

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS DE LA POTENCIALIDAD DE LA APLICACIÓN DE LA
NORMA ISO 31000 EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA
DE LA CIUDAD DE TARIJA”**

Por:

RODRIGO IRAHOLA VARGAS

Proyecto de grado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado
académico de licenciatura en ingeniería civil.

SEMESTRE II - 2024

TARIJA-BOLIVIA

2024

DEDICATORIA

A mis padres Adolfo Irahola Galarza, Carmen Vargas Beltrán, a mis hermanos Edson, Mariela y Fernando y a mi pareja Daniela con mucho cariño les dedico todo mi esfuerzo y trabajo de esta tesis.

ÍNDICE

1.- Introducción.....	1
1.1.- Antecedentes.....	1
1.2- Planteamiento del problema.....	3
1.3.- Situación Problemática.....	3
1.4.- Problema.....	4
1.5.- Justificación.....	4
1.7.- Objetivos.....	4
1.7.1.- Objetivo general.....	4
1.7.2.- Objetivos específicos.....	5
1.8.- Hipótesis.....	5
2.- Marco Teórico.....	6
2.1.- Gestión de riesgos.....	6
2.2.- Definición de riesgo y sus clasificaciones según la ISO 31000.....	9
2.3.- Identificación de riesgos según la ISO 31000.....	11
2.4.- Riesgos asociados a la infraestructura vial.....	13
2.5.- Definición de los puntos críticos de la malla vial.....	15
2.6.- Análisis de riesgos.....	19
2.6.6.- Factores económicos.....	23
2.6.7.- Rueda de Merlín.....	23
2.7.- Transito Diario.....	26
2.8.- Congestionamiento Vehicular.....	26
2.8.1.- Velocidad de punto.....	28
2.8.2.- Densidad Vehicular.....	28

2.9.- Índice Medio de Drenajes.....	29
2.10.- Deslizamiento.....	30
2.10.1.- Tipología de Inestabilidades.....	30
3.- Desarrollo de la aplicación.....	33
3.1.- Ubicación del área de proyecto.....	33
3.2.- Calculo de datos.....	33
3.3.- Índice medio de drenajes.....	43
3.4.- Afectación en el tráfico por falla (TPD)	52
3.5.- Congestionamiento Vehicular.....	73
3.5.1- Velocidad de punto.....	73
3.6.- Deslizamiento.....	81
3.7.- Afectación en el Pavimento (IRI).....	83
4.- Análisis de resultados.....	136
4.1.- Impacto.....	136
4.2.- Probabilidad.....	136
4.3.-Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información.....	140
4.3.1.-Tratamiento de los datos.....	140
4.3.2.- Tablas de Riesgo de las Vías Principales.....	141
4.3.3.- Pavimento el mal estado.....	141
4.3.4.- Falla por filtración de aguas.....	143
4.3.5.- Afectación en el tráfico por falla.....	146
4.3.6.- Congestionamiento Vehicular	149
4.4.- Tablas de Riesgo de la Vías Secundarias.....	152
4.4.1.- Pavimento en mal estado.....	152

4.4.2.- Falla por Filtración de aguas.....	154
4.4.3.- Afectación en el tráfico por falla.....	156
4.4.4.- Congestionamiento Vehicular	158
4.5.- Manual de Procedimientos.....	162
4.5.1.- Malla Vial de la Ciudad de Tarija.....	165
5.- Conclusiones y recomendaciones.....	167
5.1.- Conclusiones.....	167
5.2.- Recomendaciones.....	170
Bibliografía	
Anexos	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Calificación de la Probabilidad.....	14
Tabla 2. Calificación de Impacto.....	14
Tabla 3. Calificación y valoración de un riesgo del proceso direccionamiento estratégico.....	15
Tabla 4 Clasificación de riesgos según su gravedad.....	20
Tabla 5. Matriz de evaluación del riesgo cruce de variables.	21
Tabla 6. Ejemplo de resultado de evaluación de riesgos.....	21
Tabla 7. Edificaciones esenciales para la Ciudad de Tarija.....	34
Tabla 8. Identificación de riegos para elementos de la red.....	42
Tabla 9. Indice medio de drenajes Av. Victor Paz.....	43
Tabla 10. Indice medio de drenajes Calle Cochabamba.....	43
Tabla 11. Indice medio de drenajes Av. H. de la Independencia.....	44
Tabla 12. Indice medio de drenajes Av. Noelia Martínez.....	44
Tabla 13. Indice medio de drenajes Ruta San Jacinto.....	44
Tabla 14. Indice medio de drenajes Calle 2.....	45
Tabla 15. Indice medio de drenajes Av. Alto de la Alianza.....	45
Tabla 16. Indice medio de drenajes Calle Membrillos.....	45
Tabla 17. Indice medio de drenajes Av. Potosí.....	46
Tabla 18. Indice medio de drenajes Calle Gral. De Santa Cruz.....	46
Tabla 19. Indice medio de drenajes Calle 14 de junio.....	46
Tabla 20. Indice medio de drenajes Av. De la Integración.....	47
Tabla 21. Indice medio de drenajes Av. Victor Paz (Comando).....	47
Tabla 22. Indice medio de drenajes Calle Ballivián.....	47

Tabla 23. Indice medio de drenajes Av. Victor Paz (UAJMS).....	48
Tabla 24. Indice medio de drenajes Av. Victor Paz (Setar).....	48
Tabla 25. Indice medio de drenajes Av. Victor Paz (Morros Blancos).....	49
Tabla 26. Indice medio de drenajes Av. Victor Paz (Bomberos).....	49
Tabla 27. Indice medio de drenajes Av. Cnl. Carlos Díaz.....	49
Tabla 28. Indice medio de drenajes Av. Nueva Terminal.....	50
Tabla 29. Indice medio de drenajes Calle 2 (Terminal).....	50
Tabla 30. Indice medio de drenajes Calle España.....	50
Tabla 31. Indice medio de drenajes Av. Victor Paz (Aeropuerto).....	51
Tabla 32. Indice medio de drenajes Av. Fuerza Aérea.....	51
Tabla 33. Indice medio de drenajes Calle 29 de junio.....	51
Tabla 34. Indice medio de drenajes Av. Cap. Castellanos.....	52
Tabla 35. Intersección U. Autónoma Juan Misael Saracho.....	52
Tabla 36. Intersección Nueva Terminal.....	53
Tabla 37. Intersección Transito.....	53
Tabla 38. Hospital Obrero.....	53
Tabla 39. Intersección Aeropuerto Oriel Lea Plaza.....	53
Tabla 40. Intersección Setar.....	54
Tabla 41. Intersección Epi Morros Blancos.....	54
Tabla 42. Intersección Base Aérea Gada 94.....	54
Tabla 43. Intersección Setar Tablada.....	54
Tabla 44. Intersección Estación de Bomberos.....	54
Tabla 45. Intersección Comando de la Policia.....	55
Tabla 46. Intersección Epi Moto Méndez.....	55

Tabla 47. Hospital S. Juan de Dios.....	55
Tabla 48. Intersección Prosalud (Senac).....	55
Tabla 49. Aforo Vehicular Av. Integración.....	56
Tabla 50. Aforo Vehicular Av. Potosí.....	56
Tabla 51. Aforo Vehicular Calle Membrillos	57
Tabla 52. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (Setar).....	58
Tabla 53. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (Aeropuerto).....	58
Tabla 54. Aforo Vehicular Av. Fuerza Aérea	59
Tabla 55. Aforo Vehicular Av. Nueva Terminal.....	60
Tabla 56. Aforo Vehicular Calle Torrecillas.....	60
Tabla 57. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (Morros Blancos).....	61
Tabla 58. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (UAJMS).....	62
Tabla 59. Aforo Vehicular Calle España.....	62
Tabla 60. Aforo Vehicular Av. Alto de la Alianza.....	63
Tabla 61. Aforo Vehicular Ruta San Jacinto.....	64
Tabla 62. Calle 2 (Setar Tablada).....	64
Tabla 63. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (Bomberos).....	65
Tabla 64. Aforo Vehicular Av. Cnl. Carlos Díaz.....	66
Tabla 65. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (Comando).....	66
Tabla 66. Aforo Vehicular Calle Ballivián.....	67
Tabla 67. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (Campesino).....	68
Tabla 68. Aforo Vehicular Calle Cochabamba.....	68
Tabla 69. Aforo Vehicular Calle 29 de junio.....	69
Tabla 70. Aforo Vehicular Av. Cap. Castellanos.....	70

Tabla 71. Aforo Vehicular Calle Gral. Andrés de Santa Cruz.....	70
Tabla 72. Aforo Vehicular Calle 14 de junio.....	71
Tabla 73. Aforo Vehicular Av. H. de la Independencia.....	72
Tabla 74. Aforo Vehicular Av. Noelia Martínez.....	72
Tabla 75. Velocidades Av. Integración – Calle Membrillos.....	74
Tabla 76. Velocidades Av. Potosí – Av. Victor Paz.....	74
Tabla 77. Velocidades Av. Victor Paz.....	75
Tabla 78. Velocidades Av. Alto de la Alianza – Ruta San Jacinto.....	75
Tabla 79. Velocidades Calle Santa Cruz – Calle 14 de junio	76
Tabla 80. Velocidades Av. Nueva Terminal – Av. Victor Paz.....	76
Tabla 81. Velocidades Av. Victor Paz – Av. Cnl. Carlos Díaz.....	76
Tabla 82. Calle España – Av. Victor Paz.....	77
Tabla 83. Velocidades Calle 2 – Calle Ballivián.....	77
Tabla 84. Velocidades Av. Fuerza Aérea – Calle 2.....	78
Tabla 85. Velocidades Av. Victor Paz – Av. Noelia Martínez.....	78
Tabla 86. Velocidades Calle Cochabamba – Av. H. de la Independencia.....	78
Tabla 87. Velocidades Calle 29 de junio – Av. Cap. Castellanos.....	79
Tabla 88. Densidad Vehicular.....	80
Tabla 89. Taludes de la Zona Urbana	82
Tabla 90. Clasificación de Taludes.....	82
Tabla 91. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Nueva Terminal.....	84
Tabla 92. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Alto de la Alianza.....	86
Tabla 93. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Cap. Castellanos.....	88
Tabla 94. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Cnl. Carlos Díaz.....	90

Tabla 95. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. De la Integración.....	92
Tabla 96. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Victor Paz (Aeropuerto).....	94
Tabla 97. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Fuerza Aérea.....	96
Tabla 98. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. H. de la Independencia.....	98
Tabla 99. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Noelia Martínez.....	100
Tabla 100. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Potosí.....	102
Tabla 101. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle Membrillos.....	104
Tabla 102. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle Torrecillas.....	106
Tabla 103. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle 29 de junio.....	108
Tabla 104. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Victor Paz (Bomberos).....	110
Tabla 105. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Victor Paz (Comando).....	112
Tabla 106. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle Ballivián.....	114
Tabla 107. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Victor Paz (Epi Morros Blancos).....	116
Tabla 108. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Panamericana.....	118
Tabla 109. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle Cochabamba.....	120
Tabla 110. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Victor Paz (Setar).....	122
Tabla 111. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Ruta San Jacinto.....	124
Tabla 112. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle 2 (Setar Tablada).....	126
Tabla 113. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle Santa Cruz.....	128
Tabla 114. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle 14 de junio.....	130
Tabla 115. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Victor Paz (UAJMS).....	132
Tabla 116. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle España.....	134
Tabla 117. Impacto de Riesgo.....	136

Tabla 118. Datos Obtenidos Vía Principal.....	136
Tabla 119. Datos Obtenidos Vía Secundaria.....	137
Tabla 120. Criterios de Probabilidad de riesgos en las Vías.....	138
Tabla 121. Valoración de la probabilidad de los riesgos en vías principales.....	138
Tabla 122. Valoración de la probabilidad de los riesgos en vías secundarias.....	139
Tabla 123. Matriz de evaluación del riesgo cruce de variables.....	141
Tabla 124. Tablas de Riesgo de Vías Principales.....	141
Tabla 125. Tablas de riesgo de Vías Secundarias.....	152
Tabla 126. Tabla Resultante Vías Principales.....	160
Tabla 127. Tabla Resultante Vías Secundarias.....	161
Tabla 128. Tabla Resultante Deslizamiento.....	161

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pasos en la aplicación de la metodología de la gestión de activos basadas en riesgo para sistemas de infraestructura vial.....	8
Figura 2. Esquema de la ISO 31000:2011 para la gestión de riesgos.....	10
Figura 3. Partes de la Rueda de Merlín.....	24
Figura 4. Clasificación de movimientos terreno Varnes.....	31
Figura 5. Mapa de Tarija.....	33
Figura 6. Mapa de Bolivia.....	33
Figura 7. Geolocalización de edificación especial.....	35
Figura 8. Geolocalización de edificio especial.....	35
Figura 9. Geolocalización de edificación especial.....	36
Figura 10. Geolocalización de edificación especial.....	36
Figura 11. Geolocalización de edificación especial.....	37
Figura 12. Geolocalización de edificación especial.....	37
Figura 13. Geolocalización de edificación especial.....	38
Figura 14. Geolocalización de edificación especial.....	38
Figura 15. Geolocalización de edificación especial.....	39
Figura 16. Geolocalización de edificación especial.....	39
Figura 17. Geolocalización de edificación especial.....	40
Figura 18. Geolocalización de edificación especial.....	40
Figura 19. Geolocalización de edificación especial.....	41
Figura 20. Geolocalización de edificación especial.....	41
Figura 21. Geolocalización de edificación especial.....	42
Figura 22. Talud Av. Panamericana - Figura 23. Talud Av. Oscar Vargas Molina.....	81

Figura 24. Talud Ruta San Jacinto - Figura 25. Talud Av. H. de la Independencia.....	81
Figura 26. Rueda de Merlín H. Obrero - Figura 27. Rueda de Merlín Setar.....	83
Figura 28. Rueda de Merlín Terminal - Figura 29. H Obrero.....	83
Figura 30. Histograma intervalo de desviaciones.....	84
Figura 31. Histograma de intervalo de desviaciones.....	86
Figura 32. Histograma de intervalo de desviaciones.....	88
Figura 33. Histograma de intervalos de desviaciones.....	90
Figura 34. Histograma de intervalo de desviaciones.....	92
Figura 35. Histograma de intervalo de desviaciones.....	94
Figura 36. Histograma de intervalo de desviaciones.....	96
Figura 37. Histograma de intervalo de desviaciones.....	98
Figura 38. Histograma de intervalo de desviaciones.....	100
Figura 39. Histograma de intervalo de desviaciones.....	102
Figura 40. Histograma de intervalo de desviaciones.....	104
Figura 41. Histograma de intervalo de desviaciones.....	106
Figura 42. Histograma de intervalo de desviaciones.....	108
Figura 43. Histograma de intervalo de desviaciones.....	110
Figura 44. Histograma de intervalo de desviaciones.....	112
Figura 45. Histograma de intervalo de desviaciones.....	114
Figura 46. Histograma de intervalo de desviaciones.....	116
Figura 47. Histograma de intervalo de desviaciones.....	118
Figura 48. Histograma de intervalo de desviaciones.....	120
Figura 49. Histograma de intervalo de desviaciones.....	122
Figura 50. Histograma de intervalo de desviaciones.....	124

Figura 51. Histograma de intervalo de desviaciones.....126

Figura 52. Histograma de intervalo de desviaciones.....128

Figura 53. Histograma de intervalo de desviaciones.....130

Figura 54. Histograma de intervalo de desviaciones.....132

Figura 55. Histograma de intervalo de desviaciones.....134