

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Aplicación de polímero tipo de polycon para la
estabilización de afirmado en el camino vecinal
Quesccañuma-Huisalla, Cusco, 2025**

Yurico Blanco Sosaya

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2025

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Enrique Eduardo Huaroto Casquillas
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 24 de mayo de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

“APLICACIÓN DE POLÍMERO TIPO DE POLYCON PARA LA ESTABILIZACIÓN DE AFIRMADO EN EL CAMINO VECINAL QUESCCAÑUMA-HUISALLA, CUSCO, 2025”

Autores:

1. Yurico Blanco Sosaya – EAP. 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 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
N.º de palabras excluidas: 40 | SI ☒ | NO ☐ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

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

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	3
1.1. Planteamiento y formulación del problema	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Formulación del Problema.....	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	6
1.3. Justificación	6
1.4. Delimitación del área de estudio.....	7
1.5. Hipótesis y Descripción de Variables	9
1.5.1. Hipótesis General.....	9
1.5.2. Hipótesis Específicas	9
1.6. Descripción de Variables	9
1.6.1. Variables e Indicadores.....	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Antecedentes del problema	13
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	13
2.1.2. Antecedentes Nacionales	16
2.2. Bases Teóricas	19
2.2.1. Aditivo Polycom	19
2.2.2. Características Generales del Polycom.....	21
2.2.3. Propiedades físicas y mecánicas del afirmado.....	22
2.2.3.1. Material de Afirmado	22
2.2.3.2. Propiedades físicas	24
2.2.3.3. Propiedades químicas de la materia	24
2.2.3.4. Mejoramiento del afirmado con polycom	25

2.2.3.5.	Mejoramiento de la Sub Rasante (afirmado con polycom).....	25
2.2.3.6.	Estabilización de Suelos.....	26
2.2.3.7.	Ensayos de laboratorio	26
2.2.4.	Caminos Vecinales.....	31
2.2.4.1.	Proceso constructivo	32
2.2.4.2.	Costos asociados.....	33
2.3.	Definición de términos básicos.....	34
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		36
3.1.	Enfoque de investigación.....	36
3.2.	Tipo de investigación.....	36
3.3.	Nivel de investigación.....	36
3.4.	Diseño de la Investigación	37
3.5.	Procedimiento de la investigación	37
3.5.1.	Etapas 1	38
3.5.2.	Etapas 2	38
3.5.3.	Etapas 3	42
3.7.	Población y Muestra	48
3.7.1.	Población.....	48
3.7.2.	Muestra	48
3.8.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	49
3.8.1.	Técnica: Observación directa.....	49
3.8.1.1.	Instrumentos: Ficha de recopilación de información.....	49
3.9.	Procesamiento y análisis de datos.....	50
3.10.	Validez	50
3.10.1.	Juicio de expertos	50
3.10.2.	Aspectos económicos.....	50
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		53
4.1.	Resultado del tratamiento y análisis de la información.	53
4.1.1.	Comportamiento estructural actual de la vía	53
4.1.1.1.	Subrasante de la vía.....	53
4.1.1.2.	Afirmado de la vía.....	59

4.1.1.3.	Préstamos en material de afirmado cercanos a la vía.....	61
4.1.1.4.	Resumen por canteras.....	63
4.1.2.	Las propiedades físicas del afirmado de canteras incorporando polycom..	66
4.1.3.	Las propiedades mecánicas del afirmado de canteras incorporando polycom	69
4.2.	Comparaciones entre el material de carreteras y canteras	94
4.2.1.	La capacidad estructural actual de la vía del camino vecinal Quesccañuma-Huisalla será deficiente y/o adecuada.	94
4.2.2.	Las propiedades físicas del afirmado del camino vecinal Quesccañuma-Huisalla aumentan y/o disminuyen con el aditivo polycom	99
4.2.3.	Las propiedades mecánicas del afirmado del camino vecinal Quesccañuma-Huisalla aumentan y/o disminuyen con el aditivo polycom.	100
4.2.4.	Comparación entre las propiedades mecánicas del material 100% natural de las calicatas.....	106
4.2.5.	Comparación entre las propiedades mecánicas del material afirmado + 100% polycom extraído de las canteras 1,2 y 3	107
4.2.6.	Comparación entre las propiedades mecánicas del material afirmado +75% polycom extraído de las canteras 1, 2 y 3	107
4.3.	Prueba de Hipótesis (ANOVA)	108
4.4.	Discusión de Resultados	121
CONCLUSIONES.....		124
RECOMENDACIONES		125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		126
ANEXOS		133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables	11
Tabla 2. Tipo de Dosificaciones en Porcentajes	22
Tabla 3. Requerimientos geotécnicos del afirmado	23
Tabla 4. Requerimientos Granulométricos para afirmado	24
Tabla 5. Tamaño de Partículas según Tipo de Material	27
Tabla 6. Índice de Plasticidad y sus Características	28
Tabla 7 Métodos para el Ensayo de Compactación	29
Tabla 8. Dosificaciones por porcentajes de Polycom	43
Tabla 9. Cantidad de Calicatas de Exploración	48
Tabla 10. Clases de tipo de Subrasantes	54
Tabla 11. Valores del Ensayo de Proctor Modificado de Calicatas (Material Natural).	54
Tabla 12. Valores del Ensayo de Porcentaje de CBR de Calicatas (Material Natural).	56
Tabla 13. Clasificación Subrasante de calicatas 1,2,3,4 y 5	58
Tabla 14. Base granular y descripción visual.	60
Tabla 15. Tabla resumen de propiedades físicas del material de la vía	60
Tabla 16. Tabla resumen de propiedades mecánicas del material de la vía	61
Tabla 17. Cantera N 01, Progresiva 3+700, ensayos de granulometría	64
Tabla 18. Cantera N 02, Progresiva 6+560, ensayos de granulometría	64
Tabla 19. Cantera N 03, Progresiva 10+450, ensayos de granulometría	65
Tabla 20. Resumen de propiedades físicas de Canteras (Material Natural)	66
Tabla 21. Propiedades físicas de las canteras 1, 2 y 3 (Material Natural)	66
Tabla 22. Propiedades físicas de las canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 75% Polycom)	67
Tabla 23. Propiedades físicas de las canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 100% Polycom)	68
Tabla 24. Resumen de Propiedades Mecánicas Canteras (Material Natural)	69
Tabla 25. Valores del Ensayo de Proctor Modificado de Canteras (Material Natural)	70
Tabla 26. Valores del Ensayo de Porcentaje de Abrasión Promedio de Canteras (Material Natural)	72
Tabla 27. Valores del Ensayo del Porcentaje de Expansión de Canteras (Material Natural)	74

Tabla 28. Valores del Ensayo del Porcentaje de CBR de Canteras (Material Natural).....	75
Tabla 29. Propiedades Mecánicas de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 75% Polycom)	77
Tabla 30. Valores del Ensayo de Proctor Modificado de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 75% Polycom).....	78
Tabla 31. Valores del Ensayo del Porcentaje de Abrasión Promedio de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 75% Polycom)	80
Tabla 32. Valores del Ensayo de Porcentaje de Expansión de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 75% Polycom).....	82
Tabla 33. Valores del Ensayo de Porcentaje de CBR de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 75% Polycom).....	84
Tabla 34. Propiedades Mecánicas de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + Polycom 100%).....	86
Tabla 35. Valores del Ensayo de Proctor Modificado de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural +100% Polycom).....	86
Tabla 36. Valores del Ensayo del Porcentaje de Abrasión Promedio de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 100% Polycom)	89
Tabla 37. Valores del Ensayo de Porcentaje de Expansión de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 100% Polycom).....	91
Tabla 38. Valores del Ensayo de Porcentaje de CBR de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 100% Polycom).....	92
Tabla 39. Resumen de contenido de humedad del material natural aplicando 0%, 75% y 100% de Polycom.....	99
Tabla 40. Resumen de valores de CBR del material natural aplicando 0%, 75% y 100% de Polycom.....	100
Tabla 41. Resumen de los valores de densidad seca máxima del material natural aplicando 0%, 75% y 100% de Polycom	102
Tabla 42. Resumen de los valores de porcentajes de expansión del material natural aplicando 0%, 75% y 100% de Polycom.	103
Tabla 43. Resumen de los valores de abrasión del material natural aplicando 0%, 75% y 100% de Polycom.....	105

Tabla 44. Condiciones técnicas de índices para ensayos de afirmado	106
Tabla 45. Comparativa entre las propiedades mecánicas del material natural de calicatas	106
Tabla 46. Comparativa entre las propiedades mecánicas del material en las canteras+100% polycom	107
Tabla 47. Comparativa entre las propiedades mecánicas del material en las canteras+75% polycom	107
Tabla 48. Pruebas de normalidad para la humedad	108
Tabla 49. Análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de humedad.....	109
Tabla 50. Pruebas de normalidad para las propiedades mecánicas	112
Tabla 51. Análisis de varianza (ANOVA) para el CBR.....	112
Tabla 52. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de expansión	115
Tabla 53. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de abrasión.....	117
Tabla 54. Análisis de varianza (ANOVA) para la Densidad Seca Máxima	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Depresiones y Empozamiento de Agua – Progresiva 2+300 y 4+900.....	4
Figura 2. Ubicación del Proyecto	8
Figura 3. Representación gráfica de camino vecinal.....	32
Figura 4. Ubicación de calicatas en la vía	53
Figura 5. Comparación del Ensayo de Proctor Modificado de Calicatas (Material Natural).	55
Figura 6. Comparación del Ensayo de Porcentaje de CBR de Calicatas (Material Natural).	57
Figura 7. Cantera km 3 + 700, MAB 1, 2 y 3.....	62
Figura 8. Cantera km 6 + 560, MAB 1, 2 y 3.....	62
Figura 9. Cantera km 10 + 450, MAB 1, 2 y 3.....	63
Figura 10. Contenido de humedad en canteras 1, 2 y 3 (Material Natural)	67
Figura 11. Contenido de humedad en canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 75% Polycom)	68
Figura 12. Contenido de humedad en canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 100% Polycom)	69
Figura 13. Comparación del Ensayo de Proctor Modificado de Canteras (Material Natural).	70
Figura 14. Comparación del Ensayo de Porcentaje de Abrasión Promedio de Canteras (Material Natural).....	72
Figura 15. Comparación del Ensayo de Porcentaje de Expansión de Canteras (Material Natural).....	74
Figura 16. Comparación del Ensayo del Porcentaje de CBR de Canteras (Material Natural)	76
Figura 17. Comparación del Ensayo de Proctor Modificado de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 75% Polycom)	78
Figura 18. Comparación del Ensayo del Porcentaje de Abrasión Promedio de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 75% Polycom)	80
Figura 19. Comparación del Ensayo de Porcentaje de Expansión de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 75% Polycom)	82

Figura 20. Comparación del Ensayo de Porcentaje de CBR de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 75% Polycom)	84
Figura 21. Comparación del Ensayo de Proctor Modificado de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural +100% Polycom)	87
Figura 22. Comparación del Ensayo del Porcentaje de Abrasión Promedio de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 100% Polycom)	89
Figura 23. Comparación del Ensayo de Porcentaje de Expansión de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 100% Polycom)	91
Figura 24. Comparación del Ensayo de Porcentaje de CBR de las Canteras 1, 2 y 3 (Material Natural + 100% Polycom)	93
Figura 25. Calicata N 1. Profundidad 0,90, Descripción Visual	96
Figura 26. Calicata N 2. Profundidad 1,50, Descripción Visual	97
Figura 27. Calicata N 4. Profundidad 1,50, Descripción Visual	98
Figura 28. Calicata N 5. Profundidad 1,15, Descripción Visual	98
Figura 29. Comparaciones del contenido de humedad del material natural aplicando 0%, 75% y 100% de Polycom.....	99
Figura 30. Comparaciones de los valores de CBR del material natural aplicando 0%, 75% y 100% de Polycom.....	101
Figura 31. Comparaciones de los valores de densidad seca máxima del material natural aplicando 0%, 75% y 100% de Polycom.....	102
Figura 32. Comparaciones de los valores de porcentaje de expansión del material natural aplicando 0%, 75% y 100% de Polycom.....	104
Figura 33. Comparaciones de los valores de abrasión del material natural aplicando 0%, 75% y 100% de Polycom.....	105
Figura 34. Análisis de medias del contenido de humedad para el porcentaje de polycom (Prueba de Tukey)	110
Figura 35. Análisis de medias del CBR para el porcentaje de polycom	113
Figura 36. Análisis de medias de la expansión (%) para el porcentaje de polycom	115
Figura 37. Análisis de medias de la abrasión para el porcentaje de polycom	118
Figura 38. Análisis de medias de la densidad para el porcentaje de polycom	120

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general analizar la influencia del Polycom en las propiedades físicas y mecánicas del material natural de un camino vecinal, utilizando dosificaciones del 75% y 100%. El estudio se realizó en el tramo Quesccañuma-Huisalla, Chumbivilcas, Cusco. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, nivel causal, tipo básica y diseño cuasiexperimental.

La metodología de trabajo incluyó faenas de campo, experimentación en laboratorio y tratamiento de datos en gabinete, siguiendo un proceso estructurado que comprendió la compilación de datos y valoración estructural de la vía actual, la prospección geotécnica de la zona con el establecimiento y elaboración de cinco calicatas exploratorias, la localización de tres canteras aledañas a la vía de estudio y el muestreo in situ para la evaluación del material de afirmado.

Los resultados demostraron que la adición de Polycom en porcentajes del 75% y 100% optimizó significativamente el aumento del porcentaje de CBR y la densidad seca máxima del material de afirmado extraído de las tres canteras seleccionadas. Además, estas dosificaciones contribuyeron a la disminución del contenido de humedad, el porcentaje de expansión y la abrasión del material. La prueba de hipótesis mediante ANOVA concluyó que la mayoría de estas pruebas son significativas, con una relación positiva alta. En particular, el uso del 100% de Polycom mostró una influencia notable en las propiedades de contenido de humedad, CBR y densidad del material extraído de las canteras 1, 2 y 3.

Palabras Claves: Canteras, afirmado, polycom, propiedades físicas y/o mecánicas.