

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Efectividad de un prototipo de pavimentación rígido
térmico mediante resistencias eléctricas para la
habilitación de la transitabilidad en zonas con
presencia de Nevada - Huancayo 2023**

Iván Carlos Peña García

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2023

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

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

DE : Augusto Elías García Corzo
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 30 de noviembre de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "**EFFECTIVIDAD DE UN PROTOTIPO DE PAVIMENTACIÓN RÍGIDO TÉRMICO MEDIANTE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS PARA LA HABILITACIÓN DE LA TRANSITABILIDAD EN ZONAS CON PRESENCIA DE NEVADA - HUANCAYO 2023**", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) Iván Carlos Peña García, 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 8 % 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: 15) 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,

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

Por cada autor:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Iván Carlos Peña García** , identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. **43987888**, 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: **“EFECTIVIDAD DE UN PROTOTIPO DE PAVIMENTACIÓN RÍGIDO TÉRMICO MEDIANTE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS PARA LA HABILITACIÓN DE LA TRANSITABILIDAD EN ZONAS CON PRESENCIA DE NEVADA - HUANCAYO 2023”**, 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.

11 de noviembre de 2023.

La firma del autor y del asesor obra en el archivo original

(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

INSERTAR LAS HOJAS DE RESULTADO DE TURNITIN, POR EJEMPLO, DE LA SIGUIENTE MANERA:

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

creativecommons.org

Fuente de Internet

1%

2

repositorio.unican.es

Fuente de Internet

1%

3

www.sachsen-anhalt-fussball.de

Fuente de Internet

1%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

7

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

8

repositorio.uap.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

9	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
11	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	dokumen.site Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	ciensoc21cmi.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.esan.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	<1 %
20	1library.co Fuente de Internet	<1 %

21	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
22	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %
26	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
27	repository.unipiloto.edu.co Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.utelesup.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
32	www.abcm.org.br Fuente de Internet	<1 %

33	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
34	hal.archives-ouvertes.fr Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS	14
ÍNDICE DE ANEXOS	18
RESUMEN	20
ABSTRACT.....	21
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	22
1.1. Planteamiento del Problema	22
1.2. Formulación del Problema.....	25
1.2.1. Problema General	25
1.2.2. Problemas Específicos	25
1.3. Objetivos	25
1.3.1. Objetivo general	25
1.3.2. Objetivos específicos.....	26
1.4. Justificación e importancia	26
1.4.1. Justificación practica	26
1.4.2. Justificación metodológica.....	26
1.4.3. Justificación ambiental	27
1.5. Delimitación de la investigación.....	27
1.5.1. Delimitación espacial.....	27
1.5.2. Delimitación temporal.....	27
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	28
2.1. Antecedentes del Problema	28
2.1.1. Antecedentes nacionales	28
2.1.2. Antecedentes Internacionales	31

2.2 Bases teóricas.....	37
2.2.1 Pavimento	37
2.2.2 Circuito eléctrico.....	38
2.2.3 Resistencia eléctrica.....	38
2.2.4 voltaje.....	38
2.2.5 Intensidad.....	39
2.2.4 Pavimento térmico.....	39
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES	40
3.1 Hipótesis	40
3.1.1. Hipótesis general.....	40
3.1.2. Hipótesis específicas.....	40
3.2. Descripción de variables	40
3.2.1. Variable dependiente.....	40
3.2.2. Variable independiente.....	40
3.2.3. Operacionalización.....	41
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	42
4.1. Métodos y alcance de la investigación	42
4.2. Diseño de la investigación.....	43
4.3 tipo de investigación.....	43
4.4 Nivel de investigación.....	43
4.4. Población y muestra.....	44
4.5 Técnicas e instrumentos de investigación	44
4.5.1Técnicas de obtención de datos	44
4.5.2 Instrumentos de obtención de datos.....	44
CAPÍTULO V: ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	45
5.1 Descripción de estudio para la investigación.....	45

5.1.1 Ubicación del lugar donde se usó los materiales pétreos	45
5.1.2 Características de estudio	45
5.2 Estudios previos	46
5.2.1 Cemento IP	46
5.2.2 Agrega para el diseño de mezcla	47
5.2.2.1 Granulometría y módulo de fineza ASTM-C136.....	47
5.2.2.2 Absorción y peso específico MTC E 205 – 2000.....	50
5.2.2.3 Contenido de humedad- Norma MTC E-215.....	52
5.2.2.4 (PUC y PUS) ntp 400.017- ASTM C- 29 :	53
5.3 Diseño de mezcla método ACI 211	55
5.3.1 Ensayo de rotura, NTP 339.034, AASHTO T 22-2005.....	62
5.4 Prototipo de pavimento térmico para el ensayo.....	63
5.5 Ensayo de losas térmicas para el derretimiento de capas nieve o hielo.	71
5.5.1 Losas de espesor de 5 cm	71
5.5.1.1 Primer ensayo	71
5.5.1.2 Segundo ensayo.....	84
5.5.1.3 Tercer ensayo.....	96
5.5.2 Losas de espesor de 7.5 cm.....	109
5.5.2.1 Primer ensayo	109
5.5.2.2 Segundo ensayo.....	123
5.5.2.3 Tercer ensayo.....	136
5.5.3 Losas de espesor de 10 cm.....	149
5.5.3.1 Primer ensayo	149
5.5.3.2 Segundo ensayo.....	162
5.5.3.3 Tercer ensayo.....	175
5.6 Discusión de resultados.	189

5.7 Análisis estadístico.....	197
5.7.1. Losa de 5 cm sin circuito eléctrico	197
5.7.2. Losa de 5 cm con resistencia de 15Ω.....	201
5.7.3. Losa de 5 cm con resistencia de 30Ω.....	203
5.7.4. Losa de 5 cm con resistencia de 45Ω.....	206
5.7.5. Losa de 7.5 cm sin circuito eléctrico	209
5.7.6 Losa de 7.5 cm con resistencia de 15Ω.....	213
5.7.7 Losa de 7.5 cm con resistencia de 30Ω.....	216
5.7.8 Losa de 7.5 cm con resistencia de 45Ω.....	219
5.7.9 Losa de 10 cm sin circuito eléctrico.....	222
5.7.10 Losa de 10 cm con resistencia de 15Ω	225
5.7.11. Losa de 10 cm con resistencia de 30Ω.....	228
5.7.12. Losa de 10 cm con resistencia de 45Ω.....	231
5.8 Contraste de hipótesis.....	235
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	238
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES	240
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	241
ANEXO 1. Matriz de consistencia	244
FICHA TECNICA	245
ANEXOS.....	294

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Modelo de pavimentación rígido térmica – España.	22
Figura 2.	Carreteras inteligentes que derriten la nieve – España.....	24
Figura 3.	Cantera ubicada en 3 de diciembre, donde se obtuvo los agregados.....	45
Figura 4.	Comportamiento de puzolana con presencia de hidróxido de calcio.....	46
Figura 5.	Curva granulométrica agregado fino.....	48
Figura 6.	Curva granulométrica agregado grueso.....	50
Figura 7.	Proceso de endurecimiento del concreto a los 28 días.....	63
Figura 8.	Instalación de resistencias a cada losa.....	64
Figura 9.	Sistema del circuito, con 7 resistencias en paralelo de 105 ohmios.....	66
Figura 10.	Sistema de circuito con la resistencia total e intensidad del circuito	66
Figura 11.	Sistema del circuito, con 7 resistencias en paralelo de 210 ohmios.....	67
Figura 12.	Sistema de circuito con la resistencia total e intensidad del circuito	67
Figura 13.	Sistema del circuito, con 7 resistencias en paralelo de 315 ohmios.....	68
Figura 14.	Sistema de circuito con la resistencia total e intensidad del circuito	68
Figura 15.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 5 cm - normal, primer ensayo.....	75
Figura 16.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 5 cm - normal, primer ensayo.....	75
Figura 17.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 5 cm – R= 15 Ω, primer ensayo	77
Figura 18.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 5 cm - R= 15 Ω, primer ensayo	78
Figura 19.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 5 cm – R= 30 Ω, primer ensayo	80
Figura 20.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 5 cm - R= 30 Ω, primer ensayo.....	81
Figura 21.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 5 cm – R= 45 Ω, primer ensayo	83
Figura 22.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 5 cm - R= 45 Ω, primer ensayo	84

Figura 23.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 5 cm – normal, segundo ensayo	86
Figura 24.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 5 cm - normal, segundo ensayo	87
Figura 25.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 5 cm – R= 15 Ω, segundo ensayo	89
Figura 26.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 5 cm - R= 15 Ω, segundo ensayo	90
Figura 27.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 5 cm – R= 30 Ω, segundo ensayo	92
Figura 28.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 5 cm - R= 30 Ω, segundo ensayo	93
Figura 29.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 5 cm – R= 45 Ω, segundo ensayo.....	95
Figura 30.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 5 cm - R= 45 Ω, segundo ensayo	96
Figura 31.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 5 cm – normal, tercer ensayo.....	99
Figura 32.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 5 cm - normal, tercer ensayo ..	100
Figura 33.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 5 cm – R= 15 Ω, tercer ensayo.....	102
Figura 34.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 5 cm - R= 15 Ω, tercer ensayo	103
Figura 35.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 5 cm – R= 30 Ω, tercer ensayo.....	105
Figura 36.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 5 cm - R= 30 Ω, tercer ensayo.....	106
Figura 37.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 5 cm – R= 45 Ω, tercer ensayo.....	108
Figura 38.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 5 cm - R= 45 Ω, tercer ensayo	109
Figura 39.	Resumen de resultados de derretimiento de nieve en losas de 5 cm.....	112

Figura 40. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 7.5 cm – normal, primer ensayo.....	113
Figura 41. Tiempo vs altura de nieve en losa de 7.5 cm - normal, primer ensayo	115
Figura 42. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 7.5 cm – R=15Ω, primer ensayo.....	116
Figura 43. Tiempo vs altura de nieve en losa de 7.5 cm - R=15Ω, primer ensayo.....	118
Figura 44. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 7.5 cm – R=30Ω, primer ensayo.....	119
Figura 45. Tiempo vs altura de nieve en losa de 7.5 cm - R=30Ω, primer ensayo.....	122
Figura 46. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 7.5 cm – R=45Ω, primer ensayo.....	123
Figura 47. Tiempo vs altura de nieve en losa de 7.5 cm - R=45Ω, primer ensayo.....	126
Figura 48. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 7.5 cm – normal, segundo ensayo	126
Figura 49. Tiempo vs altura de nieve en losa de 7.5 cm - normal, segundo ensayo.....	128
Figura 50. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 7.5 cm – R=15Ω, segundo ensayo	129
Figura 51. Tiempo vs altura de nieve en losa de 7.5 cm - R=15Ω, segundo ensayo.....	131
Figura 52. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 7.5 cm – R=30Ω, segundo ensayo	132
Figura 53. Tiempo vs altura de nieve en losa de 7.5 cm - R=30Ω, segundo ensayo.....	135
Figura 54. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 7.5 cm – R=45Ω, segundo ensayo	136
Figura 55. Tiempo vs altura de nieve en losa de 7.5 cm - R=45Ω, segundo ensayo.....	138
Figura 56. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 7.5 cm – normal, tercer ensayo.....	139

Figura 57. Tiempo vs altura de nieve en losa de 7.5 cm - normal, tercer ensayo.....	141
Figura 58. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 7.5 cm – R=15Ω, tercer ensayo.....	142
Figura 59. Tiempo vs altura de nieve en losa de 7.5 cm - R=15Ω, tercer ensayo.....	144
Figura 60. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 7.5 cm – R=30Ω, tercer ensayo.....	145
Figura 61. Tiempo vs altura de nieve en losa de 7.5 cm - R=30Ω, tercer ensayo.....	148
Figura 62. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 7.5 cm – R=45Ω, tercer ensayo.....	149
Figura 63. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – normal, primer ensayo.....	152
Figura 64. Tiempo vs altura de nieve en losa de 10 cm - normal, primer ensayo.....	153
Figura 65. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – R=15 Ω, primer ensayo.....	155
Figura 66. Tiempo vs altura de nieve en losa de 10 cm - R=15 Ω, primer ensayo.....	156
Figura 67. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – R=30 Ω, primer ensayo.....	158
Figura 68. Tiempo vs altura de nieve en losa de 10 cm - R=30 Ω, primer ensayo.....	159
Figura 69. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – R=45 Ω, primer ensayo.....	161
Figura 70. Tiempo vs altura de nieve en losa de 10 cm - R=45 Ω, primer ensayo.....	162
Figura 71. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – normal, segundo ensayo.....	165
Figura 72. Tiempo vs altura de nieve en losa de 10 cm - normal, segundo ensayo.....	166
Figura 73. Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – R=15 Ω, segundo ensayo.	168

Figura 74	Tiempo vs altura de nieve en losa de 10 cm - R=15 Ω, segundo ensayo.....	169
Figura 75.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – R=30 Ω, segundo ensayo.	171
Figura 76.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 10 cm - R=30 Ω, segundo ensayo.....	172
Figura 77.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – R=45 Ω, segundo ensayo	174
Figura 78.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 10 cm - R=45 Ω, segundo ensayo.....	175
Figura 79	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – normal, tercer ensayo.....	178
Figura 80	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – normal, tercer ensayo.....	179
Figura 81.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – R=15 Ω, tercer ensayo.....	181
Figura 82.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 10 cm - R=15 Ω, tercer ensayo.....	182
Figura 83.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – R=30 Ω, tercer ensayo.....	184
Figura 84.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 10 cm - R=30 Ω, tercer ensayo.....	185
Figura 85.	Tiempo vs altura de nieve en bordes, losa de 10 cm – R=45 Ω, tercer ensayo.....	188
Figura 86.	Tiempo vs altura de nieve en losa de 10 cm - R=45 Ω, tercer ensayo.....	189
Figura 87.	Diagrama de burbujas para losa de 5 cm – normal	200
Figura 88.	Diagrama de burbujas para losa de 5 cm - 15Ω	203
Figura 89.	Diagrama de burbujas para losa de 5 cm - 30Ω	206
Figura 90.	Diagrama de burbujas para losa de 5 cm - 45Ω	209
Figura 91.	Diagrama de burbujas para losa de 7.5 cm – normal.....	213
Figura 92.	Diagrama de burbujas para losa de 7.5 cm - 15Ω.....	216
Figura 93.	Diagrama de burbujas para losa de 7.5 cm - 30Ω.....	219
Figura 94.	Diagrama de burbujas para losa de 7.5 cm - 45Ω.....	222

Figura 95.	Diagrama de burbujas para losa de 10 cm – normal	225
Figura 96.	Diagrama de burbujas para losa de 10 cm - 15Ω	228
Figura 97.	Diagrama de burbujas para losa de 10 cm - 30Ω	231
Figura 98.	Diagrama de burbujas para losa de 10 cm - 45Ω	234

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características de las losas de concreto a realizar	42
Tabla 2.	Características químicas del cemento IP	46
Tabla 3.	Características Físicas del cemento IP	47
Tabla 4.	Distribución de partículas del ensayo de granulometría agregado fino	48
Tabla 5.	Distribución de partículas del ensayo de granulometría agregado grueso.. ..	49
Tabla 6.	Resultados del ensayo de peso específico y absorción agregado fino.....	51
Tabla 7.	Resultados del ensayo de peso específico y absorción agregado grueso.. ..	52
Tabla 8.	Contenido de humedad de agregado grueso - procedencia 3 de diciembre.....	53
Tabla 9.	Contenido de humedad de agregado fino - procedencia 3 de diciembre.....	53
Tabla 10.	Peso unitario suelto del agregado grueso.....	54
Tabla 11.	Peso unitario suelto del agregado fino.....	54
Tabla 12.	Peso unitario compactado del agregado grueso.....	55
Tabla 13.	Peso unitario compactado del agregado fino	55
Tabla 14.	Resumen de resultados obtenidos de los ensayos realizados	56
Tabla 15.	Requisitos para condiciones especiales de exposición.....	56
Tabla 16.	Contenido de aire total para concreto resistente al congelamiento ..	57
Tabla 17.	Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra.....	57
Tabla 18.	Relación agua cemento según la resistencia requerida en relación si el concreto es con aire incorporado o no.	58
Tabla 19.	Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes revenimientos o slump, en relación al tamaño máximo nominal.....	59
Tabla 20.	Cantidad de cemento y de agua para nuestro diseño de mezcla.....	59
Tabla 21.	Volumen seco compactado del agregado grueso	60
Tabla 22.	Peso del agregado grueso.....	60
Tabla 23.	Diseño de mezcla de concreto, estado seco	61

Tabla 24.	Diseño de mezcla de concreto corregido por humedad y adsorción.....	62
Tabla 25.	Resistencia a la compresión de testigos.....	62
Tabla 26.	Características de las losas de concreto a realizar	64
Tabla 27.	Potencia de cada circuito eléctrico.	68
Tabla 28.	Densidad absoluta del agua	69
Tabla 29.	Variables para el cálculo de calor neto	69
Tabla 30.	Tabla de calores específicos.	70
Tabla 31.	Calor latente	70
Tabla 32.	Cálculo de calor neto para fundir 11 kilos de hielo.....	70
Tabla 33.	Cálculo de potencia para cada tipo de circuito eléctrico a 220 V	71
Tabla 34.	Resultados en losa de 5 cm – Normal, primer ensayo.....	72
Tabla 35.	Resultados en losa de 5 cm – R=15 Ω , primer ensayo	76
Tabla 36.	Resultados en losa de 5 cm – R=30 Ω , primer ensayo	79
Tabla 37.	Resultados en losa de 5 cm – R=45 Ω , primer ensayo	82
Tabla 38.	Resultados en losa de 5 cm – Normal, segundo ensayo	84
Tabla 39.	Resultados en losa de 5 cm – R=15 Ω , segundo ensayo	88
Tabla 40.	Resultados en losa de 5 cm – R=30 Ω , segundo ensayo	91
Tabla 41.	Resultados en losa de 5 cm – R=45 Ω , segundo ensayo	94
Tabla 42.	Resultados en losa de 5 cm – Normal, tercer ensayo.....	97
Tabla 43.	Resultados en losa de 5 cm – R=15 Ω , tercer ensayo	100
Tabla 44.	Resultados en losa de 5 cm – R=30 Ω , tercer ensayo	104
Tabla 45.	Resultados en losa de 5 cm – R=45 Ω , tercer ensayo	107
Tabla 46.	Resultados en losa de 7.5 cm – Normal, primer ensayo.....	110
Tabla 47.	Resultados en losa de 7.5 cm – R=15 Ω , primer ensayo	113
Tabla 48.	Resultados en losa de 7.5 cm – R=30 Ω , primer ensayo	117
Tabla 49.	Resultados en losa de 7.5 cm – R=45 Ω , primer ensayo	120
Tabla 50.	Resultados en losa de 7.5 cm – Normal, segundo ensayo	124
Tabla 51.	Resultados en losa de 7.5 cm – R=15 Ω , segundo ensayo	127
Tabla 52.	Resultados en losa de 7.5 cm – R=30 Ω , segundo ensayo	130
Tabla 53.	Resultados en losa de 7.5 cm – R=45 Ω , segundo ensayo	133
Tabla 54.	Resultados en losa de 7.5 cm – Normal, tercer ensayo.....	136
Tabla 55.	Resultados en losa de 7.5 cm – R=15 Ω , tercer ensayo.....	140
Tabla 56.	Resultados en losa de 7.5 cm – R=30 Ω , tercer ensayo	142

Tabla 57.	Resultados en losa de 7.5 cm – R=45 Ω , tercer ensayo	146
Tabla 58.	Resultados en losa de 10 cm – Normal, primer ensayo	150
Tabla 59.	Resultados en losa de 10 cm –R=15 Ω , primer ensayo	153
Tabla 60.	Resultados en losa de 10 cm –R=30 Ω , primer ensayo	156
Tabla 61.	Resultados en losa de 10 cm –R=45 Ω , primer ensayo	159
Tabla 62.	Resultados en losa de 10 cm – Normal, segundo ensayo	163
Tabla 63.	Resultados en losa de 10 cm –R=15 Ω , segundo ensayo	166
Tabla 64.	Resultados en losa de 10 cm –R=30 Ω , segundo ensayo	169
Tabla 65.	Resultados en losa de 10 cm –R=45 Ω , segundo ensayo	172
Tabla 66.	Resultados en losa de 10 cm – Normal, tercer ensayo	176
Tabla 67.	Resultados en losa de 10 cm –R=15 Ω , tercer ensayo	179
Tabla 68.	Resultados en losa de 10 cm –R=30 Ω , tercer ensayo	182
Tabla 69.	Resultados en losa de 10 cm –R=45 Ω , tercer ensayo	186
Tabla 70.	Distribución paramétrica para losa de 5 cm - normal	198
Tabla 71.	Prueba bivariada para losa de 5 cm - normal	200
Tabla 72.	Distribución paramétrica para losa de 5 cm - 15 Ω	201
Tabla 73.	Prueba bivariada para losa de 5 cm - 15 Ω	202
Tabla 74.	Distribución paramétrica para losa de 5 cm - 30 Ω	204
Tabla 75.	Prueba bivariada para losa de 5 cm - 30 Ω	205
Tabla 76.	Distribución paramétrica para losa de 5 cm - 45 Ω	207
Tabla 77.	Prueba bivariada para losa de 5 cm - 45 Ω	208
Tabla 78.	Distribución paramétrica para losa de 7.5 cm – normal	210
Tabla 79.	Distribución paramétrica para losa de 7.5 cm – normal	211
Tabla 80.	Distribución paramétrica para losa de 7.5 cm - 15 Ω	214
Tabla 81.	Prueba bivariada para losa de 7.5 cm - 15 Ω	215
Tabla 82.	Distribución paramétrica para losa de 7.5 cm - 30 Ω	217
Tabla 83.	Prueba bivariada para losa de 7.5 cm - 30 Ω	218
Tabla 84.	Distribución paramétrica para losa de 7.5 cm - 45 Ω	220
Tabla 85.	Prueba bivariada para losa de 7.5 cm - 45 Ω	221
Tabla 86.	Prueba bivariada para losa de 10 cm - normal	224
Tabla 87.	Distribución paramétrica para losa de 10 cm - 15 Ω	226
Tabla 88.	Prueba bivariada para losa de 10 cm - 15 Ω	227
Tabla 89.	Distribución paramétrica para losa de 10 cm - 30 Ω	229
Tabla 90.	Prueba bivariada para losa de 10 cm - 30 Ω	230

Tabla 91.	Distribución paramétrica para losa de 10 cm - 45Ω	232
Tabla 92.	Prueba bivariada para losa de 10 cm - 45Ω.....	233

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1: Ensayo de peso específico y absorción de agregado fino, según normativa NTP 400.022	294
Anexos 2: Ensayo de peso específico de agregado grueso según normativa NTP 400.022	294
Anexos 3: Ensayo de contenido de humedad de agregado fino según normativa NTP 339.185	295
Anexos 4: Ensayo de PUS y PUC según normativa NTP 400. 017.	295
Anexos 5: Ensayo de contenido de humedad de agregado fino y grueso - Retiro de muestras después de las 24h - según normativa NTP 339.185	296
Anexos 6: Ensayo de rotura de probeta -según normativa NTP 339.034	296
Anexos 7: Extracción y preparación de muestra- según normativa NTP 400.010.....	297
Anexos 8: Práctica normalizada para el muestreo de mezclas para el concreto fresco Según normativa NTP 339.036.....	297
Anexos 9: Mezclando el concreto- Según la normativa 339.036.....	298
Anexos 10: Instalación de circuitos eléctricos al prototipo pavimento térmico de espesor de 5 cm con resistencia de 15 ohmios.....	298
Anexos 11: Instalación de circuitos eléctricos al prototipo pavimento térmico de espesor de 7.5 cm con resistencia de 15 ohmios	299
Anexos 12: Instalación de circuitos eléctricos al prototipo pavimento térmico de espesor de 10 cm con resistencia de 15 ohmios	299
Anexos 13: Corrigiendo errores en las resistencias del circuito eléctrico en prototipo pavimento térmico de 5 cm de espesor con resistencia de 15 ohmios.....	300
Anexos 14: Verificando Las conexiones de resistencias del prototipo pavimento térmico.....	300
Anexos 15: Encendido de circuito para verificación de resistencias del prototipo pavimento térmico.....	301
Anexos 16: Vaciado y verificación de medidas perimetral del prototipo pavimento no térmico de espesor de 5 cm	301
Anexos 17: Verificación de medidas perimetral del prototipo pavimento no térmico de espesor de 7.5 cm	302

Anexos 18: Desencofrado de prototipo pavimento no térmico de 7.5 cm de espesor.....	302
Anexos 19: Desencofrado de prototipo pavimento no térmico de 10 cm de espesor.....	303
Anexos 20: Verificando el espesor de prototipo pavimento no térmico de 5 cm.....	303
Anexos 21: Verificando el espesor prototipo pavimento no térmico de 7.5 cm...	304
Anexos 22: Preparación de material (hielo), para los ensayos de derretimiento en prototipo pavimentos	304
Anexos 23: Vertimiento de material (hielo triturado) en el pavimento térmico de 5 cm con resistencia de 15 ohmios.....	305
Anexos 24: Uniformizando la capa de hielo sobre los pavimentos térmicos con resistencia de 15 ohmios.	305
Anexos 25: Verificando altura de la capa hielo en los pavimentos térmicos.	306
Anexos 26: Observando el proceso de derretimiento en los pavimentos térmicos con diferentes espesores.....	306
Anexos 27: Verificando espesores de hielo sobre los pavimento antes del encendido de las resistencias.....	307
Anexos 28: Ensayo de derretimiento de hielo con pavimentos térmicos con resistencias en cada prototipo.....	307
Anexos 29: Verificación de derretimiento y anotación de temperaturas en cada pavimento térmico a un tiempo de 7 minutos con espesores de :.....	309
Anexos 30: Observando el proceso de derretimiento en los pavimentos térmicos de 15 ohmios de resistencia pasado 15 minutos.	308
Anexos 31: Proceso de derretimiento en los pavimentos térmicos.....	309

RESUMEN

La investigación titulada Efectividad de un prototipo de pavimentación rígido térmico mediante resistencias eléctricas para la habilitación de la transitabilidad en zonas con presencia de nevada – Huancayo 2023. Fijo como objetivo: Determinar la efectividad del prototipo de pavimento rígido térmico con resistencias eléctricas para acelerar el tiempo de habilitación de la transitabilidad en zonas con nevadas - Huancayo 2023. Como metodología se aplicó el método de investigación: deductivo, diseño: cuasiexperimental, tipo: aplicadas y nivel: exploratorio. Los resultados obtenidos fueron: en el primer ensayo con pavimentos térmicos de 5 cm de espesor, obtuvimos resultados que muestran que el pavimento no térmico, a una temperatura ambiente de 7.9 °C, logró derretir una capa de nieve de 5.3 cm en aproximadamente 500 minutos, el pavimento térmico con una resistencia de 15 ohmios y una potencia de 3.23 Kw, generando una temperatura de 29.1 °C, pudo derretir la capa de nieve de 5.5 cm en alrededor de 25 minutos, el pavimento térmico con resistencia de 30 ohmios y potencia de 1.61 Kw, generando una temperatura de 25 °C, logró derretir la capa de nieve de 5.4 cm en aproximadamente 42 minutos. Finalmente, el pavimento térmico con resistencia de 45 ohmios y potencia de 1.08 Kw, generando una temperatura de 22 °C, pudo derretir en promedio una capa de nieve de 5.1 cm en alrededor de 61 minutos.

PALABRAS CLAVE : Pavimento rígido, circuito eléctrico, resistencia eléctrica, pavimento térmico.

ABSTRACT

The research entitled Effectiveness of a thermal rigid pavement prototype using electrical resistors for the habilitation of trafficability in areas with snowfall - Huancayo 2023. The objective was to determine the effectiveness of the prototype of thermal rigid pavement with electrical resistors to accelerate the time to enable the trafficability in areas with snowfall - Huancayo 2023. The research method applied was deductive, design: quasi-experimental, type: applied and level: exploratory. The results obtained were: in the first test with thermal pavements of 5 cm thickness, we obtained results that show that the non-thermal pavement, at an ambient temperature of 7.9 °C, managed to melt a 5.3 cm layer of snow in approximately 500 minutes, the thermal pavement with a resistance of 15 ohms and a power of 3.23 Kw, generating a temperature of 29.1 °C, was able to melt the 5.5 cm snow layer in about 25 minutes, the thermal pavement with resistance of 30 ohms and power of 1.61 Kw, generating a temperature of 25 °C, was able to melt the 5.4 cm snow layer in about 42 minutes. Finally, the thermal pavement with resistance of 45 ohms and power of 1.08 Kw, generating a temperature of 22 °C, was able to melt on average a snow layer of 5.1 cm in about 61 minutes.

KEY WORDS : Rigid pavement, electrical circuit, electrical resistance, pavement, thermal pavement.