

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS CON  
TÉCNICA RUBBLIZING PARA MEJORAR EL NIVEL DE  
SERVICIO DE LA CALLE REAL - HUANCAYO”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**

TRANSPORTE Y URBANISMO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL:**

ESTRUCTURAS

**PRESENTADO POR:**

Bach. PATRICIA DEL PILAR HORNA ROCA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERA CIVIL

**HUANCAYO – PERÚ**

**2020**

**ASESOR**

**ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO**

## **DEDICATORIA**

A mis Padres, los cuales a pesar de todos los obstáculos hicieron posibles mis estudios. A ellos les dedico cada página de mis tesis.

**El autor**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en primer lugar a mi madre, sin ella no estaría donde estoy, gracias mamita, te quiero mucho.

Agradezco también a mi asesor de tesis el Ing. Vladimir Ordoñez Camposano, sin su asesoría y apoyo hubiese sido imposible terminar la presente tesis.

Agradezco a mi hermano quien me apoyo en cada momento que yo más lo necesitaba.

Agradezco a mis compañeros de trabajo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Provias Nacional, quienes me ayudaron con las dudas que se presentaron durante la elaboración de mi tesis.

Y finalmente agradezco a mis dos hijas adoptivas Wanda y Donna por hacer mis días más felices.

---

**DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ**  
**PRESIDENTE**

---

**ING. NATALY LUCIA CÓRDOVA ZORRILLA**  
**JURADO**

---

**ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA**  
**JURADO**

---

**ING. PATRICIA DEL PILAR ALFARO VALDERRAMA**  
**JURADO**

---

**MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES**  
**SECRETARIO DOCENTE**

## ÍNDICE

ASESOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	2
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.3.1. IMPLICACIONES PRÁCTICAS.....	2
1.3.2. METODOLÓGICA.....	3
1.4. DELIMITACIONES.....	3
1.4.1. ESPACIAL.....	3
1.4.2. TEMPORAL.....	4
1.4.3. ECONÓMICA.....	4
1.5. LIMITACIONES.....	4
1.6. FORMULACIÓN DEL OBJETIVO.....	5
1.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES.....	6
2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	11
2.2.1. TÉCNICA RUBBLIZING.....	11
2.2.1.1. REPRESENTACIÓN.....	13
2.2.1.2. BENEFICIOS.....	14
2.2.1.3. RESTRICCIONES.....	15
2.2.1.4. REQUISITOS PARA SU APLICACIÓN.....	15

2.2.1.5.	TRABAJOS PRELIMINARES.....	16
2.2.1.6.	EQUIPOS PARA EL PROCESO DE RUBBLIZING .....	18
2.2.1.7.	COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE CAPA DEL RUBBLIZING .....	26
2.2.2.	MÉTODO DE REHABILITACIÓN TRADICIONAL .....	28
2.3.	VARIABLES DE DISEÑO.....	28
2.3.1.	PERIODO DE DISEÑO .....	29
2.3.2.	CONFIABILIDAD.....	29
2.3.3.	TRÁFICO .....	30
2.3.4.	SERVICIABILIDAD .....	31
2.3.5.	DRENAJE .....	32
2.3.6.	DISEÑO DE PAVIMENTO .....	32
2.4.	NIVEL DE SERVICIO.....	38
2.4.1.	CONCEPTO.....	38
2.4.2.	TIPOS DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	38
2.4.2.1.	EVALUACIÓN SUPERFICIAL.....	38
2.4.2.2.	EVALUACIÓN FUNCIONAL.....	40
2.4.2.3.	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.....	41
2.5.	BASES LEGALES.....	44
2.6.	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	45
2.6.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	45
2.6.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	45
2.7.	VARIABLES .....	45
2.7.1.	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES .....	45
2.7.2.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES.....	46
2.8.	VARIABLES .....	47
	CAPITULO III.....	49
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	49
3.1.	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN .....	49
3.1.1.	MÉTODO GENERAL .....	49
3.1.2.	MÉTODO ESPECÍFICO.....	49
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	50
3.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	50
3.4.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	50
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	50
3.5.1.	POBLACIÓN .....	50
3.5.2.	MUESTRA .....	51
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	51
3.6.1.	TÉCNICAS.....	51
3.6.2.	METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	52

3.6.3. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	53
CAPITULO IV .....	54
RESULTADOS .....	54
4.1. LOCALIZACIÓN.....	55
4.2. ESTADO DE LA VÍA .....	55
4.3. ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN .....	58
4.3.1. REHABILITACIÓN CON EL MÉTODO DE REHABILITACIÓN TRADICIONAL .....	59
4.3.2. REHABILITACIÓN CON LA TÉCNICA RUBBLIZING .....	60
CAPITULO V .....	64
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	64
5.1. EVALUACIÓN DEL ASPECTO TÉCNICO .....	64
5.2. EVALUACIÓN DEL ASPECTO ECONÓMICO .....	66
5.3. EVALUACIÓN DEL ASPECTO DE NIVEL DE SERVICIO .....	71
CONCLUSIONES .....	75
RECOMENDACIONES.....	77
BIBLIOGRAFÍA.....	78
ANEXOS	
ANEXO 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO RB-700	
ANEXO 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO MHB	
ANEXO 3: MANUAL DEL CALCULO DEL PCI (ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO)	
ANEXO 4: PLANO, FICHAS DE REGISTRO PCI, PANEL FOTOGRÁFICO	
ANEXO 5: CONTEO VEHICULAR, CALCULO DE ESAL, DISEÑO DE PAVIMENTO	
ANEXO 6: PROYECCIÓN DEL PCI	
ANEXO 7: PRESUPUESTO MÉTODO DE REHABILITACIÓN TRADICIONAL	
ANEXO 8: PRESUPUESTO MÉTODO RUBBLIZING	
ANEXO 9: MATRIZ DE CONSISTENCIA	



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Periodo de diseño de pavimentos.....	29
Cuadro N° 2: Nivel de confiabilidad.....	30
Cuadro N° 3: desviación estándar .....	30
Cuadro N° 4: Serviciabilidad final.....	31
Cuadro N° 5: Coeficiente de drenaje.....	32
Cuadro N° 6: Rangos del PCI .....	39
Cuadro N° 7: Evaluación funcional de pavimentos.....	40
Cuadro N° 8: Evaluación estructural .....	42
Cuadro N° 9: Variable dependiente (y): nivel de servicio (cuadro de operacionalización de variable).....	47
Cuadro N° 10: Variable independiente (x): técnica Rubblizing (cuadro de operacionalización de variable).....	48
Cuadro N° 11: Caso de estudio .....	54
Cuadro N° 12: Fallas encontradas en el tramo I.....	56
Cuadro N° 13: Fallas encontradas en el tramo II.....	56
Cuadro N° 14: Fallas encontradas en el tramo III.....	56
Cuadro N° 15: PCI del Tramo I .....	57
Cuadro N° 16: PCI del Tramo II .....	57
Cuadro N° 17: PCI del Tramo III .....	57
Cuadro N° 18: PCI por tramo .....	58
Cuadro N° 19: Rango PCI.....	58
Cuadro N° 20: CBR asumido. ....	59
Cuadro N° 21: Datos base .....	59
Cuadro N° 22: Datos de entrada del método de rehabilitación tradicional.....	59
Cuadro N° 23: Datos de entrada de la técnica rubblizing .....	62
Cuadro N° 24: Resumen de espesores obtenidos .....	64
Cuadro N° 25: Cuadro comparativo de costos en la técnica rubblizing vs. método de rehabilitación tradicional .....	68
Cuadro N° 26: Comparación de costos método de rehabilitación tradicional y técnica rubblizing .....	68
Cuadro N° 27: Costo de rehabilitación por metro cuadrado .....	71
Cuadro N° 28: Costo de rehabilitación de la calle Real.....	71
Cuadro N° 29: Valores de PCI proyectados .....	73

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Plano de ubicación de la calle Real.....	3
Imagen N° 2: Transferencia de cargas en pavimentos rígidos .....	12
Imagen N° 3: Grietas reflexivas en el revestimiento con el paso del tiempo.....	12
Imagen N° 4: Grietas reflexivas en pavimentos .....	13
Imagen N° 5: Equipo rompedor resonante para pavimentos .....	14
Imagen N° 6: Sistema de drenaje previo al proceso de rubblizing. ....	17
Imagen N° 7: Proceso de fresado de un pavimento flexible .....	18
Imagen N° 8: Características de un equipo rompedor resonante .....	20
Imagen N° 9: Proceso del equipo rompedor resonante.....	20
Imagen N° 10: Proceso de Rubblización.....	21
Imagen N° 11: Pavimento rígido fracturado .....	22
Imagen N° 12: Triturador de pavimentos de concreto de cabezales múltiples (MHB) .	23
Imagen N° 13: Superficie escamosa producto del Rubblizing .....	24
Imagen N° 14: Proceso de compactación con un rodillo vibratorio con plantilla después rubblizado.....	25
Imagen N° 15: Operación del MHB.....	25
Imagen N° 16: Estructura de técnicas de rehabilitación de pavimentos .....	28
Imagen N° 17: Coeficiente estructural de capa asfáltica (a1).....	34
Imagen N° 18: Coeficiente estructural de capa de base (a2) .....	35
Imagen N° 19: Coeficiente estructural de capa de sub base (a3).....	36
Imagen N° 20: Sección típica del diseño de capas .....	37
Imagen N° 21: Funcionamiento del deflectómetro de impacto (FWD).....	43
Imagen N° 22: Deflectómetro de Impacto Liviano (LFWD).....	44
Imagen N° 23: Plano de ubicación del proyecto.....	55
Imagen N° 24: Espesor de las capas por el método de rehabilitación tradicional.....	60
Imagen N° 25: Espesor de las capas por la técnica rubblizing .....	62
Imagen N° 26: Sección de la vía rubblizada.....	63
Imagen N° 27: Costo unitario promedio de rubblizing .....	67
Imagen N° 28: Proyección del PCI de las alternativas propuestas.....	73

## RESUMEN

La presente investigación planteó como problema general: ¿Cuál es el efecto de utilizar la técnica Rubblizing en la rehabilitación del pavimento rígido de la calle Real de la ciudad de Huancayo?, y se propuso como objetivo general: Determinar el efecto de utilizar la técnica Rubblizing en la rehabilitación del pavimento rígido de la calle Real de la ciudad de Huancayo, para finalmente desarrollar la hipótesis general que es: El utilizar la técnica Rubblizing en la rehabilitación del pavimento rígido de la calle Real de la ciudad de Huancayo resulta más eficiente que el método de rehabilitación tradicional.

Se utilizó el método científico, la investigación es de nivel descriptiva - explicativa, del tipo aplicada, con un diseño experimental.

La población de estudio es la calle Real de la ciudad de Huancayo, y la muestra es un tramo de la calle Real que comprende desde el Jr. Lima hasta el Jr. Loreto.

La principal conclusión es: El utilizar la técnica Rubblizing en la rehabilitación del pavimento rígido de la calle Real de la ciudad de Huancayo es más eficiente técnica, económica y con mejor resultado de nivel de servicio, con respecto al método de rehabilitación tradicional.

Palabras clave: **Rehabilitación de pavimentos rígidos, técnica Rubblizing y nivel de servicio.**

## **ABSTRACT**

The present investigation posed as a general problem: What is the effect of using the Rubblizing technique in the rehabilitation of the rigid pavement of Real Street in the city of Huancayo?, and it was proposed as a general objective: To determine the effect of using the Rubblizing technique in the rehabilitation of the rigid pavement of Street Real in the city of Huancayo, to finally develop the general hypothesis that is: Using the Rubblizing technique in the rehabilitation of the rigid pavement of Street Real in the city of Huancayo is more efficient than traditional rehabilitation method.

The scientific method was used, the research is descriptive - explanatory level, of the applied type, with an experimental design.

The study population is Street Real in the city of Huancayo, and the sample is a section of Street Real that runs from Jr. Lima to Jr. Loreto.

The main conclusion is: Using the Rubblizing technique in the rehabilitation of the rigid pavement of Street Real in the city of Huancayo is more efficient, technically, economically and with a better service level result than the traditional rehabilitation method.

**Keywords: Rigid pavement rehabilitation, Rubblizing technique and level of service.**

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se denomina: “Rehabilitación de pavimentos rígidos con técnica Rubblizing para mejorar el nivel de servicio de la calle Real – Huancayo”; el fin primordial es determinar el efecto de utilizar la técnica Rubblizing en la rehabilitación del pavimento de la calle Real. Los datos utilizados se obtuvieron de las fichas PCI (Índice de condición de Pavimento), que nos permitió evaluar el estado actual de la vía y proponer la alternativa de solución. La investigación se basa en la Guía AASHTO 1993, la norma CE.010 pavimentos urbanos, y otros manuales de vías urbanas y carreteras.

La investigación está estructurada de la siguiente manera: Capítulo I: Se desarrolla el planteamiento y formulación del problema, la justificación y sus delimitaciones para finalmente colocar los objetivos. Capítulo II: Se presentan los antecedentes de la investigación, la base teórica, el marco conceptual, las hipótesis y las variables propuestas en la investigación. Capítulo III: Se describe la metodología, así como el diseño y también el enfoque de investigación. Capítulo IV: Se presentan los resultados que se obtuvieron, así como el PCI. Capítulo V: Se analizan los resultados, y se discuten los mismos.

Para concluir se presenta las conclusiones y recomendaciones, además de las referencias bibliográficas que se obtuvieron de la presente investigación. Finalmente se adjuntan 9 anexos, en los cuales se detallan: I) y II) las especificaciones técnicas de los equipos, III) manual de cálculo del PCI, IV) plano y fichas de cálculo del PCI, V) diseño de pavimentos, VI) proyección del PCI, VII y VIII) presupuesto, y IX) matriz de consistencia.

Bach. Patricia Del Pilar Horna Roca