

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Estudio de las características físicas y mecánicas de  
las canteras del paraje denominado Ccasancca y  
Huayllapampa como material para afirmado en  
carreteras, distrito de Pomacocha, provincia de  
Acobamba, región Huancavelica**

Cirilo Godofredo Arroyo Valencia

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2024

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

**A** : Felipe Gutarra Meza  
Decano de la Facultad de Ingeniería

**DE** : Jorge Aurelio Ticlla Rivera  
Asesor de tesis

**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

**FECHA** : 11 de Marzo de 2024

---

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS CANTERAS DEL PARAJE DENOMINADO CCASANCCA Y HUAYLLAPAMPA COMO MATERIAL PARA AFIRMADO EN CARRETERAS, DISTRITO DE POMACUCHA, PROVINCIA DE ACOBAMBA, REGIÓN HUANCAYELICA", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) CIRILO GODOFREDO ARROYO VALENCIA, de la E.A.P. de Ingeniería Civil; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 35) SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



---

Asesor de tesis

Cc.  
Facultad  
Oficina de Grados y Títulos  
Interesado(a)


## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, **CIRILO GODOFREDO ARROYO VALENCIA**, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. **28572736**, de la E.A.P. de **Ingeniería Civil** de la Facultad de **Ingeniería** la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "**ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS CANTERAS DEL PARAJE DENOMINADO CCASANCCA Y HUAYLLAPAMPA COMO MATERIAL PARA AFIRMADO EN CARRETERAS, DISTRITO DE POMACOCCHA, PROVINCIA DE ACOBAMBA, REGIÓN HUANCARELICA**", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

Huancayo, 23 de Enero de 2024.

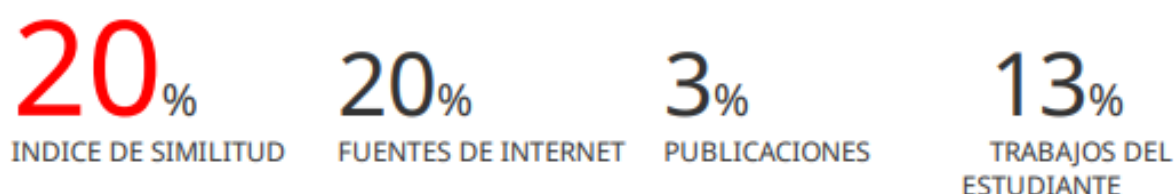


---

**CIRILO GODOFREDO ARROYO VALENCIA**  
DNI. No. 28572736

# ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS CANTERAS DEL PARAJE DENOMINADO CCASANCCA Y HUAYLLAPAMPA COMO MATERIAL PARA AFIRMADO EN CARRETERAS, DISTRITO DE POMACOCHA

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.uss.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.upao.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>alicia.concytec.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

9	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	1 %
10	Submitted to Universidad Nacional de Piura Trabajo del estudiante	1 %
11	<a href="http://repositorio.untrm.edu.pe">repositorio.untrm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
12	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1 %
13	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
14	<a href="http://crubocas.up.ac.pa">crubocas.up.ac.pa</a> Fuente de Internet	1 %
15	<a href="http://docslide.us">docslide.us</a> Fuente de Internet	1 %
16	<a href="http://m.repositorio.unj.edu.pe">m.repositorio.unj.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
20	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %

21	<a href="http://vdocuments.es">vdocuments.es</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
26	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://repository.ucc.edu.co">repository.ucc.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
30	<a href="http://papelesdepoblacion.uaemex.mx">papelesdepoblacion.uaemex.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://www.studocu.com">www.studocu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Universidad Jose Carlos Mariategui	<1 %

**33** [dspace.utpl.edu.ec](https://dspace.utpl.edu.ec) <1 %  
Fuente de Internet

---

**34** [hdl.handle.net](https://hdl.handle.net) <1 %  
Fuente de Internet

---

**35** Submitted to Universidad Andina Nestor  
Caceres Velasquez <1 %  
Trabajo del estudiante

---

**36** [pdfcookie.com](https://pdfcookie.com) <1 %  
Fuente de Internet

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 35 words

Excluir bibliografía

Activo

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ASESOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación e Importancia.....	4
1.4.1. Justificación práctica.....	4
1.4.2. Justificación económica.....	4
1.4.3. Justificación social.....	4
1.5. Hipótesis y descripción de variables.....	5
1.5.1. Hipótesis general.....	5
1.5.2. Hipótesis específicas.....	5
1.6. Descripción de variables.....	5



1.6.1. Variable independiente: Estudio de canteras .....	5
1.6.2. Variable dependiente: Material para afirmado .....	5
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes del problema.....	7
2.1.1 Antecedentes a nivel internacional .....	7
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	10
2.2. Bases teóricas .....	13
2.2.1. Agregados sólidos .....	13
2.2.2. Características de los suelos .....	13
2.2.3. Definición de afirmado.....	16
2.2.4 Clasificación del suelo .....	21
2.2.5 Cantera .....	24
2.2.6. Productos de explotación de una cantera.....	27
2.2.7. Exploración de canteras .....	28
2.2.8. Mezcla de materiales.....	29
2.2.9. Mezcla de agregados .....	29
2.3. Definición de términos básicos.....	30
CAPÍTULO III.....	33
METODOLOGÍA.....	33
3.1. Método y alcances de la investigación.....	33
3.1.1. Método de la investigación.....	33
3.1.2. Alcance de la investigación .....	33
3.2. Tipo y diseño de Investigación .....	33
3.2.1. Tipo de la investigación .....	33
3.2.2. Diseño de la investigación.....	34
3.3. Población y muestra .....	34
3.3.1. Universo.....	34

3.3.2. Población .....	34
3.3.3. Muestra .....	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
3.4.1. Técnicas de investigación .....	35
3.4.2. Instrumentos de investigación.....	36
3.5. Validez de instrumentos de investigación .....	38
3.6 Procedimientos de recolección de datos .....	39
3.6.1 Ubicación y acceso a la zona de estudio.....	39
3.6.2. Trabajos de exploración a realizar .....	42
3.6.3 Métodos de ensayo para determinar las características físicas y mecánicas del material de cantera. ....	46
CAPÍTULO IV .....	49
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	49
4.1. Resultados .....	49
4.1.1. Características físicas y mecánicas de las canteras .....	49
4.1.2. Mezclas de las canteras en el material para afirmado .....	75
4.1.3. Diseño de espesor de afirmado .....	76
4.2. Análisis estadístico .....	79
4.2.1. Características físicas y mecánicas de las canteras .....	79
4.2.2. Mezclas de las canteras en el material para afirmado .....	86
4.3. Discusión de resultados .....	92
4.3.1. Características físicas y mecánicas de las canteras .....	92
4.3.2. Mezclas de las canteras en el material para afirmado .....	94
4.3.3. Diseño de espesor de afirmado .....	96
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES .....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
ANEXOS.....	105

Anexo 1: Matriz de consistencia .....	106
Anexo 2: Fichas de recolección de datos .....	107
Anexo 3: Fichas de validación de instrumentos y formatos de validación.....	110
Anexo 4: Certificados de calibración de equipos.....	120
Anexo 5: Certificado de autorización de funcionamiento del laboratorio emitido por INDECOPI .....	131
Anexo 6: Panel fotográfico de canteras .....	133
Anexo 7: Panel fotográfico de ensayos de laboratorio .....	136
Anexo 8: Resultados de laboratorio de la mezcla de canteras .....	142

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables .....	6
Tabla 2. Tipo de material, según tamaño de partículas .....	14
Tabla 3. Índice de plasticidad de suelos .....	15
Tabla 4. Gradación de material y tipo de tráfico .....	18
Tabla 5. Gradación de material de afirmado .....	19
Tabla 6. Tipo de suelos según el método SUCS.....	22
Tabla 7. Tipo de suelos según el método AASHTO .....	23
Tabla 8. Resumen de validación de expertos.....	38
Tabla 9. Resumen de evaluación de contenido de ítems del instrumento .....	39
Tabla 10. Características físicas - Ensayos estándar .....	45
Tabla 11. Características mecánicas - Ensayos especiales .....	45
Tabla 12. Análisis granulométrico, primera capa 0.50 m .....	49
Tabla 13. Resumen de granulometría, primera capa 0.50 m.....	49
Tabla 14. Clasificación del suelo, primera capa 0.50 m.....	50
Tabla 15. Análisis granulométrico, segunda capa.....	51
Tabla 16. Resumen de granulometría, segunda capa .....	51
Tabla 17. Clasificación del suelo, segunda capa.....	51
Tabla 18. Análisis granulométrico, trinchera.....	52
Tabla 19. Resumen de granulometría, trinchera .....	52
Tabla 20. Clasificación del suelo, trinchera .....	53
Tabla 21. Límites de Atterberg, primera capa 0.50 m .....	54
Tabla 22. Límites de Atterberg, segunda capa.....	54
Tabla 23. Límites de Atterberg, trinchera.....	54
Tabla 24. Proctor modificado, primera capa 0.50 m.....	55
Tabla 25. Proctor modificado, segunda capa .....	56
Tabla 26. Proctor modificado, trinchera .....	56
Tabla 27. CBR, primera capa 0.50 m .....	57
Tabla 28. CBR, segunda capa .....	57
Tabla 29. CBR, trinchera.....	58
Tabla 30. Abrasión Los Ángeles, primera capa 0.50 m.....	59
Tabla 31. Abrasión Los Ángeles, segunda capa .....	59
Tabla 32. Abrasión Los Ángeles, trinchera .....	60
Tabla 33. Equivalente de arena, primera capa 0.50 m.....	60
Tabla 34. Equivalente de arena, segunda capa .....	61

Tabla 35. Equivalente de arena, trinchera .....	61
Tabla 36. Humedad evaporable, primera capa 0.50 m .....	62
Tabla 37. Humedad evaporable, segunda capa .....	62
Tabla 38. Humedad evaporable, trinchera.....	63
Tabla 39. Análisis granulométrico, primera capa 0.50 m .....	63
Tabla 40. Resumen de granulometría, primera capa 0.50 m.....	63
Tabla 41. Clasificación del suelo, primera capa 0.50 m .....	63
Tabla 42. Análisis granulométrico, segunda capa .....	64
Tabla 43. Resumen de granulometría, segunda capa .....	65
Tabla 44. Clasificación del suelo, segunda capa.....	65
Tabla 45. Análisis granulométrico, trinchera .....	65
Tabla 46. Resumen de granulometría, trinchera .....	66
Tabla 47. Clasificación del suelo, trinchera .....	66
Tabla 48. Límites de Atterberg, primera capa 0.50 m .....	67
Tabla 49. Límites de Atterberg, segunda capa .....	67
Tabla 50. Límites de Atterberg, trinchera.....	67
Tabla 51. Proctor modificado, primera capa 0.50 m.....	68
Tabla 52. Proctor modificado, segunda capa .....	68
Tabla 53. Proctor modificado, trinchera .....	69
Tabla 54. CBR, primera capa 0.50 m .....	69
Tabla 55. CBR, segunda capa .....	70
Tabla 56. CBR, trinchera .....	70
Tabla 57. Abrasión Los Ángeles, primera capa 0.50 m.....	71
Tabla 58. Abrasión Los Ángeles, segunda capa .....	71
Tabla 59. Abrasión Los Ángeles, trinchera .....	72
Tabla 60. Equivalente de arena, primera capa 0.50 m.....	72
Tabla 61. Equivalente de arena, segunda capa .....	73
Tabla 62. Equivalente de arena, trinchera .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 63. Humedad evaporable, primera capa 0.50 m .....	74
Tabla 64. Humedad evaporable, segunda capa .....	74
Tabla 65. Humedad evaporable, trinchera.....	75
Tabla 66. Resumen de combinaciones de suelo.....	75
Tabla 67. Espesores de afirmado .....	76
Tabla 68. Límite líquido en canteras .....	79
Tabla 69. Análisis de varianza para límite líquido .....	80

Tabla 70. Prueba de Tukey para límite líquido .....	81
Tabla 71. CBR en canteras .....	82
Tabla 72. Análisis de varianza para CBR .....	82
Tabla 73. Prueba de Tukey para límite líquido .....	83
Tabla 74. Desgaste Los Ángeles en canteras .....	84
Tabla 75. Análisis de varianza para desgaste Los Ángeles.....	85
Tabla 76. Prueba de Tukey para desgaste Los Ángeles .....	85
Tabla 77. Estadística de regresión para límite líquido.....	86
Tabla 78. Análisis de varianza para límite líquido .....	87
Tabla 79. Estadística de regresión para CBR .....	88
Tabla 80. Análisis de varianza para CBR .....	89
Tabla 81. Estadística de regresión para desgaste Los Ángeles .....	90
Tabla 82. Análisis de varianza para desgaste Los Ángeles.....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Carguío de material de cantera .....	1
Figura 2. Explotación de canteras para uso como material de afirmado.....	2
Figura 3. Carta de plasticidad. Extraído de la norma SUCS .....	22
Figura 4. Ubicación de las canteras.....	41
Figura 5. Toma de muestras de calicatas.....	44
Figura 6. Ensayos de laboratorio .....	48
Figura 7. Distribución granulométrica, primera capa 0.50 m.....	50
Figura 8. Distribución granulométrica, segunda capa .....	52
Figura 9. Distribución granulométrica, trinchera .....	53
Figura 10. Capas de compactación para proctor modificado.....	55
Figura 11. Relación humedad – densidad, primera capa 0.50 m .....	55
Figura 12. Relación humedad – densidad, segunda capa .....	56
Figura 13. Relación humedad – densidad, trinchera.....	56
Figura 14. CBR, primera capa 0.50 m .....	57
Figura 15. CBR, segunda capa.....	58
Figura 16. CBR, trinchera.....	58
Figura 17. Distribución granulométrica, primera capa 0.50 m.....	64
Figura 18. Distribución granulométrica, segunda capa .....	65
Figura 19. Distribución granulométrica, trinchera .....	66
Figura 20. Capas de compactación para proctor modificado.....	68
Figura 21. Relación humedad – densidad, primera capa 0.50 m .....	68
Figura 22. Relación humedad – densidad, segunda capa .....	69
Figura 23. Relación humedad – densidad, trinchera.....	69
Figura 24. CBR, primera capa 0.50 m .....	69
Figura 25. CBR, segunda capa.....	70
Figura 26. CBR, trinchera.....	70
Figura 27. Catálogo de capas de revestimiento granular para un T1 .....	79
Figura 28. Función polinómica, límite líquido en mezclas .....	87
Figura 29. Función polinómica, CBR en mezclas.....	89
Figura 30. Función polinómica, desgaste en mezclas.....	91

## RESUMEN

Este estudio de investigación propone una solución alternativa al abordar las propiedades físicas y mecánicas del material de cantera de los sitios de Huayllapampa y Ccasancca, ubicados en el distrito de Pomacocha, con el objetivo de mejorar las condiciones de las carreteras. La meta principal de la investigación fue evaluar la influencia de las canteras Ccasancca y Huayllapampa en el material utilizado para afirmar las carreteras en el distrito de Pomacocha, perteneciente a la provincia de Acobamba, en el departamento de Huancavelica. El enfoque de la investigación fue de tipo científico, con un diseño experimental de nivel explicativo, clasificado como aplicado. La población de interés estuvo constituida por las canteras ubicadas en el ámbito del distrito de Pomacocha, Acobamba, Huancavelica, siendo la muestra seleccionada específicamente de las canteras de Ccasancca y Huayllapampa. Los resultados obtenidos a través de las pruebas de laboratorio de los materiales extraídos de las canteras indicaron que solo cumplen con los parámetros establecidos para el límite líquido en lo que respecta a la construcción de afirmados. Sin embargo, mediante la combinación de tres mezclas de canteras, se observó que los parámetros de límite líquido, índice CBR y desgaste de partículas cumplen con los estándares establecidos en el manual de carreteras, sección suelos y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), especialmente en las proporciones de 40% de Ccasancca y 60% de Huayllapampa, así como 70% de Ccasancca y 30% de Huayllapampa, las cuales arrojaron los resultados más satisfactorios. En relación al espesor del afirmado, se determinó un espesor de 10 cm para la primera mezcla y 9 cm para las dos siguientes, aunque se consideró el espesor mínimo recomendado de 15 cm. En conclusión, se evidenció que las canteras de Ccasancca y Huayllapampa tienen una influencia significativa en el material destinado para afirmados en el distrito de Pomacocha, Acobamba, Huancavelica, ya que las combinaciones de materiales provenientes de estas canteras cumplen con los requisitos necesarios para la construcción de afirmados según las normativas establecidas.

**Palabras claves:** Afirmado, canteras, características físicas, características mecánicas, carretera, parámetros.



## ABSTRACT

This research study proposes an alternative solution by addressing the physical and mechanical properties of quarry material from the Huayllapampa and Ccasancca sites, located in the Pomacocha district, with the objective of improving road conditions. The main goal of the research was to evaluate the influence of the Ccasancca and Huayllapampa quarries on the material used to strengthen the roads in the district of Pomacocha, belonging to the province of Acobamba, in the department of Huancavelica. The research approach was scientific, with an experimental design of explanatory level, classified as applied. The population of interest was constituted by the quarries located in the district of Pomacocha, Acobamba, Huancavelica, being the sample selected specifically from the quarries of Ccasancca and Huayllapampa. The results obtained through laboratory tests of the materials extracted from the quarries indicated that they only comply with the parameters established for the liquid limit with respect to the construction of pavements. However, by combining three quarry mixes, it was observed that the parameters of liquid limit, CBR index and particle wear comply with the standards established in the highway manual, soil and pavement section of the Ministry of Transportation and Communications (MTC), especially in the proportions of 40% of Ccasancca and 60% of Huayllapampa, as well as 70% of Ccasancca and 30% of Huayllapampa, which yielded the most satisfactory results. In relation to the thickness of the pavement, a thickness of 10 cm was determined for the first mix and 9 cm for the next two, although the minimum recommended thickness of 15 cm was considered. In conclusion, it was shown that the quarries of Ccasancca and Huayllapampa have a significant influence on the material used for pavement in the district of Pomacocha, Acobamba, Huancavelica, since the combinations of materials from these quarries meet the requirements for the construction of pavements according to the established regulations.

Key words: pavement, quarries, physical characteristics, mechanical characteristics, road, parameters.