicamente por un árido fino incluyendo el polvo mineral y un ligante asfáltico. El tamaño máximo del agregado pétreo determina el espesor mínimo con el que ha de extenderse una mezcla que vendría a ser del doble al triple del tamaño máximo.

E. Por Estructura del agregado pétreo

- Mezclas con Esqueleto mineral:

Poseen un esqueleto mineral resistente, su componente de resistencia debida al rozamiento interno de los agregados es notable. Ejemplo, las mezclas abiertas y los que genéricamente se denominan concretos asfálticos, aunque también una

parte de la resistencia de estos últimos, se debe a la masilla.

- Mezclas sin Esqueleto mineral:

No poseen un esqueleto mineral resistente, la resistencia es debida exclusivamente a la cohesión de la masilla. Ejemplo, los diferentes tipos de masillas asfálticas.

F. Por Granulometría

- Mezclas Continuas:

Una cantidad muy distribuida de diferentes tamaños de agregado pétreo en el huso granulométrico.

- Mezclas Discontinuas:

Una cantidad muy limitada de tamaños de agregado pétreo en el huso granulométrico.

A continuación, se clasificará a través de una tabla la información:

Tabla 2. Composición química del porcelanato

Parámetros de clasificación	Tipo de mezcla
Fracciones de agregados empleadas	Masilla
	Mortero
	Concreto
	Macadam
Temperatura de puesta en obra	En frio
	En caliente
Huecos en la mezcla (h)	Cerrados
	Semicerrados
	Abiertas
	Porosas
Tamaño máximo del agregado (t máx.)	Gruesas
	Finas

	Con esqueleto mineral
Estructura del agregado	Sin esqueleto mineral
	Continuas
Granulometría	Discontinuas

Fuente: Clasificaciones de las mezclas asfálticas. Referencia, (43).

2.2.3.2. Tipología de las mezclas asfálticas

El tipo más generalizado de mezcla asfáltica es de manera de cómo se constituye según el tipo y de manera que se define en procesos de fabricación implicando calentar el ligante y los agregados serian de manera correcta en una puesta de obra en una temperatura muy superior del ambiente y es utilizada en os agregados pétreos.

2.2.3.3. Evolución de los diseños de mezclas asfálticas caliente

El método de diseño de mezcla sea definido de cómo se puede utilizar de manera que estos son puestas en obra como por ejemplo son los pavimentos y están fabricados con asfalto, aunque en ocasiones se ocurren empleos de proporciones que pueden varias desde un 3% al 6% de asfalto en volumen de agregados pétreos y dentro de ellos tenemos algunos autores:

- **Hubbard –Field (1920)** dice que funciona de manera adecuada de como cuando evalúas a un agregado pequeño a la granulometría que contienen agregados grandes.
- **Método de Marshall (1930)** este método se adaptado en las carreteras y además utiliza una estabilidad y porcentaje de vacíos como prueba fundamental.
- **Método de Hveem (1930)** explica que el método de diseño de asfalto tiene la misma similitud que el método de marshall y presenta una estabilidad de manera que evalúa.

- **Método de la Western Association (WASHTO - 1984)** se refiere, el método de diseño de mezcla presenta cambios de material y especificaciones de diseño para mejorar la resistencia que le rodea.
- **Método de Asphalt (AAMAS - 1987)** da una especificación de cómo se diseñar las mezclas que incluye un método de captación en laboratorio y la evaluación de las propiedades según su desarrollo en pruebas para la determinación de grietas, fatigas, y resistencia a las grietas a baja temperatura.
- **Método de superpave (1993)** tiene el mismo diseño de AAMAS ya que le sirvió como punto de inicio y partió de modelos de predicciones que duro hasta el año 2000 y prometió que el método o ensayos de laboratorio pueden ser usados de manera que podrá identificar la resistencia a las deformaciones plásticas de los pavimentos.

2.2.3.4. Tipos de mezclas asfálticas

Estos se clasifican de manera que se describirán cada uno:

A. Mezcla de asfalto frío

Son fabricadas con emulaciones asfálticas como también son aplicadas en la construcción y en la conservación de carreteras secundarias.

Se diferencian por la trabajabilidad tras la fabricación incluso durante la semana y presentan una viscosidad baja debido a la emulación de la rotura lenta, pero son menos usadas durante el proceso de pavimentos de hormigón y son capas de rotura en espesores de unos 4 cm que se consigue que el agua de lluvia caída sobre la calzada puede filtrarse.

B. Mezcla porosa o drenante

Se emplean cuando se presenta de manera de emplea capas de rotura y principalmente circulan rápidamente cuando se fabrican proporciones de 4.5% a 5% n de la

masa de agregados pétreos en vías secundarias bajo un pavimento de hormigón.

2.2.3.5. Empleo de las mezclas asfálticas en la construcción con firme

Las mezclas asfálticas se emplean en la construcción de firme y asea para las capas de rotura o en capas en función de proporcionar una superficie lo que debería decir si el rodamiento contiene capas inferiores y su función muestra una proporción segura y cómoda a los usuarios de las vías de comunicación y les transmitida a través de las cargas debido a lo que soporta.

- Aspectos que determinaran el diseño y proyecto:
 1. La función del resistente muestra que los materiales y los espesores sean empleadas en la construcción.
 2. La finalidad que condiciona la textura y exige a las capas de superior por lo que resultan seguras y reconfortarles
- Las tipologías de los firmes de acuerdo a su comportamiento y respuesta:

2.2.3.6. Tipologías de deterioros de los pavimentos asfálticos

A. Fallos en la construcción

Durante esta fase se presenta fases de construcción y puestas en obra y pueden mostrar errores y fallos accidentales como:

- **Segregación de la mezcla de pavimento**
 - Segregación aleatoria
 - Segregación transversal
 - Segregación longitudinal bien sea en el centro o en los lados.
- **Defectos de la mezcla**

Presentan una mala compactibilidad de las mezclas que ocurren en los trabajos y con las blandas

También son llamados como grietas que tiene un esqueleto mineral empleados en cubos y que pueden romper los morteros rígidos y muestran un comportamiento de partículas minerales donde la densidad reduce un comportamiento de una estructura además de ello determina granulometría como los morteros rígidos.

Figura 6. Fallas en la construcción



Fuente: pavimentos asfálticos, (24)

B. Exudación

La exudación se caracteriza por la presencia de los ligantes libres o polvo mineral incorporado en la superficie del pavimento y pueden llegar a ser deslizantes.

- Exceso de ligante asfáltico
- Escaso de contenido de vacíos

Figura 7. Exudaciones en pavimentos asfálticos



Fuente: Exudaciones en pavimentos asfálticos. Referencia, (17)

C. Segregación

Las segregaciones importantes pueden crear una dificultad al tráfico. Aparte de la incomodidad para los vehículos, estos suelen producir un incremento en el mismo deterioro.

Otros factores que contribuyen a la segregación son los siguientes:

- Bajo contenido de ligante asfáltico.
- Agregados absorbentes que reducen el contenido efectivo de ligante asfáltico en la mezcla.
- Alta viscosidad del ligante asfáltico que llega a producir una mezcla frágil.
- Contaminación de ligante asfáltico como resultado de partículas de fuel que no se han quemado en la planta asfáltica.
- Sobrecalentamiento en la manipulación, que haya envejecido al ligante asfáltico.
- Mala granulometría de la mezcla con insuficiencia de finos. Baja compactación del material que aumenta la permeabilidad, acelera el envejecimiento del ligante asfáltico y no permite la cohesión adecuada del mismo.
- Mala calidad del mortero formado por agregado fino, polvo y ligante asfáltico, que se traduce por una escasa resistencia después de sometido a la acción del agua. El mortero superficial puede desaparecer a causa de la abrasión

La segregación en la superficie puede clasificarse en los tipos siguientes:

1) Segregación aleatoria:

Tiene un origen más difícil de determinar. Sus causas pueden ser:

- No disponer de acopios uniformes. • Vertidos en los dosificadores en frío.
- Error en la carga del árido en los dosificadores en frío. Demasiadas operaciones de arrancado y parada en las plantas de tambor secador.
- Diferencias notables de nivel en la mezcla almacenada en el silo.

- Operaciones irregulares en la descarga de los camiones.
- Demanda descompensada de la extendidora.

2) Segregación transversal:

Pone de manifiesto con una peculiar mancha en la superficie. El grado de segregación se cuantifica por los cambios de textura y es fácilmente reconocible. Esta segregación puede ser debida a:

- Empleo del material inicial que proviene del arranque de la planta.
- Inadecuadas operaciones de carga de los camiones.
- Vaciado excesivo y mal manejo de las alas de las tolvas de las extendedoras
- Material segregado en la tolva de carga de las plantas.
- Compuertas de la mezcladora mal cerradas.
- Almacenamiento de los dosificadores primarios al límite de su capacidad.

3) Segregación longitudinal

Bien sea en el centro o en los lados, se puede producir en el centro de la banda extendida o en los bordes, y puede deberse a defectos en los husillos o a una velocidad inadecuada de la extendidora.

Figura 8. Segregación en un pavimento asfaltado



Fuente: Segregaciones en pavimentos asfálticos. Referencia, 73

D. Desplazamiento

Se identifican de la siguiente manera:

- La desenvuelta por el agua puede observarse visualmente cuando afecta a las partículas del árido grueso.
- También puede afectar a la cohesión del mortero. La observación directa es difícil debiendo recurrirse a ensayos de estabilidad y resistencia al agua.
- El desplazamiento o desenvuelta por el agua, en algunos casos, comienza en la interface de dos capas asfálticas consecutivas siendo difícil de identificar visualmente en la superficie. En escasas ocasiones el desplazamiento se acompaña de manchas exudadas del ligante en la superficie del pavimento. A veces al fenómeno anterior se añade el de la concentración de ligante en algunos puntos.

Existen diferentes causas por las que el agua puede desplazar al asfalto en su contacto con las superficies minerales del agregado:

- Agua interior o exterior al agregado pétreo: Los agregados hidrofílicos absorben agua tanto en superficie como en interior y en muchas ocasiones no se ha secado completamente en la planta asfáltica.
- Tipo de agregado pétreo: Todos los agregados pueden estar sometidos a los efectos del agua en los fenómenos de desplazamiento de ligante. Sin embargo, los agregados con altos contenidos de sílice, son más sensibles a éste fenómeno que los calizos.
- Agregados sucios: El ligante no se adhiere bien a las partículas que tienen una película de polvo. En presencia de agua, estas partículas se descubren

rápidamente por lo que el polvo permite fácilmente la entrada de agua en la superficie mineral.

- Emulsificación: El ligante sometido a la acción energética del tráfico, puede emulsionarse especialmente con agentes químicos o minerales presentes, tales como polvo arcilloso.
- Alto contenido de vacíos: El alto contenido de vacíos de la mezcla permite el paso del agua y del vapor a través de ella. Este fenómeno puede agravarse si el drenaje de la capa es insuficiente.
- Agua libre: El agua libre existe como consecuencia de un drenaje inadecuado del pavimento. En algunos casos, especialmente en capas superiores, puede quedar atrapada el agua durante la construcción.
- Ciertas composiciones químicas de los ligantes

Figura 9. Desplazamiento en pavimento asfaltado.



Fuente: Desenvuelta o Desplazamiento de los agregados en pavimentos asfálticos. Referencia, (24).

E. Según su profundidad

- ✓ Microtextura, con profundidad media en círculo de arena de aproximadamente 0.4.
- ✓ Macrotextura, con profundidad media en círculo de arena de aproximadamente 0.7.
- ✓ Megatextura.
- ✓ Combinación posible de las anteriores texturas.

Figura 10. Desplazamiento en pavimento asfaltado.



Fuente: Textura superficial inadecuada en pavimentos asfálticos.

Referencia, (17)

F. Agrietamientos y fisuras

Estos presentan algunas causas y se describirá cada una de ellas.

- Las fisuras que se presentan son productos de la mayor tensión a la tensión de rotura de la mezcla.
- Las fisuras empiezan por la zona de máxima tracción por flexión y progresando con por la carga de bajo repetidas. La mayoría de veces se forman un mapa de grietas el cual forma un conjunto de grietas transversales y longitudinales.
- La anomalía elástica transversal se comienza con la flexión de la capa de revestimiento. La grieta inicial comienza longitudinalmente en el exterior de la huella de la rueda. A esta ranura le sigue el borde interior paralelo a la huella.
- El uso de asfaltos de alta viscosidad puede reducir la resistencia de las mezclas al efecto de flexión acumulativa.
- Los cambios extremos de temperatura pueden causar cambios de volumen en el pavimento, creando grietas térmicas que normalmente son perpendiculares.

- Una combinación de grietas longitudinales y transversales puede formar elementos o losas rectangulares independientes.
- También se producen grietas longitudinales en las juntas de trabajo. Ocurren cuando las juntas se compactan de fase escueto y/ora a desvaloración (NoRAE) temperatura. Cuando crecen las grietas longitudinales, el líquido penetra en el firme, deteriorándolo.
- Las grietas aleatorias por fatiga generalmente ocurren cuando la mezcla asfáltica en ambas capas está fatigada. Estos intervalos están relacionados con las cargas de tráfico. Las grietas comienzan en la parte inferior de las capas, donde las tensiones son más altas, formando una o dos grietas longitudinales cerca de las ranuras de las ruedas y terminan con una superficie agrietada generalizada. La fatiga suele ser más notoria fuera de los carriles concurridos debido a las condiciones de la acera.

Las grietas comunes en las áreas de la banda de rodadura también pueden ser causadas por un sellado insuficiente o un mal diseño de las capas subyacentes, lo que puede verse exacerbado por la presencia de agua en lugar de la fatiga típica.

Figura 11. *Agrietamientos y Fisuras*



Fuente: Agrietamientos y Fisuras en pavimentos asfálticos. Referencia, (24)

G. Bombeos finos

Aunque éste es un defecto muy habitual en los pavimentos de concreto hidráulico, también puede producirse en las grietas de las capas superiores asfálticas rígidas, si el soporte tiene exceso de finos, humedad u otras contaminaciones.

Figura 12. Bombeo de finos



Fuente: Bombeo de finos en pavimentos asfálticos. Referencia, (28).

H. Deformaciones plásticas

Son las variaciones permanentes del perfil superficial de la capa de mezcla asfáltica por acumulación de deformaciones permanentes

Son de distintos tipos:

- 1) El arrollamiento se asocia normalmente a una baja estabilidad de las mezclas que se manifiesta en una deformación plástica perpendicular al eje de la vía.
- 2) Las roderas, que se producen transversalmente, en la huella de las ruedas de los vehículos con densificación y/o desplazamiento lateral.

Figura 13. Deformaciones plásticas permanentemente



Fuente: Deformaciones plásticas permanentes en pavimentos asfálticos.

Referencia (73)

Figura 14. Deformaciones plásticas permanentes



Fuente: Deformaciones plásticas permanentes en pavimentos asfálticos.

Referencia (24)

2.2.4. Mezcla asfáltica en caliente

Según (Candia Ponce & Ccorahua Quispe, 2019), las mezclas asfálticas (o mezclas bituminosas), también denominadas aglomerados, consisten en una combinación de aglomerados y un ligante hidrocarbonado, de manera que quedan recubiertas de una capa final continua. Se producen en fábricas estacionarias o móviles y luego se transportan al sitio de construcción donde se extienden y compactan.

La mezcla asfáltica se compone de aproximadamente un 90% de áridos gruesos y finos, un quinto polvo mineral (filler) y un quinto ligante asfáltico. La falta de calidad en cualquiera de los componentes anteriores afecta la mezcla. El aglomerante asfáltico y el polvo mineral son los dos factores que más afectan tanto la calidad como el costo total de una mezcla asfáltica.

Los principales tipos de ligantes bituminosos utilizados en la producción de mezclas asfálticas son:

- ✓ Los cementos asfálticos o asfaltos de penetración.
- ✓ Los asfaltos líquidos o asfaltos rebajados.
- ✓ Las emulsiones asfálticas.
- ✓ Los crudos de petróleo.

2.2.4.1. Reseña histórica de las especificaciones para las mezclas asfálticas en caliente

En Guatemala se publicaron en mayo de 1975 las primeras especificaciones de diseño y trabajo de mezclas asfálticas en

caliente, realizadas por Ingenieros Consultores de Centro América, los cuales tuvieron la colaboración de ingenieros de la Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, así como de ingenieros miembros de la Cámara Guatemalteca de la Construcción. En estas especificaciones en la sección 407 —Concreto Asfáltico se especificaba todo lo relacionado con los materiales, mezcla, diseño, colocación y control de calidad de mezclas asfálticas en caliente.

En estas especificaciones en la sección 401

—Concreto Asfáltico en caliente se especifica todo lo relacionado con los materiales, mezcla, diseño, colocación y control de calidad de mezclas asfálticas en caliente. En la sección 411, —Asfaltos Modificados se mencionan los tipos de polímeros con los cuales se puede modificar un asfalto y los posibles usos que estos pueden tener, asimismo de acuerdo con la guía para asfaltos modificados con polímeros, desarrollada por el Grupo de Trabajo No. 31 de la AASHTOAGC (American General Contractor) ARTBA (American Road and Transportation Builders Association) se detallan los diferentes tipos de asfaltos modificados que se pueden trabajar

2.2.4.2. Objetivo del diseño de una mezcla asfáltica

(ASPHALT INSTITUTE, 1997) Propone que el diseño de la mezcla asfáltica, tiene por objetivo global determinar la manera rentable de que el pavimento, pueda cumplir con los siguientes parámetros:

- Suficiente cantidad de asfalto, para asegurar un pavimento durable.
- La mezcla asfáltica debe poseer suficiente estabilidad para satisfacer la demanda del tráfico sin presentar distorsiones o desplazamientos.
- La mezcla compactada, debe presentar suficiente cantidad de vacíos, para permitir una leve compactación extra debida al

paso del tráfico, y, por otro lado, esto también permite la expansión del asfalto sin presentar una exudación del mismo, ni pérdida de la estabilidad.

- Debe existir un máximo contenido de vacíos, para limitar la permeabilidad de aire y humedad en la mezcla.
- Debe ser una mezcla trabajable, que permita una colocación eficiente, sin segregación de los agregados y sin perder estabilidad, ni disminuir su desempeño.
- Para mezclas superficiales, el agregado escogido, debe poseer una adecuada dureza y textura, que le permitirá a la mezcla, resistir ante situaciones desfavorables.

2.2.4.3. Características de la mezcla caliente del asfalto

El desempeño de una mezcla asfáltica en caliente está íntegramente relacionado con las características de funcionamiento de la mezcla, y estas a la vez lo están directamente con las propiedades de los materiales que la conforman; allí radica la importancia de seleccionar el tipo, cantidad de agregados y asfalto, con el fin de obtener las características de desempeño que satisfagan las exigencias de cada proyecto de pavimento flexible, por lo que las características que debe tener una mezcla asfáltica en caliente al entrar en servicio son las siguientes:

- Estabilidad: es la capacidad de la mezcla asfáltica de resistir la deformación y el desplazamiento originados por la acción de las cargas del tránsito.
- Trabajabilidad: es la capacidad de la mezcla de ser colocada y compactada sin requerir esfuerzos muy grandes que son utilizado.
- Durabilidad: es la capacidad de la mezcla asfáltica de resistir los efectos dañinos del agua como también temperatura además el tránsito y aire que pueden provocar el envejecimiento del asfalto.

- Flexibilidad: es la capacidad de la mezcla asfáltica de amoldarse sin sufrir agrietamiento, ocasionados por los asentamientos de las capas inferiores del pavimento incluyendo la Subrasante.
- Resistencia a la fatiga: es la capacidad de la mezcla asfáltica de resistir la repetición de cargas del tránsito pues el agrietamiento por fatiga está relacionado con el contenido y rigidez del asfalto.
- Resistencia al fisuramiento por baja temperatura: es la capacidad de la mezcla asfáltica a no agrietarse a bajas temperaturas.
- Resistencia a la humedad: es la capacidad de la mezcla de resistir el paso de agua y aire por los vacíos dentro de la mezcla asfáltica.
- Resistencia al deslizamiento: es la capacidad de la mezcla asfáltica a no perder la adherencia entre las llantas y la superficie de rodadura en épocas cuando está expuesta a la humedad; las características de los agregados y el contenido de asfalto proporcionan la resistencia al deslizamiento.

2.2.5. Tipos de deterioro de las mezclas asfálticas en caliente

Los tipos de fallas que pueden presentarse en una mezcla asfáltica en caliente durante su vida útil al estar expuesta a las cargas del tránsito y al medio ambiente como también puede darse en muchas áreas de la ingeniería vial.

2.2.5.1. Deformación permanente

Es una manifestación de un déficit estructural del pavimento, debido a que la deformación se da en todas las capas de la estructura de pavimento como también se está incluyendo a la Subrasante.

De acuerdo con el manual de pavimentos para mezclas asfálticas en caliente del Departamento del Transporte se

encuentran las principales causas de la deformación permanente o ahuellamiento están:

- Baja cantidad de vacíos de aire (menos del 4%)
- Exceso de vacíos de aire (más del 8%)
- Cemento asfáltico de baja viscosidad
- Mayor consolidación de las capas inferior a la carpeta de rodadura.
 - Mayor exposición de la carpeta de rodadura a velocidades bajas o cargas de larga duración
 - Utilización de arena natural, poca cantidad de polvo mineral y la utilización de agregados redondeados.

2.2.5.2. Agrietamiento por fatiga

El problema se hace más grave cuando existe un drenaje deficiente en el pavimento lo cual contribuye a que las capas inferiores se saturen y pierdan resistencia, otra causa del agrietamiento por fatiga es el reiterado paso de camiones sobrecargados y/o por espesores de pavimento no adecuados; en su estado más avanzado se representa por medio de baches y desprendimientos de la carpeta asfáltica, en general se considera que el agrietamiento por fatiga es más un problema estructural que de materiales.

2.2.5.3. Fisuramiento por baja temperatura

Las fisuras por baja temperatura se forman por contracciones en la carpeta asfáltica que por lo regular están en servicio en climas fríos; cuando la carpeta se contrae, se originan deformaciones de tensión en su interior, cuando estos esfuerzos exceden la resistencia a la tensión de la mezcla asfáltica, esta se fisura; entre algunas de las causas que pueden originar este tipo de deterioro están: la utilización de asfaltos duros en climas fríos, ligantes asfálticos oxidados y mezclas con un alto porcentaje de vacíos.

Figura 15. Fisuramiento en asfalto



Fuente: principales degradaciones en asfalto caliente por grietas en fatiga.

2.2.6. Estabilización con asfalto

La estabilización con asfalto se llega a estabilizar un suelo aplicando productos asfálticos con el fin de incrementar su equilibrio y llegar a una impermeabilidad de la superficie terrestre de tal modo que no sea muy sensible a las alteraciones de humedad.

En los suelos que se caracterizan por ser no plásticos o también conocidos como arenosos se estabiliza con asfalto para realizar una acción ligante que unido a la fricción de la superficie terrestre no se ocasione alteraciones de la capa mejorada que es bajo la acción del tránsito. En los suelos arenosos, se llega a que el estabilizante impermeabilice al suelo y lo cuide a la acción del agua.

En lo común todos los suelos presentan un excelente resultado a la estabilización con asfalto y estas son las arenas y las gravas arenosas los que presentan mejoramiento en las respuestas que se presenten. (pág. 15)

Figura 16. Estabilización con asfalto.



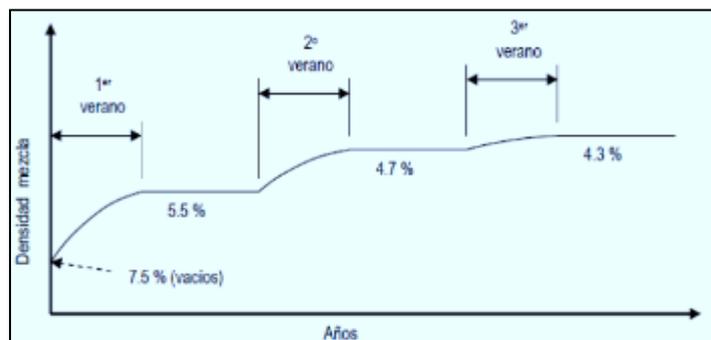
Fuente: Estabilización de la carretera con asfalto caliente.

2.2.6.1. Durabilidad de las mezclas asfálticas

Según (Santamaría Chipana, 2020), menciona que la composición de una mezcla de asfalto (MA) está constituida por un 95% de agregados (fino y grueso) y alrededor de un 5% de porcentaje de ligante asfáltico. Las propiedades de estos componentes van cambiando en el tiempo hasta que cumplen con su vida útil. A partir de ahí empiezan a generar fallas por deformaciones permanentes o grietas. La pérdida de fluidez y la susceptibilidad frente a la humedad también son factores principales ante la deformación permanente. La durabilidad del aglutinante de asfalto es afectada por factores de medio ambiente, permeabilidad de la MA y características de aglutinante, como, por ejemplo, el grado de desempeño a alta temperatura. El contenido óptimo de asfalto depende de las características del agregado, una de ellas es la granulometría, como también hay partículas más pequeñas y/o más finas, mayor será el área superficial ya que es mayor el contenido de asfalto.

- ✓ **Deformación permanente:** Las mezclas asfálticas son inducidas por ciclos de carga y descarga y parte de la deformación total que se genera es recuperada, conocida como deformación resiliente

Figura 17. Densidad vs contenido de vacíos de las mezclas asfálticas en caliente.



Fuente: Foster, 1984.

2.2.7. Clasificación de mezclas asfáltica en caliente

2.2.7.1. Mezcla asfáltica en caliente convencional:

Se define a la mezcla asfáltica en caliente como la combinación de aproximadamente 95% roca, arena y/o grava unida por un 5% de cemento asfáltico, producto derivado del crudo; este tipo de mezcla es más utilizado que la mezcla asfáltica en frío, durante la fabricación de este tipo de mezcla se eleva los agregados y el bitumen a temperaturas cercanas a los 150 °C.

Figura 18. *Especímenes elaborados con mezcla asfáltica en caliente convencional.*

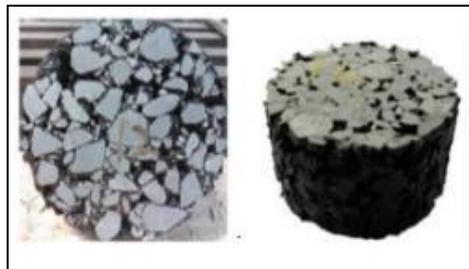


Fuente: NAPA, 2007.

2.2.7.2. Mezcla asfáltica en caliente porosa:

Este tipo de mezcla asfáltica es una mezcla en caliente y se diferencia de la convencional porque la relación de vacíos mínima requerida para un buen desempeño es de 20%, un buen desempeño de este tipo de pavimento se presenta cuando este capaz de drenar el agua a través de su superficie y evacuarla por medio de infiltración al suelo.

Figura 19. *Especímenes elaborados con mezcla asfáltica en caliente porosa*



Fuente: Liu, Q. (2012)

2.2.7.3. Propiedades principales

Como señala (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013) nombra a continuación las propiedades principales y estas son:

A. Granulometría

Es aquel que se caracteriza por el reparto de las dimensiones que se considera en el árido a través del tamizado de acuerdo a los parámetros técnicos, en la cual se llega a evaluar con máxima o mínima aproximación, por lo que las demás características se logran atraer. El análisis granulométrico de la superficie terrestre tiene como finalidad calcular la división de los distintos elementos constitutivos, clasificados en relación a su dimensión. (pág. 36)

Tabla 3. Clases de suelos de acuerdo a la dimensión de la partícula.

Tipo de material	Dimensión de las partículas
Grava	75 mm – 4.75 mm.
Arena	Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm.
	Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm.
	Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm.
Material fino	Limo 0.075 mm – 0.005 mm.
	Arcilla No mayor a 0.005 mm.

Fuente: MTC-2013.

B. Índice de grupo

Es aquel que esta normado por AASHTO de uso corriente para la clasificación de suelos por lo que trata en gran parte en los Límites de Atterberg. El índice de grupo del suelo se define a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Índice de grupo.

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd) \dots (2)$$

Para:

- a= F-35 donde F es igual al porcentaje que pasa por el tamiz N° 200 – 74 micras.
- b= F-15.
- c= LL-40, donde LL es igual al límite líquido.
- D= IP-10, donde IP es índice de plasticidad.

El índice de grupo es aquel resultado positivo que se encuentra en relación de 0 a 20. Cuando el IG es hallado y es negativo, se considera 0. EL índice 0 explica que es un suelo muy bueno y el índice es mayor o igual a 20 por lo que es un suelo no aplicable para caminos. (pág. 38)

Tabla 4. Clases de suelos de acuerdo al índice de Grupo.

Índice de grupo	Suelo de Subrasante
IG mayor a 9	Muy pobre.
IG se encuentra entre 4 a 9.	Pobre.
IG se encuentra entre 2 a 4.	Regular.
IG se encuentra entre 1 a 2.	Bueno.
IG se encuentra entre 0 a 1.	Muy bueno.

Fuente: MTC-2013.

C. Clasificación de los suelos

Obteniendo las propiedades del suelo, de acuerdo a los capítulos anteriores, se logra evaluar con exactitud el comportamiento de los suelos, principalmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo y después clasificar los suelos.

La clasificación de los suelos se determinará con el sistema detallando en la tabla, por lo que la clasificación llega a pronosticar el comportamiento de los suelos, por lo que colaborará a delimitar los sectores semejantes desde un punto de vista geotécnico. (pág. 39)

Tabla 5. Correlación de las clases de suelos ASHTO – SUCS

Clases de suelos AASHTO	Clases de suelos SUCS
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, CP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers.

2.2.8. Método Marshall para diseño de mezclas - - agregado (ASTM D1559).

(INSTITUTE ASPHALT, 2014) menciona que el método Marshall de diseño de mezcla se utiliza casi en todas partes en el mundo. Es el método de diseño de mezcla predominante para pavimentos de vías y aeropuertos. (pág. 29)

Este ensayo es realizado a la mezcla asfáltica, para determinar el contenido óptimo de asfalto, para poder garantizar la suficiente estabilidad y así mismo

las exigencias del servicio sin desplazamientos o distorsiones, un buen recubrimiento de partículas para lograr un pavimento durable incluyendo el factor de compactación. (Camargo Chavez, 2010)

Según, (ASPHALT INSTITUTE, 1997) para una sola gradación de agregados seleccionada, se utilizan cinco diferentes contenidos de asfalto que se prueban según criterios volumétricos y de resistencia para seleccionar el contenido óptimo de asfalto.

Los resultados de la prueba siempre deben informar el promedio de tres mezclas idénticas compactadas. La selección del contenido de asfalto, también depende del tráfico, clima y experiencia con materiales locales utilizados.

En la mayoría de los casos, se debe utilizar un porcentaje de asfalto, que permita tener un 4 por ciento de vacíos de aire.

El procedimiento para el método Marshall comienza con la preparación de los especímenes de prueba. Los pasos preliminares para la preparación de la muestra son:

- Todos los materiales propuestos para el uso cumplen con los requisitos físicos de las especificaciones del proyecto.
- Las combinaciones de agregados cumplen con los requisitos de gradación de las especificaciones del proyecto.
- Con el fin de realizar análisis de densidad y vacíos, se determina la gravedad específica de todos los agregados utilizados en la mezcla y la gravedad específica del cemento asfáltico.

2.2.9. Método Abrasión los ángeles - ASTM C-535

- Según la NTP 422.019,2002, para obtener el porcentaje de desgaste, define lo siguiente:
- Se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5 mm (1 ½") y en la máquina de Los Ángeles.

Este método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva.

Tabla 6. Carga de abrasión y granulometría para la abrasión de los Ángeles

Pasa el tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometría de las muestras para ensayo (g)			
mm	alt	mm	alt	A	B	C	D
37.5	1/12"	25.0	1"	1250 ±25			
25	1"	19.0	3/4"	1250±25			
19	3/4"	05.5	1/2"	1250±10	2500±10		
12.5	1/2"	9.5	3/8"	1250±10	2500±10		
9.5	3/8"	6.3	1/4"			2500±10	
6.3	1 1/4"	4.75	N° 4			2500±10	
4.75	N° 4	2.36	N° 8				5000±10
TOTALES				5000±10	2500±10	5000±10	5000±10

Fuente: MTC, 2000.

Los agregados deben tener una resistencia a la desintegración mecánica siguiente:

Tabla 7. Clases de suelos de acuerdo a la dimensión de la partícula.

Guatemala: especificaciones generales para la construcción de puentes y carretas dado en la edición 2 001	35%
EE. UU: instituto de asfalto	Capas de base, intermedias y nivelación ≤50% Capa de desgaste ≤ 40%
EE. UU: superpave	35% a 45%
México STC	30%

Fuente: Recopilación de especificaciones de otros países en el tema de abrasión

2.3. Definición de términos

- a. **Abrasión:** Es la acción y efecto de desgastar por fricción, en los agregados gruesos una de sus propiedades físicas en las cuales su importancia es indispensable en el diseño de mezcla. (Sanchez Porras, pág. 25)
- b. **Asfalto:** El asfalto es una sustancia natural que se utilizaba como material de construcción en la antigua Mesopotamia. Casi todo lo que usamos hoy en día está hecho por el hombre. (Torres, pág. 29)
- c. **Sales solubles:** Las sales solubles son la consecuencia de la mezcla entre algunos elementos químicos, principalmente: Oxígeno (O), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K), Cloro (Cl), Azufre (S), Carbono (C) y Nitrógeno (N). (Consulting, 2018)
- d. **Mezcla asfáltica:** Una mezcla asfáltica en general es una combinación de asfalto y agregados minerales pétreos en proporciones exactas que se utiliza para construir firmes. (SANCHEZ, 2013)
- e. **Pavimento:** Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018, pág. 17)
- f. **Peso específico:** Es la fuerza de la gravedad sobre el objeto y se puede definir como el producto de la masa por la aceleración de la gravedad. (Hyperphysics, 2014)
- g. **Propiedades y características mecánicas:** Se define a las propiedades y características mecánicas en cuanto a la resistencia que tienen y su debida a la aplicación de fuerzas externas sobre este, todo ello determinado bajo condiciones controladas de ensayos. (Ghelber Isaac, 2021)
- h. **Resistencia:** La capacidad de un sólido para soportar presiones y fuerzas aplicadas sin quebrarse, deformarse o sufrir deterioros. (Zanchetta, 2014)
- i. **Secado:** El secado tiene la finalidad de eliminar el agua agregada en la fase de moldeado de esta manera, poder pasar a la fase de cocción. (Franco Alirio, 2008)
- j. **Sobrecarga:** Consiste en el peso de la carga móvil aplicada, correspondiente al peso de los camiones, coches y peatones. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018, pág. 22)

k. Vehículo: Todo medio capaz de desplazarse que sirve para transportar personas o mercancías y que se encuentra comprendido dentro de la clasificación vehicular del Anexo I del Reglamento Nacional de Vehículos. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018, pág. 22)

l. Vía: Camino, arteria o calle, que comprende la plataforma y sus obras complementarias. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018, pág. 23)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La adición de porcelanato molido a la mezcla asfáltica en caliente, cambia de manera positiva las propiedades y características mecánicas, Huancayo 2021.

2.4.2. Hipótesis específica

- a) La adición de porcelanato molido en la mezcla asfáltica en caliente cambia de manera positiva la estabilidad, Huancayo 2021.
- b) El porcelanato molido disminuye el desgaste de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2021.
- c) La incorporación de porcelanato molido en la mezcla asfáltica en caliente altera considerablemente el contenido de asfalto de la mezcla, Huancayo 2021.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable independiente (X)

Porcelanato molido

Según (CasaRosselló, 2018) nos dice que el porcelanato es un producto de alta resistencia mecánica y química. Pero debido a sus desechables partes ya sea por tiempo de uso o algunos restos de sobra, utilizan como una opción de volverlo a reutilización en distintas formas.

b) Variable dependiente (Y)

Propiedades y características mecánicas

Se refiere al ensayo o inspección del material entonces esto se definen como aquellas que determinan la capacidad o aptitud para resistir fuerzas externas, ya que se entiende por fuerza externa cualquier carga aplicada por un agente no propio del material, ajeno o externo que puedan alterar su tamaño, dimensión o la deforme. (Pérez Méndez, 2010)

Mezcla asfáltica caliente

Estos tipos de mezclas contribuyen a mejorar su comportamiento de durabilidad a corto y mediano plazo pero es necesario siempre continuar con la evaluación del comportamiento de estas mezclas frente a cargas dinámicas. (Santamaría Chipana, 2020)

2.5.2. Definición operacional de la variable

a) Variable independiente (X)

Porcelanato molido

El Porcelanato molido se operacionaliza mediante sus dimensiones:

- ✓ D1: Dosificación
- ✓ D2: Peso específico

A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en indicadores.

b) Variable Dependiente (Y)

Propiedades y características mecánicas

Las propiedades y características mecánicas se operacionaliza mediante sus dimensiones:

- ✓ D1: Estabilidad
- ✓ D2: Desgaste

Mezcla asfáltica en caliente

La mezcla caliente asfáltica se operacionaliza mediante sus dimensiones:

- ✓ D1: Flujo
- ✓ D2: Contenido de asfalto

A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.

2.5.3. Operacionalización de variables

***Tabla 8.** Operacionalización de variables.*

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
						1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Porcelanato molido	Según (CasaRosselló, 2018) nos dice que el porcelanato es un producto de alta resistencia mecánica y química.	El Porcelanato molido se operacionaliza mediante sus dimensiones:	Dosificación	Porcentaje	Calculo numérico		X			
		- D1: Dosificación. - D2: Peso específico.								
		A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en indicadores.	Peso específico	Referencias	Ficha técnica					X
2: Variable Dependiente Propiedades y características mecánicas	Se refiere al ensayo o inspección del material entonces esto se definen como aquellas que determinan la capacidad o aptitud para resistir fuerzas externas, ya que se entiende por fuerza externa cualquier carga aplicada por un agente no propio del material, ajeno o externo que puedan alterar su tamaño, dimensión o la deforme. (Pérez Méndez, 2010)	Las propiedades y características mecánicas se operacionaliza mediante las siguientes dimensiones:	Estabilidad	Marshall	Prensa Marshall					X
		- D1: Estabilidad - D2: desgaste								
		A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en un indicador.	Desgaste	Cántabro	Máquina abrasión los ángeles					
2: Variable Dependiente Mezcla asfáltica en caliente	Estos tipos de mezclas contribuyen a mejorar su comportamiento de durabilidad a corto y mediano plazo. Sin embargo, es necesario siempre continuar con la evaluación del comportamiento de estas mezclas frente a cargas dinámicas. (Santamaría Chipana, 2020)	La Mezcla asfáltica en caliente se operacionaliza mediante las siguientes dimensiones:	Flujo	Marshall	Prensa Marshall					X
		D1: Flujo D2: Contenido de asfalto								
		A su vez estas disponen un indicador	Contenido de asfalto	Análisis granulométrico	Tamices					X

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

El método de investigación para la actual tesis es el método científico; es el procedimiento planteado que se sigue en la investigación para descubrir las formas de existencia de los procesos objetivos, para desentrañar sus conexiones internas y externas, para generalizar y profundizar los conocimientos así adquiridos, para llegar a demostrarlos con rigor racional y para comprobarlos en el experimento y con las técnicas de su aplicación. (Ramón Ruiz, 2007)

La investigación iniciará con la observación directa de todos los hechos dados, en este caso se verá de la mezcla asfáltica en caliente y la adición con el porcelanato molido.

Según estas consideraciones en la presente tesis se utilizará el ***método científico***.

3.2. Tipo de investigación

Según (Rodríguez, 2020) este tipo de investigación busca que el problema está establecido y es conocido por el investigador, por lo que utiliza la investigación para dar respuesta a preguntas específicas. (pág. 35),

En la presente tesis, se debe realizar una investigación aplicada para la evaluación del efecto que produce el porcelanato molido, por lo que después se realizará la investigación aplicada para desarrollar y aprobar su aplicación.

Según estas consideraciones, la presente investigación será de **tipo aplicativo**.

3.3. Nivel de la investigación

Según (Espinoza Montes, 2003), menciona que una investigación de nivel explicativo se centra en definir por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o bien por qué se relacionan dos o más variables, se encarga de buscar él porque del problema a través de la relación causa – efecto

Para este caso se describirá como se lleva a cabo la elaboración de la mezcla en caliente a lo que se les adicionará el porcelanato molido, como también se dará a conocer el tipo de ensayos a realizar.

El estudio por el nivel de profundidad será **nivel explicativo**.

3.4. Diseño de la investigación

Según (Sierra Bravo, 2014) La investigación Experimental, se asocia variables para predecir su comportamiento se ha pretendido establecer las causas de los fenómenos, generar un sentido de entendimiento teniendo en cuenta las características del estudio y la estructuración de la investigación como uno de los puntos fundamentales.

Se pretende establecer experiencias mediante el tratamiento en laboratorio para obtener el comportamiento de la variable independiente donde se manipula intencionalmente el porcentaje del porcelanato molido con el fin de asignar valores, medir la variable dependiente utilizando dos grupos, donde uno recibe el tratamiento experimental con porcelanato molido (grupo experimental) y el otro es una mezcla convencional (grupo control) por lo que permiten controlar la situación experimental sobre la producción de nuevas mezclas asfálticas en caliente y mediante la sistematización de los resultados se analizan y comprueban las hipótesis planteadas.

Según el análisis, el diseño que se empleará en la presente investigación será **diseño experimental**.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Según Valderrama Aparicio (2013), la población es el “conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados”. (pág. 182)

La presente investigación se desarrollará para 23 briquetas de mezcla asfáltica en caliente.

3.5.2. Muestra

Según Carrasco Díaz (2016), menciona que la muestra “Es un fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población”. (pág. 237)

Se evaluará el comportamiento a diferentes dosificaciones de 5%, 10%, 15% Y 20% de porcelanato molido, en proporciones concernientes de los agregados.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según (Chavez, 2008) se define como una técnica de recolección de datos que permite acumular y sistematizar información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva a la investigación.

La observación tiene la ventaja de facilitar la obtención de datos lo más próximos a como estos ocurren en la realidad; pero, esto tiene la desventaja de que los datos obtenidos se refieren solo a un aspecto del fenómeno observado.

3.6.1. Técnicas

Según (Vásquez Vélez, 2011) las técnicas, son los medios empleados para recolectar información, entre las que destacan la observación, cuestionario, entrevistas, encuestas, entre otros.

3.6.2. Instrumentos

Según (Vásquez Vélez, 2011), “define como una ayuda o una serie de elementos que el investigador construye con la finalidad de obtener información, facilitando así la medición de los mismos”.

En la presente investigación se aplicará como instrumento una **ficha técnica**.

3.7. Procesamiento de la información elaboración de ensayos

Según Giraldo Huertas (2016), manifiesta que: El procesamiento de la información tiene como fin generar datos agrupados y ordenados que faciliten al investigador el análisis de la información según los objetivos, hipótesis y preguntas de la investigación construidas.

Para el análisis de los datos se utilizará la siguiente técnica de investigación: Se trabajará cuadros y figuras estadísticas. - Las figuras y cuadros servirán para presentar en forma ordenada el análisis de las variables. Se usarán los siguientes softwares spss - 23, Excel, que permitirán procesar datos obtenidos con los instrumentos de recolección.

3.7.1. Ensayo granulométrico (NTP 400.012)

3.7.1.1. Materiales y equipos

- Una balanza. Con sensibilidad de 0.1 g para pesar material
- Tamices de malla cuadrada
- 75 mm (3"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4,76 mm (N° 4), 2,00 mm (N° 10), 0,840 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N° 200).
- Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes:
- 75 mm (3"), 37.5 mm (1-½"), 19.0 mm (¾"), 9.5 mm (3 /8"), 4.75 mm (N° 4), 2.36 mm (N° 8), 1.10 mm (N° 16), 600 mm (N° 30), 300 mm (N° 50),150 mm (N° 100), 75 mm (N° 200).

- Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9 \text{ }^\circ\text{F}$). • Envases, adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- Cepillo y brocha, para limpiar las mallas de los tamices.

3.7.1.2. Procedimiento

- Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0.1 g.
- Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9 \text{ }^\circ\text{F}$). Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.
- Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.
- Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200) con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.
- Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9 \text{ }^\circ\text{F}$) y se pesa.

3.7.2. Ensayos de Marshall (MTC E 504)

3.7.2.1. Materiales y equipos

- Balanza de precisión
- Tamices, NTP 350.001
- Agregado fino y grueso
- Horno
- Bandejas
- brocha

3.7.2.2. Procedimiento para evaluación del método Marshall

En el método Marshall, cada espécimen compactado, debe ser evaluado y analizado a través de:

- Determinación de altura del espécimen.

- Determinación de la gravedad específica Bulk.
- Análisis de densidad y vacíos.
- Prueba de estabilidad y flujo.

3.7.3. Ensayo de abrasión los ángeles (NTP 400.019)

3.7.3.1. Materiales y equipos

- Esferas (carga abrasiva) un juego de esferas de acero de 45 a 50 mm de diámetro.
- Mallas de todos los números.
- Máquinas de los ángeles, de dimensión especificada
- Charolas rectangulares
- Cucharon
- Horno de termostato que mantenga una temperatura de 105±5°C
- Balanza de capacidad de 20kg

3.7.3.2. Procedimiento

Este ensayo es una medida de la degradación de un agregado mineral de graduación estándar, resultado de una combinación de acciones incluyendo la abrasión o desgaste, impacto y trituración en un tambor de acero rotatorio que contiene un número específico de esferas de acero, dependiendo en número de la granulometría de la muestra de ensayo. Al girar el tambor, el plato de la repisa recoge el espécimen de ensayo y las esferas de acero, cargándolas alrededor hasta que son lanzadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de impacto y triturado.

3.8. Técnica y análisis de datos

La información bibliográfica utilizada para el desarrollo de la presente tesis se obtuvo a partir del análisis documental. Además, se emplearon fichas de recolección de datos para recolectar la información y hacer anotaciones de los ensayos realizados. También se tuvo en cuenta que se utilizó la técnica de la observación en su conjunto con la ficha de recolección de datos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

4.1.1. Análisis granulométrico de los agregados

En el análisis granulométrico del agregado fino se realizó la granulometría de la arena natural, arena chancada.

Tabla 9. Granulometría de arena natural

TAMIZ	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°10	N°16	N°30	N°40	N°50	N°80	N°100	N°200
Promedio	100	100	100	100	100	83.5	80.6	71.8	56.9	41.3	24.3	12.1	9.6	6.4
Máximo	100	100	100	100	100	84.2	81.5	72.5	57.5	42.1	25.9	12.7	10	6.6
Mínimo	100	100	100	100	100	82.5	79.4	70.6	56.1	40.3	23.5	11.4	9.1	6.0
Desv.Estandar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.1	1.0	0.7	0.9	1.4	0.7	0.5	0.3
Varianza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.2	1.1	0.5	0.8	1.9	0.4	0.2	0.1
Coefficiente Variación	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	1.4	1.5	1.3	2.2	5.7	5.4	4.8	5.0

Tabla 10. Granulometría de arena chancada

TAMIZ	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°10	N°16	N°30	N°40	N°50	N°80	N°100	N°200
Promedio	100	100	100	100	97.90	79.9	76.3	61	43.1	35.5	28.8	21.3	18.9	13.5
Máximo	100	100	100	100	98.3	83.3	79.6	64.4	45.9	38.2	30.6	22.4	19.3	13.8
Mínimo	100	100	100	100	97.5	76.7	73	57.7	40.7	33.3	27.2	20.0	18.3	13.1
Desv.Estandar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.3	3.3	3.4	2.6	2.5	1.7	1.2	0.5	0.4
Varianza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	10.9	10.9	11.2	6.8	6.1	2.9	1.5	0.3	0.1
Coefficiente Variación	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	4.1	4.3	5.5	6.1	7.0	5.9	5.7	2.7	2.8

En el análisis granulométrico del agregado grueso se realizó la granulometría de la piedra chancada 1/2" y la piedra chancada de 3/4".

Tabla 11. Granulometría de la piedra chancada 1/2"

TAMIZ	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°10	N°16	N°30	N°40	N°50	N°80	N°100	N°200
Promedio	100	100	100	81.4	3.40	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Máximo	100	100	100	82.5	3.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
mínimo	100	100	100	80	3.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Desv.Estandar	0.0	0.0	0.0	1.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Varianza	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Coefficiente Variación	0.0	0.0	0.0	1.6	5.9	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8

Tabla 12. Granulometría de la piedra chancada 3/4"

TAMIZ	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°10	N°16	N°30	N°40	N°50	N°80	N°100	N°200
Promedio	100	100	43.4	25.2	1.20	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Máximo	100	100	44.7	26.1	1.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Mínimo	100	100	41.6	24.4	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Desv.Estandar	0.0	0.0	1.6	0.9	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Varianza	0.0	0.0	2.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Coefficiente Variación	0.0	0.0	3.7	3.4	13.1	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7

4.1.2. Caracterización de los agregados

En la caracterización del agregado fino se realiza los ensayos de equivalente de arena, peso específico, absorción, durabilidad al sulfato de magnesio, sales solubles en agregados, material fino pasante al tamiz N°200, cuyos resultados se obtuvo.

Tabla 13. Caracterización del agregado fino

CARACTERISTICAS	RESULTADO	UNID
Equivalente de arena	61.0	%
Peso específico	2.539	g/cm ³
Absorción	0.882	%
Durabilidad al sulfato de magnesio	2.85	%
Sales solubles en agregados	0.450	%
Material fino pasante al Tamiz N°200	6.28%	%

En la caracterización del agregado grueso se realiza los ensayos de durabilidad al sulfato de magnesio, abrasión de los ángeles,

partículas chatas y alargadas, caras fracturadas, sales solubles en agregados, peso específico, absorción cuyos resultados obtenidos son.

Tabla 14. Caracterización del agregado grueso

CARACTERISTICAS	CANTIDAD	RESULTADO
Durabilidad al sulfato de magnesio	% de pérdidas corregidas	0.21
Abrasión de los ángulos	% de desgaste	17.6
Partículas chatas y alargadas	% de partículas	1.89
Caras fracturadas (Una)	% de una cara fracturada	98.0
Caras fracturadas (Dos)	% de dos caras fracturadas	96.8
Sales solubles en agregados	% de sales solubles	0.060
Peso específico	g/cm ³	2.527
Absorción	%	0.596

4.1.3. Caracterización de los agregados con adición de porcelanato

4.1.3.1. Sales solubles con adición de porcelanato

La evaluación de las sales solubles se realiza de la muestra del agregado convencional y con la adición del porcelanato según las dosificaciones de 5%, 10%, 15% y 20%, cuyos resultados obtenidos se muestra a continuación.

Tabla 15. Sales solubles con porcelanato

Sales solubles		% de variación
Convencional	0.060	0.00
5% de porcelanato	0.120	1.00
10% de porcelanato	0.090	0.50
15% de porcelanato	0.090	0.50
20% de porcelanato	0.060	0.00

En la tabla 15 se puede evidenciar al adicionar el 5% de porcelanato el porcentaje de variación de sales solubles es 1.00%, con 10% de porcelanato el porcentaje de variación es 0.50%, con 15% de porcelanato el porcentaje de variación es 0.50%, con 20% de porcelanato el porcentaje de variación es 0.060%.

4.1.3.2. Equivalente de arena con adición de porcelanato

La evaluación del equivalente de arena se realiza de la muestra del agregado convencional y con la adición del porcelanato según las dosificaciones de 5%, 10%, 15% y 20% cuyos resultados obtenidos se muestra a continuación.

Tabla 16. *Equivalente de arena con porcelanato*

Equivalente de arena		% de variación
Convencional	61.00	0.00
5% de porcelanato	62.00	0.02
10% de porcelanato	63.00	0.03
15% de porcelanato	64.00	0.05
20% de porcelanato	65.00	0.07

En la tabla 16 se puede evidenciar al adicionar el 5% de porcelanato el porcentaje de variación del equivalente de arena es 0.02%, con 10% de porcelanato el porcentaje de variación es 0.03%, con 15% de porcelanato el porcentaje de variación es 0.05%, con 20% de porcelanato el porcentaje de variación es 0.07%.

4.1.3.3. Durabilidad al sulfato de magnesio con adición de porcelanato

La evaluación de durabilidad al sulfato de magnesio se realiza de la muestra del agregado convencional y con la adición del porcelanato según las dosificaciones de 5%, 10%, 15% y 20% cuyos resultados obtenidos se muestra a continuación.

Tabla 17. *Durabilidad al sulfato de magnesio con porcelanato*

Durabilidad al sulfato de magnesio		% de variación
Convencional	0.21	0.00
5% de porcelanato	2.35	10.19
10% de porcelanato	2.13	9.14
15% de porcelanato	1.76	7.38
20% de porcelanato	1.81	7.62

En la tabla 17 se puede evidenciar al adicionar el 5% de porcelanato el porcentaje de variación de la durabilidad al sulfato de magnesio es 10.19%, con 10% de porcelanato el porcentaje de variación es 9.14%, con 15% de porcelanato el porcentaje de

variación es 7.38%, con 20% de porcelanato el porcentaje de variación es 7.62%.

4.1.3.4. Peso específico del agregado fino con adición de porcelanato

Tabla 18. *Peso específico con adición de porcelanato*

Porcentaje de porcelanato	Peso específico	% de variación	absorción	% de variación
Convencional	0.596	0.00	2.527	0.00
5% de porcelanato	2.638	3.43	0.361	-0.86
10% de porcelanato	2.639	3.43	0.361	-0.86
15% de porcelanato	2.617	3.39	0.140	-0.94
20% de porcelanato	2.609	3.38	0.060	-0.98

En la tabla 18 se puede evidenciar al adicionar el 5% de porcelanato el porcentaje de variación del peso específico es 3.43% y porcentaje de absorción es -0.86, con 10% de porcelanato el porcentaje de variación del peso específico es 3.43% y porcentaje de absorción es -0.86, con 15% de porcelanato el porcentaje de variación del peso específico es 3.39% y porcentaje de absorción es -0.94, con 20% de porcelanato el porcentaje de variación del peso específico es 3.38% y porcentaje de absorción es -0.98.

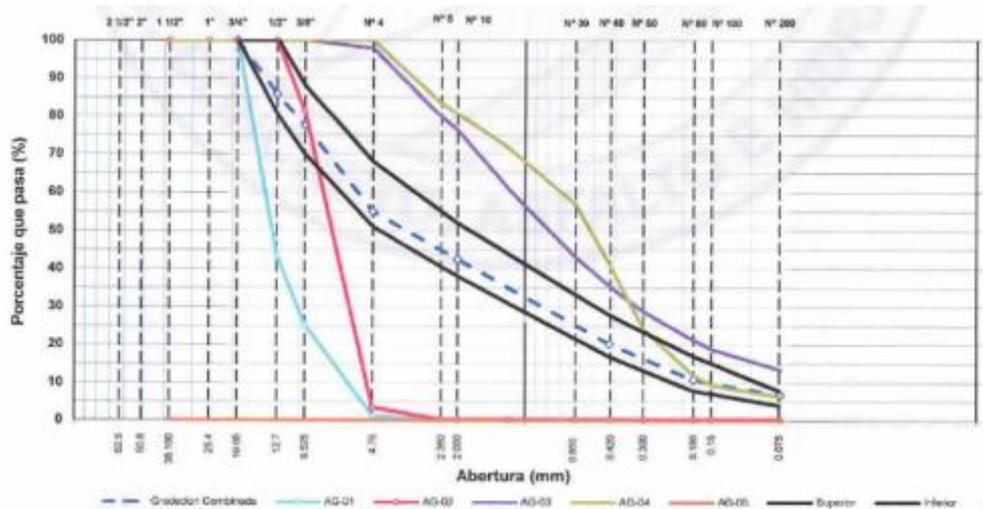
4.1.4. Granulometría del agregado global

Tabla 19. *Combinación granulométrica de los agregados*

Tamiz	Ag. 01 Grava 3/4"	Ag. 02 Grava 1/2"	Ag. 03 Arena Chancada	Ag. 04 Arena Natural	Combinación
1 1/2"	100	100	100	100	100.0
1"	100	100	100	100	100.0
3/4"	100	100	100	100	100.0
1/2"	43.4	100	100	100	85.9
3/8"	25.2	81.4	100	100	77.6
N°4	1.2	3.4	97.9	100	55.0
N°8	0.2	0.3	79.9	83.5	44.4
N°10	0.2	0.3	76.3	80.6	42.5
N°16	0.2	0.3	61.0	71.8	34.7
N°30	0.2	0.3	43.1	56.9	25.2
N°40	0.2	0.3	35.5	41.3	20.2
N°50	0.2	0.3	28.8	24.3	15.5
N°80	0.2	0.3	21.3	12.1	10.9
N°100	0.2	0.3	18.9	9.6	9.6
N°200	0.2	0.3	13.5	6.4	6.8

En la tabla 19 se evidencia el análisis granulométrico combinado cuyos resultados obtenidos fue como pasante en la malla 1/2" fue 85.9, en la malla 3/8" 77.6, N°4" 55.0, N°8" 44.4 finalmente en la malla N°200 el retenido fue de 6.8.

Figura 20. Curva granulométrica



En la presente figura se observa que la gradación de los agregados para el diseño de mezcla, dicha gradación cumple con los requerimientos de calidad según el manual de carreteras.

4.1.5. Ensayo Marshall

El ensayo de Marshall de las probetas cilíndricas de las mezclas se realizó con el objetivo ver la medición de la resistencia a la deformación plástica de probetas cilíndricas de mezclas asfálticas lo cual mediante la prensa Marshall se somete a esfuerzo para determinar su estabilidad y deformación (fluencia).

Tabla 20. Mezcla convencional

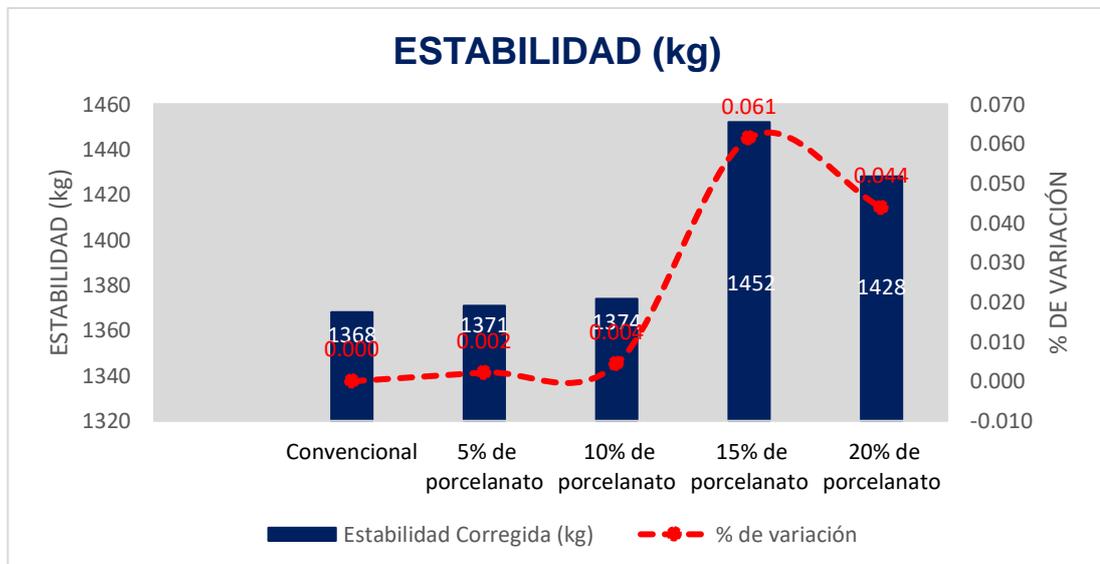
Mezcla asfáltica	Propiedades reológicas					
	Peso específico	Estabilidad Corregida (kg)	Flujo	V.M.A.	Vacíos	Vacíos llenos
C.A 5.0 %	2.318	1481	9.5	12.3	8.7	28.7
C.A 5.5 %	2.312	1509	10.5	13.0	4.7	63.5
C.A 6.0 %	2.310	1590	11.0	13.5	4.1	69.6
C.A 6.5 %	2.306	1275	12.9	14.1	4.0	72.0
C.A 7.0 %	2.305	1268	13.4	14.6	3.4	76.8
C.A 6.6 %	2.307	1368	13.5	14.1	3.3	76.7

Tabla 21. Mezcla asfáltica con porcelanato

Mezcla asfáltica	Peso específico	Propiedades reológicas				
		Estabilidad Corregida (kg)	Flujo	V.M.A.	Vacíos	Vacíos llenos
5% de porcelanato	2.300	1371	11.5	16.1	3.3	79.3
10% de porcelanato	2.294	1374	9.2	16.3	3.5	78.9
15% de porcelanato	2.275	1452	13.7	16.9	4.2	75.2
20% de porcelanato	2.283	1428	13.7	16.6	4.6	72.0

Según los resultados del diseño de Marshall con porcelanato de 5% se tienen un promedio de lectura de estabilidad de 1371 kg, un promedio de flujo de 11.5 mm, de V.M.A es 16.1 con porcelanato de 10% se tiene un promedio de lectura de estabilidad de 1374 kg, un promedio de flujo de 9.2 mm, de V.M.A es 16.3 con porcelanato de 15% se tiene un promedio de lectura de estabilidad de 1452 kg, un promedio de flujo de 13.7 mm, de V.M.A es 16.9, con porcelanato de 20% se tiene un promedio de lectura de estabilidad de 1428 kg, un promedio de flujo de 13.7 mm, de V.M.A es 16.6.

Figura 21. Porcentaje de variación de estabilidad con adición de porcelanato



En la figura 21, se evidencia que, con el 5% de adición de porcelanato la estabilidad se incrementa con un porcentaje de variación del 0.002

con valor de 1371 kg mientras que con 10% de porcelanato la estabilidad se incrementa hasta un 0.004% con valor de 1374 kg, con 15% de porcelanato la estabilidad se incrementa hasta un 0.061% con valor de 1453 kg, con 20% de porcelanato la estabilidad se incrementa hasta un 0.044% con valor de 1428 kg, finalmente se afirma que la mezcla asfáltica con 15% de porcelanato es idóneo para mejorar la estabilidad de la mezcla asfáltica.

4.1.6. Cántabro de pérdida por desgaste

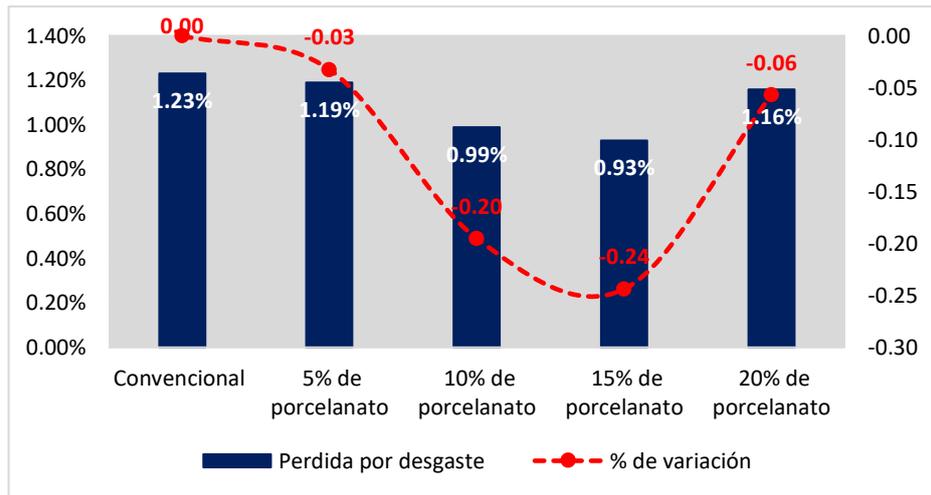
El presente ensayo se realizó mediante la elaboración de briquetas y solo con 50 golpes por cara y después se introdujo en la máquina de ensayo de los ángeles a una temperatura dada, seguidamente después de ello se pesa la muestra de la briqueta.

Tabla 22. Cántabro de pérdida por desgaste

% de porcelanato	Perdida por desgaste	% de variación
Convencional	1.23%	0.00
5% de porcelanato	1.19%	-0.03
10% de porcelanato	0.99%	-0.20
15% de porcelanato	0.93%	-0.24
20% de porcelanato	1.16%	-0.06

En la tabla 22 se observa el porcentaje de pérdida de las briquetas compactadas al introducir a la máquina de los ángeles lo cual en la muestra convencional tiene un porcentaje de pérdida de 1.23%, en los ensayos experimentales con 10% y 15% de adición de porcelanato se produce menor porcentaje de desgaste cuyos resultados de desgaste es menor al 1% aproximadamente.

Figura 22. Porcentaje de pérdida por desgaste con adición de porcelanato



En la figura se evidencia los resultados y porcentajes que varían al adicionar el porcelanato en la mezcla asfáltica en caliente, como se puede evidenciar con el 10% y 15% de porcelanato se produce un menor porcentaje de desgaste con un porcentaje de variación de -0.20 y -0.24, mientras que con el 5%, 20% de adición de porcelanato el porcentaje de desgaste en comparación al resultado de la muestra convencional es menor con un porcentaje de variación de -0.03% y -0.06%.

4.1.7. Lavado asfáltico

El ensayo de lavado asfáltico se realizó para saber el porcentaje de contenido de asfalto en la muestra preparada para el pavimento con adición de porcelanato de 5%, 10%, 15%, 20%.

Tabla 23. Resultados de lavado asfáltico

Convencional	Convencional	5% de porcelanato	10% de porcelanato	15% de porcelanato	20% de porcelanato
Hora de lavado	10:04am.	11:40am.	12:40pm	12:40pm	14:20
Peso del material sin lavar	1236.80	1234.00	1239.80	1239.80	1241.30
Peso de material lavado	1152.80	1146.80	1153.00	1157.30	1157.40
Peso del mat. Lavado + filler en el filtro	1155.00	1149.40	1155.20	1158.60	1159.00
Peso inicial del filtro	30.00	30.10	30.40	31.60	29.40
Peso final en filtro	32.20	32.70	32.60	32.90	31.00
Peso del filler en filtro	2.20	2.60	2.20	1.30	1.60
Peso del asfalto	81.80	84.60	84.30	81.20	82.30
Contenido de asfalto	6.61	6.86	6.80	6.55	6.63
Relación Polvo-Asfalto	0.98	1.03	0.97	1.32	1.52

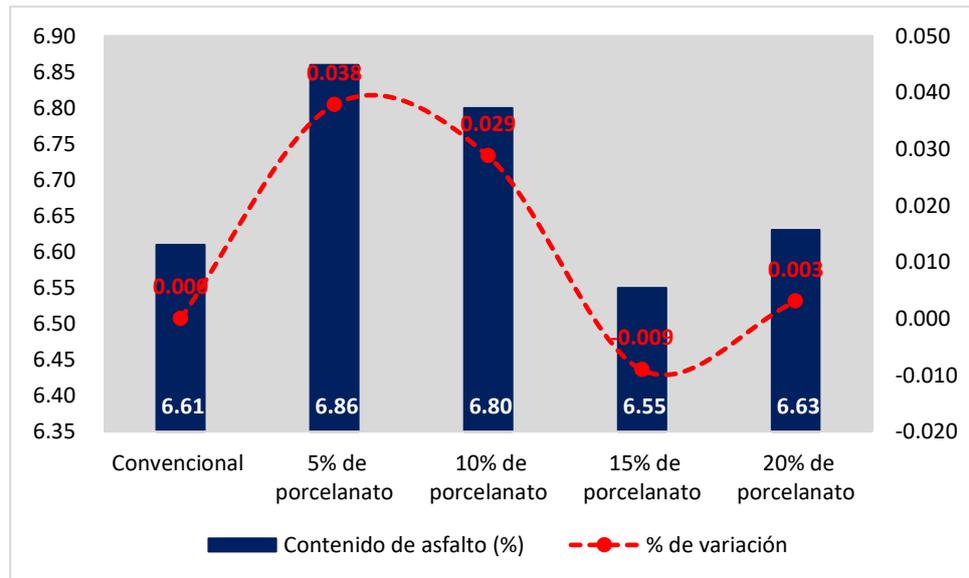
En la tabla 23 se observa que la muestra convencional contiene 6.61% de asfalto, la muestra experimental con 5% de porcelanato contiene 6.86% de asfalto, la muestra experimental con 10% de porcelanato contiene 6.80% de asfalto, la muestra experimental con 15% de porcelanato contiene 6.55% de asfalto y finalmente la muestra experimental con 20% de porcelanato contiene 6.63% de asfalto.

Tabla 24. Porcentaje de variación de contenido de asfalto

Porcentaje de porcelanato	Contenido de asfalto (%)	% de variación
Convencional	6.61	0.000
5% de porcelanato	6.86	0.038
10% de porcelanato	6.80	0.029
15% de porcelanato	6.55	-0.009
20% de porcelanato	6.63	0.003

En la tabla 24 se evidencia que la muestra experimental con menor contenido de asfalto es con la adición del 15% de porcelanato ya que el porcentaje de variación es -0.009% a la muestra convencional, mientras que con el 5% y 10% contienen 6.86 y 6.80 de asfalto, la muestra experimental con 20% de adición de porcelanato contiene casi la misma cantidad de asfalto de la muestra convencional ya que su porcentaje de variación es de 0.003%.

Figura 23. Porcentaje de contenido de asfalto con adición de porcelanato



En la figura se evidencia que al obtener los resultados de contenido de asfalto al realizar el lavado asfáltico con el 5% de adición de porcelanato se logró obtener mayor contenido de asfalto con un porcentaje de variación de 0.038% mientras que con el 10% el contenido de asfalto es casi similar al del 5% con un porcentaje de variación mínima que es el 0.029%, con el 15% y 20% de porcelanato al comparar con el resultado de la muestra convencional son casi similares el contenido de asfalto en las muestras ya que los resultados es de 6.61%, 6.55%, 6.63% y los porcentajes de variación al resultados de la muestra patrón es -0.009% y 0.003%.

Obtenida los resultados conforme a los objetivos planteados, se procede a realizar la prueba de hipótesis.

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Hipótesis General

Para la contrastación de la hipótesis general se realizó el análisis inferencial y así analizar en función a las hipótesis específicas que a continuación se especifica.

4.2.2. Hipótesis específico 1 (prueba del investigador)

La adición de porcelanato molido en la mezcla asfáltica en caliente cambia de manera positiva la estabilidad, Huancayo 2021.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis

Para la contrastación de esta hipótesis se realizó una comparación de los valores obtenidos en el ensayo del ensayo Marshall al realizar el análisis de las propiedades y características de la mezcla asfáltica con adición de porcelanato para lo cual se realizó un análisis comparativo de los resultados de la prueba del ensayo Marshall en la evaluación de la estabilidad para obtener cuál de las mezclas es el que mejor efecto produce en las propiedades y características de la mezcla asfáltica.

Hipótesis Nula (Ho): La adición de porcelanato molido en la mezcla asfáltica en caliente no cambia de manera positiva la estabilidad.

$$\mu E1 = \mu E2$$

Hipótesis Alternativa (Ha): La adición de porcelanato molido en la mezcla asfáltica en caliente cambia de manera positiva la estabilidad.

Existe al menos un $\mu E_i \neq \mu E$,

Donde μE , es (Estabilidad)

Prueba estadística

Dado que la variable de respuesta en la prueba de Marshall es cuantitativa y tenemos una variable independiente llamada factor categórico ordinal, queremos probar si las baldosas cerámicas en la mezcla asfáltica cambian positivamente la estabilidad del factor en la variable de respuesta, así como hablar de diseño factorial para lo cual se hizo una agrupación de 5 grupos que en este caso son las pruebas de estabilidad de la muestra convencional y la muestra convencional con adición de 5%, 10%, 15%, 20% de porcelanato por consiguiente, para probar las hipótesis se utilizará la prueba del Anova o la prueba de kruskall wallis si no cumple con la prueba de normalidad para comparar en cuál de los 5 grupos es el que mejora las propiedades y características de la mezcla asfáltica en caliente.

Requisitos para el ANOVA

Pruebe el supuesto de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk y pruebe la homogeneidad (homogeneidad de varianzas) con la prueba de Levene.

Los resultados de las pruebas de supuestos e hipótesis se realizaron con el programa estadístico SPSS v.25.

Si no se cumple el supuesto de normalidad, se aplica la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis..

Si no se prueba la homocedasticidad, se aplica la prueba T3 de Dunnett en lugar de la prueba de rango posterior de Tukey.

Consideraciones de las pruebas:

- Para cada ensayo independientemente se realizarán las pruebas de hipótesis.
- Se asume un valor de significancia de 0,05 para todas las pruebas y se acepta la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba realizada es mayor que el valor de significancia asumido.

Análisis inferencial de la determinación de estabilidad

Tabla 25. Estabilidad de la mezcla asfáltica

Mezcla asfáltica	Estabilidad Corregida (kg)
Convencional	1368
5% de porcelanato	1371
10% de porcelanato	1374
15% de porcelanato	1452
20% de porcelanato	1428

Prueba de supuesto de normalidad de estabilidad

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 26. Prueba de normalidad de estabilidad

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	% de porcelanato	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad (kg)	Convencional	,367	3	.	,793	3	,098
	5% de porcelanato	,345	3	.	,839	3	,210
	10% de porcelanato	,301	3	.	,912	3	,424
	15% de porcelanato	,246	3	.	,970	3	,666
	20% de porcelanato	,346	3	.	,837	3	,206

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk da como resultado todos los valores de significación superiores a 0,05, por lo que aceptamos la hipótesis nula de que los datos son obtenidos en el ensayo Marshall los resultados de estabilidad, los datos provienen de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la estabilidad

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existe igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 27. Homogeneidad de varianzas para estabilidad

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene			
		gl1	gl2	Sig.	
Estabilidad (kg)	Se basa en la media	1,283	4	10	,340
	Se basa en la mediana	,185	4	10	,941
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,185	4	7,495	,939
	Se basa en la media recortada	1,121	4	10	,400

Los resultados de la prueba de igualdad de varianzas de Levene con base en la media muestran un valor de significancia (sig) mayor a 0.05, por lo que no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que las varianzas son iguales. Nivel de significancia del 5%.

Para procedemos a probar la hipótesis del investigador a través del ANOVA de un factor vemos las probaciones de los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas

Tabla 28. Prueba del Anova

ANOVA					
Estabilidad (kg)					
	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	18064,283	4	4516,071	74171,753	,000
Dentro de grupos	,609	10	,061		
Total	18064,892	14			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor a 0.05, por ende, se concluye que rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna lo cual se afirma que la adición de porcelanato molido en la mezcla asfáltica en caliente cambia de manera positiva la estabilidad.

4.2.3. Hipótesis específico 2 (prueba del investigador)

El porcelanato molido disminuye el desgaste de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2021.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis

Para la contrastación de esta hipótesis se realizó una comparación de los valores obtenidos en el ensayo cántabro de pérdida por desgaste al realizar el análisis de las propiedades y características de la mezcla asfáltica con adición de porcelanato para lo cual se realiza un análisis comparativo de los resultados de la prueba de la resistencia al desgaste para obtener cuál de las mezclas es el que es más resistente al desgaste en el análisis comparativo de las propiedades y características de la mezcla asfáltica.

Hipótesis Nula (Ho): El porcelanato molido no disminuye el desgaste de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2021.

$$\mu_{D1} = \mu_{D2}$$

Hipótesis Alternativa (Ha) El porcelanato molido disminuye el desgaste de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2021

Existe al menos uno/ $\mu_{Di} \neq \mu_{Dc}$,

Donde μ_{Dc} , es (desgaste)

Prueba estadística

Como la variable respuesta de las pruebas del ensayo de Cántabro de pérdida por desgaste es cuantitativa y hay un variable independiente llamado factores de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es si el porcelanato en la mezcla asfáltica cambia de manera positiva los factores en la variable respuesta, entonces estamos hablando de un diseño factorial para lo cual se hizo una agrupación de 5 grupos que en este caso son las pruebas de pérdidas por desgaste de la muestra convencional y la muestra con adición de 5%, 10%, 15%, 20% de porcelanato por consiguiente, para probar las hipótesis se utilizó la prueba del Anova o la prueba de Kruskal Wallis si no cumple con la prueba de normalidad para comparar en cuál de los 5 grupos es el que mejora las propiedades y características de la mezcla asfáltica en caliente.

Requisitos para el ANOVA

Pruebe el supuesto de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk y pruebe la homogeneidad (homogeneidad de varianzas) con la prueba de Levene.

Los resultados de las pruebas de supuestos e hipótesis se realizaron con el programa estadístico SPSS v.25.

Si no se cumple el supuesto de normalidad, se aplica la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Si no se prueba la homogeneidad de las varianzas, se aplica la prueba T3 de Dunnett en lugar de la prueba de rango posterior de Tukey.

Consideraciones de las pruebas:

- Las pruebas de hipótesis se realizarán por cada ensayo independientemente.
- Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba realizada es mayor al valor de significancia asumido

Análisis inferencial de la determinación del porcentaje de perdida por desgaste

Tabla 29. Resultados de pérdida por desgaste

% de porcelanato	Perdida por desgaste
Convencional	1.23%
5% de porcelanato	1.19%
10% de porcelanato	0.99%
15% de porcelanato	0.93%
20% de porcelanato	1.16%

Prueba de supuesto de normalidad para evaluar el porcentaje de perdida por desgaste

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 30. Prueba de normalidad de pérdida por desgaste

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	% de porcelanato	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desgaste (%)	Convencional	,175	3	.	1,000	3	1,000
	5% de porcelanato	,175	3	.	1,000	3	1,000
	10% de porcelanato	,175	3	.	1,000	3	1,000
	15% de porcelanato	,175	3	.	1,000	3	1,000
	20% de porcelanato	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk da como resultado todos los valores de significancia mayores a 0,05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y concluimos que los datos obtenidos para la pérdida por desgaste provienen de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la estabilidad

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existe igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 31. Homogeneidad de varianzas de pérdida por desgaste

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		de Levene	gl1	gl2	Sig.
Desgaste (%)	Se basa en la media	,000	4	10	1,000
	Se basa en la mediana	,000	4	10	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	4	10,00	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	4	10	1,000

Los resultados de la prueba de igualdad de varianzas de Levene con base en la media muestran un valor de significancia (sig) mayor a 0.05, por lo que no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que las varianzas son iguales. Nivel de significancia del 5%.

Una vez probado los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas procedemos a probar la hipótesis del investigador a través del ANOVA de un factor.

Tabla 32. Prueba del Anova de la pérdida por desgaste

ANOVA					
Desgaste (%)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,209	4	,052	52200,000	,000
Dentro de grupos	,000	10	,000		
Total	,209	14			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor a 0.05, por ende, se concluye que rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna lo cual se afirma que el porcelanato molido disminuye el desgaste de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2021.

4.2.4. Hipótesis específico 3 (prueba del investigador)

La incorporación de porcelanato molido en la mezcla asfáltica en caliente altera considerablemente el contenido de asfalto de la mezcla, Huancayo 2021.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis

Para la contrastación de esta hipótesis se realizó una comparación de los valores obtenidos en el ensayo de lavado asfáltico al realizar el análisis de las propiedades y características de la mezcla asfáltica con adición de porcelanato para lo cual se realizó un análisis comparativo así tener conocimiento sobre cuál de las mezclas es el que altera en contenido de asfalto en el análisis comparativo de las propiedades y características de la mezcla asfáltica.

Hipótesis Nula (Ho): La incorporación de porcelanato molido en la mezcla asfáltica en caliente no altera considerablemente el contenido de asfalto de la mezcla, Huancayo 2021.

$$\mu_{CA1} = \mu_{CA2}$$

Hipótesis Alterna (Ha) La incorporación de porcelanato molido en la mezcla asfáltica en caliente altera considerablemente el contenido de asfalto de la mezcla, Huancayo 2021.

Existe al menos uno/ $\mu_{CAi} \neq \mu_{CAc}$,

Donde μ_{CAc} , es (Contenido de asfalto)

Prueba estadística

Como la variable respuesta de las pruebas del ensayo de lavado asfáltico es cuantitativa y hay un variable independiente llamado

factores de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es si el porcelanato en la mezcla asfáltica cambia de manera positiva o no el porcentaje de contenido de asfalto de los factores en la variable respuesta, entonces estamos hablando de un diseño factorial para lo cual se hizo una agrupación de 5 grupos que en este caso son la muestra convencional y la muestra con adición de 5%, 10%, 15%, 20% de porcelanato por consiguiente, para probar las hipótesis se utilizará la prueba del Anova o la prueba de kruskall wallis si no cumple con la prueba de normalidad para comparar en cuál de los 5 grupos hay mayor contenido de asfalto al evaluar las propiedades y características de la mezcla asfáltica en caliente.

Requisitos para el ANOVA

Pruebe el supuesto de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk y pruebe la homogeneidad (homogeneidad de varianzas) con la prueba de Levene.

Los resultados de las pruebas de supuestos e hipótesis se realizaron con el programa estadístico SPSS v.25.

Si no se cumple el supuesto de normalidad, se aplica la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Si no se prueba la homocedasticidad, se aplica la prueba T3 de Dunnett en lugar de la prueba de rango posterior de Tukey.

Consideraciones de las pruebas:

- Las pruebas de hipótesis se realizarán por cada ensayo independientemente.
- Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba realizada es mayor al valor de significancia asumido.

Análisis inferencial de la determinación del contenido de asfalto

Tabla 33. Resultados de contenido de asfalto

Porcentaje de porcelanato	Contenido de asfalto (%)
Convencional	6.61
5% de porcelanato	6.86
10% de porcelanato	6.80
15% de porcelanato	6.55
20% de porcelanato	6.63

Prueba de supuesto de normalidad para la cantidad del contenido de asfalto

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 34. Prueba de normalidad de contenido de asfalto

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	% de porcelanato	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de asfalto (%)	Convencional	,175	3	.	1,000	3	1,000
	5% de porcelanato	,175	3	.	1,000	3	1,000
	10% de porcelanato	,175	3	.	1,000	3	1,000
	15% de porcelanato	,175	3	.	1,000	3	1,000
	20% de porcelanato	,253	3	.	,964	3	,637

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk da como resultado todos los valores de significación superiores a 0,05, por lo que aceptamos la hipótesis nula de que los datos son obtenidos en el lavado asfáltico provienen de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la estabilidad

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existe igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 35. Homogeneidad de varianzas del contenido de asfalto

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Contenido de asfalto (%)	Se basa en la media	,327	4	10	,854
	Se basa en la mediana	,143	4	10	,962
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,143	4	7,538	,961
	Se basa en la media recortada	,314	4	10	,862

Los resultados de la prueba de igualdad de varianzas de Levene con base en la media muestran un valor de significancia (sig) mayor a 0.05, por lo que no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que las varianzas son iguales. Nivel de significancia del 5%.

Una vez probados los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, se procede a probar la hipótesis del investigador con un ANOVA de una vía.

Tabla 36. Prueba del Anova del contenido de asfalto

ANOVA					
Contenido de asfalto (%)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,212	4	,053	417,763	,000
Dentro de grupos	,001	10	,000		
Total	,213	14			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor a 0.05, por ende se concluye que rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna lo cual se afirma que la incorporación de porcelanato molido en la mezcla asfáltica en caliente altera considerablemente el contenido de asfalto de la mezcla, Huancayo 2021.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados

5.1.1. Discusión de objetivo general

En relación al objetivo general las propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente se modifican con los porcentajes de adición de porcelanato ya que los resultados obtenidos en la caracterización de los agregados de la muestra convencional y porcentaje de adición de porcelanato con el 5%, 10%, 15% de porcelanato se obtuvo un porcentaje de variación de 1%, 0.50% y 0.50% en la determinación de las sales solubles y en la determinación del peso específico se obtuvo variaciones de 3.43%, 3.43%, 3.39% y 3.38% mientras que en el porcentaje de absorción se obtuvo -0.86%, -0.86%, -0.94% y 0.98% de variación, la durabilidad al sulfato de magnesio aumenta con la adición del porcelanato molido. De acuerdo con los resultados obtenidos durante la validación del análisis de tamaño de partícula MAC-2, el autor Aduato Orellana (2019) presenta seis combinaciones con adición mediante análisis de tamaño de partícula. El azúcar de ceniza sin refinar al 0,2 %, 0,5 %, 1,0 %, 2,0 %, 3,0 % y ,0 % cumple con el MAC establecido, dos parámetros que se muestran en la curva de tamaño de partícula a continuación.

5.1.2. Objetivo específico 1

En relación al primer objetivo específico al determinar la forma en cómo cambia la estabilidad se obtuvo que la estabilidad de la muestra convencional es de 1368 kg y en las muestras experimentales se obtuvo una estabilidad de 1371 kg, 1374 kg 1452 kg, 1428 kg lo cual se puede afirmar que el 15% y 20% de adición de porcelanato produce mayor estabilidad en la mezcla asfáltica dicha afirmación es de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio mostrados en los anexos, el autor Villarroel Cieza (2018) en su investigación titulado “ evaluación del porcelanato reciclado y dosificación en mortero de asentado sobre la resistencia a compresión, absorción, densidad y flujo, Trujillo 2017” citado como antecedentes nacional demostró que las resistencias que obtuvo fueron entre 341 kg/cm² a 343kg/cm² asimismo el autor Lau Marres (2019) en su investigación titulada “Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú, Lima – 2019” obtuvo en sus resultados con 1% de cenizas estabilidad de 1051 kg, con 2% de cenizas 1577.9 kg con 3% de cenizas de retama 1406.6 kg.

5.1.3. Objetivo específico 2

En relación al segundo objetivo específico, al determinar el efecto del porcelanato en la pérdida por desgaste se obtuvo que la muestra convencional tiene 1.23% de desgaste lo cual es mayor a los desgastes obtenidos en las muestras experimentales con adición de porcelanato ya que los porcentajes de variación obtenidos fue de -0.03%, -0.20%, -0.24%, -0.06%. Según los resultados obtenidos del autor (Matos Neyra, 2018) menciona que obtuvo una mejora al desgaste con el 7% de cenizas orgánica, asimismo según los resultados obtenidos del autor Mendoza Castillo (2018) en su investigación titulada “Estudio experimental sobre la adhesividad en seco y húmedo del mastico bituminoso fabricado con cenizas procedentes de la celulosa como filler de aportación, en función del método UCL basado en el ensayo de cántabro de desgaste” menciona que la mezcla asfáltica con CA-14 más filler de aportación presenta pérdidas de cántabro de 14,39% y con mezcla asfáltica con CA-24 más

filler de aportación presenta menor porcentaje de pérdida por desgaste cuyo resultado fue 4.7%.

5.1.4. Objetivo específico 3

En relación al tercer objetivo específico, al determinar la alteración del contenido del asfalto en las muestra convencional y muestras experimentales según la pruebas obtenidas se afirma que en la muestra convencional el contenido de asfalto presente es de 6.61%, mientras que en las muestras experimentales con adición de 5%, 10% y 20% el contenido de asfalto es mayor con un porcentaje de variación de 0.038%, 0.029% y 0.003% finalmente al adicionar el 15% de porcelanato el contenido de asfalto presente es menor con un porcentaje de variación de -0.009%, el autor (Gargate Alva & Huamani Sánchez, 2018) en su investigación titulada “Análisis comparativo de mezclas asfálticas con polímeros y tradicional para optimizar propiedades mecánicas en pavimento flexible - Lima, 2018” demostró que “al verificar los porcentajes de 4.4%, 4.9%, 5.4% y 5.9% tanto para asfalto convencional como para asfalto modificado con SBS podemos llegar al % óptimo de ligante asfáltico, aplicando las fórmulas correspondientes para cada tendencia partiendo del diagrama de % de vacíos en aire”.

CONCLUSIONES

- Se concluye que la adición de porcelanato modifica con mayor significancia en el peso específico, absorción, en la durabilidad al sulfato de magnesio y finalmente en el peso específico del agregado fino y asimismo hace que haya mayor contenido de arena en la muestra para la mezcla asfáltica.
- Se obtuvo modificaciones con mayor significancia al determinar la estabilidad en la mezcla asfáltica en la muestra convencional y el 15% y 20% de adición de porcelanato cuyos resultados son 13681 kg, 1452 kg, 1428 kg.
- Se concluye que la menor pérdida de cántabro por desgaste se produjo con el 10% y 15% de porcelanato, por ello se considera idóneo para mayor resistencia de la mezcla asfáltica.
- Finalmente se concluye que el mayor contenido de asfalto se encuentra en la mezcla con 5% y 10% de adición de porcelanato cuyos resultados es de 6.86% y 6.80% lo cual es mayor a lo que fue obtenido en la muestra convencional.

RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones similares se recomienda realizar un análisis comparativo de los desempeños en el tratamiento superficial de un pavimento en zonas donde hay mayor tránsito de vehículos pesados.
- Para los municipios locales, provinciales y personas naturales es recomendable reciclar materiales como el porcelanato para minimizar desmontes ya que generan impactos negativos dentro de la sociedad ya que al ser aplicado en distintas estructuras de construcción civil minimizamos la acumulación de desmontes.
- Se recomienda realizar un estudio de tratamientos superficiales en pavimentos flexibles con otro tipo de ligantes y/u otras alternativas para mayor durabilidad y mejor desempeño del pavimento flexible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adauto Orellana, R. E. (2019). Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente con adición de ceniza de caña de maíz. Tesis de Posgrado, Universidad Ricardo Palma, Escuela de Posgrado, Lima.
- Al-Bayati Hanaa Khaleel Alwan. (2019). Evaluation of Various Treatment methods for enhancing the properties of recycled concrete aggregate for hot mix asphalt. Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingenieria, Canada.
- Alejandro, Padilla Rodríguez. (s.f.). Mezclas Afálticas. Capitulo 3, 39-60.
- Anguas, P. G. (2004). Aspectos del diseño volumetrico de mezcla asfáltica . Metodo de diseño Mashmall, 3.
- ASPHALT INSTITUTE. (1997). "Mix Design Methods For Asphalt Concrete and Other Hot mix tipos. Lexington, Kentucky.: The Asphalt Institute,.
- Camargo Chavez, H. E. (2010). DIAGNÓSTICO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EMPLEADAS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DENSAS EN CALIENTE MDC-2. bogota.
- Candia Ponce, D. G., & Ccorahua Quispe, V. L. (2019). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA CON NTC (NANOTUBOS DE CARBONO) CON RESPECTO A UNA MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL, SEGÚN EL MÉTODO MARSHALL. Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Carrasco Díaz, S. (2016). Metodología de la Investigación.
- CasaRosselló. (2018). Catálogo Porcelanatos. CasaRosselló, 12.
- Celima. (07 de 2021). PROCESO DE FABRICACIÓN. Flyer, 1.
- Chavez. (2008).
- Chuman Aguirre, J. M. (2018). REUTILIZACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE ENVEJECIDO MEDIANTE EL EMPLEO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PARA PAVIMENTOS EN HUANCAYO 2016. Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes, Huancayo.
- Consulting, G. (2018). Sales solubles.
- Contreras Fajardo, R. (2016). peso unitario de los agregados y contenido de humedad . Los pesos Y el contenido de humedad, 8.

- Cruz Veliz, P. L. (2021). ANÁLISIS DE NUEVAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE UTILIZANDO MATERIAL ASFÁLTICO RECICLADO DE LA Av. ANDRÉS AVELINO CÁCERES - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN 2020. Tesis de pregrado, Universidad Continental, Huancayo.
- Fernández Bedoya, V. H. (17 de Julio de 2020). TIPOS DE JUSTIFICACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Espíritu Emprendedor TES 2020, 12. Recuperado el 3 de Junio de 2020
- Franco Alirio, V. C. (2008). Efecto de la osmodeshidratacion y secado.
- Gamarra, J. (2014). Peso unitario. Peso untario de los agregados, 3.
- Gargate Alva, F. M., & Huamaní Sánchez, J. N. (2018). "ANÁLISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLÍMEROS Y TRADICIONAL PARA OPTIMIZAR PROPIEDADES MECÁNICAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE - LIMA, 2018". Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Lima.
- Ghelber Isaac, R. V. (2021). Propiedades Fisicas y Mecanicas de los Suelos. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingenieria, Guatemala.
- Giraldo Huertas, J. J. (2016). Manual para los seminarios de Investigación en Psicología.
- Gómez, & Vidal. (2007). Contenido de humedad en el suelo .
- Higuera Mojica, N. D., & Morales Pacheco, J. D. (2021). "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE FABRICADAS CON RAP Y ESCORIAS DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO. Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás, Tunja.
- Hyperphysics. (2014).
- INACAP. (s.f.). Tecnología de los materiales. Unidad de aprendizaje Nª 2, 3.
- INSTITUTE ASPHALT. (2014). "Manual del Asfalto".
- Janco, Y. M. (2018). EL porcentaje de humedad en el suelo . contenido de humedad en el suelo , 9.
- Jiménez Rojano, C. E. (2018). "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIDAD Y LA DEFORMACIÓN DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO CON FIBRAS CELULOSAS Y PAVIMENTO ASFÁLTICO TRADICIONAL". Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Jose Julio. (19 de diciembre de 2020). Porcelanato molido y sus varaiables. Obtenido de El porcelanato .

- Juan Antenor, V. C. (2017). Evaluación del porcelnato reciclado y dosificación en mortero de asentado sobre la resistencia a compresión, absorción, densidad y flujo, Trujillo 2017. Trujillo.
- Landinez Saurith, A. J., Restrepo Piedrahita, G. A., & Lázaro Suárez, J. S. (2018). "ANÁLISIS FÍSICO-MECÁNICO DE MEZCLAS DENSAS EN CALIENTE MDC-19 CON ADICIÓN DE TIRAS DE GEOTEXTIL DE 1cm". Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Lau Marres, H. G. (2019). Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú, Lima – 2019. Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Lima.
- Méndez Álvarez, C. E. (2020). Metodología de la Investigación quinta edición. ALPHAEDITORIAL.
- Méndez, C. (2012). Inducción en la Investigación. Obtenido de Justificación de la Investigación.
- (2018). Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- (2018). Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- (2018). Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, M. (2013). Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima: 2 da edición.
- Morales Rosales, C. A. (2018). "Mezclas asfálticas en caliente utilizando asfalto modificado, revisión y propuesta de especificación". Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, Guatemala.
- Pérez Méndez, E. V. (2010). ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS PARA UN SUSTITUTO DE MADERA NATURAL ELABORADO A BASE DE PLÁSTICOS RECICLADOS. Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Porto Julián Pérez; Merino María. (2013).
- Porto, J. P., & Merino., M. (2015). Definición de porcelanato. Recuperado el 2022
- Quezada Osoria, S. E. (2017). Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación. Tesis de Pregrado, Universidad de Piura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Piura.
- Ramón Ruiz. (2007). EL MÉTODO CIENTÍFICO Y SUS ETAPAS. Iforme, México.
- Ramos, H. (29 de Octubre de 2019). ¿Cómo se hace un análisis granulométrico?

- Rivero Droguett, M. A. (2018). DISEÑO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA SUPERPAVE CON LA INCORPORACIÓN DE 25% DE PAVIMENTO ASFÁLTICO RECICLADO(RAP), MÁS ENSAYOS DE RUEDA DE HAMBURGO Y MÓDULO DE RIGIDEZ. Tesis de pregrado, Universidad Tecnica Federico Santa Maria, Chile.
- Rodriguez, D. (2020). Investigación aplicada: características, definición, ejemplos. Argentina: Lifeder.
- Sabino, C. (2008). EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.
- Sanchez Porras. (2015). Ensayo de Abrasion.
- SANCHEZ, J. R. (2013). Mezcla asfaltica.
- Santamaría Chipana. (2020). Durabiliada de las mezclas asfalricas en caliente con valvas de concha de abanico. Tesis de pregrado, Universidad de Piura, Piura.
- Santamaria Chipana, S. E. (2020). "Durabilidad de las mezclas asfalticas en caliente con valvas de concha de abanico". Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingenieria, Piura.
- Santamaría Chipana, S. E. (2020). "DURABILIDAD DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON VALVAS DE CONCHA DE ABANICO". Tesis de pregrado, Universidad de Piura, Piura.
- Sestructurista. (20 de diciembre de 2018). Ensayo de resistencia: determinación de la resistencia de un suelo mediante corte directo.
- Sierra Bravo, R. (2014). Técnicas de Investigación Social. Madrid.
- Torres, P. (2018). Definicion de asfalto .
- Tueros Davila, M. N. (2017). INCORPORACION DE POLVO DE CAUCHO EN MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE LA SUPEFICIE DE RODADURA FRENTE AL AHUELLAMIENTO EN LA CIUDAD DE HUANCAYO 2016. Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes, Huancayo.
- Valderrama Aparicio, P. F. (2013). MODELO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A LOS COSTES GLOBALES EN FASE DE POSTCONSTRUCCIÓN EN EDIFICIOS PLURIFAMILIARES DESTINADOS A ARRENDAMIENTO.
- Vásquez Vélez, L. A. (2011). "Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer

año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de cuenca". Tesis Pregrado, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA, Ambato.

Villarroel Cieza, J. A. (2018). "EVALUACIÓN DEL PORCELANATO RECICLADO Y DOSIFICACIÓN EN MORTERO DE ASENTADO SOBRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y FLUJO, TRUJILLO 2017". Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, Trujillo.

Zanchetta. (2014). RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y TRACCIÓN EN EL CONCRETO USANDO LADRILLO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO .

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia



“ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON PORCELANATO MOLIDO, PROVINCIA DE HUANCAYO, 2021”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuánto cambia las propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de porcelanato molido, Huancayo 2021?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar el cambio de las propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de porcelanato molido, Huancayo 2021.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La adición de porcelanato molido la mezcla asfáltica en caliente, cambia de manera positiva las propiedades y características mecánicas, Huancayo 2021.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Porcelanato molido</p>	<p>Dosificación</p>	<p>Porcentaje</p>	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Explicativo</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: El diseño de investigación utilizará un esquema Experimental, considerando que el análisis a realizar es demostrable en todo el proceso.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA:</p> <p>POBLACIÓN. La presente investigación se desarrollará para 23 briquetas de mezcla asfáltica en caliente.</p> <p>MUESTRA: Se evaluará el comportamiento a diferentes dosificaciones de 5%, 10%, 15% y 20% de porcelanato molido, en proporciones concernientes de los agregados.</p> <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS: - Recolección de datos</p> <p>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS: - Estadístico y probabilístico.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿De qué manera cambia la estabilidad de una mezcla asfáltica en caliente al adicionarle porcelanato molido, Huancayo 2021?</p> <p>b) ¿Cómo afecta el porcelanato molido en la pérdida por desgaste de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2021?</p> <p>c) ¿Cuál es la alteración que sufrirá en el contenido de asfalto la mezcla asfáltica en caliente adicionando porcelanato molido, Huancayo 2021?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Mostrar de qué manera cambia la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle porcelanato molido, Huancayo 2021.</p> <p>b) Determinar el efecto del porcelanato molido en el desgaste de una mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2021.</p> <p>c) Determinar la alteración que sufrirá en el contenido de asfalto la mezcla asfáltica en caliente adicionando porcelanato molido, Huancayo 2021.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>a) La adición de porcelanato molido en la mezcla asfáltica en caliente cambia de manera positiva la estabilidad, Huancayo 2021.</p> <p>b) El porcelanato molido disminuye el desgaste de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2021.</p> <p>c) La incorporación de porcelanato molido en la mezcla asfáltica en caliente altera considerablemente el contenido de asfalto de la mezcla, Huancayo 2021.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Propiedades y características mecánicas</p>	<p>Estabilidad</p>	<p>Marshall</p>	
			<p>Variable dependiente:</p> <p>Mezcla asfáltica en caliente</p>	<p>Desgaste</p>	<p>Cántabro</p>	
				<p>Flujo</p>	<p>Marshall</p>	
				<p>Contenido de asfalto</p>	<p>Análisis granulométrico</p>	

Anexo N°02: Panel fotográfico

1. Granulometría del agregado grueso (piedra triturada de 3/4")

Fotografía N° 1: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado grueso (piedra triturada de 3/4") según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).



Fuente: Elaboración propia

2. Granulometría del agregado grueso (piedra triturada de 1/2")

Fotografía N° 2: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado grueso (piedra triturada de 1/2") según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).



Fuente: Elaboración propia

3. Granulometría del agregado fino (arena triturada)

Fotografía N° 3: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado fino (arena triturada) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).



Fuente: Elaboración propia

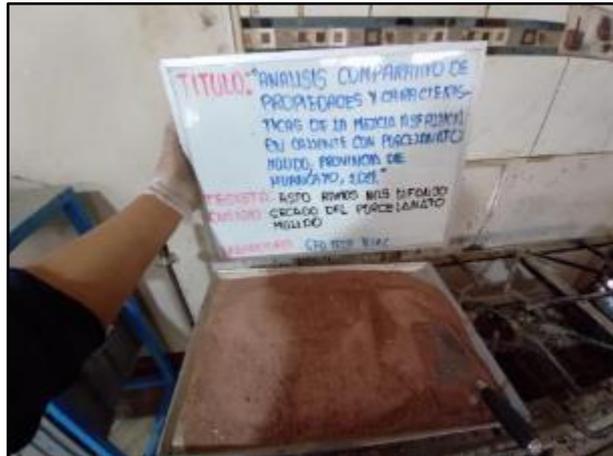
4. Granulometría del agregado fino (arena fina)

Fotografía N° 4: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para uso como agregados con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría del agregado fino (arena natural) según referencia de la norma (ASTM C 136 – AASHTO T 88).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 7: Secado del porcelanato molido para iniciar con la granulometría.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 8: Determinar la clasificación de los materiales propuestos para la granulometría del porcelanato molido con la selección de los tamices adecuados para la Granulometría global.



Fuente: Elaboración propia

7. Partículas chatas y alargadas

Fotografía N° 9: Determinar el peso requerido para ensayar cada partícula según referencia de la norma (ASTM D 4791-10).



Fuente: Elaboración propia

8. Abrasión los ángeles

Fotografía N° 10: Determinar la resistencia a la degradación por el método “B” utilizando 11 esferas con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 11: Determinar la resistencia a la degradación por el método “B” utilizando agregado de ½” y 3/4” con el peso de 2500, con la máquina de los ángeles mediante el ensayo de abrasión los ángeles, según referencia de la norma (ASTM C 131 – ASHTO T 96).



Fuente: Elaboración propia

9. Caras fracturadas

Fotografía N° 12: Determinar el porcentaje de masa del agregado grueso con partículas fracturadas, según referencia de la norma (ASTM D5821).



Fuente: Elaboración propia.

10. Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso

Fotografía N° 13: Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 14: Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).



Fuente: Elaboración propia

11. Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino

Fotografía N° 15: Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 16: Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).



Fuente: Elaboración propia

12. Sales solubles del agregado grueso

Fotografía N° 17: Determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones mediante el ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio, según referencia de la norma (ASTM C 88M-18 – AASHTO T 104).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 18: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración propia

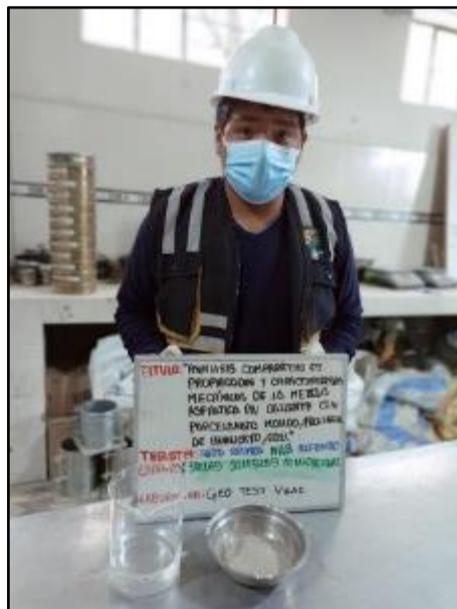
Fotografía N° 19: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (cristalización del aforo total de agua destilada en la muestra) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración propia

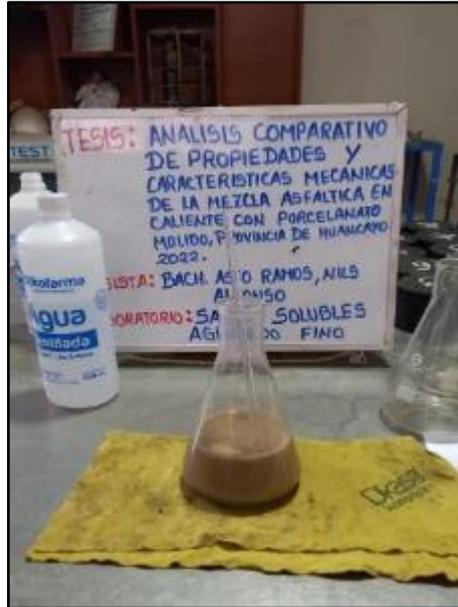
13. Sales solubles del agregado fino

Fotografía N° 20: Determinar el contenido al sulfatos de magnesio con el ensayo de sales solubles (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888)



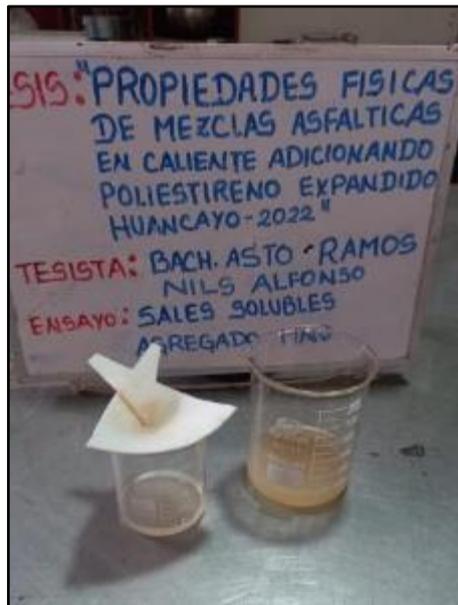
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 21: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (temperatura adecuada y el peso total de agua aforada más Baker) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 22: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles (cristalización del aforo total de agua destilada en la muestra) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración propia

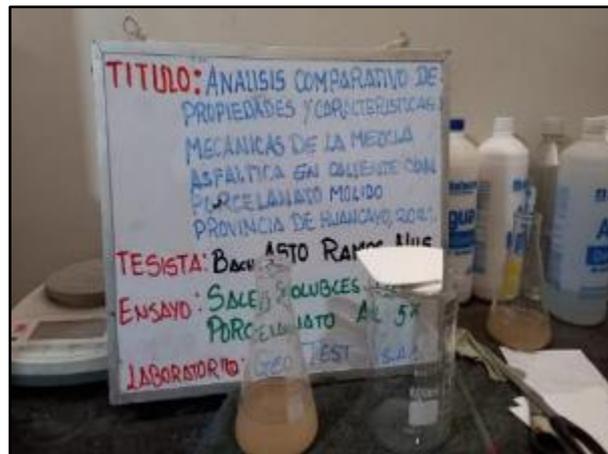
14. Sales solubles del agregado fino con el 5% de porcelanato molido

Fotografía N° 23: Determinar el contenido a sulfatos de magnesio con el ensayo de sales solubles con el 5% de porcelanato molido (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



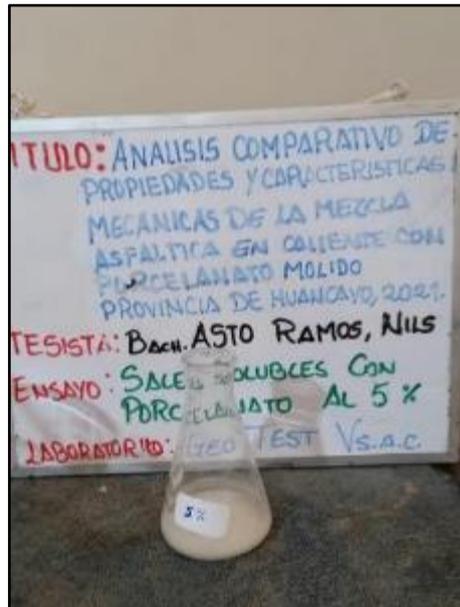
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 24: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles con el 5% de porcelanato molido (cristalización del aforo total de agua destilada en la muestra) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 25: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales con el 5% de porcelanato molido solubles (peso de sal y peso del biker con 300 ml seco) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración propia

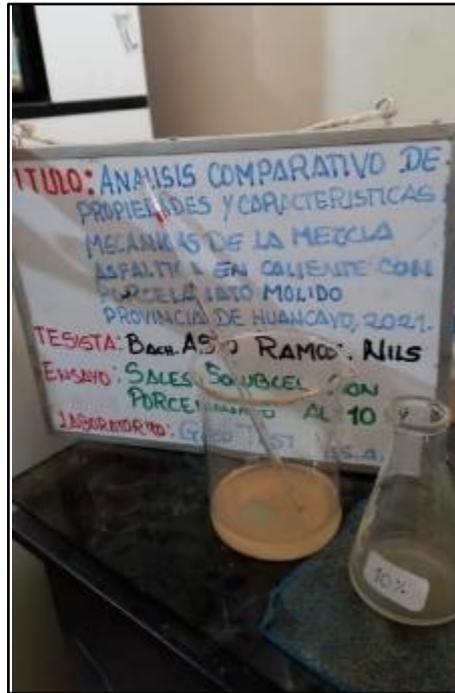
15. Sales solubles del agregado fino con el 10% de porcelanato molido

Fotografía N° 26: Determinar el contenido al sulfatos de magnesio con el ensayo de sales solubles con el 10% de porcelanato molido (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



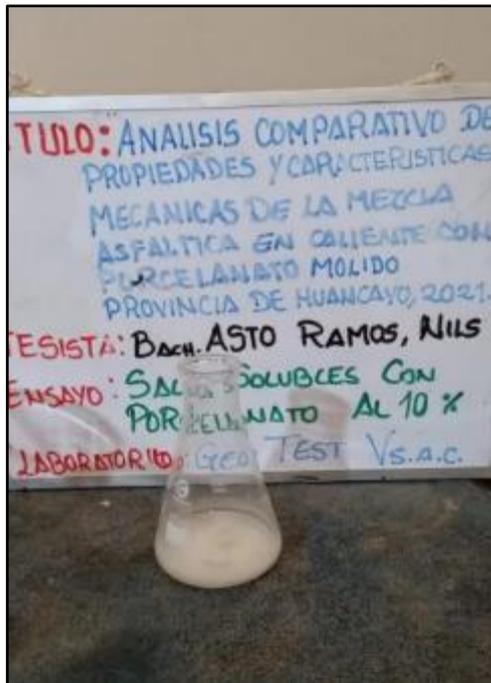
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 27: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles con el 10% de porcelanato molido (cristalización del aforo total de agua destilada en la muestra) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración propia

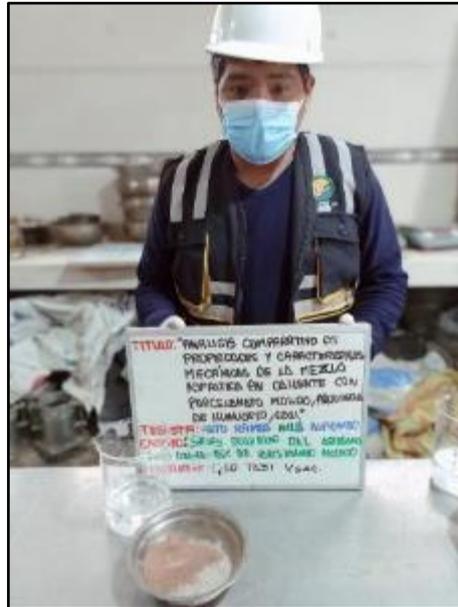
Fotografía N° 28: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales con el 10% de porcelanato molido solubles (peso de sal y peso del biker con 300 ml seco) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración propia

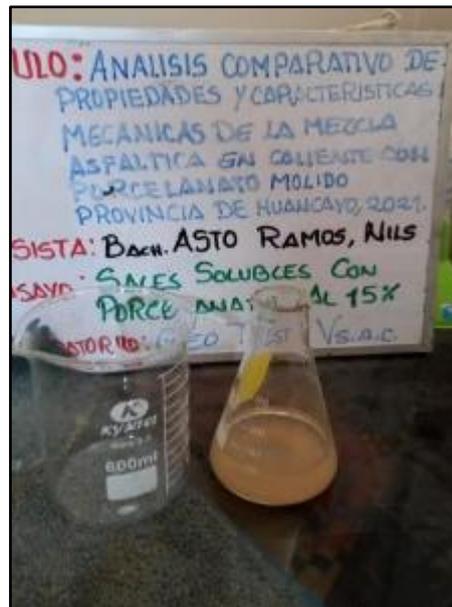
16. Sales solubles del agregado fino con el 15% de porcelanato molido

Fotografía N° 29: Determinar el contenido al sulfatos de magnesio con el ensayo de sales solubles con el 15% de porcelanato molido (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



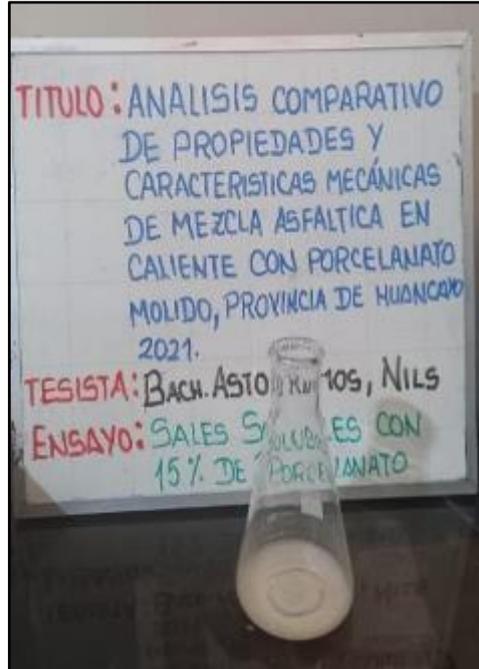
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 30: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles con el 15% de porcelanato molido (cristalización del aforo total de agua destilada en la muestra) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración propia

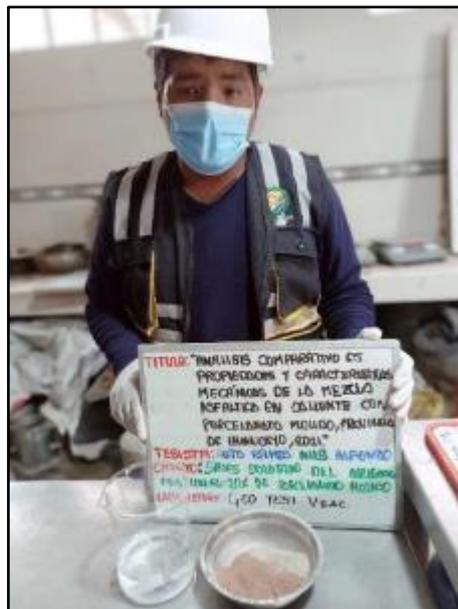
Fotografía N° 31: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales con el 15% de porcelanato molido solubles (peso de sal y peso del biker con 300 ml seco) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración propia

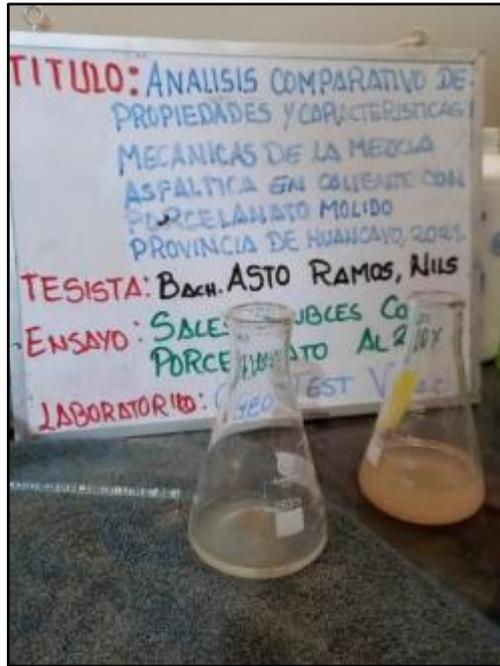
17. Sales solubles del agregado fino con el 20% de porcelanato molido

Fotografía N° 32: Determinar el contenido al sulfatos de magnesio con el ensayo de sales solubles con el 20% de porcelanato molido (peso del Baker, aforo total de agua y el volumen utilizado de agua destilada) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



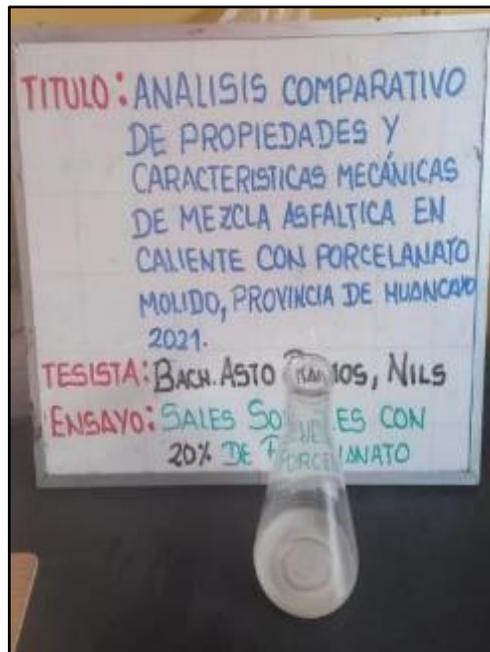
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 33: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales solubles con el 20% de porcelanato molido (cristalización del aforo total de agua destilada en la muestra) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 34: Determinar el contenido de cloruros y sulfatos con el ensayo de sales con el 20% de porcelanato molido solubles (peso de sal y peso del biker con 300 ml seco) según referencia de la norma (MTC E 219 – ASTM D 1888).



Fuente: Elaboración propia

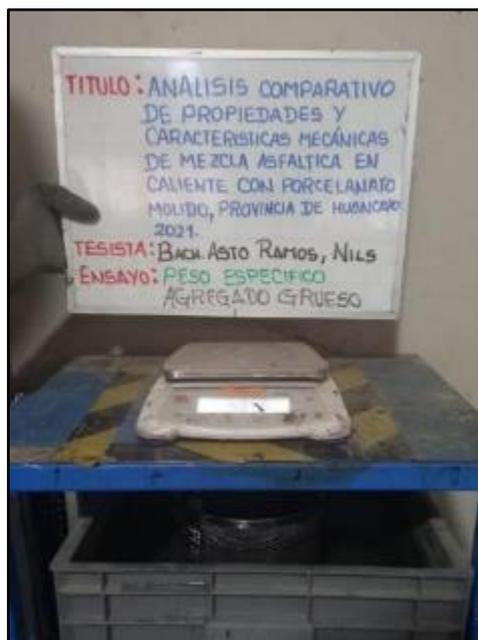
18. Peso específico del agregado grueso

Fotografía N° 35: Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico seco del agregado grueso, según referencia de la norma (ASTM C 127).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 36: Determinar la densidad de la masa mediante el ensayo del peso específico saturado del agregado grueso según la norma (ASTM C 127).



Fuente: Elaboración propia

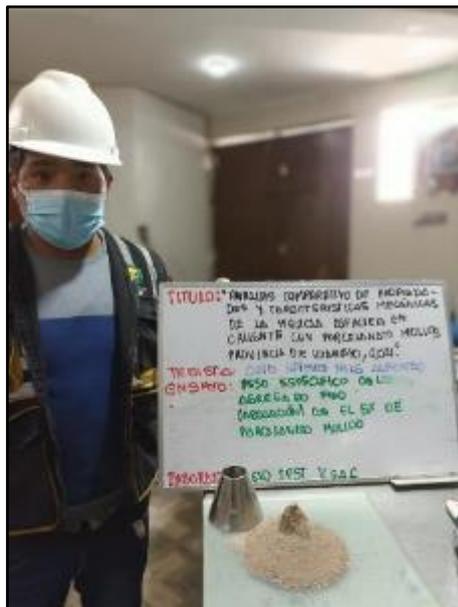
Fotografía N° 39: Determinar peso del agregado seco mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 128).



Fuente: Elaboración propia

20. Peso específico del agregado fino con el 5% de porcelanato molido

Fotografía N° 40: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino con el 5% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 41: Determinar el peso de la fiola + arena + agua con adición del 5% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 128).



Fuente: Elaboración propia

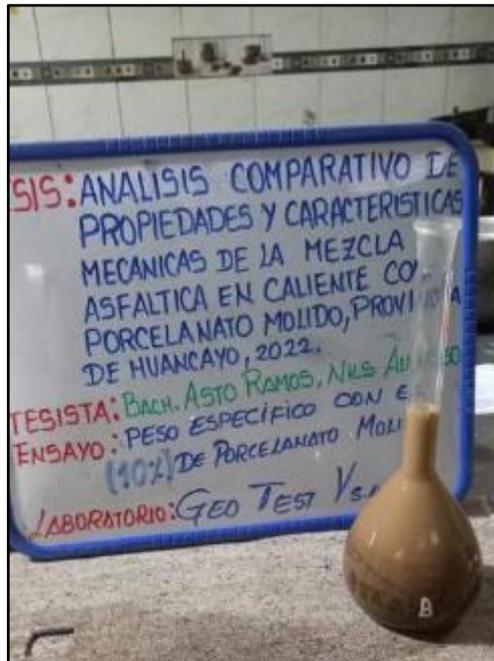
21. Peso específico del agregado fino con el 10% de porcelanato molido.

Fotografía N° 42: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino con el 10% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 43: Determinar el peso de la fiola + arena + agua con adición del 10% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 128).



Fuente: Elaboración propia

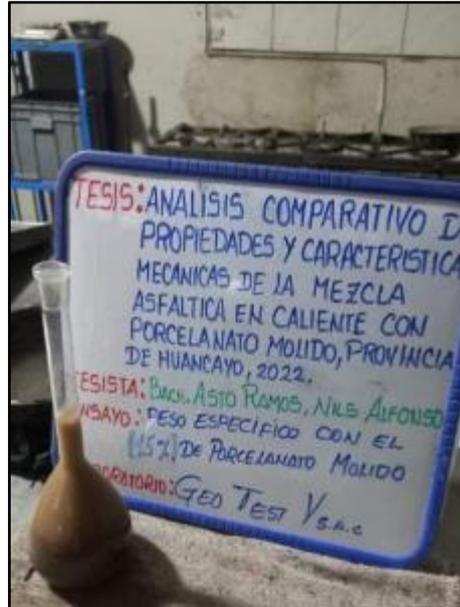
22. Peso específico del agregado fino con el 15% de porcelanato molido.

Fotografía N° 44: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino con el 15% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 45: Determinar el peso de la fiola + arena + agua con adición del 15% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 128).



Fuente: Elaboración propia

23. Peso específico del agregado fino con el 20% de porcelanato molido

Fotografía N° 46: Determinar la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino con el 20% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C128).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 47: Determinar el peso de la fiola + arena + agua con adición del 20% de porcelanato molido mediante el ensayo de peso específico del agregado fino según referencia de la norma (ASTM C 128).



Fuente: Elaboración propia

24. Equivalente de arena del agregado fino convencional

Fotografía N° 48: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación según referencia de la norma (ASTM D 2419 – 14)



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 49: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas, según referencia de la norma (ASTM D 2419 - 14).



Fuente: Elaboración propia

25. Equivalente de arena con el 5% de porcelanato molido

Fotografía N° 50: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación con el 5% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 – 14)



Fuente: Elaboración propia

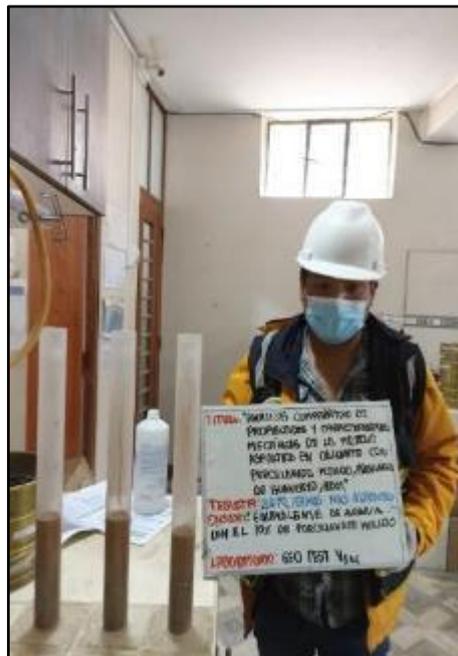
Fotografía N° 51: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas con el 5% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 – 14)



Fuente: Elaboración propia

26. Equivalente de arena con el 10% de porcelanato molido

Fotografía N° 52: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación con el 10% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 – 14)



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 53: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas con el 10% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 –14)



Fuente: Elaboración propia

27. Equivalente de arena con el 15% de porcelanato molido

Fotografía N° 54: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación con el 15% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 –14).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 55: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas con el 15% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 – 14)



Fuente: Elaboración propia

28. Equivalente de arena con el 20% de porcelanato molido

Fotografía N° 56: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la hora de saturación y decantación con el 20% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 – 14)



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 57: Determinar la cantidad de material para la limpieza mediante el ensayo de equivalente de arena la altura máxima de material fino y la altura máxima de la arena en pulgadas con el 20% de porcelanato molido, según referencia de la norma (ASTM D 2419 –14)



Fuente: Elaboración propia

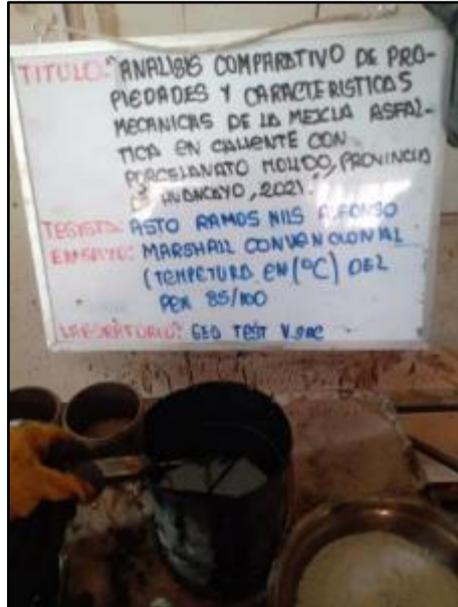
29. Ensayo Marshall convencional

Fotografía N° 58: Preparación del agregado hasta un peso constante en un horno a temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, con referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 59: El pen 85/100 a utilizar debe de estar a un rango de temperatura de mezcla recomendada para producir una buena viscosidad, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 60: Preparación y combinación del cemento asfáltico 85/100 y el agregado para hacer la mezcla asfáltica viscosidad, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 61: Mezcla del agregado y el cemento asfáltico hasta que todas las partículas del agregado estén revestidas, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 62: Compactación del espécimen convencional, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

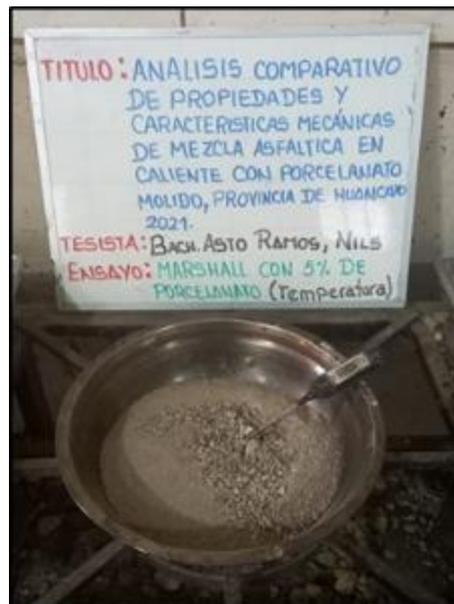
Fotografía N° 63: Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

30. Ensayo Marshall con el 5% de porcelanato molido

Fotografía N° 64: Preparación del agregado con el 5% de porcelanato molido, hasta un peso constante en un horno a temperatura de $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$, con referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 65: El pen 85/100 a utilizar debe de estar a un rango de temperatura de mezcla recomendada para producir una buena viscosidad, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



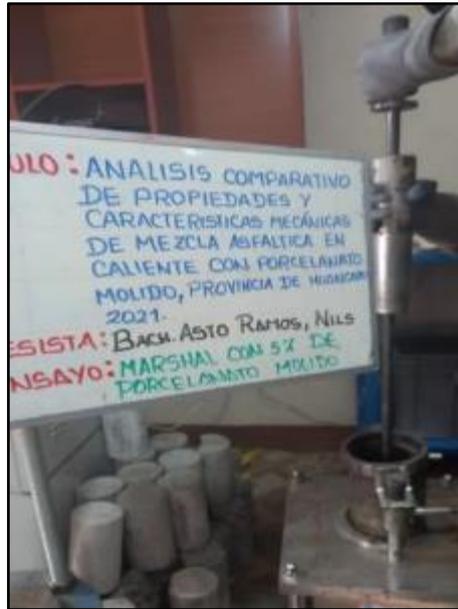
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 66: Mezcla del agregado con el 5% de porcelanato molido y el cemento asfáltico hasta que todas las partículas del agregado estén revestidas, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 67: Compactación del espécimen con el 5% de porcelanato molido, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

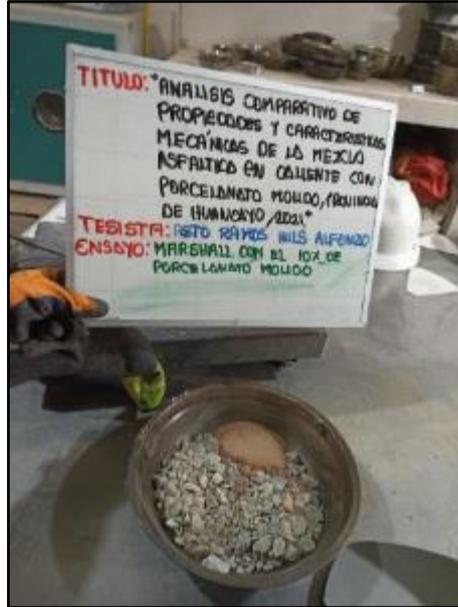
Fotografía N° 68: Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

31. Ensayo Marshall con el 10% de porcelanato molido

Fotografía N° 69: Preparación del agregado con el 10% de porcelanato molido, hasta un peso constante en un horno a temperatura de $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$, con referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 70: El pen 85/100 a utilizar debe de estar a un rango de temperatura de mezcla recomendada para producir una buena viscosidad, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 71: Mezcla del agregado con el 10% de porcelanato molido y el cemento asfáltico hasta que todas las partículas del agregado estén revestidas, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 72: Compactación del espécimen con el 10% de porcelanato molido, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

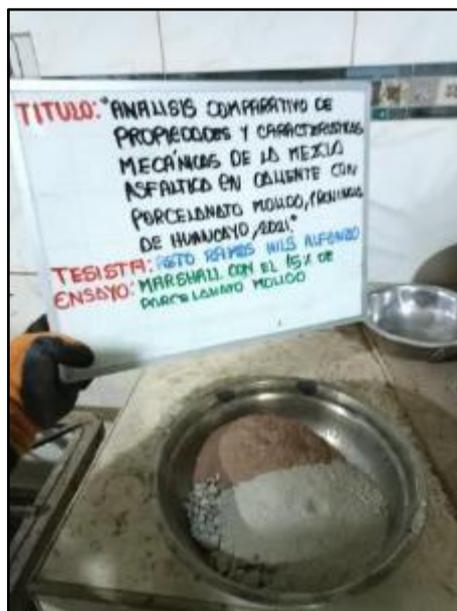
Fotografía N° 73: Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

32. Ensayo Marshall con el 15% de porcelanato molido

Fotografía N° 74: Preparación del agregado con el 15% de porcelanato molido, hasta un peso constante en un horno a temperatura de $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$, con referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 75: El pen 85/100 a utilizar debe de estar a un rango de temperatura de mezcla recomendada para producir una buena viscosidad, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 76: Mezcla del agregado con el 15% de porcelanato molido y el cemento asfáltico hasta que todas las partículas del agregado estén revestidas, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 77: Compactación del espécimen con el 15% de porcelanato molido , por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

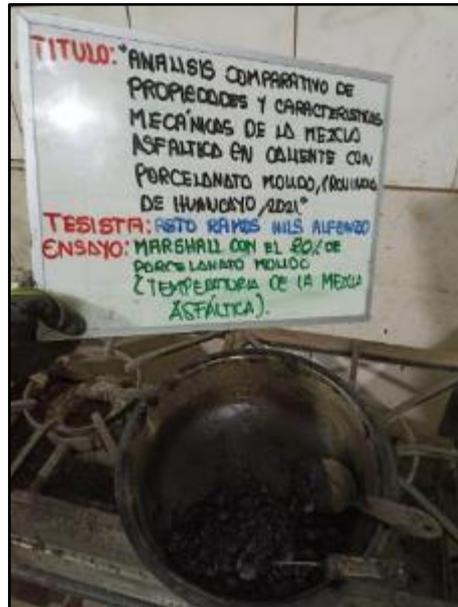
Fotografía N° 78: Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes , según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

33. Ensayo Marshall al 20% con porcelanato molido

Fotografía N° 79: Mezcla del agregado con el 20% de porcelanato molido y el cemento asfáltico hasta que todas las partículas del agregado estén revestidas, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 80: Compactación del espécimen con el 20% de porcelanato molido, por cara 75 golpes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 81: Después de completar la compactación las briquetas esperamos un día para poder desmoldar las briquetas que fueron extraídas de los moldes, según referencia de la norma ASTM D 6926 -20.



Fuente: Elaboración propia

34. Peso específico del espécimen convencional

Fotografía N° 82: El día del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, se pesa para poder conservar el peso con los vacíos libres, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 83: Medidas de la briqueta, se toma en referencia la altura y ancho del molde para poder ser calculados con la variante de los vacíos, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 84: Luego del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

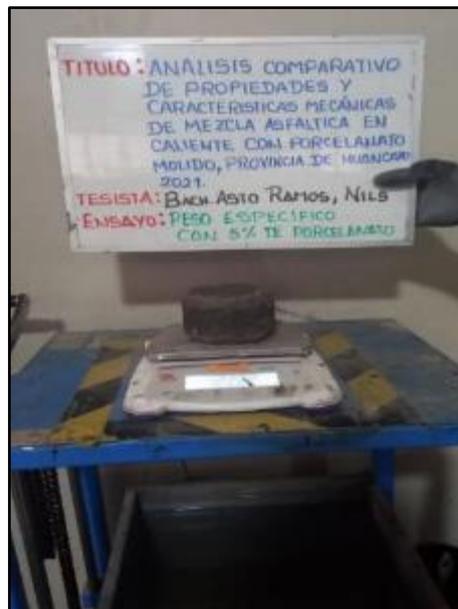
Fotografía N° 85: Continuamente al tener el peso suspendido de la briqueta al agua, se continúa observando y dejando libre de materiales extraños, que se puso al momento de compactar, se vuelve a secar el exceso de agua aparente para que se pueda saber el volumen con los vacíos copados, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

35. Peso específico del espécimen con el 5% de porcelanato molido

Fotografía N° 86: El día del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños, se pesa para poder conservar el peso con los vacíos libres del espécimen con el 5% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 87: Medidas de la briqueta, se toma en referencia la altura y ancho del molde para poder ser calculados con la variante de los vacíos del espécimen con el 5% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

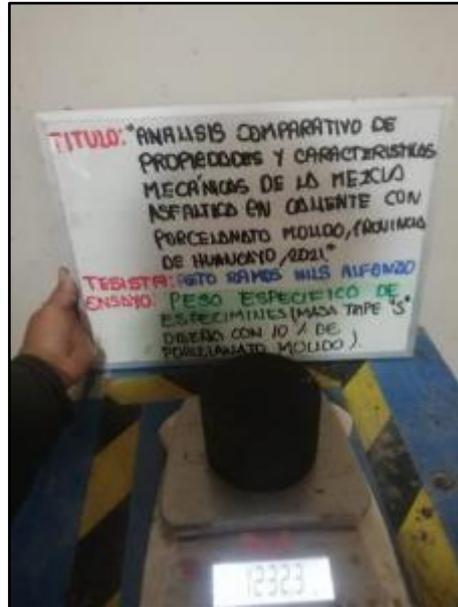
Fotografía N° 88: Luego del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido del espécimen con el 5% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

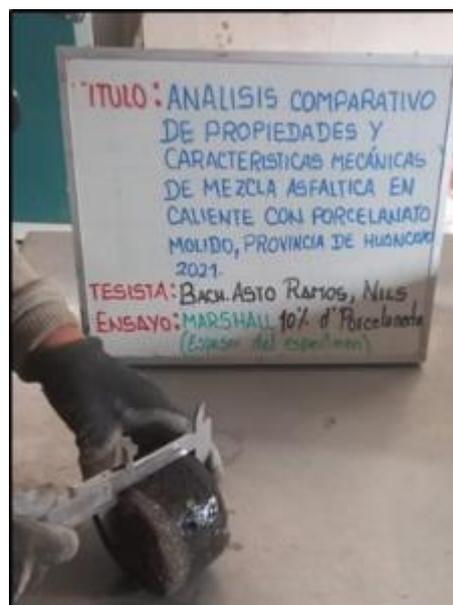
36. Peso específico del espécimen con el 10% de porcelanato molido

Fotografía N° 89: El día del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, se pesa para poder conservar el peso con los vacíos libres del espécimen con el 10% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



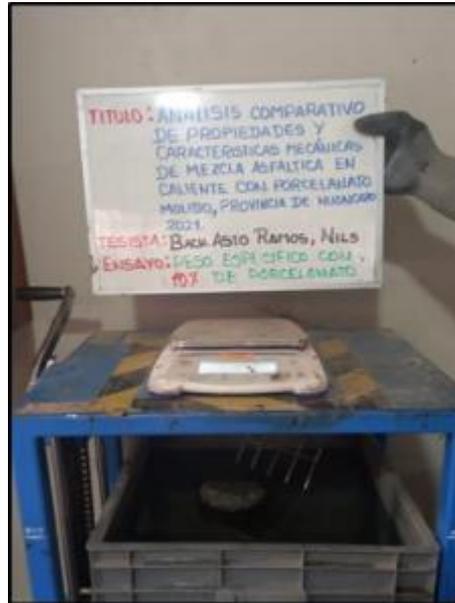
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 90: Medidas de la briqueta, se toma en referencia la altura y ancho del molde para poder ser calculados con la variante de los vacíos del espécimen con el 10% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 91: Luego del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido del espécimen con el 10% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

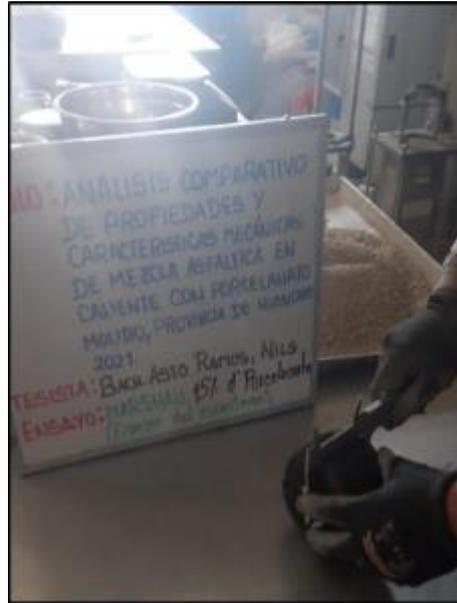
37. Peso específico del espécimen con el 15% de porcelanato molido

Fotografía N° 92: El día del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, se pesa para poder conservar el peso con los vacíos libres del espécimen con el 15% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 93: Medidas de la briqueta, se toma en referencia la altura y ancho del molde para poder ser calculados con la variante de los vacíos del espécimen con el 15% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 94: Luego del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido del espécimen con el 15% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

38. Peso específico del espécimen con el 20% de porcelanato molido

Fotografía N° 95: El día del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, se pesa para poder conservar el peso con los vacíos libres del espécimen con el 15% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 96: Medidas de la briqueta, se toma en referencia la altura y ancho del molde para poder ser calculados con la variante de los vacíos del espécimen con el 15% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 97: Luego del desmolde cuando la briqueta ya está fría, y libre de materiales extraños como el papel, que se puso al momento de compactar, se sumerge al agua y se mesa con una canastilla especial mientras está suspendido del espécimen con el 15% de porcelanato, según la referencia de la norma ASTM D 1188-07.



Fuente: Elaboración propia

39. Baño maría convencional

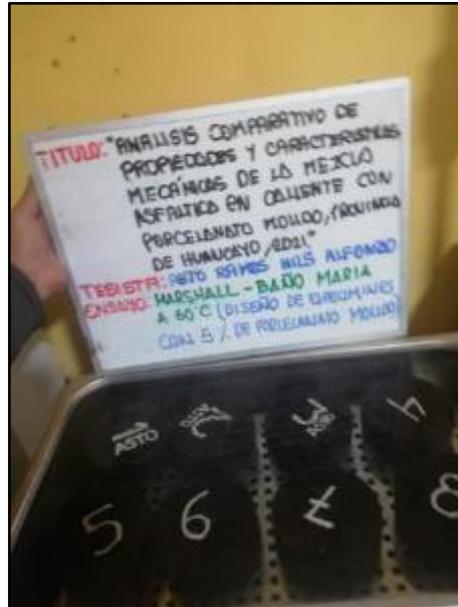
Fotografía N° 98: El ensayo de los especímenes en el baño maría es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60°C para que puedan resistir el Pen y los agregados, según la referencia de la norma ASTM D 6927.



Fuente: Elaboración propia

40. Baño María con el 5% de porcelanato molido

Fotografía N° 99: El ensayo de los especímenes en el baño maria es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60°C para que puedan resistir el Pen y los agregados, según la referencia de la norma ASTM D 6927.



Fuente: Elaboración propia

41. Baño María con el 10% de porcelanato molido

Fotografía N° 100: El ensayo de los especímenes en el baño maria es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60 °C para que puedan resistir el Pen y los agregados, según la referencia de la norma ASTM D 6927.



Fuente: Elaboración propia

42. Baño María con el 15% de porcelanato molido

Fotografía N° 101: El ensayo de los especímenes en el baño maria es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60 °C para que puedan resistir el Pen y los agregados, según la referencia de la norma ASTM D 6927.



Fuente: Elaboración propia

43. Baño María con el 20% de porcelanato molido

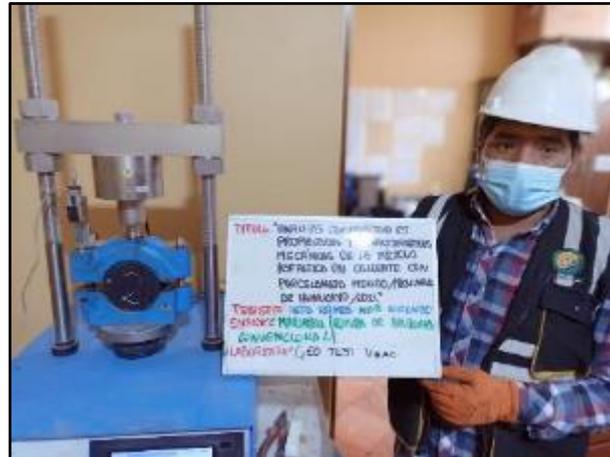
Fotografía N° 102: El ensayo de los especímenes en el baño maria es usado para el calentamiento de una temperatura constante de 60 °C para que puedan resistir el Pen y los agregados, según la referencia de la norma ASTM D 6927.



Fuente: Elaboración propia

44. Rotura de especímenes con la prensa Marshall convencional, 5%, 10% y 15% con porcelanato molido.

Fotografía N° 103: Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto cargadas en dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 104: Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto con el 5% de porcelanato molido cargadas en dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 105: Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto con el 10% de porcelanato molido cargadas en dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 106: Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto con el 15% de porcelanato molido cargadas en dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 107: Prueba de estabilidad y flujo Marshall cubre las mediciones de la resistencia del pavimento de asfalto con el 20% de porcelanato molido cargadas en dirección perpendicular del cilindro, según la referencia de la norma ASTM D 6927 – 15.



Fuente: Elaboración propia

45. Lavado asfáltico convencional

Fotografía N° 108: Calculo en la balanza de la mezcla asfáltica cuantitativamente, según referencia de la norma MTC E 502.



Fuente: Elaboración propia

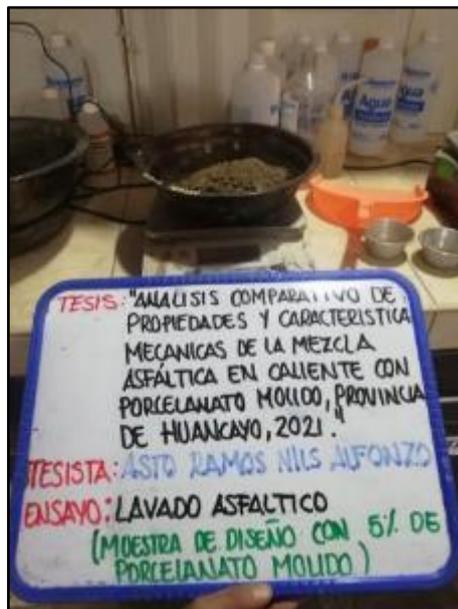
Fotografía N° 109: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.



Fuente: Elaboración propia

46. Lavado asfáltico con el 5% de porcelanato molido

Fotografía N° 110: Calculo en la balanza de la mezcla asfáltica cuantitativamente con el 5% del porcelanato molido, según referencia de la norma MTC E 502.



Fuente: Elaboración propia

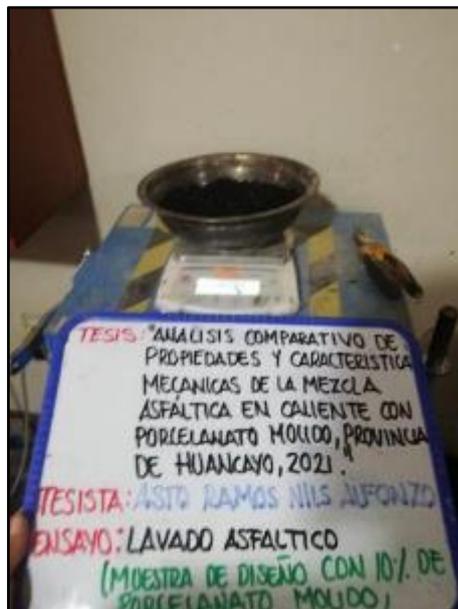
Fotografía N° 111: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos con 5% de porcelanato molido, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.



Fuente: Elaboración propia

47. Lavado asfáltico con el 10% de porcelanato molido

Fotografía N° 112: Calculo en la balanza de la mezcla asfáltica cuantitativamente con el 10% del porcelanato molido, según referencia de la norma MTC E 502.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 113: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos con 10% de porcelanato molido, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 114: Finalizando el lavado del material con el 10% de porcelanato molido se encuentra en un material satisfactorio para la granulometría, SEGÚN REFERENCIA DE LA NORMA MTC E 502.



Fuente: Elaboración propia

48. Lavado asfáltico con el 15% de porcelanato molido

Fotografía N° 115: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos con 15% de porcelanato molido, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.



Fuente: Elaboración propia

49. Lavado asfáltico con el 20% de porcelanato molido

Fotografía N° 116: Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas en los pavimentos con 5% de porcelanato molido, de forma cuantitativa se coloca la mezcla en caliente del pavimento, según referencia de la norma MTC E 502.



Fuente: Elaboración propia

50. Rice convencional

Fotografía N° 117: Después del secado al horno de la mezcla de asfalto al final del periodo de vacío, que se libera gradualmente. Se mide la temperatura del agua como la masa y el volumen, según referencia de la norma MTC D 2041.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 118: La mezcla asfáltica luego de la presión liberada gradualmente en la máquina, se lleva al peso del material con los vacíos liberados, sumergida previamente en el agua, según referencia de la norma MTC D 2041.



Fuente: Elaboración propia

51. Rice con el 5% de porcelanato molido

Fotografía N° 119: Después del secado al horno de la mezcla de asfalto con un porcentaje del 5% de porcelanato molido al final del periodo de vacío, que se libera gradualmente. Se mide la temperatura del agua como la masa y el volumen, según referencia de la norma MTC D 2041.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 120: Sumergir completamente la muestra con 5% de porcelanato molido, en la que gradualmente se reduce la presión del recipiente de vacíos, o llenando el recipiente de vacíos a nivel o agua y pesando con aire, según referencia de la norma MTC D 2041.



Fuente: Elaboración propia

52. Rice con el 10% de porcelanato molido

Fotografía N° 121: Después del secado al horno de la mezcla de asfalto con un porcentaje del 10% de porcelanato molido al final del periodo de vacío, que se libera gradualmente. Se mide la temperatura del agua como la masa y el volumen, según referencia de la norma MTC D 2041.



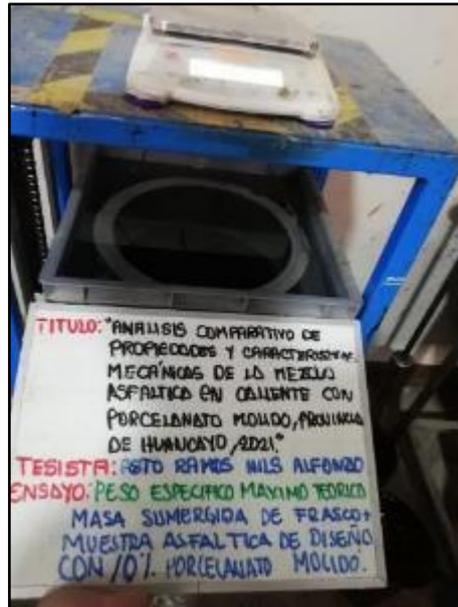
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 122: Sumergir completamente la muestra con 10% de porcelanato molido, en la que gradualmente se reduce la presión del recipiente de vacíos, o llenando el recipiente de vacíos a nivel o agua y pesando con aire, según referencia de la norma MTC D 2041.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 123: La mezcla asfáltica luego de la presión liberada gradualmente en la máquina, se lleva al peso del material con los vacíos liberados, sumergida previamente en el agua, según referencia de la norma MTC D 2041.



Fuente: Elaboración propia

53. Rice con el 15% de porcelanato molido

Fotografía N° 124: Después del secado al horno de la mezcla de asfalto con un porcentaje del 15% de porcelanato molido al final del periodo de vacío, que se libera gradualmente. Se mide la temperatura del agua como la masa y el volumen, según referencia de la norma MTC D 2041.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 125: Sumergir completamente la muestra con 10% de porcelanato molido, en la que gradualmente se reduce la presión del recipiente de vacíos, o llenando el recipiente de vacíos a nivel o agua y pesando con aire, según referencia de la norma MTC D 2041.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 126: La mezcla asfáltica luego de la presión liberada gradualmente en la máquina, se lleva al peso del material con los vacíos liberados, sumergida previamente en el agua, según referencia de la norma MTC D 2041.



Fuente: Elaboración propia

54. Rice con el 20% de porcelanato molido

Fotografía N° 127: Después del secado al horno de la mezcla de asfalto con un porcentaje del 15% de porcelanato molido al final del periodo de vacío, que se libera gradualmente. Se mide la temperatura del agua como la masa y el volumen, según referencia de la norma MTC D 2041.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 128: Sumergir completamente la muestra con 10% de porcelanato molido, en la que gradualmente se reduce la presión del recipiente de vacíos, o llenando el recipiente de vacíos a nivel o agua y pesando con aire, según referencia de la norma MTC D 2041.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 129: La mezcla asfáltica luego de la presión liberada gradualmente en la máquina, se lleva al peso del material con los vacíos liberados, sumergida previamente en el agua, según referencia de la norma MTC D 2041.



Fuente: Elaboración propia

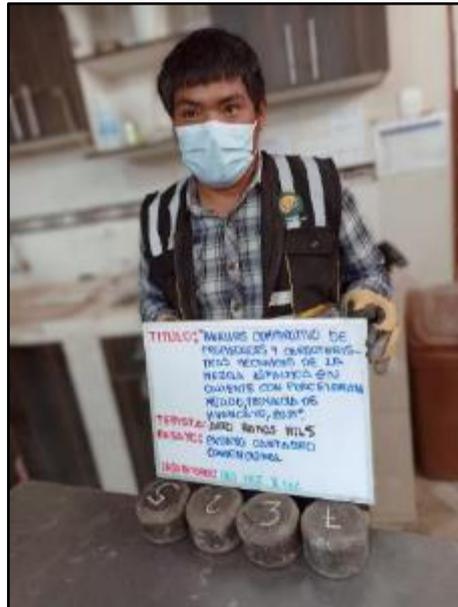
55. Cántabro convencional.

Fotografía N° 130: Mezcla bituminosa caliente de granulometría abierta, donde la resistencia de disgregación de mezcla ante efectos abrasivos, según referencia de la norma MTC D – 352.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 131: Determinación del valor de la pérdida por desgaste de la mezcla bituminosa, según referencia de la norma MTC D-352.



Fuente: Elaboración propia

56. Cántabro con el 5% de porcelanato molido

Fotografía N° 132: Mezcla bituminosa caliente de granulometría abierta, donde la resistencia de disgregación de mezcla ante efectos abrasivos, según referencia de la norma MTC D – 352.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 133: Determinación del valor de la pérdida por desgaste de la mezcla bituminosa, según referencia de la norma MTC D-352.



Fuente: Elaboración propia

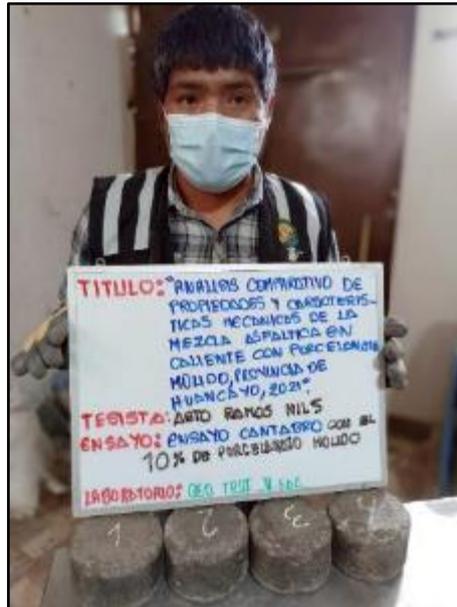
57. Cántabro con el 10% de porcelanato molido

Fotografía N° 134: Mezcla bituminosa caliente de granulometría abierta, donde la resistencia de disgregación de mezcla ante efectos abrasivos, según referencia de la norma MTC D – 352.



Fuente: Elaboración propia

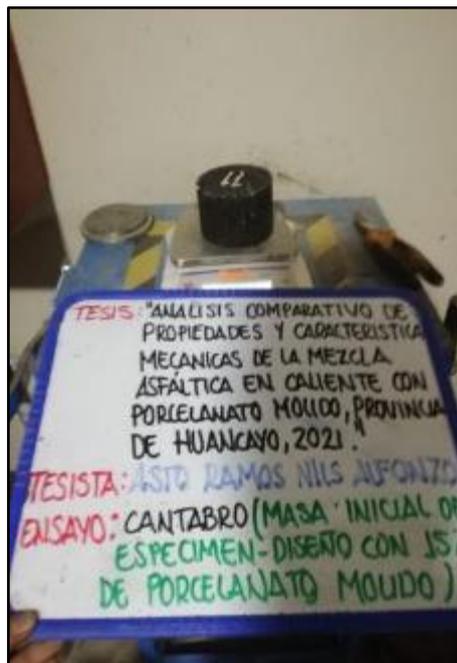
Fotografía N° 135: Determinación del valor de la pérdida por desgaste de la mezcla bituminosa, según referencia de la norma MTC D-352.



Fuente: Elaboración propia

58. Cántabro con el 15% de porcelanato molido

Fotografía N° 136: Mezcla bituminosa caliente de granulometría abierta, donde la resistencia de disgregación de mezcla ante efectos abrasivos, según referencia de la norma MTC D – 352.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 137: Determinación del valor de la pérdida por desgaste de la mezcla bituminosa, según referencia de la norma MTC D-352.



Fuente: Elaboración propia

59. Cántabro con el 20% de porcelanato molido

Fotografía N° 138: Mezcla bituminosa caliente de granulometría abierta, donde la resistencia de disgregación de mezcla ante efectos abrasivos, según referencia de la norma MTC D – 352.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 139: Determinación del valor de la pérdida por desgaste de la mezcla bituminosa, según referencia de la norma MTC D-352.



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°03: Certificado de los Ensayos

2022

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Bach. Ing. ASTO RAMOS NILS ALFONZO



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE
PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS
MECÁNICAS DE LA MEZCLA
ASFÁLTICA EN CALIENTE CON
PORCELANATO MOLIDO, PROVINCIA
DE HUANCAYO, 2021”**



GEO TEST V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Pj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO (ARENA NATURAL)


 Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com

(Rec. a una cuadra frente al parque Pisco - Av. Terremoto cruzar con Av. Levonich Prado)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

HECHO POR: A.Y.G.

CANTERA: Ágata

FECHA: Marzo - 2022

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA NATURAL

N° de Muestra	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por Tamizado % Que Pasa												Fecha de Muestreo	Codigo de Muestra		
				1"	3/4"	3/8"	1/2"	3/16"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 30	N° 40	N° 50	N° 60			N° 100	N° 200
001	Mar-22	Agregado Fijo	De	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	83.9	81.0	72.5	57.1	41.5	23.5	12.1	0.7	0.5	Mar-22	M-1
002	Mar-22	Agregado Fijo	De	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	84.2	81.5	72.5	57.5	40.3	23.5	11.4	0.1	0.0	Mar-22	M-2
003	Mar-22	Agregado Fijo	De	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	82.5	79.4	70.6	56.1	42.1	25.9	12.7	10.0	6.6	Mar-22	M-3
				PROMEDIO															
				MAXIMO															
				MINIMO															
				DESV. ESTANDAR															
				VARIANZA															
				COEFICIENTE VARIACION															

[Firma]
Luis Camarata Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 106181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotestv@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO					
(ASTM C136)					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA					
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"					
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso					
CANTERA: Ajapa			HECHO POR: A.Y.G.		
MATERIAL: Arena Natural			FECHA: Marzo - 2022		
Muestra: Agregado Fijo		M - 01		Tamaño Máximo :	Nº 4
				Peso Inicial Seco :	1207.4 g
				Fracción :	
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION
FULGADAS	(gms)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA
4"	101.890				
3"	76.200				
2 1/2"	63.600				
2"	50.800				
1 1/2"	26.100				
1"	25.400				
3/4"	19.080				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.300				
Nº 4	4.760				100.0
Nº 8	2.360	194.9	16.1	16.1	83.9
Nº 10	2.000	33.6	2.6	18.9	81.1
Nº 18	1.190	103.0	8.5	27.5	72.5
Nº 20	0.840				
Nº 30	0.600	186.0	15.5	42.9	57.1
Nº 40	0.425	188.0	15.6	58.5	41.5
Nº 50	0.300	217.4	18.0	76.5	23.5
Nº 60	0.250	137.6	11.4	87.9	12.1
Nº 100	0.150	29.7	2.4	90.3	9.7
Nº 200	0.740	38.7	3.2	93.5	6.5
< Nº 200	FONDO	78.7	6.5	100.0	

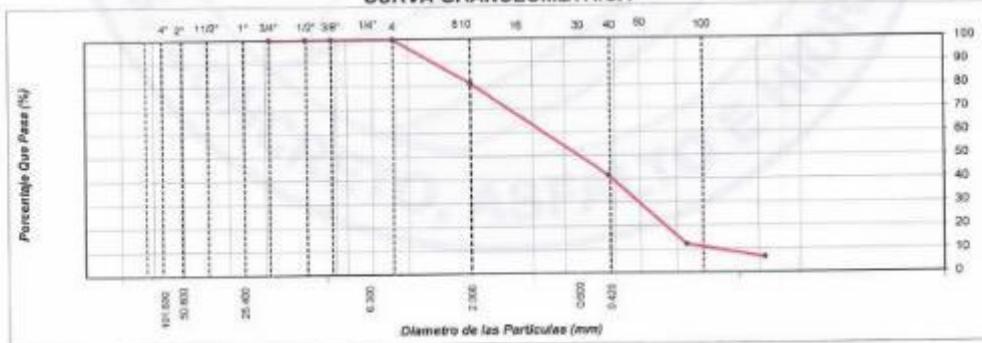
DESCRIPCION DE LA MUESTRA

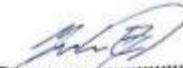
Limite Líquido (LL) :
 Limite Plástico (LP) :
 Índice Plástico (IP) :
 Clasificación (SUCS) :
 Clasificación (AASHTO) :
 Contenido Humedad (%) :

Índice de consistencia (IC) :
 Coef. de compresibilidad (CC) :
 Contenido de humedad :
 Índice CBR :
 Índice de liquidez (LI) :

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA




Luis Gamarta Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
 Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO					
(ASTM C136)					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA					
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"					
TESTISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso			HECHO POR: A.Y.G.		
CANTERA: Apati			FECHA: Marzo - 2022		
MATERIAL: Arena Natural					
Muestra: Agregado Fino		M - 02		Tamaño Máximo : N° 4	
				Peso Inicial Seco : 1000.4 g	
				Fración :	
TAMIZ	RESO (mm)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION A
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.750				
3/8"	9.525				
1/4"	6.300				
N° 4	4.750			100.0	
N° 8	2.360	172.2	15.8	84.2	
N° 10	2.000	20.9	2.7	97.3	
N° 15	1.180	59.5	9.1	90.9	
N° 20	0.840			72.3	
N° 30	0.600	181.8	14.8	85.2	
N° 40	0.425	187.1	17.2	82.8	
N° 50	0.300	183.7	16.8	83.2	
N° 60	0.250	132.1	12.1	87.9	
N° 75	0.200	24.9	2.3	97.7	
N° 100	0.150	33.8	3.1	96.9	
< N° 200	PONDO	65.8	6.0	94.0	

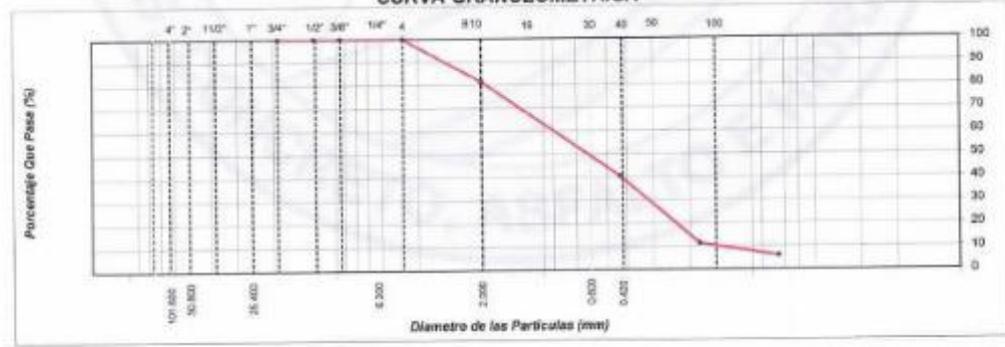
DESCRIPCION DE LA MUESTRA

Limite Líquido (LL) :
 Limite Plástico (LP) :
 Índice Plástico (IP) :
 Clasificación (SUCS) :
 Clasificación (AASHTO) :
 Contenido Humedad (%) :

Índice de consistencia (IC) :
 Coef. de compresibilidad (CC) :
 Contenido de humedad :
 Índice CBR :
 Índice de liquidez (IL) :

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA




Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Especificaciones Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO					
(ASTM C136 - AASHTO T88)					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA					
TÍTULO: "Análisis completo de propiedades y características mecánicas de mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"					
TESISTA: Auto Ramos, Nils Alfonso			HECHO POR: A.Y.G.		
CANTERA: Apata			FECHA: Marzo - 2022		
MATERIAL: Arena Natural					
Muestra: Agregado Fino		M-03		Tamaño Máximo : N° 4	
				Peso Inicial Saco : 832.2 g	
				Fración :	
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA
4"	101.600				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
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"	6.300				
N° 4	4.750				100.0
N° 8	2.360	145.7	17.5	17.5	82.5
N° 10	2.000	25.4	3.1	20.6	79.4
N° 15	1.180	75.8	8.9	28.4	70.8
N° 20	0.850				
N° 30	0.600	120.2	14.4	43.9	56.1
N° 40	0.425	117.0	14.1	37.9	42.1
N° 50	0.300	134.5	16.2	74.1	25.9
N° 60	0.250	110.0	13.2	87.3	12.7
N° 100	0.150	22.4	2.7	90.0	10.0
N° 200	0.075	28.3	3.4	93.4	6.6
< N° 200	PONCO	54.9	6.6	100.0	

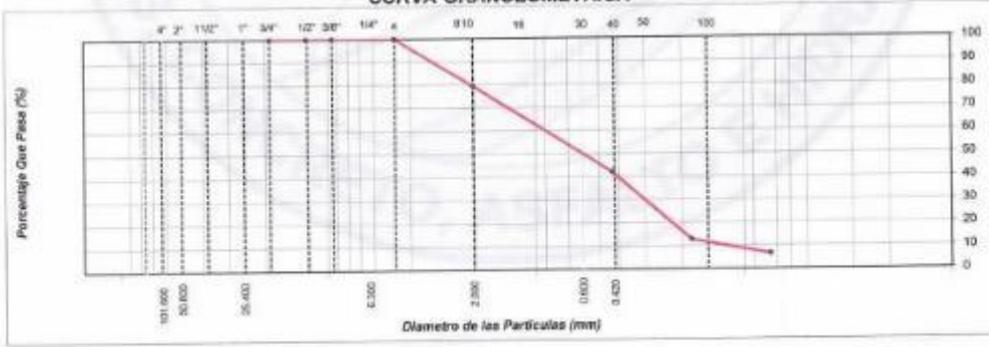
DESCRIPCION DE LA MUESTRA

Limite Líquido (LL) :
 Limite Plástico (LP) :
 Índice Plástico (IP) :
 Clasificación (SUCS) :
 Clasificación (AASHTO) :
 Contenido Humedad (%):

Índice de consistencia (IC) :
 Coef. de compresibilidad (CC) :
 Contenido de humedad:
 Índice CBR:
 Índice de liquidez (IL) :

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA




Luis Gamarr Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 138151

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO (ARENA CHANCADA)



Luis Gamarra Espinosa
INGENIERO CIVIL
CIP. 198161



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 (Ref. a una cuadra frente al parque Pazo - Av. Ferrucarril cruce con Av. Leoncio Prádo)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotest.v@gmail.com
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.
 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA																				
TÍTULO: *Análisis complementario de propiedades y características mecánicas de mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021*																				
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso																				
CANTERA: Apalla																				
HECHO POR: A.Y.G.																				
FECHA: Marzo - 2022																				
Item	N° de Muestra	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granulométrico por tamizado % Que Pasa											Codigo de Muestra				
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 6	N° 10	N° 15	N° 30	N° 40	N° 50		N° 60	N° 75	N° 100	N° 200
001	Areia Chancada	Mar-22	Agregado Frio	Di	25.400	19.050	12.700	5.525	4.760	2.560	2.600	1.190	6.890	6.425	6.100	0.180	0.150	0.740	M-1	
002	Areia Chancada	Mar-22	Agregado Frio	Di	100.0	100.0	100.0	100.0	97.9	79.8	76.3	60.6	42.6	35.1	28.6	21.5	19.0	13.6	M-2	
003	Areia Chancada	Mar-22	Agregado Frio	Di	100.0	100.0	100.0	100.0	88.3	63.3	78.6	64.4	45.9	38.2	30.6	22.4	19.3	13.7	M-3	
ESTADÍSTICOS					PROMEDIO	100.0	100.0	100.0	100.0	97.9	79.9	76.3	61.0	43.1	35.5	28.3	21.3	16.6	13.5	
					MAXIMO	100.0	100.0	100.0	98.3	80.3	79.6	64.4	45.9	38.2	30.6	22.4	19.3	13.8		
					MINIMO	100.0	100.0	100.0	97.5	78.7	73.0	57.7	40.7	33.3	27.2	20.0	18.3	13.1		
					DESV. ESTÁNDAR	0.0	0.0	0.0	0.4	3.3	3.3	3.4	2.6	2.5	1.7	1.2	0.5	0.4		
					VARIANZA	0.0	0.0	0.0	0.2	10.9	10.9	11.2	6.6	6.1	2.9	1.5	0.3	0.1		
					COEFICIENTE VARIACION	0.0	0.0	0.0	0.4	4.1	4.3	5.5	6.1	7.0	5.9	5.7	2.7	2.8		

Nils Alfonso Ramos
 INGENIERO CIVIL
 CP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

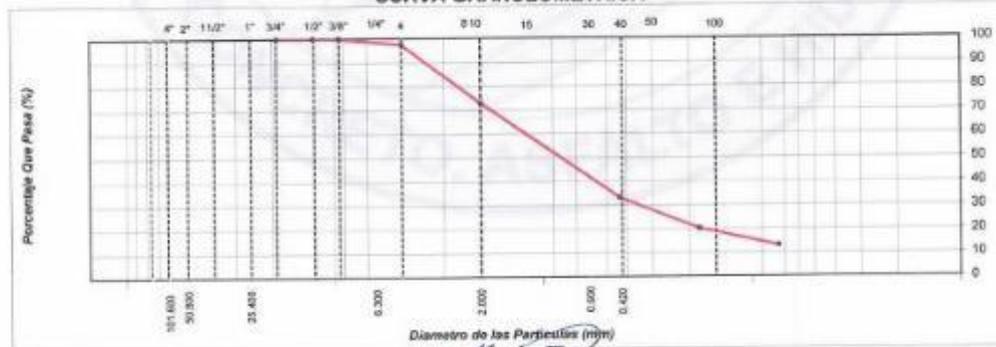


DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
(ASTM C136)						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA						
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"						HECHO POR: A.Y.G.
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso						FECHA: Marzo - 2022
CANTERA: Apata						
MATERIAL: Arena chancada						
Muestra: Agregado Fino		M-01		Tamaño Máximo :	1/4"	
				Peso Inicial Seco :	475.4 g	
				Fracción :		
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
4"	101.600					Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%):
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					
N° 4	4.750	12.0	2.5	2.5	97.5	Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de líquidos (LI) :
N° 8	2.360	98.6	20.7	23.3	76.7	
N° 10	2.000	17.8	3.7	27.0	73.0	
N° 15	1.190	72.9	15.3	42.3	57.7	
N° 20	0.840					
N° 30	0.600	80.7	17.0	59.3	40.7	
N° 40	0.425	35.1	7.4	66.7	33.3	
N° 50	0.300	28.8	6.1	72.6	27.2	
N° 60	0.250	33.3	7.0	79.6	20.2	
N° 100	0.150	9.4	2.0	81.7	18.3	
N° 200	0.740	24.3	5.1	86.9	13.1	
< N° 200	FONDO	62.6	13.1	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA




Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
 Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril (cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO					
(ASTM C136)					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA					
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"					
TESISTA: Asfo Ramos, Mils Alfonso				HECHO POR: A.Y.G.	
CANTERA: Apata				FECHA: Marzo - 2022	
MATERIAL: Arena chancada					
Muestra: Agregado Fino		M-02		Tamaño Máximo : 1/4"	
				Peso Inicial Seco : 505.8 g	
				Fracción :	
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION
PULBASAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	QUE PASA	
4"	101.600				DESCRIPCION DE LA MUESTRA Límite Líquido (LL): Límite Plástico (LP): Índice Plástico (IP): Clasificación (SUCS): Clasificación (AASHTO): Contenido humedad (%): Índice de consistencia (IC): Coef. de compresiñbilidad (CC): Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (IL): OBSERVACIONES:
2"	75.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525			100.0	
1/4"	6.300				
Nº 4	4.750	10.4	2.1	87.9	
Nº 8	2.380	91.7	18.1	79.8	
Nº 10	2.000	18.0	3.6	70.3	
Nº 15	1.190	78.4	10.3	60.6	
Nº 20	0.840				
Nº 30	0.600	90.9	18.0	42.8	
Nº 40	0.425	38.7	7.7	35.1	
Nº 50	0.300	32.9	6.5	28.6	
Nº 60	0.180	38.3	7.2	21.5	
Nº 100	0.150	12.4	2.5	19.0	
Nº 200	0.740	26.2	5.2	13.8	
< Nº 200	FONDO	89.9	13.8	100.0	

CURVA GRANULOMETRICA




Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 108161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

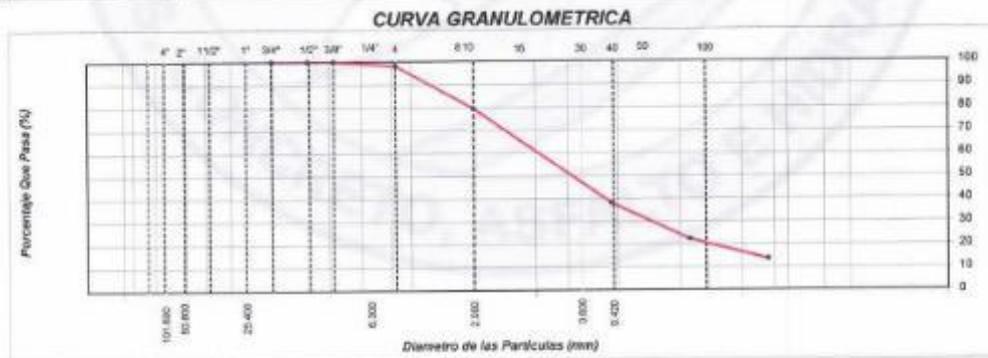
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
(ASTM C136)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO : "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"							
TESISTA: Ato Ramos, Mis Alcenzo						HECHO POR: A.Y.G.	
CANTERA: Apata						FECHA: Marzo - 2022	
MATERIAL: Arena chancada							
Muestra: Agregado Fino M-03				Tamaño Máximo :	1/4"		
				Peso Inicial Seco :	089.1 g		
				Fracción :			
TAMIZ	REJO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A		
4"	101.600					Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (ZUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%) :	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525				100.0		
1/4"	6.300						
Nº 4	4.750	12.0	1.7	1.7	98.3	Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad : Índice CBR : Índice de liquidez (LI) :	
Nº 8	2.360	103.3	16.0	16.7	83.3		
Nº 10	2.000	25.0	3.6	20.4	79.6		
Nº 15	1.190	105.7	16.3	38.6	64.4		
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600	127.3	18.5	64.1	45.9		
Nº 40	0.425	53.1	7.7	61.8	38.2		
Nº 50	0.300	62.3	7.6	68.4	30.6		
Nº 60	0.250	56.9	8.3	77.6	22.4		
Nº 100	0.150	21.0	3.0	86.7	19.2		
Nº 200	0.740	38.9	5.6	86.3	13.7		
< Nº 200	FONDO	94.2	12.7	100.0		OBSERVACIONES :	




Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA DE 1/2")


 Luis Gamarrá Espinosa
INGENIERO
CIP 120161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V. S.A.G.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 (Edif. a una cuadra frente al parque Ploa - Av. Fermín Arce con Av. Lavandero Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com / geotestv@gmail.com
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.
 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA																								
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en calzadas con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"											HECHO POR: A.Y.G.													
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso											FECHA: Marzo - 2022													
CANTERA: Apata																								
RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA 1/2"																								
Item	Tipo de Material	Fecha de Ensayo	Tipo de Muestra	Turno	Análisis Granométrico por Tamizaje % Que Pasa																			
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 6	N° 10	N° 15	N° 20	N° 30	N° 40	N° 50	N° 60	N° 100	N° 200	Fecha de Muestreo	Código de Muestra			
001	Agregado Grueso	Mar-22	Grava de 3/8"	Die	100.0	100.0	100.0	91.0	3.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	Mar-22	M-1	
002	Agregado Grueso	Mar-22	Grava de 3/8"	Die	100.0	100.0	100.0	85.0	3.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	Mar-22	M-2	
003	Agregado Grueso	Mar-22	Grava de 3/8"	Die	100.0	100.0	100.0	82.5	3.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	Mar-22	M-3	
					ESTADÍSTICOS																			
					PROMEDIO																			
					MAXIMO																			
					MINIMO																			
					DESV. ESTÁNDAR																			
					VARIANZA																			
					COEFICIENTE VARIACION																			
					0.6	0.0	0.0	1.6	5.9	40.8	43.9	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8	45.8

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198101

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCION : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
(ASTM C136)						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA						
TÍTULO: 'Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021'						
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso						
CANTERA: Apato						
MATERIAL: Grava 3/8"						
HECHO POR: A.Y.G.						
FECHA: Marzo - 2022						
Muestra: Agregado Grueso			M-01		Tamaño Máximo : 1/2"	Peso Inicial Seco : 1315.3 g
Fracción :						
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	% ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION
FILGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
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	242.5	18.4	18.4	81.6	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750	1030.2	78.3	96.8	2.2	
Nº 8	2.360	39.5	3.0	99.8	0.2	
Nº 10	2.000	0.0	0.0	99.8	0.2	
Nº 16	1.190	0.0	0.0	99.8	0.2	
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600	0.0	0.0	99.8	0.2	
Nº 40	0.425	0.0	0.0	99.8	0.2	
Nº 50	0.300	0.0	0.0	99.8	0.2	
Nº 60	0.250	0.0	0.0	99.8	0.2	
Nº 80	0.180	0.0	0.0	99.8	0.2	
Nº 100	0.150	0.0	0.0	99.8	0.2	
Nº 200	0.750	0.0	0.0	99.8	0.2	
< Nº 200	FONDO	3.1	0.2	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA




Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 138161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

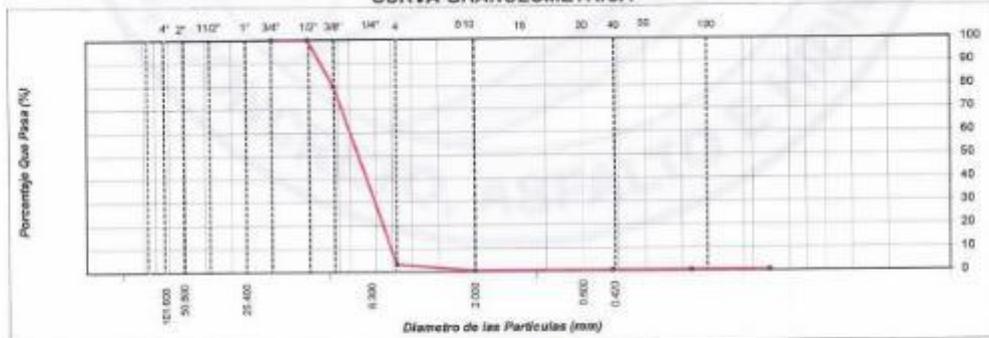


DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
(ASTM C136)						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA						
TÍTULO: Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021						
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso				HECHO POR: A.Y.G.		
CANTERA: Apata				FECHA: Marzo - 2022		
MATERIAL: Grava 3/8"				Muestra: Agregado Grueso M-02		
				Tamaño Máximo : 1/2"		
				Peso Inicial Seco : 3083.1 g		
				Fración :		
TAMIZ	RESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A
4"	101.600					
2"	76.200					
2 1/2"	63.500					
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	216.5	20.0	20.0	80.0	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750	829.8	76.6	96.6	3.4	
Nº 8	2.360	31.5	2.9	99.5	0.5	
Nº 10	2.000	0.0	0.0	99.5	0.5	
Nº 16	1.190	0.0	0.0	99.5	0.5	
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600	0.0	0.0	99.5	0.5	
Nº 40	0.425	0.0	0.0	99.5	0.5	
Nº 50	0.300	0.0	0.0	99.5	0.5	
Nº 60	0.250	0.0	0.0	99.5	0.5	
Nº 100	0.150	0.0	0.0	99.5	0.5	
Nº 200	0.075	0.0	0.0	99.5	0.5	
< Nº 200	FONDO	5.3	0.5	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA




Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 108161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
(ASTM C136)						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA						
TÍTULO: Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021						
TESISTA: Asto Ramon, Nils Alfonso						
CANTERA: Apajá HECHO POR: A.Y.G.						
MATERIAL: Grava 3/8" FECHA: Marzo - 2022						
Muestra: Agregado Grueso M-03					Tamaño Máximo : 1/2"	
					Peso Inicial Seco : 818.3 g	
					Fracción :	
TAMIZ	PELIGACAS	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700				100.0	
3/8"	9.525	143.5	17.5	17.5	82.5	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750	645.5	78.9	96.4	3.6	
Nº 8	2.360	26.5	3.2	99.7	0.3	
Nº 16	1.180	0.0	0.0	99.7	0.3	
Nº 16	1.180	0.0	0.0	99.7	0.3	
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600	0.0	0.0	99.7	0.3	
Nº 40	0.425	0.0	0.0	99.7	0.3	
Nº 50	0.300	0.0	0.0	99.7	0.3	
Nº 80	0.180	0.0	0.0	99.7	0.3	
Nº 100	0.150	0.0	0.0	99.7	0.3	
Nº 200	0.750	0.0	0.0	99.7	0.3	
< Nº 200	FONDO	2.8	0.3	100.0		

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

Límite Líquido (LL) :
 Límite Plástico (LP) :
 Índice Plástico (IP) :
 Clasificación (SUCS) :
 Clasificación (AASHTO) :
 Contenido Humedad (%) :

Índice de consistencia (IC) :
 Coef. de compresibilidad (CC) :
 Contenido de humedad :
 Índice CIR :
 Índice de líquido (LI) :

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA




Luis Camarero Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA DE $\frac{3}{4}$)


 Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 108181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCION : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
(ASTM C136)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"							
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso							
CANTERA: Apatin							
MATERIAL: Grava 1/2"							
Muestra: Agregado Grueso M-01							
Tamaño Máximo : 3/4"							
Peso Inicial Seco : 2037.7 g							
Fracción :							
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
FILGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		A
4"	101.600						Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%):
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000				100.0		
1/2"	12.700	1191.0	58.4	58.4	41.6		
3/8"	9.525	365.8	17.5	75.9	24.1		
1/4"	6.300						
Nº 4	4.750	463.5	22.7	98.7	1.3	Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de Liquidez (LI) :	
Nº 8	2.360	20.4	1.0	99.7	0.3		
Nº 10	2.000	0.0	0.0	99.7	0.3		
Nº 16	1.180	0.0	0.0	99.7	0.3		
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600	0.0	0.0	99.7	0.3		
Nº 40	0.425	0.0	0.0	99.7	0.3		
Nº 50	0.300	0.0	0.0	99.7	0.3		
Nº 80	0.180	0.0	0.0	99.7	0.3		
Nº 100	0.150	0.0	0.0	99.7	0.3		
Nº 200	0.075	0.0	0.0	99.7	0.3	OBSERVACIONES :	
< Nº 200	FONDO	7.0	0.3	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA




Luis Gamarras
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotesLv@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
(ASTM C136)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"							
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfredo							
CANTERA: Apata							
MATERIAL: Grava 1/2"							
Muestra: Agregado Grueso M-02				Tamaño Máximo : 3/4"		HECHO POR: A.Y.G.	
				Peso Inicial Seco : 1536.8 g		FECHA: Marzo - 2022	
				Fración :			
TAMIZ	RESO (mm)	% RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.600						Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%) :
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (LI) :
3/4"	19.050				100.0		
1/2"	12.700	1070.3	55.3	55.3	44.7		
3/8"	9.525	301.9	18.7	73.9	26.1		
1/4"	6.300						
N° 4	4.750	481.8	24.9	98.8	1.2		OBSERVACIONES :
N° 8	2.360	18.3	1.0	99.8	0.2		
N° 10	2.000	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 15	1.180	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 20	0.840						
N° 30	0.600	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 40	0.425	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 50	0.300	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 60	0.250	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 75	0.180	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 100	0.150	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 200	0.075	0.0	0.0	99.8	0.2		
< N° 200	FONDO	3.5	0.2	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA





Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 138151

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
(ASTM C136)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porolonato moldo, provincia de Huancayo, 2021"							
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso							
CANTERA: Apata							
MATERIAL: Grava 1/2"							
HECHO POR: A.Y.G.							
FECHA: Marzo - 2022							
Muestra: Agregado Grueso M-03				Tamaño Máximo : 3/4"			
				Peso Inicial Seco : 1459.2 g			
				Fracción :			
TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
PULGADAS	(MM)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	A	
4"	101.600					Límite Líquido (LL) : Límite Plástico (LP) : Índice Plástico (IP) : Clasificación (SUCS) : Clasificación (AASHTO) : Contenido Humedad (%) :	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400					Índice de consistencia (IC) : Coef. de compresibilidad (CC) : Contenido de humedad: Índice CBR: Índice de liquidez (IL) :	
3/4"	19.050				100.0		
1/2"	12.700	820.6	56.2	56.2	43.8		
3/8"	9.525	271.5	18.6	74.8	25.2		
1/4"	6.300						
N° 4	4.750	352.3	24.1	90.0	1.0	OBSERVACIONES :	
N° 8	2.360	12.5	0.9	99.8	0.2		
N° 10	2.000	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 16	1.190	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 20	0.850						
N° 30	0.600	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 40	0.425	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 50	0.300	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 60	0.250	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 100	0.150	0.0	0.0	99.8	0.2		
N° 200	0.075	0.0	0.0	99.8	0.2		
< N° 200	FONDO	2.4	0.2	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA




Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO FINO


Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 133181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

(ASTM C128-15)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

MATERIAL: Agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

Muestra: Combinación - convencional

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa:	2.524	g/cm ³
Peso específico SSS:	2.546	g/cm ³
Peso específico Aparente:	2.539	g/cm ³
Absorción:	0.882	%

ITEM		P-1	P-2
Peso de Tera	(g)	135.4	135.3
Peso de Fiola	(g)	151.80	138.3
Peso del agregado en estado SSS	(g)	502.2	504.3
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	956.50	944.8
Peso del agregado seco	(g)	633.00	635.4
Volumen de fiola	(cm ³)	500	500
Peso Especifico de Masa	(g/cm ³)	2.519	2.528
Peso Especifico SSS	(g/cm ³)	2.543	2.550
Peso Especifico Aparente	(g/cm ³)	2.550	2.527
Absorción	(%)	0.924	0.840



Luis Gamara Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198131

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

EQUIVALENTE DE ARENA				
(ASTM D3418)				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA				
TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"				
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso				
CANTERA: Apata			HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: Combinación de agregado fino			FECHA: Marzo - 2022	
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	16:28	16:30	16:32
4	Hora de Salida	16:38	16:40	16:42
5	Hora de Entrada	16:40	16:42	16:44
6	Hora de Salida	17:00	17:02	17:04
7	Altura Máxima de Material Fijo	5.20	5.40	5.80
8	Altura Máxima de la Arena	3.30	3.30	3.30
9	Equivalente de Arena (%)	63.5	61.1	56.9
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	61.0		
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	70.0%	OK


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puyo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

(ASTM D 4318)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

MATERIAL: Combinación de agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40	
		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro. de Recipiente	N°		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g	NP	NP
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
		NP	NP

Malo

ESPECIFICACION	MAX. (%)	CUMPLIMIENTO
IP	NP	OK

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



[Signature]
 Luis Gamarrá Espinosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

(ASTM D 4318)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

MATERIAL: Combinación de agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 200	
		LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
Nro. de Recipiente	N°		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g	NP	NP
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
		NP	NP
Malo			
ESPECIFICACION	MAX. (%)	CUMPLIMIENTO	
IP	NP	OK	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



Número de Golpes
Luis Camarero Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pazo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES					
(ASTM D 1986)					
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA					
TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"					
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso					
CANTERA: Apata			HECHO POR: A.Y.G.		
MATERIAL: Combinación de agregado fino			FECHA: Marzo - 2022		
CONVENCIONAL					
AGREGADO FINO					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	101.35	101.35	101.35
3.-	Peso + Sal + Biker 250 ml.	g	101.50	101.51	101.49
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.15	0.16	0.14
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	100.0
6.-	Alfaro de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0	300.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0	100.0
8.-	Salas Solubles $(1/((CxA)/(DxB)))x100$	%	0.450	0.480	0.420
9.-	Promedio Salas Solubles	%	0.450		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	



Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril (cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeofestv02@gmail.com
 geoteslv@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO							
(ASTM C66M-18)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"							
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso							
CAMERA: Apata							
MATERIAL: Combinación de agregado fino							
Muestra: Convencional							
HECHO POR: A.Y.G.							
FECHA: Marzo - 2022							
AGREGADO FINO							
TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
3/8"	N° 4						
	N° 4	16.3	100.0	94.50	5.50	5.50	0.90
	N° 8	13.3	100.0	93.80	6.20	6.20	0.82
	N° 16	4.9	100.0	91.40	8.60	8.60	0.42
	N° 30	7.4	100.0	90.50	9.50	9.50	0.70
TOTALES							2.85


 Luis Gamarrta Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200

(ASTM C 117-17)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

MATERIAL: Agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

COMBINACION GLOBAL DE AGREGADOS

ASTM C 117-17

Muestra	M-01
Tamaño máximo nominal	3/4"
Masa seca de la muestra original	2715.00 g
Masa seca de la muestra después del lavado	2544.50 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	6.28 %


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com,
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO GRUESO


 Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198151

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS

(ASTM C127-15)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"

TESISTA: Aslo Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Agregado grueso

FECHA: Marzo - 2022

Muestra: Combinación

AGREGADO GRUESO

Peso específico de Masa:	2.490	g/cm ³
Peso específico SSS:	2.505	g/cm ³
Peso específico Aparente:	2.527	g/cm ³
Absorción:	0.596	%

ITEM	P-1
1. Peso de agregado en estado SSS (gr)	3020.3
2. Peso de agregado sumergido (gr)	1814.5
3. Peso del agregado secado en horno (gr)	3002.4
4. Peso Especifico de Masa (g/cm ³)	2.490
5. Peso Especifico SSS (g/cm ³)	2.505
6. Peso Especifico Aparente (g/cm ³)	2.527
7. Absorción (%)	0.596


 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N° 211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

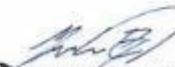
CARAS FRACTURADAS	
(ASTM D 5821-13)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA	
TÍTULO:	"Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"
TESISTA:	Asto Ramos, Nils Alfonso
CANTERA:	Apata
MATERIAL:	Combinación de agregado grueso
HECHO POR:	A.Y.G.
FECHA:	Marzo - 2022

A.- CON UNA CARA FRACTURADAS 90% MIN

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(grs.)	(grs.)	((B/A)*100)	%	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200.0	1179.9	98.33	21.9	2153.3
1/2"	3/8"	300.0	293.2	97.73	19.1	1866.7
TOTAL		1500	1473.1		41.0	4,020.02
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA		TOTAL E = 4020		TOTAL D = 41.00		96.0 %

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS 70% MIN

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(grs.)	(grs.)	((B/A)*100)	(grs.)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200.0	1145.5	95.46	21.9	2,090.5
1/2"	3/8"	300.0	295.0	98.33	19.1	1,878.2
TOTAL		1500	1440.5		41.0	3,968.70
PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS		TOTAL E = 3969		TOTAL D = 41.00		96.8 %


 Luis Gamarr Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ABRASIÓN LOS ANGELES				
(ASTM C131)				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA				
TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"				
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso				
CANTERA: Apata			HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: Combinación de agregado grueso			FECHA: Marzo - 2022	
GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
ESFERAS	12	11	8	8
1.1/2" - 1"	-			
1" - 3/4"	-			
3/4" - 1/2"	-	2501		
1/2" - 3/8"	-	2506		
3/8" - 1/4"				
1/4" - Nº4				
Nº4 - Nº8				
Peso Muestra		5007		
Peso Retenido Tamiz Nº 12		4128.2		
Peso Pasado Tamiz Nº 12		878.8		
% DESGASTE		17.55		
PROMEDIO		17.8%		
ESPECIFICACION:	MAX.	35.0%		OK


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCION : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES					
(ASTM D 1888)					
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA					
TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"					
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso					
CANTERA: Apaña			HECHO POR: A. Y. G.		
MATERIAL: Combinación de agregado grueso			FECHA: Marzo - 2022		
CONVENCIONAL					
AGREGADO GRUESO					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	176.35	101.35	178.38
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	176.37	101.37	178.40
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.02	0.02	0.02
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	100.0
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0	300.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0	100.0
8.-	Sales Solubles $(1/((Cx)/((DxB)))) \times 100$	%	0.060	0.060	0.060
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.060		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	



Luis Camarero Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : P°j. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	
<small>(ASTM D 4791-10)</small>	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA	
TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"	
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso	
CANTERA: Apeta	HECHO POR: A.Y.G.
MATERIAL: Combinación de agregado grueso	FECHA: Marzo - 2022

Muestra: Convencional

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E	OBSERVACIONES
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Parcial	CxD	
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	2000.0	34.7	1.7	16.1	27.9	
1/2"	3/8"	1000.0	21.0	2.1	11.7	24.6	
Σ		3,000.0	55.7		27.8	52.5	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)					1.89		OK
ESPECIFICACION:					MAXIMO 10.0%		



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pcsj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO							
(ASTM C88M-18 - AASHTO T104)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"							
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso							
CANTERA: Apata						HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: Combinación de agregado grueso						FECHA: Marzo - 2022	
AGREGADO GRUESO							
TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
2 1/2"	2"						
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	3/8"	21.9	1001.0	994.2	6.80	0.68	0.15
3/8"	N° 4	19.1	300.1	299.2	0.90	0.30	0.06
TOTALES		41.0	1301.1				0.21



Luis Camarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



SALES SOLUBLES CON ADICIÓN DE PORCELANTO MOLIDO AL (5%, 10%, 15% Y 20%)


Luis Carrera Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 188134

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES					
(ASTM D 1898)					
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA					
TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"					
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso					
CANTERA: Apata			HECHO POR: A.Y.G.		
MATERIAL: Combinación de agregado fino			FECHA: Marzo - 2022		
CONVENCIONAL + 5% DE PORCELANATO MOLIDO					
AGREGADO FINO					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Bikar 250 ml.)	g	130.18	101.35	178.78
3.-	Peso + Sal +Bikar 250 ml.	g	130.22	101.39	178.82
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.04	0.04	0.04
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	100.0
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0	300.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0	100.0
8.-	Salas Solubles $(\frac{1}{(CxA)/(DxB)}) \times 100$	%	0.120	0.120	0.120
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.120		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	


 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES					
(ASTM D 1888)					
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA					
TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"					
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso					
CANTERA: Apaña			HECHO POR: A, Y.G.		
MATERIAL: Combinación de agregado fino			FECHA: Marzo - 2022		
CONVENCIONAL + 10% DE PORCELANATO MOLIDO					
AGREGADO FINO					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	101.38	130.18	178.38
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	g	101.41	130.21	178.41
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.03	0.03	0.03
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	100.0
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0	300.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0	100.0
8.-	Salas Solubles $(1/((Cx A)/(DxB)))x100$	%	0.090	0.090	0.090
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.090		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	

Luis Camarero Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N° 211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES					
(ASTM D 1688)					
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA					
TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"					
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso					
CANTERA: Apata			HECHO POR: A.Y.G.		
MATERIAL: Combinación de agregado fino			FECHA: Marzo - 2022		
CONVENCIONAL + 15% DE PORCELANATO MOLIDO					
AGREGADO FINO					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	g	178.38	101.35	130.18
3.-	Peso + Sal + Biker 250 ml.	g	178.41	101.38	130.21
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.03	0.03	0.03
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	100.0
6.-	Aforo de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0	300.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0	100.0
8.-	Salas Solubles $(1/((Cx)/Dx(B)))x100$	%	0.090	0.090	0.090
9.-	Promedio Salas Solubles	%	0.090		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	



Luis Gamarrta Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES					
(ASTM D 1888)					
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA					
Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021					
TITULO: <i>Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021*</i>					
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso					
CANTERA: Apata			HECHO POR: A.Y.G.		
MATERIAL: Combinación de agregado fino			FECHA: Marzo - 2022		
CONVENCIONAL + 20% DE PORCELANATO MOLIDO					
AGREGADO FINO					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA		
			1	2	3
1.-	Recipiente				
2.-	Peso (Bikar 250 ml.)	g	100.93	130.18	101.38
3.-	Peso + Sal +Bikar 250 ml.	g	100.95	130.20	101.40
4.-	Peso Sal (2-3) (D)	g	0.02	0.02	0.02
5.-	Peso de Agregado (A)	g	100.0	100.0	100.0
6.-	Alfaro de Agua Total (B)	cm ³	300.0	300.0	300.0
7.-	Volumen de Agua Utilizado (C)	cm ³	100.0	100.0	100.0
8.-	Salas Solubles $(1/((CxA)/(DxB)))x100$	%	0.060	0.060	0.060
9.-	Promedio Sales Solubles	%	0.060		
ESPECIFICACION:		MAXIMO	0.5%	OK	


 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



***PESO ESPECÍFICO DEL
AGREGADO FINO CON
ADICIÓN DE
PORCELANTO MOLIDO
AL (5%, 10%, 15% Y
20%)***


Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

(ASTM C128-19)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apala

MATERIAL: Agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

Muestra: Combinación - convecional + 5% de Porcelanato molido

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa:	2.613	g/cm ³
Peso específico SSS:	2.622	g/cm ³
Peso específico Aparante:	2.638	g/cm ³
Absorción:	0.361	%

ITEM		P-1
Peso de Tare	(g)	137.6
Peso de Fiole	(g)	152.0
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.0
Peso de Fiole + Arena + Agua	(g)	961.3
Peso del agregado seco	(g)	635.8
Volumen de fiole	(cm ³)	500.0
Peso Especifico de Masa	(g/cm ³)	2.613
Peso Especifico SSS	(g/cm ³)	2.622
Peso Especifico Aparante	(g/cm ³)	2.638
Absorción	(%)	0.361


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psp. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

(ASTM C128-19)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

MATERIAL: Agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

Muestra: Combinación - convencional + 10% de Porcelanato molido.

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa:	2.614	g/cm ³
Peso específico SSS:	2.623	g/cm ³
Peso específico Aparente:	2.639	g/cm ³
Absorción:	0.361	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	136.1
Peso de Fiale	(g)	151.8
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.0
Peso de Fiale + Arena + Agua	(g)	961.2
Peso del agregado seco	(g)	634.3
Volumen de fiale	(cm ³)	500.0
Peso Especifico de Masa	(g/cm ³)	2.614
Peso Especifico SSS	(g/cm ³)	2.623
Peso Especifico Aparente	(g/cm ³)	2.639
Absorción	(%)	0.361


Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

(ASTM C128-15)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

MATERIAL: Agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

Muestra: Combinación - convencional + 15% de Porcelanato molido.

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa:	2.607	g/cm ³
Peso específico SSS:	2.611	g/cm ³
Peso específico Aparente:	2.617	g/cm ³
Absorción:	0.140	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	133.4
Peso de Fiole	(g)	152.1
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.0
Peso de Fiole + Arena + Agua	(g)	980.6
Peso del agregado seco	(g)	832.7
Volumen de fiole	(cm ³)	500.0
Peso Especifico de Masa	(g/cm ³)	2.607
Peso Especifico SSS	(g/cm ³)	2.611
Peso Especifico Aparente	(g/cm ³)	2.617
Absorción	(%)	0.140


 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

(ASTM C128-13)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

MATERIAL: Agregado fino

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

Muestra: Combinación - convencional + 20% de Porcelanato molido.

AGREGADO FINO

Peso específico de Masa:	2.605	g/cm ³
Peso específico SSS:	2.607	g/cm ³
Peso específico Aparente:	2.609	g/cm ³
Absorción:	0.060	%

ITEM		P-1
Peso de Tara	(g)	134.3
Peso de Fiola	(g)	151.6
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500.0
Peso de Fiola + Arena + Agua	(g)	959.8
Peso del agregado seco	(g)	634.0
Volumen de fiola	(cm ³)	500.0
Peso Especifico de Masa	(g/cm ³)	2.605
Peso Especifico SSS	(g/cm ³)	2.607
Peso Especifico Aparente	(g/cm ³)	2.609
Absorción	(%)	0.060


 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 1-3151



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

***EQUIVALENTE DE
ARENA CON ADICIÓN
DE PORCELANTO
MOLIDO AL (5%, 10%,
15% Y 20%)***


Luis Camarero Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP. 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotesty02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

EQUIVALENTE DE ARENA				
(ASTM D2419)				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA				
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"				
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso				
CANTERA: Apata			HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL: Combinación de agregado fino + 5% de Porcelanato molido			FECHA: Marzo - 2022	
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	15:13	15:15	15:17
4	Hora de Salida	15:23	15:25	15:27
5	Hora de Entrada	15:25	15:27	15:29
6	Hora de Salida	15:45	15:47	15:49
7	Altura Máxima de Material Fino	5.30	5.30	5.20
8	Altura Máxima de la Arena	3.50	3.30	3.00
9	Equivalente de Arena (%)	66.0	62.3	57.7
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		62.0	
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	70.0%	OK


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

EQUIVALENTE DE ARENA				
(ASTM D2419)				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA				
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"				
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso				
CANTERA: Apata				
MATERIAL: Combinación de agregado fino + 10% de Porcelanato molido				
HECHO POR: A.Y.G.				
FECHA: Marzo - 2022				
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	16:15	16:17	16:19
4	Hora de Salida	16:25	16:27	16:29
5	Hora de Entrada	16:27	16:29	16:31
6	Hora de Salida	16:47	16:49	16:51
7	Altura Máxima de Material Fino	5.50	5.50	5.40
8	Altura Máxima de la Arena	3.50	3.40	3.30
9	Equivalente de Arena (%)	63.6	61.6	61.1
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		63.0	
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	70.0%	OK


 Luis Gamarrta Espinosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

EQUIVALENTE DE ARENA				
(ASTM D 2419)				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA				
TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"				
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso				
CANTERA: Apala				
MATERIAL: Combinación de agregado fino + 15% de Porcelanato molido				
HECHO POR: A.Y.G.				
FECHA: Marzo - 2022				
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	09:57	09:59	10:01
4	Hora de Salida	10:07	10:09	10:11
5	Hora de Entrada	10:09	10:11	10:13
6	Hora de Salida	10:29	10:31	10:33
7	Altura Máxima de Material Fino	5.40	5.40	5.50
8	Altura Máxima de la Arena	3.40	3.40	3.50
9	Equivalente de Arena (%)	63.0	63.0	63.6
10	Equivalente de Arena Promedio (%)		64.0	
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	70.0%	OK


Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 196161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

EQUIVALENTE DE ARENA				
(ASTM D2419)				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA				
TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"				
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso				
CANTERA: Apata				
HECHO POR: A.Y.G.				
MATERIAL: Combinación de agregado fino + 20% de Porcelanato molido				
FECHA: Marzo - 2022				
ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	11:01	11:03	11:05
4	Hora de Salida	11:11	11:13	11:15
5	Hora de Entrada	11:13	11:15	11:17
6	Hora de Salida	11:33	11:35	11:37
7	Altura Maxima de Material Fino	5.70	5.50	5.50
8	Altura Maxima de la Arena	3.70	3.60	3.50
9	Equivalente de Arena (%)	64.9	65.5	63.6
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	65.0		
11	ESPECIFICACION:	MAXIMA:	70.0%	OK


 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 196161

DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



***DURABILIDAD DEL
AGREGADO FINO CON
ADICIÓN DE
PORCELANTO MOLIDO
AL (5%, 10%, 15% Y
20%)***



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIF 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pcsj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO							
(ASTM C88M-18 - AASHTO T104)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO:		"Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"					
TESISTA:		Asto Ramos, Nils Alfonso					
CANTERA:		Apata				HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL:		Combinación de agregado fino				FECHA: Marzo - 2022	
Muestra: Convencional + 5% de porcelanato molido							
AGREGADO FINO							
TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4						
	N° 4	18.3	100.0	98.00	4.00	4.00	0.65
	N° 8	13.3	100.0	96.70	3.30	3.30	0.44
	N° 16	4.9	100.0	92.00	8.00	8.00	0.39
	N° 30	7.3	100.0	88.10	11.90	11.90	0.67
TOTALES							2.35


 Luis Gamarrta Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO							
(ASTM C89M-10 - AASHTO T104)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO:		"Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"					
TESISTA:		Asto Ramos, Nils Alfonso					
CANTERA:		Apata				HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL:		Combinación de agregado fino				FECHA: Marzo - 2022	
Muestra: Convencional + 10% de porcelanato molido							
AGREGADO FINO							
TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	16.3	100.0	99.00	1.00	1.00	0.16
N° 8	N° 16	13.3	100.0	90.60	9.40	9.40	1.25
N° 16	N° 30	4.9	100.0	95.00	5.00	5.00	0.25
N° 30	N° 50	7.3	100.0	93.60	6.40	6.40	0.47
TOTALES							2.13


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotesLv@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO							
(ASTM C66M-16 - AASHTO T104)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO:		"Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"					
TESISTA:		Asto Ramos, Nils Alfonso					
CANTERA:		Apati					
MATERIAL:		Combinación de agregado fino				HECHO POR: A.Y.G.	
						FECHA: Marzo - 2022	
Muestra: Convencional + 15% de porcelanato molido							
AGREGADO FINO							
TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO						
		%	Gr.	Gr.	Gr.	%	%
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	16.3	100.0	84.10	5.90	5.90	0.96
N° 8	N° 16	13.3	100.0	99.50	0.50	0.50	0.07
N° 16	N° 30	4.9	100.0	99.20	0.80	0.80	0.04
N° 30	N° 50	7.4	100.0	90.60	9.40	9.40	0.70
TOTALES							1.76

Luis Gamarrta Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Pjs. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril (cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO							
(ASTM C66M-10 - AASHTO T104)							
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
TÍTULO:		"Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"					
TESISTA:		Asto Ramos, Nils Alfonso					
CANTERA:		Apeta				HECHO POR: A.Y.G.	
MATERIAL:		Combinación de agregado fino				FECHA: Marzo - 2022	
Muestra: Convencional + 20% de porcelanato molido							
AGREGADO FINO							
TAMAÑO DE TAMIZ		ESCALON ORIGINAL	PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA CORREGIDAS
PASANTE	RETENIDO	%	Grs.	Grs.	Grs.	%	%
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	16.3	100.0	96.60	3.40	3.40	0.55
N° 8	N° 16	13.3	100.0	95.10	4.90	4.90	0.85
N° 16	N° 30	4.9	100.0	95.10	4.90	4.90	0.24
N° 30	N° 50	7.4	100.0	95.10	4.90	4.90	0.36
TOTALES							1.81


 Luis Gamarra Espinosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GLOBAL (FÍSICA Y TEÓRICA)


 **Luis Gamarras Espinoza**
INGENIERO CIVIL
CIP 138151

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotestv@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C - 136

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

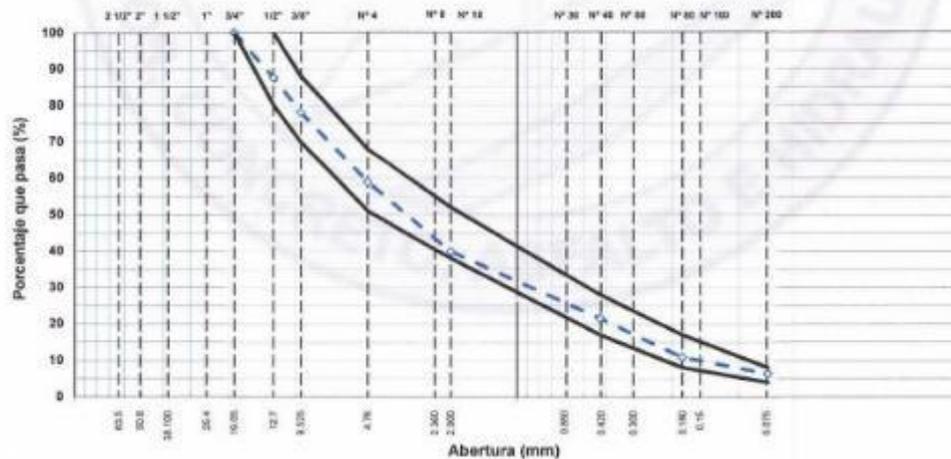
MATERIAL: Combinación de agregado

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÍNIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Peso total de la muestra	75000.0 gr
1"	25.400						Peso Fracción	678.3 gr
3/4"	19.050				100.0	100		
1/2"	12.700	9317.0	12.4	12.4	87.6	80 - 100		
3/8"	9.525	7125.0	9.5	21.9	78.1	70 - 88	COMBINACION DE AGREGADOS	
1/4"	6.300						Gravilla chancada de 3/4"	25.0 %
N°4	4.750	14315.0	19.1	41.0	59.0	51 - 68	Gravilla chancada de 1/2"	20.0 %
N°8	2.300	186.5	0.3	57.3	42.7		arena chancada 3/4"	45.0 %
N° 10	2.000	32.7	0.4	60.1	39.9	30 - 52	arena Natural 1/4"	10.0 %
N° 16	1.190	119.6	0.4	70.6	29.4			
N° 20	0.849							
N° 30	0.600	56.0	0.7	75.5	24.5			
N° 40	0.425	35.0	0.5	78.5	21.5	17 - 28		
N° 50	0.300	49.2	0.7	82.8	17.2			
N° 60	0.250	72.6	1.0	89.1	10.9	8 - 17		
N° 100	0.150	16.9	0.2	90.6	9.4			
N° 200	0.075	35.0	0.5	93.7	6.3	4 - 8		
< 200	-	72.6	0.5	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Luis Gamarrá Espinoza
Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Cíviles.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una casadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

COMBINACION GRANULOMETRICA DE AGREGADOS-ANALISIS

(ASTM D 3515)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

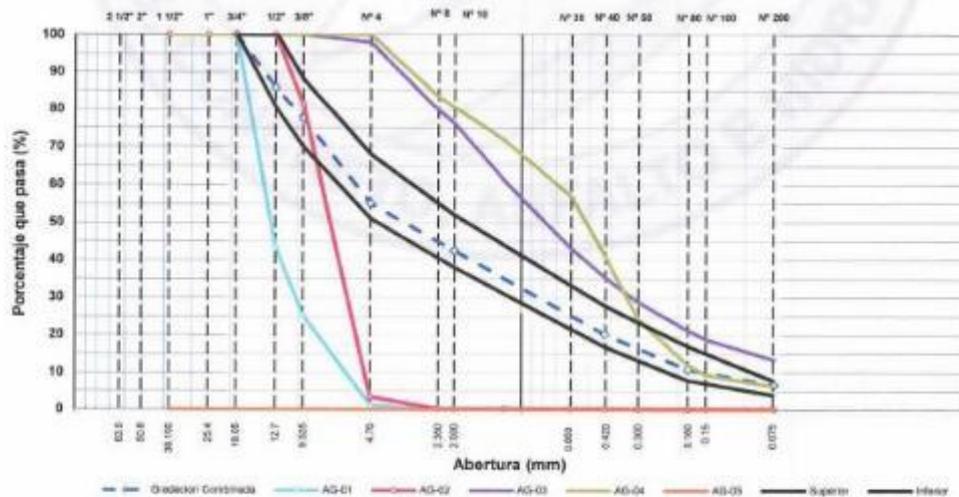
HECHO POR: A.Y.G.

CANTERA: Apafa

FECHA: Marzo - 2022

TAMIZ	ABERTURA (mm)	GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS										N. COMBINADO		
		AG-01		AG-02		AG-03		AG-04		100	MIN	MAX		
		Grava 3/4"		Grava 1/2"		Arena Chancado		Arena Natural						
		% Aperte	25	% Aperte	20	0	45	% Aperte	10					
1 1/2"	38.100	100.0	25.00	100.0	20.00	100.0	45.00	100.0	10.00	100.0	-	-		
1"	25.400	100.0	25.00	100.0	20.00	100.0	45.00	100.0	10.00	100.0	-	-		
3/4"	19.000	100.0	25.00	100.0	20.00	100.0	45.00	100.0	10.00	100.0	100	100		
1/2"	12.700	43.4	10.85	100.0	20.00	100.0	45.00	100.0	10.00	85.9	80	100		
3/8"	0.525	25.2	6.20	81.4	16.28	100.0	45.00	100.0	10.00	77.6	70	88		
Nº 4	4.750	1.2	0.20	3.4	0.88	97.9	44.06	100.0	10.00	55.0	51	68		
Nº 8	2.360	0.2	0.05	0.3	0.06	79.9	25.96	83.5	8.35	44.4				
Nº 10	2.000	0.2	0.05	0.3	0.06	78.3	24.34	80.6	8.06	42.5	38	52		
Nº 16	1.190	0.2	0.05	0.3	0.06	61.0	27.45	71.8	7.18	34.7				
Nº 20	0.850	0.2	0.05	0.3	0.06	43.7	19.40	56.9	5.69	35.2				
Nº 40	0.425	0.2	0.05	0.3	0.06	35.5	15.98	41.3	4.13	30.2	17	28		
Nº 60	0.300	0.2	0.05	0.3	0.06	28.8	12.96	24.3	2.43	15.5				
Nº 80	0.180	0.2	0.05	0.3	0.06	21.3	8.59	12.1	1.21	10.9	8	17		
Nº 100	0.150	0.2	0.05	0.3	0.06	18.9	8.57	9.6	0.96	9.6				
Nº 200	0.075	0.2	0.05	0.3	0.06	12.5	6.08	6.4	0.64	6.8	4	8		

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



MARSHALL CONVENCIONAL


 Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Cívicas

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V. S.A.G.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 (Ref. a una casita frente al parque Dizzo. Av. Ferruciani cruce con Av. Levenca Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : labgotesv02@gmail.com / gtestestv@gmail.com
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.
 RUC : 20616529229

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

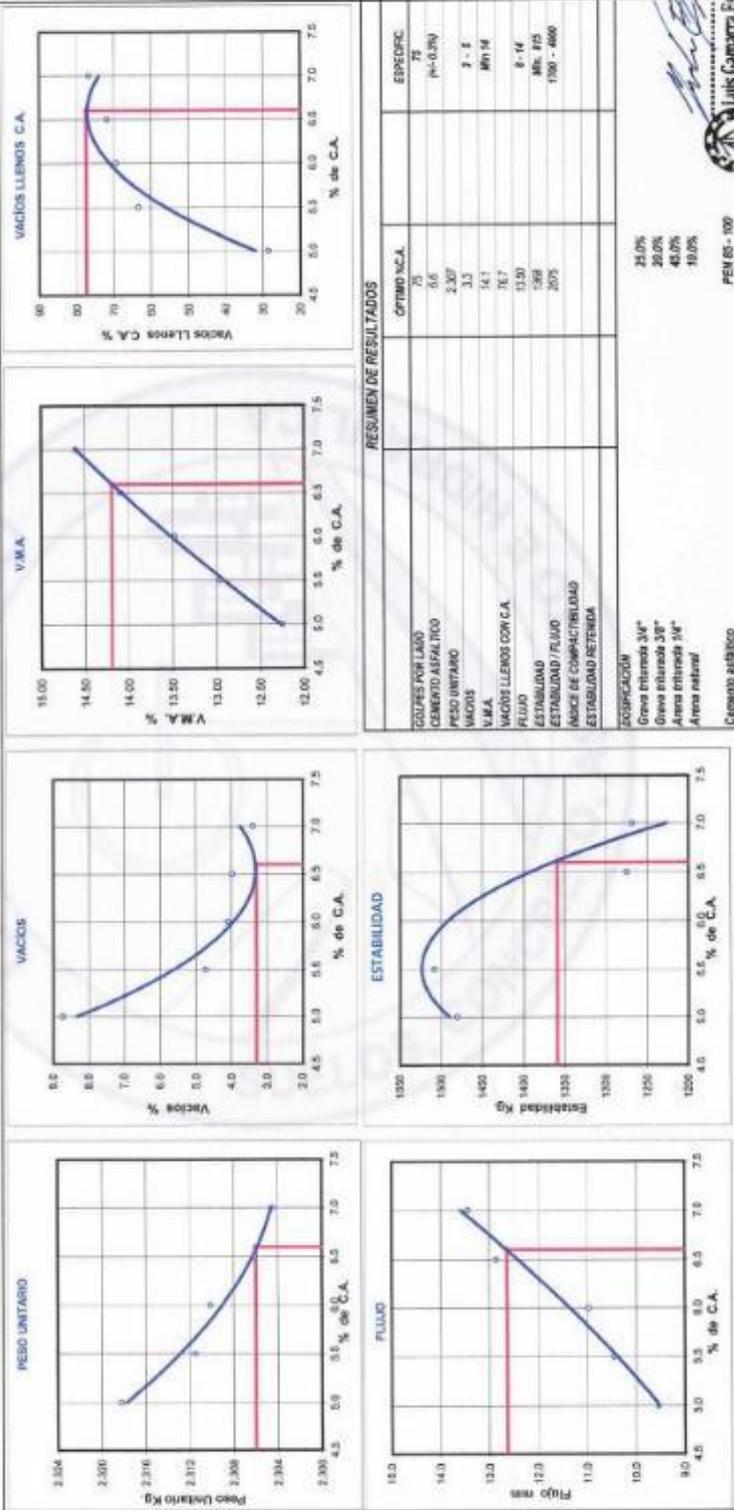
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apeta

MATERIAL: Mezcla asfáltica

HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Marzo - 2022



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA												
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2												
TÍTULO: 'Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021'												
TESISTA: Asilo Ramos, Nils Alfonso						HECHO POR: A.Y.G.						
CANTERA: Apels						FECHA: Marzo - 2022						
MATERIAL: Mezcla asfáltica												
Diseño: C.A. 3.0%												
ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMÑO ASTM		3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	<N°200	Peso Mat. Secar	g
ABERTURA EN MM		19.000	12.500	8.500	4.750	2.000	0.425	0.250	0.075	72.6		g
PESO RETENIDO	g		837.0	725.0	1425.0	219.2	210.8	121.8	15.3			g
RETENIDO PARCIAL	%		72.4	6.6	13.1	18.1	18.4	10.6	4.5			g
RETENIDO ACUMULADO	%		72.4	21.9	41.0	60.1	78.5	88.1	93.7	100.0		g
PASA	%	100.0	87.6	78.7	58.0	39.9	21.5	10.9	0.3			g
ESPECIFICACIÓN	%	100	80-100	70-80	50-60	30-50	17-28	8-17	4-8			g
ASFALTO LAVADO												g
TRAMO ASFALTADO												g
Método Lineal:											PESO TOTAL	7000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA											
Tamaño de grano en mm											

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559							
BRQUETAS	g	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.	
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
2. AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	30.36	30.36	30.36	30.36		
3. AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	56.64	56.64	56.64	56.64		
4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%						
5. PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE	g/cm ³	1.015	1.015	1.015			
6. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	g/cm ³	2.480	2.480	2.480			
7. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	g/cm ³	2.524	2.524	2.524			
8. PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE	g/cm ³						
9. PESO DE LA BRQUETA ALIAR	g	1021.0	1020.0	1021.0			
10. PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1038.8	1038.1	1038.6			
11. PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	106.0	107.0	107.3			
12. VOLUMEN DE LA BRQUETA (15-10)	cc	320.0	321.6	321.2			
13. PESO DE LA PARAFINA (13-A)	g						
14. VOLUMEN DE PARAFINA (13-B) por litro	cc						
15. VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPACHAMIENTO (15-10)	cc	321.6	321.6	321.2			
16. PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (16-B)	g/cm ³	3.200	3.199	3.199	3.198		
17. PESO ESPECÍFICO APARENTE ASTM D-1559	g/cm ³	2.340	2.340	2.340			
18. UNDO (17-16)/(16-B)	%	8.3	8.9	9.1	8.7	8-9	
19. PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (19-A)/(16-B)	g/cm ³	2.510	2.510	2.510			
20. V.M.A. (19-B)/(16-B)	%	19.0	18.4	18.6	18.9	18-14	
21. UNDO LLENOS CON C.A. (19-B)/(16-B)	%	28.0	28.4	27.9	28.7		
22. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (22-A)/(16-B)	g/cm ³	2.759	2.759	2.759			
23. C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (18-B)/(22-B)	%	2.644	2.644	2.644			
24. CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (18-B)/(24-B)	%	1.54	1.54	1.54			
25. FLUIDO	mm	0.7	0.7	0.7	0.8	0-14	
26. LECTURA DEL EQUIPO	mm	14.000	14.300	14.000			
27. ESTABILIDAD SIN COMPRES	kg	1470	1470	1470			
28. FACTOR DE ESTABILIDAD	%	1.00	1.00	1.00			
29. ESTABILIDAD COMPRESIDA	kg	1470	1470	1474	1471	1400-1500	
30. ESTABILIDAD FLUIDO	kg/cm	3910	3973	4047	3941	3700-4000	

OBSERVACIONES	
Grava triturada 3/4"	20%
Grava triturada 2/4"	30%
arena triturada 1/4"	40%
arena natural	10%
Cemento asfáltico	FCV 05 - 100

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Pozo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA											
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2											
TÍTULO: 'Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021'											
TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso						HECHO POR: A.Y.G.					
CANTERA: Apata						FECHA: Marzo - 2022					
MATERIAL: Mezcla asfáltica											
Diseño: C.A. 5.5 %											
ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	3/8"	3/16"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	+N°200	Peso del Sólido	g
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	9.525	4.750	2.000	0.425	0.19	0.075	0.075	Peso del Lavado	g
PESO RETENIDO	g	3397.0	7125.0	14115.0	216.0	270.0	327.0	51.0	72.0	Peso del Tac-Filter	g
RETENIDO PARCIAL	%	12.4	9.5	19.1	13.1	10.4	10.0	4.5	6.2	Peso de Arena	g
RETENIDO ACUMULADO	%	100.0	21.9	41.0	60.1	70.5	80.1	84.7	90.9	Peso de los Filtros	g
PASA	%	100.0	87.6	78.1	59.0	39.9	21.5	10.0	6.3	Peso del Filtro	g
ESPECIFICACIÓN	%	100	80-100	75-85	55-65	35-55	17-28	8-17	4-8		
ASFALTO LIGADO										FRACCIÓN	%
TAMIZ ASFALTADO										PESO TOTAL	g
											878.2
											1396.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA											

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559											
BROQUETAS		N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.				
1 C.A. ANTES DE LA MEZCLA	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	38.70	38.70	38.70	38.70						
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	58.75	58.75	58.75	58.75						
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%										
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.015	1.015	1.015							
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.480	2.480	2.480							
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.524	2.524	2.524							
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE											
9 PESO DE LA BROQUETA AL AIRE	g	173.7	176.4	172.0							
10 PESO DE BROQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	179.1	176.2	173.2							
11 PESO DE LA BROQUETA EN AGUA	g	791.0	801.0	804.3							
12 VOLUMEN DE LA BROQUETA (10-11)	cc	332.1	358.0	328.7							
13 PESO DE LA PARAFINA (10-11)	g										
14 VOLUMEN DE PARAFINA (10-11) (g/ρ _{parafina})	cc										
15 VOLUMEN DE LA BROQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-14)	cc	333.1	339.0	328.7							
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BROQUETA (10-15)	g/cc	2.512	2.291	2.212	2.312						
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ACTIVO (20-17)	%	2.427	2.427	2.427							
18 VACÍOS (11-16)/(16-17)	%	4.7	4.7	4.7	4.7	3 - 5					
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2-3+4)/(2+3+4+5+6+7+8+9)	%	2.510	2.215	2.510							
20 M.M.A. (10-12)/(11-13)	%	53.0	52.0	53.0	53.0	M.M. 14					
21 MACROCELLENOS CON C.A. (10/25-18/20)	%	82.3	82.4	82.0	82.2						
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)/(10/17+14/15)	%	2.640	2.640	2.640							
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (10/15)/(2+3+4+5+6+7+8+9)	%	1.896	1.896	1.896							
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (1-2)/(2+3+4+5+6+7+8+9)	%	3.87	3.87	3.87							
25 FLUIDO	mm	10.0	10.0	10.0	10.0	8 - 14					
26 LECTURA DEL EQUIPO	mm	10.780	10.630	10.770							
27 ESTABILIDAD SIN CONCRETE	%	100	100	100							
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00							
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	%	100	100	100	100	Mín. 85					
30 ESTABILIDAD AL LUGO	Kg/cm	368	381	370	369	1100 - 4000					

OBSERVACIONES:	
Grava 3/4"	20%
Grava 3/8"	20%
Arena 3/16"	40%
Arena natural	10%
Cemento asfáltico	PEH 85 - 100

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA											
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2											
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021" TESISTA: Asto Ramos, Nils Albrozo CANTERA: Apeta MATERIAL: Mezcla asfáltica											
HEDIO POR: A.V.G. FECHA: Marzo - 2022											
Diseño: C.A. 6.6%											
ENSAYO GRANULOMÉTRICO								LAVADO ASFÁLTICO			
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 100	N° 200	<N°200	
ABERTURA EN mm	19.00	12.50	9.50	4.75	2.00	0.425	0.25	0.075	0.075		
PESO RETENIDO	g	917.0	7125.0	14715.0	2783.2	210.8	121.0	51.0	22.0		
RETENIDO PARCIAL	%	12.4	9.5	19.1	79.1	18.4	18.6	4.3	6.3		
RETENIDO ACUMULADO	%		12.4	21.9	41.0	60.1	78.6	84.1	90.4		
PIEZA	%	100.0	87.6	78.1	59.0	39.9	21.0	10.9	6.3		
ESPECIFICACION	%	100	85-100	75-88	51-69	35-52	17-28	8-17	4-8		
ASFALTO LÍQUIDO											875.2
TRAMO ASFALTADO											1086.0
REPRESENTACIÓN GRÁFICA											
ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559											
BRIGUETAS		N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECÍFICO				
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%		6.0	6.8	6.8	6.0					
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + N°4	%		38.55	38.55	38.55						
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + N°4	%		55.45	55.45	55.45						
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%										
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE			1.016	1.015	1.015						
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK			2.400	2.400	2.400						
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK			2.524	2.524	2.524						
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE											
9 PESO DE LA BRIGUETA AL AIRE	g		1211.0	1216.2	1212.0						
10 PESO DE BRIGUETA AL AIRE (SATURADO)	g		1203.1	1208.8	1205.2						
11 PESO DE LA BRIGUETA EN AGUA	g		887.4	893.1	890.1						
12 VOLUMEN DE LA BRIGUETA (M-1)	cc		530.7	527.4	527.2						
13 PESO DE LA PARAFINA (M-4)	g										
14 VOLUMEN DE PARAFINA (M-4)	cc										
15 VOLUMEN DE LA BRIGUETA POR DESPACHAMIENTO (M-1)	cc		526.7	527.4	527.2						
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIGUETA (M-1)	g/cc		2.302	2.312	2.307	2.309					
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-3047			2.400	2.400	2.400						
18 VACÍOS (V-1)(M-1)	%		4.4	4.8	4.8	4.4	3-5				
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (M-1)(M-2)(M-3)(M-4)			2.312	2.310	2.310						
20 V.M.A. (M-1)(M-2)(M-3)	%		12.8	13.4	13.2	12.8	Mín. 12				
21 VACÍOS LIBRES CON C.A. (M-2)(M-3)	%		67.8	68.9	71.9	68.8					
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (M-1)(M-2)(M-3)(M-4)			2.640	2.640	2.640						
23 C.A. ABSORCIÓN POR AGREGADO TOTAL (M-2)(M-3)(M-4)	%		1.809	1.800	1.800						
24 DENSIDAD ASFÁLTICA EFECTIVA (M-2)(M-3)(M-4)			4.12	4.12	4.12						
25 FLUJO	mm		11.2	11.0	10.8	11.0	8-14				
26 LECTURA DEL EQUIPO			15.740	15.740	15.740						
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg		1000	1000	1000						
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K		1.00	1.00	1.00						
29 ESTABILIDAD COMPRESA	kg		1000	1000	1000	1000	Mín. 815				
30 ESTABILIDAD FLUIDO	kg/cm		3537	3730	3763	3600	1700-4000				
CONSERVACIONES											
Grava Etirado 3/8"			25%								
Grava Etirado 3/4"			20%								
Aréola Molido 10"			42%								
Aréola natural			10%								
Cemento asfáltico			PCN 25 - 130								

Luis Gamarras Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"

REGISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso
 CANTERA: Apela
 MATERIAL: Mezcla asfáltica

HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Marzo - 2022

Diseño: C.A. 8.5 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMO ASTM	30"	19"	9.5"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	<N°200	Peso Mac. D.Lavado	g
ABERTURA EN mm	76.200	47.500	25.000	4.750	2.000	0.425	0.075	0.075	0.075		
RETENIDO PARCIAL	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Peso Mac. Lavado	g
RETENIDO ACUMULADO	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Peso Mac. Lav + Filtro	g
PASA	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	Peso Mac. de Filtro	g
ESPECIFICACION	%	100	85-100	75-85	55-65	35-52	17-28	8-17	4-8	Peso de Filtro	g
ASFALTO LIGADO										REACCIÓN	N
TRAMO ASFALTADO										RESIDUO	g
											1500.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	g	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC
1. C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	8.5	8.5	8.5	8.5	
2. AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	38.24	38.24	38.24	38.24	
3. AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	55.18	55.18	55.18	55.18	
4. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%					
5. PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.918	1.918	1.918		
6. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.490	2.490	2.490		
7. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.524	2.524	2.524		
8. PESO ESPECIFICO FILLER - ATARDETE						
9. PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1214.4	1214.3	1214.6		
10. PESO DE BRQUETA AL AIRE SATURADO	g	1217.2	1217.3	1217.5		
11. PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	991.7	991.7	991.7		
12. VOLUMEN DE LA BRQUETA (19-13)	cc	525.8	525.4	527.2		
13. PESO DE LA PARAFINA (10-g)	g					
14. VOLUMEN DE PARAFINA (13% peso)	cc					
15. VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-N)	cc	525.8	522.4	527.2		
16. PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRQUETA (gN)	g/cc	2.310	2.325	2.330	2.306	
17. PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D-2041		2.400	2.400	2.400		
18. VACIOS (11-18)*100/17	%	2.7	2.2	2.7	4.9	3 - 8
19. PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (13+4+20+4+10+g)		2.510	2.510	2.510		
20. V.M.A. 100(13+4+7)10/17	%	12.8	12.4	13.7	14.7	Mín 14
21. VACIOS LIBRES CON C.A. 100(13+4+7)10/17	%	32.4	30.2	31.3	32.0	
22. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO TOTAL (13+4+20+4+10+g)		2.504	2.504	2.504		
23. C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (18)*100/17-100/17	%	2.103	2.100	2.103		
24. CEMENTO ASFALTICO (EFFECTIVO) 100(13+4+7)10/17	%	4.45	4.45	4.45		
25. FLUIDO	mm	12.8	12.8	12.8	12.8	8 - 14
26. LECTURA DEL SOLAPO	mm	12.800	12.800	12.800		
27. ESTABILIDAD EN CORREGIDA	g	100	100	100		
28. FACTOR DE ESTABILIDAD	%	1.00	1.00	1.00		
29. ESTABILIDAD CORREGIDA	g	100	100	100	100	Mín. 100
30. ESTABILIDAD FALLIDO	g/cm	240	250	260	250	150 - 400

ORIGEN Y DOWES:
 Grava triturada 30" 20%
 Grava triturada 19" 20%
 Arena triturada 9.5" 40%
 Arena natural 10%
 Cemento asfáltico PEN 60 - 130

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso
 CANTERA: Apata
 MATERIAL: Mezcla Asfáltica

HECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Marzo - 2022

Diseño: C.A. 7.8 %

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	3/8"	3/16"	N° 4	N° 10	N° 30	N° 60	N° 100	<N°200	Peso Mte. Solvente	g
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	9.525	4.750	2.000	0.600	0.250	0.075	0.075	Peso Mte. Lavado	g
PESO RETENIDO	g	817.0	1105.0	1431.0	216.0	210.0	121.0	21.0	71.0	Peso Mte. Lav + Fibra	g
RETENIDO PARCIAL	%	12.4	8.0	78.1	38.7	58.4	18.9	4.0	2.0	Peso de Asfalto	g
RETENIDO ACUMULADO	%	12.4	21.3	41.0	60.7	58.8	66.7	66.7	70.0	Peso total de Fibra	g
PAUSA	%	100.0	87.6	78.7	58.0	38.9	21.8	18.9	8.0	Peso final de Fibra	g
ESPECIFICACIÓN	%	100	85-100	70-90	50-65	28-32	17-25	8-17	4-8	Peso de Fibra	g
ASFALTO LIQUIDO										INACCIÓN	16
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	g
											7100.7



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	U	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	7.8	7.8	7.8	7.8	
2 AGRGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	36.14	36.14	36.14	36.14	
3 AGRGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	54.86	54.86	54.86	54.86	
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%	0.90	0.90	0.90	0.90	
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		2.815	2.816	2.815	2.815	
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGRGADO GRUESO - BULK		2.480	2.480	2.480	2.480	
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGRGADO FINO - BULK		2.624	2.624	2.624	2.624	
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1073.7	1075.2	1072.2		
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1022.4	1019.7	1021.6		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	894.3	897.3	895.7		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	cc	107.9	104.7	106.2		
13 PESO DE LA PARAFINA (10-11)	g					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (10-11) parafina	cc					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-11)	cc	107.9	104.7	106.2		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (9-11)	g/cc	2.219	2.264	2.261	2.261	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D2474		2.288	2.288	2.288		
18 UNIDAD (17-16)1000	%	3.0	3.8	3.4	3.4	3 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGRGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8)		2.610	2.610	2.610		
20 V.M.A. (16-2+3+4+5+6+7+8)	%	74.8	75.8	75.8	74.8	74.8
21 UNIDAD LLENADO CON C.A. (16-19)1000	%	76.4	74.4	76.8	76.8	76.8
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGRGADO TOTAL (2+3+4+5+6+7+8)		2.600	2.600	2.600		
23 C.A. AGRGADO POR AGRGADO TOTAL (16-22)1000	%	2.218	2.218	2.218		
24 CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO ASTM D4108	%	4.34	4.34	4.34		
25 FLUIDO	mm	10.0	10.0	10.0		8 - 14
26 LECTURA DEL EQUIPO		18.188	18.207	18.408		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1271	1270	1272		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	k	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1289	1270	1273	1289	Min. 815
30 ESTABILIDAD FLUIDO	kg/cm	269	268	259	269	1700 - 4000

OBSERVACIONES:
 Grava filtrada 3/4" : 25%
 Grava filtrada 3/8" : 20%
 Arena filtrada 1/4" : 45%
 Arena natural : 10%
 Cemento asfáltico : PEN 85 - 100

Luis Gamboa Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psg. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotestlv@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA										
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2										
TÍTULO: 'Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021'										
TESISTA: Auto Ramos, Nils Alfonso					HECHO POR: A.Y.G.					
CANTERA: Apata					FECHA: Marzo - 2022					
MATERIAL: Mezcla asfáltica										
Origen: C.A. 5.5% - ÓPTIMO										
ENSAYO GRANULOMÉTRICO								LAVADO ASFÁLTICO		
TAMÉ ASTM	3/4"	2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	<N°200	Peso Mez. Seca
ABERTURA Ømm	19.000	50.800	9.525	4.750	2.000	0.425	0.075	0.075		g
PESO RETENIDO	g	1217.0	7125.0	1425.0	719.2	210.0	121.8	21.0	22.4	Peso Mez. Lavado
RETENIDO FRACIL	%	72.4	8.5	18.1	18.1	18.4	10.6	4.5	6.2	Peso Mez. Lav. Fines
RETENIDO ACUMULADO	%	72.4	21.9	41.0	59.1	77.5	88.1	93.7	100.0	Peso total de Fibras
PASA	%	100.0	87.6	78.1	58.0	38.9	21.1	10.9	5.3	Peso de Fibras
ESPECIFICACION	%	100	90-100	70-85	51-68	38-52	17-28	9-17	4-8	FRACCIÓN
ASFALTO LAVADO										%
TRABO ASFALTADO										g
										7000.0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA										
N° 200	N° 80	N° 40	N° 10	N° 4	3/8"	2"	3/4"			

ENSAYO MARSHALL, ASTM D-1559										
BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC				
1	C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.00	6.00	6.00	6.00				
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	38.30	38.30	38.30					
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA - N° 4	%	51.10	51.10	51.10					
4	FALDR EN PESO DE LA MEZCLA	%								
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.020	1.020	1.020					
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.490	2.490	2.490					
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.524	2.524	2.524					
8	PESO ESPECÍFICO FALDR APARENTE									
9	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1209.8	1203.2	1204.2					
10	PESO DE BRQUETA AL AIRE (AFINADO)	g	1209.8	1203.2	1204.2					
11	PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	661.9	653.3	660.1					
12	VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	cc	511.8	508.8	510.3					
13	PESO DE LA PARAFINA (10-8)	g								
14	VOLUMEN DE PARAFINA (13g/parafina)	cc								
15	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (10-14)	cc	512.8	509.8	511.3					
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (10-15)	g/cc	2.368	2.374	2.371	2.367				
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASFALTO (16)	%	2.361	2.361	2.361					
18	VACÍOS (16-17) (V%)	%	3.4	3.2	3.3	3.3				
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2-3+4+5+6+7+8+9)		2.510	2.510	2.510					
20	VMA (16-20+17+18)	%	64.3	64.1	64.1	64.1				
21	VACÍOS LLENOS CONV. (16+18+19)	%	36.1	37.2	36.7	36.7				
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2-3+4+5+6+7+8+9)		2.620	2.620	2.620					
23	C.A. AGREGADO POR AGREGADO TOTAL (16+17+18+19)	%	1.02	1.02	1.02					
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO (23+24+25)	%	4.76	4.76	4.76					
25	FLUJO	mm	15.0	15.7	15.3	15.3				
26	LECTURA DEL EQUIPO		11.600	11.606	11.708					
27	ESTABILIDAD SIN COMPROMISO	kg	1200	1212	1206					
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	X	1.00	1.00	1.00					
29	ESTABILIDAD COMPRESA	kg	1208	1212	1210	1210				
30	ESTABILIDAD FLUJO	kg/cm	2454	2514	2479	2479				

DISEÑACIONES:	
Grava filtrada 3/4"	20%
Grava filtrada 2"	20%
Arena filtrada 1/4"	45%
Arena natural	10%
Cemento asfáltico	PEN 85 - 100

Luis Gamarras Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles



DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

MARSHALL CON ADICIÓN DEL 5% DE PORCELANTO MOLIDO


 Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198151

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCION : P'sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotestv@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso
 CANTERA: Apata
 MATERIAL: Mezcla Asfáltica

NECHO POR: A.Y.G.
 FECHA: Marzo - 2022

Diseño: C.A. 6.6% - Óptimo y 5% de Porcelanato molido.

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	1 1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	<N°200	Peso Mez. Seca	P
ABERTURA EN mm	19.00	37.50	4.75	4.75	2.00	0.425	0.25	0.075	75.0		
PESO RETENIDO	g	607.0	705.0	1019.0	219.0	210.0	101.0	11.0	71.0		
RETENIDO PARCIAL	%	12.4	9.5	19.1	19.1	19.4	10.6	4.3	6.4		
RETENIDO ACUMULADO	%	12.4	21.9	41.0	60.1	79.5	90.1	94.4	100.0		
PASA	%	100.0	87.5	78.7	58.0	38.5	21.5	10.0	0.0		
ESPECIFICACION	%	100	85 - 100	70 - 85	51 - 65	32 - 42	17 - 28	8 - 17	4 - 8		
ASFALTO LIQUIDO											67.3
TRAMO ASFALTADO											7000.0

Metro Lineales

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Tamaño de grano en mm

ESPECIFICACIÓN

ENSAYO MARSHALL, ASTM D-1559							
BRQUETAS	N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC	
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.60	6.60	6.60	6.60		
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + SP4	%	38.30	38.30	38.30	38.30		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + N°4	%	35.10	35.10	35.10	35.10		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	%						
5 PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO APARENTE		1.029	1.028	1.028			
6 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.480	2.480	2.480			
7 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.612	2.610	2.610			
8 PESO ESPECIFICO FILLER - APARENTE (Ca)							
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1017.0	1029.3	1029.3			
10 PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1028.3	1028.7	1028.7			
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	880.5	888.5	887.4			
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-11)	cc	335.0	336.2	336.3			
13 PESO DE LA PARAFINA (10B)	g						
14 VOLUMEN DE PARAFINA (10B/parafina)	cc						
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-14)	cc	335.0	336.2	336.3			
16 PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRQUETA (8+9)	g/cc	2.969	2.917	2.961	2.949		
17 PESO ESPECIFICO MAXIMO ASTM D-2041		2.579	2.575	2.573			
18 VACUO (17-16)*100%	%	3.7	2.6	3.7	3.0	3 - 6	
19 PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6+7+8+9)		2.989	2.957	2.951			
20 V.A.A. (50*(2-3+6)*1618)	%	16.4	15.5	16.4	16.1	Mín 14	
21 VACUO LLENOS CON CA (10719/1600)	%	71.2	81.1	70.2	70.8		
22 PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4+6+7+8+9)		2.620	2.620	2.620			
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (18)*723-16(12*18)	%	1.03	1.03	1.03			
24 CEMENTO ASFALTICO EFECTIVO (1771*(2+3+4+6+7+8+9)	%	5.62	5.63	5.62			
25 PUNTO	mm	11.2	11.4	11.2	11.3	8 - 14	
26 LECTURA DEL EQUIPO		13.481	13.388	13.480			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1375	1365	1371			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	K	1.00	1.00	1.00			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1375	1365	1371	1371	Mín. 875	
30 ESTABILIDAD PLASMO	kg/cm	2699	3038	2700	2829	1100 - 4000	

CONVERSIONES:
 Grava 3/4" 30%
 Grava 1/2" 30%
 Arena 3/8" 40%
 Arena actual 10%
 Porcelanato molido 3.0%
 Cemento asfáltico PEN 85 - 100

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP-198191

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA							
DENSIDAD MAXIMA TEÓRICA RICE (ASTM D 2041)							
TITULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021" TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso CANTERA: Apata MATERIAL: Mezcla Asfáltica							
						HECHO POR: A.Y.G. FECHA: Marzo - 2022	
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2							
ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.60					
Peso del material	gr	1531.50					
Peso del agua + fesco Ríce	gr	3551.60					
Peso del material + fesco + agua (en aire)	gr	5083.30					
Peso del material + fesco + agua (en agua)	gr	4439.60					
Volumen del material	cc	643.70					
Peso Especifico Máximo	gr/cc	2.379					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	25.0					
Grava triturada 3/8"	%	20.0					
Arena triturada 1/4"	%	40.0					
Arena natural	%	10.0					
Porcelanato molido	%	5.0					
Tiempo de ensayo	Min.	75					
Factor de Corrección							


Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



MARSHALL CON ADICIÓN DEL 10% DE PORCELANTO MOLIDO


 Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 126164

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: 'Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021'

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alvarzo
CANTERA: Apala
MATERIAL: Mezcla Asfáltica

HECHO POR: A.Y.G.
FECHA: Marzo - 2022

Diseño: C.A. 8.5% - Óptimo y 10% de Porcelanato molido.

ENSAYO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO	
TAMIZ ASTM	3/4"	5/8"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 60	N° 200	<N°200	Peso Mez. Seca	g
ABERTURA EN mm	19.0	12.5	9.5	4.75	2.0	0.425	0.25	0.075		Peso Mez. Lavada	g
PESO RETENIDO	g	337.0	775.2	1033.0	216.0	24.0	17.5	11.9	72.4	Peso Mez. Lav + Filtro	g
RETENIDO PARCIAL	%	12.4	3.2	18.1	18.1	10.3	4.3	5.4		Peso de Asfalto	g
RETENIDO ACUMULADO	%	12.4	21.9	41.6	60.1	70.4	85.1	93.6	100.0	Peso Inicial de Filtro	g
PASA	%	87.6	81.9	78.1	59.9	49.7	34.9	24.4		Peso Final de Filtro	g
ESPECIFICACIÓN	%	100	80-100	75-94	51-85	38-52	17-28	8-17	4-8		
ASFALTO LIGADO										FRACCIÓN	g
TRAMO ASFALTADO										PESO TOTAL	g

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

BRQUETAS	g	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1 C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	8.81	8.89	8.89	8.89	8.89
2 AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	30.30	30.30	30.30		
3 AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	35.53	35.53	35.53		
4 FILLER EN PESO DE LA MEZCLA (G)	%					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.013	1.0126	1.0128		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.400	2.400	2.400		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.814	2.814	2.814		
8 PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE (G)						
9 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1220.0	1221.1	1220.3		
10 PESO DE LA BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1096.7	1090.1	1093.9		
11 PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	888.4	884.3	886.2		
12 VOLUMEN DE LA BRQUETA (10-1)	cc	336.0	337.8	336.7		
13 PESO DE LA PARAFINA (19.0)	g					
14 VOLUMEN DE PARAFINA (19.0/parafina)	cc					
15 VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESPLAZAMIENTO (12-1)	cc	326.0	327.8	326.7		
16 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (819)	g/cc	3.682	3.599	3.611	3.594	
17 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM G-2041		2.377	2.377	2.377		
18 VACÍOS (17-18)*100/17	%	4.8	5.6	5.8	5.5	2 - 5
19 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(28+37+48)		2.562	2.562	2.562		
20 V.M.A. 100(g/247)(19/18)	%	16.8	16.3	15.7	16.3	Mín. 14
21 VACÍOS LLENOS CON C.A. 100/20 (19/20)	%	78.3	77.8	82.4	78.8	
22 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+4)(100/20+19)		2.427	2.427	2.427		
23 C.A. ABSORBIDO POR AGREGADO TOTAL (100/20 (19/20)*19)	%	0.98	0.98	0.98		
24 COEFICIENTE ASFÁLTICO EFECTIVO (1-23)/(2+3+4)*100		5.88	5.89	5.89		
25 FLUIDO	mm	0.4	0.1	0.1	0.2	0 - 14
26 LECTURA DEL EQUIPO		13.503	13.508	13.515		
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR	kg	1303	1302	1303		
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	k	1.00	1.00	1.00		
29 ESTABILIDAD CORREGIDA	kg	1303	1302	1303	1304	Mín. 815
30 ESTABILIDAD FLUIDO	figura	3718	3677	3699	3691	1700 - 4000

OBSERVACIONES:
 Grava triturada 3/4" 35%
 Grava triturada 3/8" 30%
 Arena triturada 5/8" 40%
 Arena natural 5%
 Porcelanato molido 20.0%
 Concreto asfáltico FCR 80 - 100

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : P'sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA							
DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE (ASTM D 2041)							
TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021" TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso CANTERA: Apate MATERIAL: Mezcla Asfáltica							
				HECHO POR: A.Y.G. FECHA: Marzo - 2022			
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2							
ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	5.90					
Peso del material	gr	1525.00					
Peso del agua + frasco Rizo	gr	3201.00					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	5077.00					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	4420.00					
Volumen del material	cc	642.00					
Peso Específico Máximo	gr/cc	2.377					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	25.0					
Grava triturada 3/8"	%	20.0					
Arena triturada 1/4"	%	10.0					
Arena natural	%	10.0					
Porcelanato molido	%	10.0					
Tiempo de ensayo	Min	10					
Factor de Corrección							



Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198191

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



MARSHALL CON ADICIÓN DEL 15% DE PORCELANTO MOLIDO


Luis Gamarras Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Cíviles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com,
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huaracayo, 2021"

TESISTA: Asilo Ramos, Nils Alfonso
 CANTERA: Apata
 MATERIAL: Mezcla Asfáltica

HECHO POR: A. V.G.
 FECHA: Marzo - 2022

Diseño: C.A. 6.6 % - Óptimo y 15% de Porcelanato molido.

ENSAJO GRANULOMÉTRICO										LAVADO ASFÁLTICO		
TAMIZ ASTM	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 20	N° 40	N° 60	N° 100	<N°200	Porc. Mat. Lavado	%
ABERTURA EN mm	19.000	12.500	9.500	4.750	2.000	842.5	6.00	2.50	0.850		Porc. Mat. Lavado	%
PESO RETENIDO	g	1211.9	7125.0	14151.0	219.0	210.0	121.0	31.0	72.0		Porc. Mat. Lavado + Filtros	%
RETENIDO PARCIAL	%	12.4	5.5	13.1	16.1	18.3	10.6	4.8	6.4		Porc. de Asfalto	%
RETENIDO ACUMULADO	%	12.4	21.6	41.0	60.7	79.4	90.1	95.0	100.0		Porc. total de Filtros	%
PASA	%	100.0	87.5	70.7	50.0	29.8	21.9	10.9	6.4		Porc. total de Filtros	%
ESPECIFICACIÓN	%	100	85 - 100	70 - 85	55 - 65	34 - 52	17 - 30	9 - 17	4 - 8		Porc. de Filtros	%
ASFALTO LÍQUIDO											PRACCIÓN	%
TRAMO ASFALTADO											PRACCIÓN	%
												7500.0



ENSAYO MARSHALL ASTM D-1559

INDICIAS	UNIDAD	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIFIC.
1	G.A. EN PESO DE LA MEZCLA	%	6.60	6.60	6.60	6.60
2	AGREGADO GRUESO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	32.30	32.30	32.30	
3	AGREGADO FINO EN PESO DE LA MEZCLA + N° 4	%	55.10	55.10	55.10	
4	FILLER EN PESO DE LA MEZCLA (ca)	%				
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO APARENTE		1.013	1.010	1.013	
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK		2.480	2.480	2.480	
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2.807	2.807	2.807	
8	PESO ESPECÍFICO FILLER - APARENTE (ca)					
9	PESO DE LA BRQUETA AL AIRE	g	1204.8	1220.8	1212.8	
10	PESO DE BRQUETA AL AIRE (SATURADO)	g	1226.3	1233.2	1229.8	
11	PESO DE LA BRQUETA EN AGUA	g	887.9	887.9	887.9	
12	VOLUMEN DE LA BRQUETA (19.7%)	cc	343.5	343.5	343.5	
13	PESO DE LA PARAFINA (19.8)	g				
14	VOLUMEN DE PARAFINA (19.8 parafina)	cc				
15	VOLUMEN DE LA BRQUETA POR DESAFUMAMIENTO (19.14)	cc	343.5	343.5	343.5	
16	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRQUETA (81.8)	g/cc	2.272	2.274	2.273	2.271
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO ASTM D-2922		2.375	2.375	2.375	
18	INDICE (17.18/100)17	%	4.2	4.2	4.2	3 - 8
19	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (2+3+6+7+8+10+11+12)		2.330	2.330	2.330	
20	V.M.A. 100(2+3+6+7+10+11)	%	17.8	17.8	17.8	16.8
21	INDICE LÍQUIDO CON C.A. 100(20-19.14)	%	74.8	74.8	74.8	73.2
22	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO TOTAL (2+3+6+7+10+11+12)		2.524	2.524	2.524	
23	C.A. ABRONDADO POR AGREGADO TOTAL (100(20-19.14)/2.524)	%	7.01	7.01	7.01	
24	CEMENTO ASFÁLTICO EFECTIVO 1-2(17.18-14.13)	%	5.66	5.66	5.66	
25	FLUJO	mm	13.8	13.8	13.7	12.7
26	LECTURA DEL EQUIPO		13.808	13.778	13.793	
27	ESTABILIDAD SIN CORREGIR	Pg	1417	1343	1380	
28	FACTOR DE ESTABILIDAD	F	7.08	7.30	7.19	
29	ESTABILIDAD CORREGIDA	Pg	1412	1340	1376	1450
30	ESTABILIDAD FLUJO	Agua	2394	2190	2292	2330

OBSERVACIONES:

Grava lavada 3/4" : 20%

Grava lavada 1/2" : 20%

Grava lavada 3/8" : 20%

Grava natural : 18%

Porcelanato molido : 13.0%

Cemento asfáltico : PEM 65 - 100

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE

(ASTM D-2041)

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huaracayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Mezcla Asfáltica

FECHA: Marzo - 2022

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.00					
Peso del material	gr	1534.93					
Peso del agua + frasco Ríce	gr	3551.80					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	5086.30					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	4443.20					
Volumen del material	cc	546.10					
Peso Específico Máximo	g/cc	2.375					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava bituminada 3/4"	%	25.0					
Grava bituminada 3/8"	%	20.0					
Arena bituminada 1/4"	%	20.0					
Arena natural	%	10.0					
Porcelanato molido	%	15.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							


Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
 Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



MARSHALL CON ADICIÓN DEL 20% DE PORCELANTO MOLIDO


Luis Gamara Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 196151

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puza Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE

(ASTM D-2041)

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huarayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

MATERIAL: Mezcla Asfáltica

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA - MAC-2

ENSAYO	N°	1	2	3	4	5	6
Cemento Asfáltico	%	6.00					
Peso del material	gr	1533.90					
Peso del agua + frasco Rice	gr	3091.80					
Peso del material + frasco + agua (en aire)	gr	5085.70					
Peso del material + frasco + agua (en agua)	gr	4443.00					
Volumen del material	cc	540.70					
Peso Específico Máximo	gr/cc	2.394					
Temperatura de ensayo	°C	25					
Grava triturada 3/4"	%	25.0					
Grava triturada 3/8"	%	20.0					
Arena triturada 1/4"	%	25.0					
Arena natural	%	10.0					
Porcelanato molido	%	20.0					
Tiempo de ensayo	Min.	15					
Factor de Corrección							


Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



CÁNTABRO DE PERDIDA POR DESGASTE CONVENCIONAL


 **Luis Gamarra Espinoza**
INGENIERO CIVIL
CIP 198151

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE

MTC E 515 / Ref (NLT.352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Mezcla asfáltica

FECHA: Marzo - 2022

MUESTRA: 20% de Porcelanato molido

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1234.80	1220.50	21.3°C	21.6°C	1.16 %
N° 02	1234.60	1220.30	21.6°C	21.3°C	1.16 %
N° 03	1234.40	1220.00	21.3°C	21.6°C	1.17 %
N° 04	1234.90	1220.60	21.6°C	21.8°C	1.16 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		DESGASTE TOTAL		1.16 %

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



***CÁNTABRO DE PERDIDA
POR DESGASTE
ADICIONANDO
PORCELANATO MOLIDO
AL (5%, 10%, 15% Y
20%)***


Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 138151

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE

MTC E 515 / Ref (MLT 352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Mezcla asfáltica

FECHA: Marzo - 2022

MUESTRA: 5% de Porcelanato molido

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1235.30	1220.50	20.9°C	19.8°C	1.20 %
N° 02	1230.00	1215.30	19.8°C	20.6°C	1.20 %
N° 03	1224.60	1210.10	20.6°C	20.3°C	1.18 %
N° 04	1231.20	1216.60	20.3°C	20.1°C	1.17 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		DESGASTE TOTAL		1.19 %



Luis Camarero Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE

MTC E 515 / Ref (NLT 352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Mezcla asfáltica

FECHA: Marzo - 2022

MUESTRA: 10% de Porcelanato molido

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1222.90	1210.70	20.3°C	20.8°C	1.00 %
N° 02	1228.50	1216.50	20.6°C	20.9°C	0.98 %
N° 03	1230.10	1217.90	20.9°C	21.2°C	0.99 %
N° 04	1234.50	1222.20	21.2°C	21.3°C	1.00 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		DESGASTE TOTAL		0.99 %



Luis Camarero Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE

MTC E 515 / Ref (NLT 353)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Ihuancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

MATERIAL: Mezcla asfáltica

HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

MUESTRA: 15% de Porcelanato molido

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1223.30	1211.80	20.9°C	19.8°C	0.94 %
N° 02	1221.80	1210.70	19.8°C	20.6°C	0.91 %
N° 03	1231.40	1220.00	20.6°C	20.3°C	0.93 %
N° 04	1233.40	1221.80	20.3°C	20.1°C	0.94 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		DESGASTE TOTAL		0.93 %



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Cíviles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotestv@gmail.com.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

ENSAYO CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE

MTC E 515 / Ref (N.L.T 352)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

HECHO POR: A.Y.G.

MATERIAL: Mezcla asfáltica

FECHA: Marzo - 2022

MUESTRA: Convencional

ESPECIMEN	PESO (gr)		TEMPERATURA (°C)		PERDIDA POR DESGASTE
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
N° 01	1234.70	1219.50	21.8°C	20.6°C	1.23 %
N° 02	1233.70	1218.70	20.6°C	21.3°C	1.22 %
N° 03	1236.10	1220.80	21.3°C	21.3°C	1.24 %
N° 04	1234.60	1219.50	21.3°C	21.5°C	1.22 %
NÚMERO DE REVOLUCIONES	300		DESGASTE TOTAL		1.23 %



Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Paj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



LAVADO ASFALTICO CONVENCIONAL


 Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto y Hidráulica Aplicado en Obras Cíviles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS
 (ASTM D-2172)
 (ASTM D-546)

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

HECHO POR: A.Y.G.

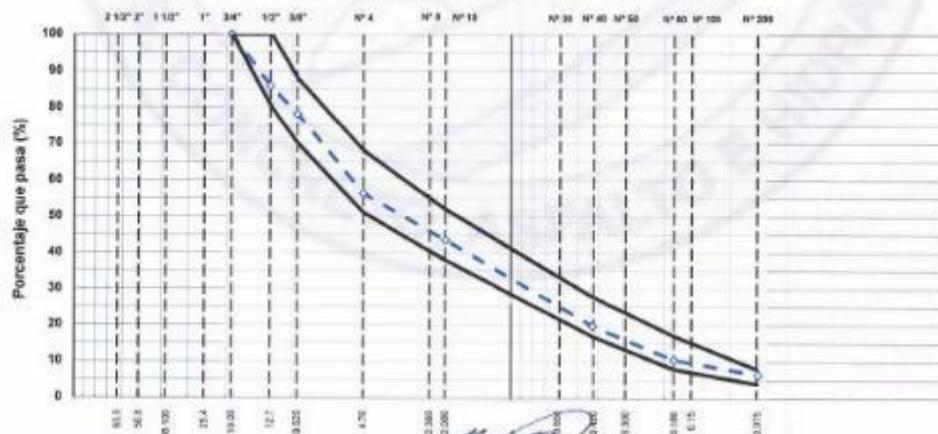
MATERIAL: Mezcla asfáltica

FECHA: Marzo - 2022

CONVENCIONAL

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECÍFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	34"
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	10-40 a. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1336.0 gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1152.0 gr
1/2"	12.700	162.0	14.0	14.0	86.0	80 - 100	Peso material + filler en el filtro	1155.0 gr
3/8"	9.525	89.8	7.8	21.8	78.2	70 - 80	Peso inicial del filtro	30.8 gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	32.3 gr
N°4	4.750	253.0	21.9	43.7	58.3	51 - 60	Peso del filler en filtro	2.2 gr
N°8	2.360						Peso del asfalto	61.8 gr
N°10	2.000	147.0	12.7	56.4	43.6	38 - 52	Contenido de asfalto	6.61 %
N°16	1.180						Relación Petró - Asfalto	6.98
N°20	0.849							
N°30	0.600							
N°40	0.425	275.5	23.9	80.3	19.7	17 - 28		
N°50	0.300							
N°60	0.250	105.8	9.2	89.4	10.6	8 - 17		
N°100	0.150							
N°200	0.074	47.0	4.1	93.5	6.5	4 - 8		
< 200	-	74.9	6.5	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com.
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



***LAVADO ASFALTICO
ADICIONANDO
PORCELANATO MOLIDO
AL (5%, 10%, 15% Y
20%)***


Luis Gamero Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 196161

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de
Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Cíviles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.

DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS
 (ASTM D-2172)
 (ASTM D-546)

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

MATERIAL: Mezcla asfáltica

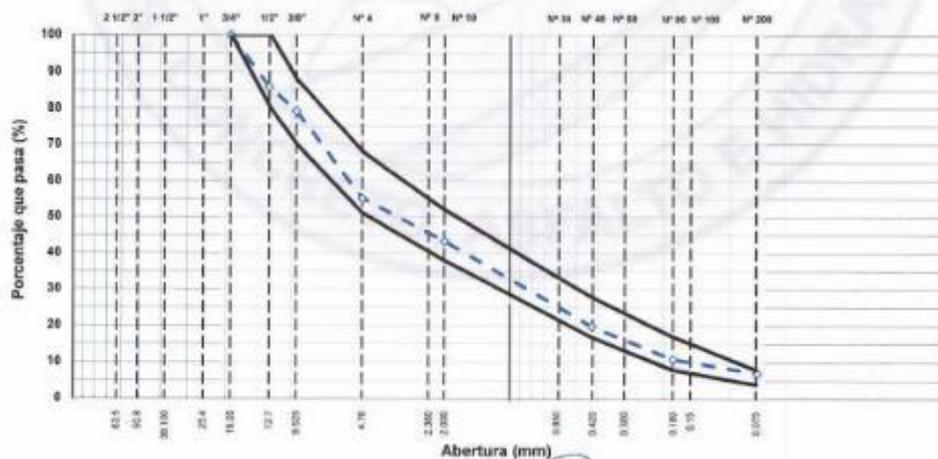
HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

DATOS DE LA MUESTRA: 5% de Porcelanato molido

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO referido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulativo	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	34"
1 1/2"	38.100						Peso de lavado	11.40 g. m.
1"	25.400						Peso de material en lavar	1234.0 g'
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1548.8 g'
1/2"	12.700	162.2	14.1	14.1	85.9	80 - 100	Peso material + filler en el filtro	1549.4 g'
3/8"	9.525	76.6	6.7	20.8	79.2	70 - 80	Peso inicial del filtro	20.1 g'
1/4"	6.300						Peso final del filtro	32.7 g'
N°4	4.750	272.1	24.1	44.9	55.1	51 - 60	Peso del filler en filtro	2.6 g'
N°8	2.360						Peso del asfalto	64.6 g'
N°10	2.000	136.1	11.8	56.7	43.3	30 - 52	Contenido de asfalto	6.86 %
N°16	1.190						Relación Polvo - Asfalto	1.83
N°20	0.840							
N°30	0.600							
N°40	0.425	269.7	23.5	80.2	19.8	17 - 28		
N°50	0.300							
N°60	0.250	102.2	8.9	89.1	10.9	8 - 17		
N°100	0.150							
N°200	0.075	44.5	3.9	92.0	7.0	4 - 8		
< 200	-	81.0	7.0	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Cíviles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

(ASTM D-2172)
 (ASTM D-546)

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de Huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

MATERIAL: Mezcla asfáltica

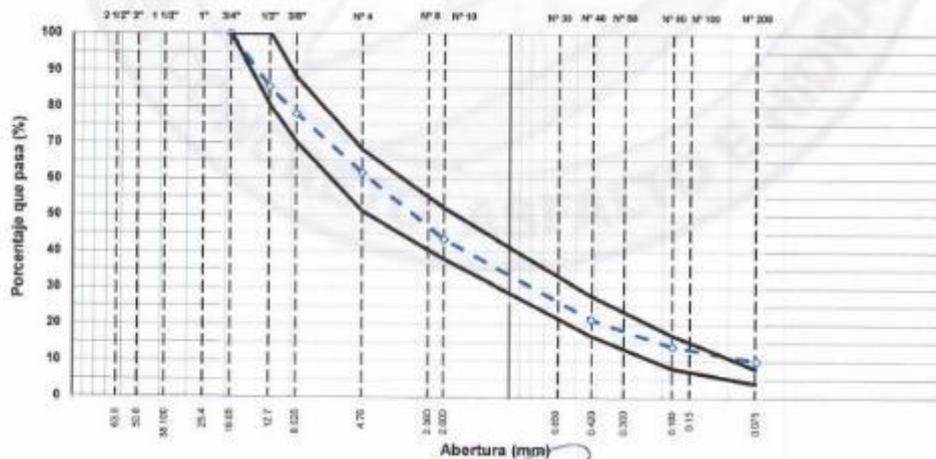
HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

DATOS DE LA MUESTRA: 20% de Porcelanato molido

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			retenido	acumulado	que pasa		
1 1/2"	38.100					Hoya de lavado	2.20 p. m
1"	25.400					Peso de material sin lavar	1341.3 gr
3/4"	19.050				100.0	Peso de material lavado	1157.4 gr
1/2"	12.700	109.2	14.6	14.6	85.4	Peso mat. lav. + filler en el filtro	1158.0 gr
3/8"	9.525	86.8	7.5	22.1	77.9	Peso inicial del filtro	28.4 gr
1/4"	6.300					Peso final del filtro	21.8 gr
N°4	4.750	188.8	16.3	38.3	61.7	Peso del filler en filtro	1.6 gr
N°8	2.360					Peso del asfalto	82.1 gr
N°10	2.000	211.5	19.2	58.0	43.4	Contenido de asfalto	6.83 %
N°16	1.180					Relación Polvo - Asfalto	1.52
N°20	0.840						
N°30	0.600						
N°40	0.425	255.9	22.1	78.7	21.3		
N°50	0.300						
N°80	0.180	85.0	7.3	85.0	14.0		
N°100	0.150						
N°200	0.074	45.1	3.9	88.9	10.1		
< 200	-	117.1	10.1	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA




 Luis Gamarrta Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 190181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : P.sj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS
 (ASTM D-2172)
 (ASTM D-546)

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Ato Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apaña

MATERIAL: Mezcla asfáltica

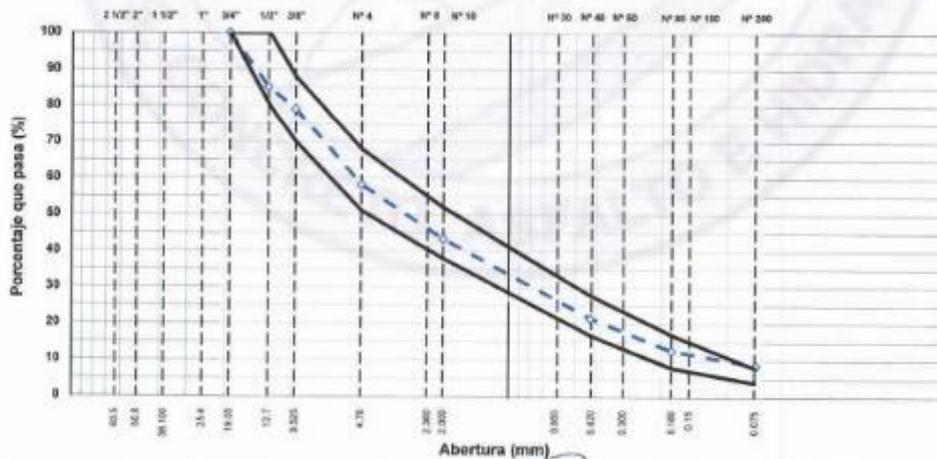
HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

DATOS DE LA MUESTRA: 15% de Porcelanato molido

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO milímetro	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			retenido	acumulado	que pasa		TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
1 1/2"	38.100						Hera de lavado	12.40 g. m.
1"	25.400						Peso de material sin lavar	1239.0 gr
3/4"	19.050				100.0	999	Peso de material lavado	1157.3 gr
1/2"	12.700	777.6	14.8	14.8	85.2	80 - 100	Peso material + Sier en el Sier	1158.8 gr
3/8"	9.525	70.6	6.1	20.9	79.1	70 - 80	Peso inicial del Sier	31.6 gr
1/4"	6.300						Peso final del Sier	32.9 gr
N°4	4.750	241.8	20.9	41.8	58.2	51 - 60	Peso del Sier en Sier	1.3 gr
N°8	2.360						Peso del asfalto	81.2 gr
N°10	2.000	172.1	14.8	56.6	43.4	39 - 52	Contenido de asfalto	6.55 %
N°15	1.180						Relación Polvo - Asfalto	1.32
N°20	0.840							
N°30	0.600							
N°40	0.425	252.0	21.8	78.5	21.5	17 - 28		
N°50	0.300							
N°60	0.250	100.2	8.8	87.3	12.7	8 - 17		
N°100	0.150							
N°200	0.075	46.9	4.6	91.9	8.7	4 - 8		
< 200		196.4	8.7	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Luis Gamarr Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
GEO TEST V. S.A.C.



DIRECCIÓN : Psj. GRAU N°211 - CHILCA
 Ref. a una cuadra frente al parque Puzo Av.
 Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

RUC : 20606529229
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
 geotest.v@gmail.com.
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

(ASTM D-2172)
 (ASTM D-546)

TÍTULO: "Análisis comparativo de propiedades y características mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con porcelanato molido, provincia de huancayo, 2021"

TESISTA: Asto Ramos, Nils Alfonso

CANTERA: Apata

MATERIAL: Mezcla asfáltica

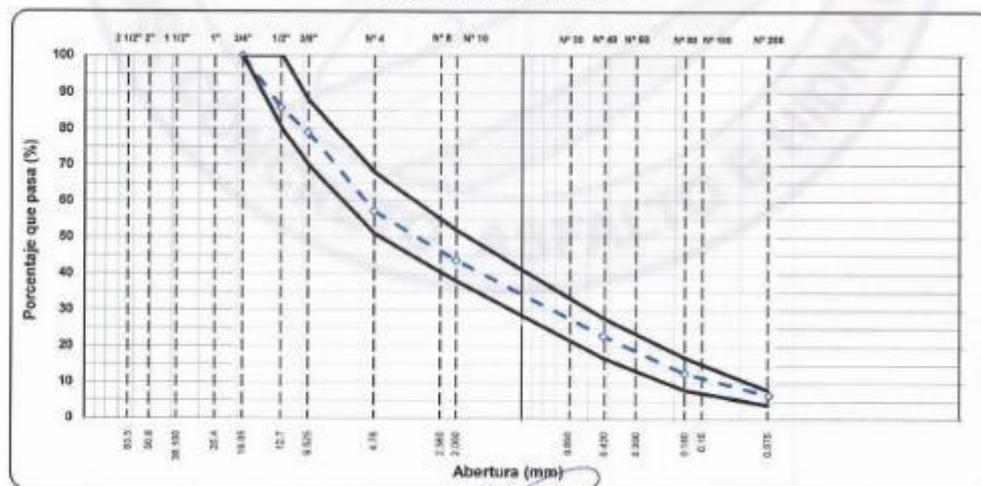
HECHO POR: A.Y.G.

FECHA: Marzo - 2022

DATOS DE LA MUESTRA: 10% de Porcelanato molido

TAMIZ ASTM	Abertura mm	PESO retenido	PORCENTAJE			ESPECIFIC. MAC - 2	TAMAÑO MÁXIMO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	3/4"
			retenido	acumulado	que pasa				
1 1/2"	38.100						Hora de lavado	12-40 a. m.	
1"	25.400						Peso de material de lavar	1229.5	gr
3/4"	19.050				100.0	100	Peso de material lavado	1153.0	gr
10"	12.700	102.8	14.1	14.1	85.9	80 - 100	Peso material + filtr en el filtro	1155.2	gr
3/8"	9.525	79.6	8.9	21.0	79.0	70 - 80	Peso retido del filtro	39.4	gr
1/4"	6.300						Peso final del filtro	32.6	gr
N°4	4.750	252.3	21.8	42.8	57.2	50 - 60	Peso del filtr en 50ro	2.2	gr
N°8	2.360						Peso del asfalto	94.3	gr
N°10	2.000	155.4	13.5	56.3	43.7	30 - 50	Contenido de asfalto	8.89	%
N°16	1.190						Relación Polvo - Asfalto	0.97	
N°20	0.840								
N°30	0.600								
N°40	0.425	243.4	20.8	77.1	22.9	17 - 28			
N°50	0.300								
N°60	0.250								
N°100	0.150								
N°200	0.075	70.5	6.1	93.4	6.8	4 - 8			
< 200	-	75.9	6.6	100.0					

CURVA GRANULOMETRICA



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198151

Servicios de Ensayos de Laboratorio, Investigaciones y Campo, de Acuerdo a Normativas y Exigencias Técnicas en las Especialidades de Mecánica de Suelos, Concreto, Asfalto e Hidráulica Aplicado en Obras Civiles