



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“NIVELES DE SEVERIDAD DE LAS FALLAS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO DE LA AV. HUÁSCAR, AV. MANCO CÁPAC, AV. PACHACÚTEC Y AV. WIRACOCHA DEL COMPLEJO QHAPAC ÑAN, CAJAMARCA 2016”.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Bach. Camila María Gracia Malone Vásquez

Asesor:

Ing. Alejandro Cubas Becerra

Cajamarca - Perú

2019

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. Alejandro Cubas Becerra, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA CIVIL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de la bachiller:

- Camila María Gracia Malone Vásquez

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016” para aspirar al título profesional de: Ingeniera civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. Alejandro Cubas Becerra  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de la bachiller: Camila María Gracia Malone Vásquez para aspirar al título profesional con la tesis denominada: “Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga  
Jurado  
Presidente

---

Ing. Manuel Urteaga Toro  
Jurado  
Secretario

---

Ing. Anita Alva Sarmiento  
Jurado  
Vocal

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien me dio la sabiduría para la conclusión de esta tesis. A mi familia, quienes me brindan su amor y su apoyo constante, en especial a mi madre que me ha dado la vida y ha hecho el esfuerzo y sacrificio de brindarme la educación en una carrera que me apasiona y me ha alentado a seguir adelante, siendo un apoyo para mí durante los buenos y malos momentos.

A mis amigos y compañeros de la carrera de Ingeniería Civil que, de una manera u otra, han contribuido con mi educación y el logro de mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

A los docentes de la facultad de Ingeniería y carrera de ingeniería civil de la Universidad Privada del Norte por el deseo de transmitir sus conocimientos profesionales en estos años de enseñanza y formar parte en mi formación dentro de la institución.

De igual manera, agradecer a mi asesor de tesis, el Ing. Alejandro Cubas Becerra, por la orientación, tiempo y ayuda que me brindó para la realización de esta tesis y para mi formación como investigadora.

## TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS .....	14
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	17
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	19
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>21</b>
1.1. Realidad problemática .....	21
1.2. Formulación del problema .....	31
1.3. Objetivos .....	31
1.4. Hipótesis .....	32
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
2.1. Tipo de investigación.....	33
2.2. Población y muestra.....	33
2.3. Materiales, instrumentos y métodos.....	33
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	34
2.5. Procedimiento para toma y análisis de datos .....	35
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
3.1. Resultados de la evaluación de las fallas por clases y tipos en cada tramo estudiado. ....	53
3.2. Determinación del área afectada por clase de fallas.....	107
3.3. Determinación del área afectada por tramos .....	107
3.4. Determinación de las fallas por severidad .....	108
3.5. Determinación de las áreas afectadas por severidad .....	111
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>113</b>
4.1 Discusión ... ..	113
4.2 Conclusiones .....	120

<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>123</b>
ANEXO N° 1	Índice medio diario semanal ..... 123
ANEXO N° 2	Formato de inspección visual para pavimento articulado ..... 123
ANEXO N° 3	Puntos tomados en el levantamiento topográfico para la tesis denominada: “niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”..... 123
ANEXO N° 4	Estudio de mecánica de suelos del expediente técnico denominado: “Construcción de la pavimentación avenida 01, entre Jr. La Cantuta y vía auxiliar PRONAA, Av. 02 entre Jr. La Cantuta y Av. 01 sector 9 Gran Qhapac Ñan de la ciudad de Cajamarca, provincia de Cajamarca – Cajamarca” 123
ANEXO N° 5	Catálogo “Patología de pavimentos articulados” ..... 123
ANEXO N° 6	Panel fotográfico..... 123
ANEXO N° 7	Planos ..... 123
ANEXO N° 7.1	Plano de ubicación y localización..... 123
ANEXO N° 7.2	Plano de secciones transversales típicas de cada vía ..... 123
ANEXO N° 7.3	Plano de las vías del complejo Qhapac Ñan ..... 123
ANEXO N° 7.4	Plano de mapeo de fallas de la Av. Huáscar..... 123
ANEXO N° 7.5	Plano de mapeo de fallas de la Av. Manco Cápac..... 123
ANEXO N° 7.6	Plano de mapeo de fallas de la Av. Pachacútec..... 123
ANEXO N° 7.7	Plano de mapeo de fallas de la Av. Wiracocha..... 123

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS DETERIOROS DEL PAVIMENTO ARTICULADO .....	28
TABLA 2: SUB MUESTRAS .....	33
TABLA 3: MATERIALES, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS.....	33
TABLA 4: TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA FALLAS DEL PAVIMENTO ARTICULADO.....	34
TABLA 5: TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA NIVEL DE SEVERIDAD .....	34
TABLA 6: COORDENADAS UTM DE LAS CALLES EN ESTUDIO.....	36
TABLA 7: DISTANCIA EN METROS DE LAS CALLES EN ESTUDIO .....	43
TABLA 8: CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR – AV. HUÁSCAR.....	45
TABLA 9: CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS) DE LA AV. HUÁSCAR .....	46
TABLA 10: CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR – AV. MANCO CÁPAC.....	47
TABLA 11: CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS) DE LA AV. MANCO CÁPAC ..	48
TABLA 12: CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR – AV. PACHACÚTEC.....	49
TABLA 13: CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS) DE LA AV. PACHACÚTEC .....	50
TABLA 14: CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR – AV. WIRACOCHA.....	51
TABLA 15: CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS) DE LA AV. WIRACOCHA .....	52
TABLA 16: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR AHUELLAMIENTO (AH) EN LA Av. HUÁSCAR .....	53
TABLA 17: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA AHUELLAMIENTO (AH) EN LA AV. HUÁSCAR ....	54
TABLA 18: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR DEPRESIONES (DA) EN LA Av. HUÁSCAR .....	54
TABLA 19: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA DEPRESIONES (DA) EN LA AV. HUÁSCAR.....	55
TABLA 20: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR DESGASTE SUPERFICIAL (DS) EN LA AV. HUÁSCAR .....	56
TABLA 21: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA DESGASTE SUPERFICIAL (DS) EN LA AV. HUÁSCAR .....	56

TABLA 22: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR PÉRDIDA DE ARENA (PA) EN LA AV. HUÁSCAR .....	57
TABLA 23: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA PÉRDIDA DE ARENA (PA) .....	57
TABLA 24: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR FRACTURAMIENTO (FA) EN LA AV. HUÁSCAR .....	58
TABLA 25: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA FRACTURAMIENTO (FA) EN LA AV. HUÁSCAR ...	58
TABLA 26: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS EXTERNOS (CE) EN LA AV. HUÁSCAR .....	59
TABLA 27: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS EXTERNOS (CE) EN LA AV. HUÁSCAR.....	59
TABLA 28: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS (CI) EN LA AV. HUÁSCAR.....	60
TABLA 29: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS (CI) EN LA AV. HUÁSCAR.....	61
TABLA 30: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR JUNTAS ABIERTAS (JA) EN LA AV. HUÁSCAR .....	62
TABLA 31: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA JUNTAS ABIERTAS (JA) EN LA AV. HUÁSCAR .....	62
TABLA 32: ÁREA TOTAL AFECTADA Y PORCENTAJE DE AFECTACIÓN EN LA AV. HUÁSCAR .....	62
TABLA 33: LEYENDA .....	63
TABLA 34: LEYENDA.....	64
TABLA 35: LEYENDA.....	66
TABLA 36: ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD .....	66
TABLA 37: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR ABULTAMIENTO (BA) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	68
TABLA 38: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA ABULTAMIENTO (BA) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	68

TABLA 39: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR AHUELLAMIENTO (AH) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	69
TABLA 40: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA AHUELLAMIENTO (AH) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	69
TABLA 41: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR DEPRESIONES (DA) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	70
TABLA 42: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA DEPRESIONES (DA) EN LA AV. MANCO CÁPAC..	70
TABLA 43: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR DESGASTE SUPERFICIAL (DS) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	71
TABLA 44: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA DESGASTE SUPERFICIAL (DS) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	71
TABLA 45: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR PÉRDIDA DE ARENA (PA) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	72
TABLA 46: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA PÉRDIDA DE ARENA (PA) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	72
TABLA 47: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR DESPLAZAMIENTO DE BORDE (DB) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	73
TABLA 48: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA DESPLAZAMIENTO DE BORDE (DB) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	73
TABLA 49: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR FRACTURAMIENTO (FA) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	74
TABLA 50: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA FRACTURAMIENTO (FA) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	75
TABLA 51: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS EXTERNOS (CE) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	76

TABLA 52: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS EXTERNOS (CE) EN LA AV. MANCO CÁPAC.....	76
TABLA 53: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS (CI) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	77
TABLA 54: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS (CI) EN LA AV. MANCO CÁPAC.....	77
TABLA 55: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR JUNTAS ABIERTAS (JA) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	78
TABLA 56: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA JUNTAS ABIERTAS (JA) EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	78
TABLA 57: ÁREA TOTAL AFECTADA Y PORCENTAJE DE AFECTACIÓN EN LA AV. MANCO CÁPAC ..	79
TABLA 58: LEYENDA.....	80
TABLA 59: LEYENDA.....	81
TABLA 60: LEYENDA.....	82
TABLA 61: ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD .....	83
TABLA 62: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR ABULTAMIENTO (BA) EN AV. PACHACÚTEC .....	84
TABLA 63: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA ABULTAMIENTO (BA) EN AV. PACHACÚTEC .....	85
TABLA 64: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR AHUELLAMIENTO (AH) EN LA AV. PACHACÚTEC .....	85
TABLA 65: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA AHUELLAMIENTO (AH) EN LA AV. PACHACÚTEC .....	86
TABLA 66: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR DEPRESIONES (DA) EN LA AV. PACHACÚTEC .....	86
TABLA 67: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA DEPRESIONES (DA) EN LA AV. PACHACÚTEC.....	87

TABLA 68: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR DESGASTE SUPERFICIAL (DS) EN LA AV. PACHACÚTEC .....	88
TABLA 69: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA DESGASTE SUPERFICIAL (DS) EN LA AV. PACHACÚTEC .....	88
TABLA 70: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR PÉRDIDA DE ARENA (PA) EN LA AV. PACHACÚTEC .....	89
TABLA 71: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA PÉRDIDA DE ARENA (PA) EN LA AV. PACHACÚTEC .....	89
TABLA 72: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR FRACTURAMIENTO (FA) EN LA AV. PACHACÚTEC .....	90
TABLA 73: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA FRACTURAMIENTO (FA) EN LA AV. PACHACÚTEC .....	90
TABLA 74: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS (CI) EN LA AV. PACHACÚTEC.....	91
TABLA 75: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS (CI) EN LA AV. PACHACÚTEC.....	91
TABLA 76: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES (EA) EN LA AV. PACHACÚTEC .....	92
TABLA 77: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES (EA) EN LA AV. PACHACÚTEC .....	92
TABLA 78: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR JUNTAS ABIERTAS (JA) EN LA AV. PACHACÚTEC .....	93
TABLA 79: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA JUNTAS ABIERTAS (JA) EN LA AV. PACHACÚTEC	93
TABLA 80: ÁREA TOTAL AFECTADA Y PORCENTAJE DE AFECTACIÓN EN LA AV. PACHACÚTEC .....	94
TABLA 81: LEYENDA.....	95
TABLA 82: LEYENDA.....	96

TABLA 83: LEYENDA.....	97
TABLA 84: ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD .....	98
TABLA 85: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR DEPRESIONES (DA) EN LA AV. WIRACOCHA.....	99
TABLA 86: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA DEPRESIONES (DA) EN LA AV. WIRACOCHA.....	100
TABLA 87: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR PÉRDIDA DE ARENA (PA) EN LA AV. WIRACOCHA .....	100
TABLA 88: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA PÉRDIDA DE ARENA (PA) EN LA AV. WIRACOCHA .....	101
TABLA 89: RESUMEN DE DAÑOS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO POR FRACTURAMIENTO (FA) EN LA AV. WIRACOCHA .....	102
TABLA 90: PORCENTAJES DE AFECTACIÓN PARA FRACTURAMIENTO (FA) EN LA AV. WIRACOCHA .....	102
TABLA 91: ÁREA TOTAL AFECTADA Y PORCENTAJE DE AFECTACIÓN EN LA AV. WIRACOCHA ....	102
TABLA 92: LEYENDA.....	104
TABLA 93: LEYENDA.....	105
TABLA 94: ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD .....	106
TABLA 95: ÁREA DE AFECTACIÓN TOTAL POR TRAMO .....	107
TABLA 96: LEYENDA.....	108
TABLA 97: LEYENDA.....	110
TABLA 98: LEYENDA.....	111
TABLA 99: ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD .....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. COMPONENTES TRADICIONALES DE UN PAVIMENTO ARTICULADO. (ARMIJOS, 2009)....	25
FIGURA 2. CLASIFICACIÓN DE LOS ADOQUINES POR SU FORMA (A) CUATRO CARAS DENTADAS; (B) DOS CARAS DENTADAS; (C) CARAS RECTAS. (NÚÑEZ, 2008) .....	26
FIGURA 3. APAREJOS DE COLOCACIÓN DE LOS ADOQUINES. (NÚÑEZ, 2008).....	26
FIGURA 4. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. (PLANOS DE CATASTRO, 2016).....	36
FIGURA 5. ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO. GOOGLE EARTH, 2016 .....	37
FIGURA 6. SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE LA AV. HUÁSCAR .....	39
FIGURA 7. SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE LA AV. MANCO CÁPAC .....	40
FIGURA 8. SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE LA AV. PACHACÚTEC .....	41
FIGURA 9. SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE LA AV. WIRACOCHA.....	42
FIGURA 10. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS VÍAS DEL COMPLEJO QHAPAC ÑAN .....	130
FIGURA 11. ING. ROGER CERQUÍN QUISPE SUPERVISANDO EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS VÍAS DEL COMPLEJO QHAPAC ÑAN .....	130
FIGURA 12. CONTEO VEHICULAR EN LA AV. HUÁSCAR.....	131
FIGURA 13. CONTEO VEHICULAR EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	131
FIGURA 14. CONTEO VEHICULAR EN LA AV. PACHACÚTEC .....	132
FIGURA 15. CONTEO VEHICULAR EN LA AV. WIRACOCHA .....	132
FIGURA 16. FALLA DE DESGASTE SUPERFICIAL EN LA AV. HUÁSCAR (TRAMO KM00 + 050 – KM00 + 100).....	133
FIGURA 17. FALLA DE DEPRESIÓN EN LA AV. HUÁSCAR (TRAMO KM00 + 200 – KM00 + 250)....	133
FIGURA 18. FALLA DE FRACTURAMIENTO EN LA AV. HUÁSCAR (TRAMO KM00 + 150 – KM00 + 200) .....	134
FIGURA 19. FALLA DE FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTO INTERNO EN LA AV. HUÁSCAR (TRAMO KM00 + 100 – KM00 + 150).....	134

FIGURA 20. FALLA DE JUNTAS ABIERTAS EN LA AV. HUÁSCAR (TRAMO KM00 + 150 – KM00 + 200)	135
FIGURA 21. FALLA DE PÉRDIDA DE ARENA EN LA AV. HUÁSCAR (TRAMO KM00 + 200 – KM00 + 250)	135
FIGURA 22. FALLA DE JUNTAS ABIERTAS CON FRACTURAMIENTO EN LA AV. HUÁSCAR (TRAMO KM00 + 150 – KM00 + 200)	136
FIGURA 23. FALLA DE ABULTAMIENTO EN LA AV. MANCO CÁPAC (TRAMO KM00 + 550 – KM00 + 586)	136
FIGURA 24. FALLA DE ABULTAMIENTO EN LA AV. MANCO CÁPAC (TRAMO KM00 + 350 – KM00 + 400)	137
FIGURA 25. FALLA DE PÉRDIDA DE ARENA EN LA AV. MANCO CÁPAC (TRAMO KM00 + 400 – KM00 + 450)	137
FIGURA 26. FALLA DE DESPLAZAMIENTO DE BORDES Y FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTO EXTERNO EN LA AV. MANCO CÁPAC (TRAMO KM00 + 350 – KM00 + 400)	138
FIGURA 27. FALLA DE DEPRESIÓN EN LA AV. MANCO CÁPAC (TRAMO KM00 + 350 – KM00 + 400)	138
FIGURA 28. FALLA DE ABULTAMIENTO, AHUELLAMIENTO Y FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTO EXTERNO EN LA AV. MANCO CÁPAC (TRAMO KM00 + 400 – KM00 + 450)	139
FIGURA 29. MEDICIÓN DE LA FALLA DE FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTO EXTERNO EN LA AV. MANCO CÁPAC (TRAMO KM00 + 500 – KM00 + 550)	139
FIGURA 30. MEDICIÓN DE LA FALLA DE ABULTAMIENTO DE LA AV. MANCO CÁPAC (TRAMO KM00 + 400 – KM00 + 450)	140
FIGURA 31. FALLA DE ABULTAMIENTO EN LA AV. PACHACÚTEC (TRAMO KM01 + 174 – KM01 + 224)	140
FIGURA 32. FALLA DE AHUELLAMIENTO EN LA AV. PACHACÚTEC (TRAMO KM01 + 124 – KM01 + 174)	141

FIGURA 33. FALLA DE DESGASTE SUPERFICIAL EN LA AV. PACHACÚTEC (TRAMO KM01 + 174 – KM01 + 224) .....	141
FIGURA 34. FALLA DE FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTO INTERNO EN LA AV. PACHACÚTEC (TRAMO KM01 + 074 – KM01 + 124).....	142
FIGURA 35. FALLA DE JUNTAS ABIERTAS EN LA AV. PACHACÚTEC (TRAMO KM01 + 124 – KM01 + 174) .....	142
FIGURA 36. JUNTA DE PÉRDIDA DE ARENA EN LA AV. PACHACÚTEC (TRAMO KM01 + 124 – KM01 + 174).....	143
FIGURA 37. MEDICIÓN DE LA FALLA DE DESGASTE SUPERFICIAL EN LA AV. PACHACÚTEC (TRAMO KM01 + 174 – KM01 + 224) .....	143
FIGURA 38. MEDICIÓN DE LA FALLA DE JUNTAS ABIERTAS EN LA AV. PACHACÚTEC (TRAMO KM00 + 924 – KM00 + 974).....	144
FIGURA 39. MEDICIÓN DEL ÁREA DE LA FALLA DE PÉRDIDA DE ARENA LA AV. PACHACÚTEC (TRAMO KM00 + 736 – KM00 + 786).....	144
FIGURA 40. FALLA DE DEPRESIONES EN LA AV. WIRACOCHA (TRAMO KM01 + 274 – KM01 + 324) .....	145
FIGURA 41. FALLA DE FRACTURAMIENTO EN LA AV. WIRACOCHA (TRAMO KM01 + 424 – KM01 + 474).....	145

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. ÁREA AFECTADA POR CLASES DE FALLAS EN LA AV. HUÁSCAR.....	63
GRÁFICO 2. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD BAJA EN LA AV. HUÁSCAR.....	63
GRÁFICO 3. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD MEDIA EN LA AV. HUÁSCAR .....	64
GRÁFICO 4. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD ALTA EN LA AV. HUÁSCAR .....	65
GRÁFICO 5. DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD EN LA AV. HUÁSCAR .....	67
GRÁFICO 6. ÁREA AFECTADA POR CLASES DE FALLAS EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	79
GRÁFICO 7. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD BAJA EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	80
GRÁFICO 8. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD MEDIA EN LA AV. MANCO CÁPAC ....	81
GRÁFICO 9. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD ALTA EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	82
GRÁFICO 10. DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD EN LA AV. MANCO CÁPAC .....	83
GRÁFICO 11. ÁREA AFECTADA POR CLASES DE FALLAS EN LA AV. PACHACÚTEC.....	94
GRÁFICO 12. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD BAJA EN LA AV. PACHACÚTEC.....	95
GRÁFICO 13. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD MEDIA EN LA AV. PACHACÚTEC.....	96
GRÁFICO 14. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD ALTA EN LA AV. PACHACÚTEC .....	97
GRÁFICO 15. DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD EN LA AV. PACHACÚTEC .....	98
GRÁFICO 16. ÁREA AFECTADA POR CLASES DE FALLAS EN LA AV. WIRACOCHA .....	103
GRÁFICO 17. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD BAJA EN LA AV. WIRACOCHA .....	104
GRÁFICO 18. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD MEDIA EN LA AV. WIRACOCHA.....	105
GRÁFICO 19. DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD EN LA AV. WIRACOCHA .....	106
GRÁFICO 20. ÁREA AFECTADA POR CLASES DE FALLAS .....	107
GRÁFICO 21. ÁREA AFECTADA POR TRAMOS .....	108

GRÁFICO 22. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD BAJA .....	108
GRÁFICO 23. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD MEDIA.....	109
GRÁFICO 24. DISTRIBUCIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD ALTA.....	110
GRÁFICO 25. DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD.....	112

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS) .....	46
ECUACIÓN 2: CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS) .....	48
ECUACIÓN 3: CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS) .....	50
ECUACIÓN 4: CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS) .....	52

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo evaluar los niveles de severidad de las fallas del pavimento articulado de las vías del complejo Qhapac Ñan, específicamente Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha, usando, para su evaluación, el catálogo denominado “PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO ARTICULADO”, elaborado por los ingenieros Carlos Hernando Higuera Sandoval y Óscar Fabián Pacheco Merchán, de la Universidad de Medellín, Colombia. Según el expediente técnico la estructura del pavimento articulado de las vías del Qhapac Ñan ya especificadas posee, generalmente, una capa de adoquines de 8 cm de alto, una cama de arena de 5 cm de alto, una base granular de 25 cm de alto y una geomalla biaxial que separa a la base granular de la subrasante. Las variables evaluadas fueron las fallas presentes en el pavimento articulado de las vías del complejo Qhapac Ñan y el nivel de severidad de cada una de ellas. Para la toma de datos se usaron formatos de recolección de datos en los cuales figuraba la clasificación de cada tipo de falla, el grado de severidad y el área afectada por cada tipo. Al tener los datos tomados en campo, se procede con el trabajo de gabinete, que consistió en organizarlos según los tipos de falla, área de la falla respecto al área total, la cantidad de cada tipo de fallas de cada tramo analizado y los niveles de severidad. Se concluye que las fallas principales son deformaciones (abultamiento, ahuellamiento y depresiones) con un área de 153.460 metros cuadrados y desprendimientos (desgaste superficial y pérdida de arena) con un área de 272.580 metros cuadrados y su evaluación mediante el catálogo denominado “Patologías del pavimento articulado” indica un nivel alto de severidad, lo cual difiere con la hipótesis que indica un nivel de severidad medio.

**Palabras clave:** Pavimento articulado, fallas, severidad

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El complejo Qhapac Ñan presenta obras viales que sirven de acceso, las cuales están compuestas únicamente por pavimentos articulados, teniendo una longitud aproximada de 1688.75 m además, presentan fallas como abultamiento, ahuellamiento, depresiones, desgaste superficial, pérdida de arena, desplazamiento de borde, desplazamiento de juntas, fracturamiento, fracturamiento de confinamientos externos, fracturamiento de confinamientos internos y juntas abiertas en su estructura que ocasionan un tránsito incómodo e inseguro, visiblemente, se podrían considerar fallas con niveles de severidad de bajo, medio y alto. Dichas fallas se han considerado para poder realizar un estudio en el cual se precise, de manera correcta, los niveles de severidad presentes en un conjunto de vías de longitud extensa de pavimentos articulados de la ciudad de Cajamarca y conocer cuál es la causa exacta.

En la presente investigación, se analizará la severidad de las fallas presentes en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, ubicado en el distrito de Cajamarca en el año 2016, usando, para su evaluación, el catálogo denominado “Patologías del Pavimento Articulado”, elaborado por los ingenieros Carlos Hernando Higuera Sandoval y Óscar Fabián Pacheco Merchán, de la Universidad de Medellín, Colombia.

Según Pou y Chavarría (2014), en su tesis denominada: “Propuesta de rehabilitación para el tramo de pavimento de adoquín en el Barrio 20 de mayo – Ernesto Rosales, Departamento de Jinotega”, de la Universidad Centroamericana, nos muestra la inspección de campo para cuantificar y clasificar los daños presentes en el pavimento

articulado del barrio 20 de mayo – Ernesto Rosales, Departamento de Jinotega. Dicha inspección concluyó en cuatro tipos de daños: asentamiento, pérdida de sello arenoso, depostillamiento y baches; siendo asentamiento el deterioro más común con un 39.8% de daños encontrados, seguido de pérdida de sello arenoso con 30.1%, depostillamiento con 26.53% y por último bache con un 3.57%. Sin embargo, la severidad de los daños está entre el nivel medio y bajo, siendo baches y depostillamiento de severidad media y, asentamiento y pérdida de sello arenoso de severidad baja.

Según Cango Vásquez (2015), en su tesis denominada: “Análisis y evaluación patológico de la superficie del pavimento intertrabado en la Av. Sánchez Cerro cuadras 11 y 12, desde la Av. Sullana Norte hasta la Av. Country, vía auxiliar izquierda, Piura – 2015”, nos comenta que determinó y evaluó las patologías del pavimento intertrabado en el distrito de Piura mediante el método del PCI para determinar el índice de condición estructural y el índice de condición funcional, concluyendo que el pavimento se encuentra en un nivel de servicio regular, el donde la circulación dejó de ser cómoda. Además, las patologías encontradas fueron abultamiento, ahuellamiento, depresión, desgaste superficial, pérdida de arena, fracturamiento, fracturamiento de confinamientos internos y escalamiento entre adoquines.

Según Chero Benites (2015), en su tesis denominada: “Estudio de las patologías en el pavimento intertrabado, del asentamiento humano José Olaya – distrito, provincia y departamento de Piura, octubre – 2013”, evaluó las patologías que existen en el pavimento intertrabado de las calles 5, 7 y 11 del asentamiento humano José Olaya en el distrito, provincia y departamento de Piura utilizando el catálogo “Patologías

del Pavimento Articulado” de Higuera y Pacheco. Concluyó en que el pavimento de dichas calles se encuentra en una condición buena pero que, sin el mantenimiento rutinario correspondiente, el grado de severidad de los daños presentes puede aumentar. Además, el pavimento intertrabado presenta patologías como: abultamiento en un 0.63%, ahuellamiento en un 5.074%, depresiones en un 1.296%, desgaste superficial en un 11.715%, pérdida de arena en un 12.217%, fracturamiento en un 1.294%, fracturamiento en confinamientos externos en un 0.28%, fracturamiento en confinamientos internos en un 0.914%, escalonamiento entre adoquines en un 4.14% y juntas abiertas en un 1.292%.

Según Barreto Chiroque (2017) determinó y evaluó las patologías presentes en el pavimento intertrabado de las cuadras 1 y 2 del Jr. Andrés Razuri y las cuadras 15, 16 y 17 de la Av. Huancavelica usando el método PCI para determinar el índice de condición estructural y el índice de condición funcional en su tesis denominada: “Determinación y evaluación de las patologías del pavimento intertrabado del jirón Andrés Rázuri, cuadras 1 y 2 y de la avenida Huancavelica, cuadras 15, 16 y 17 de Chulucanas – Octubre 2017”. Concluyó su tesis indicando que el pavimento en general presenta una condición regular con patologías tales como: abultamiento, ahuellamiento, depresiones, desgaste superficial, pérdida de arena y fracturamiento de confinamiento interno.

Según Bravo Montenegro (2014) utilizó el método ICP (índice de condición del pavimento) luego de hacer una inspección visual en siete calles de Jaén: Calle Alfonso Arana Vidal, Calle Universidad, Calle Santa Teresita, Calle Micaela Bastidas, Calle Zarumilla, Calle Antonio Raymondi y Calle Unión en su tesis denominada “Evaluación de las patologías de los pavimentos intertrabados de la

ciudad de Jaén – Cajamarca”. Con dicho método, concluyó que la Calle Santa Teresita tiene un ICP=4, lo que significa que el estado de pavimento es bueno y las seis calles restantes presentan un ICP=5, lo que significa que el estado del pavimento es muy bueno.

Según Adriano Castillo (2017) realizó una inspección visual a siete calles con pavimentos articulados dentro del área urbana de Jaén: Calle Alfonso Arana Vidal, Calle Universidad, Calle Santa Teresita, Calle Micaela Bastidas, Calle Zarumilla, Calle Antonio Raymondi y Calle Unión en su tesis denominada “Fallas y causas en los pavimentos articulados de las vías urbanas en la ciudad de Jaén”. Concluyo en que las fallas más relevantes en las calles ya mencionadas fueron las siguientes: ahuellamiento, desgaste superficial, depresiones, fracturamiento, escalonamiento entre adoquín y confinamiento, pérdida de arena, abultamiento y fracturamiento de confinamientos, causadas mayormente por el tipo de suelo, la calidad de los materiales utilizados (adoquines de concreto y el concreto utilizado en el confinamiento), los factores climáticos y por roturas en el pavimento mal reparadas.

Para el desarrollo de la presente tesis se usaron ciertos términos, tales como:

- **Pavimento articulado:** Son pavimentos cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto prefabricados, que se denominan adoquines, son iguales entre si y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la subrasante. (Armijos, 2009).

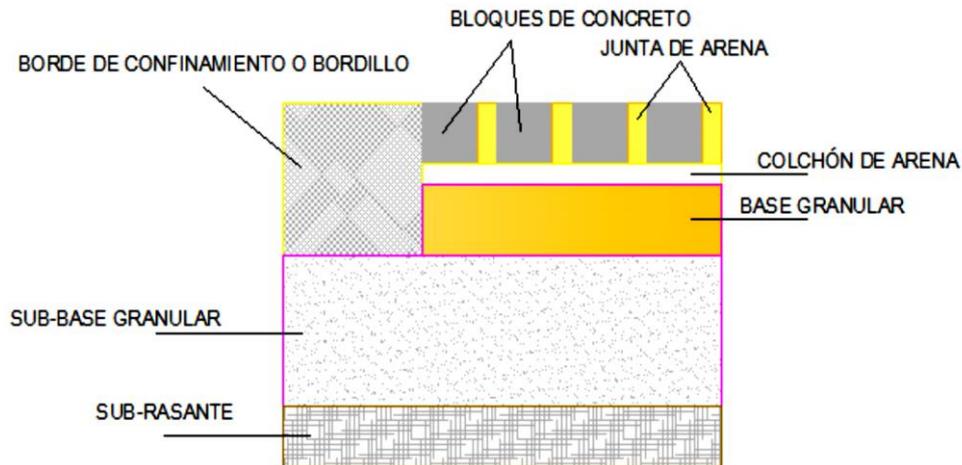


Figura 1. Componentes tradicionales de un pavimento articulado. (Armijos, 2009).

- **Adoquín de concreto o Adocreto:** El adoquín es un elemento macizo prefabricado en concreto, que se usa en pavimentos; nunca van unidos por ningún tipo de pega o cementante, sino apoyados sobre una capa de arena gruesa y limpia, funcionando como un pavimento segmentado. Su forma es tal que, en conjunto, conforma una superficie completa, quedando separados por una junta, la cual va llena con arena fina. (Rocatech S.A.C., 2014).

Se pueden distinguir tres clases de formas: cuatro caras endentadas y dos caras endentadas y caras rectas.

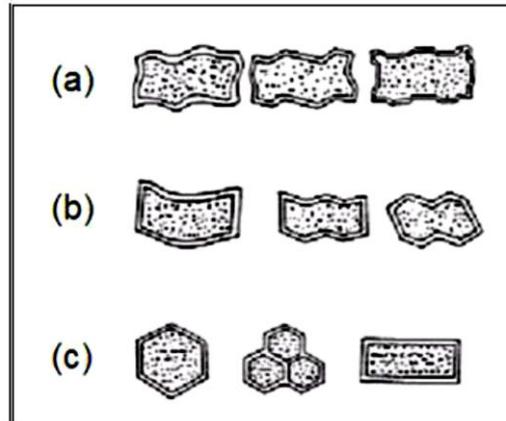


Figura 2. Clasificación de los adoquines por su forma (a) Cuatro caras dentadas; (b) Dos caras dentadas; (c) Caras rectas. (Núñez, 2008)

Dependiendo de las formas de los adoquines, estos se pueden disponer de distintas formas en el pavimento. Los aparejos de colocación más tradicionales se presentan en la siguiente figura:

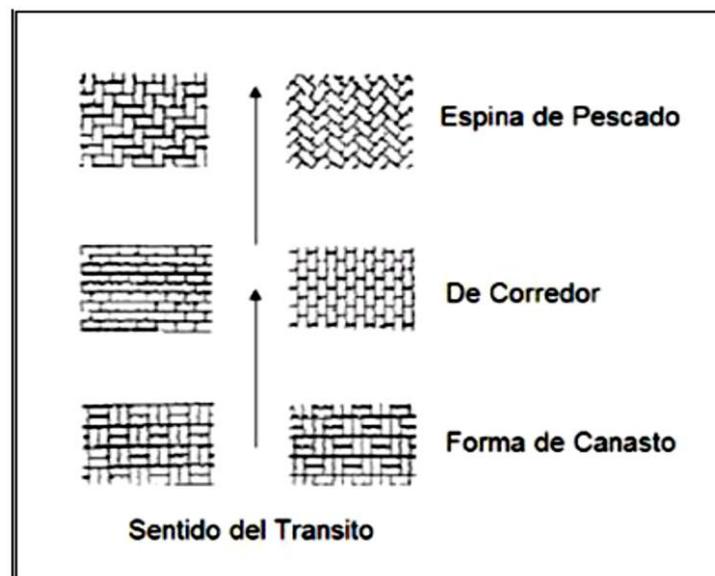


Figura 3. Aparejos de colocación de los adoquines. (Núñez, 2008)

Los adoquines con cuatro caras dentadas pueden aparejarse en “espina de pescado” y por su geometría plana, al unirse, resisten el desplazamiento relativo en sentido longitudinal y transversal (Núñez, 2008).

Los adoquines con dos caras dentadas se entrelazan solo en dos caras, por lo que no pueden usarse en “espina de pescado”. Solo resisten desplazamientos relativos en las caras paralelas a los ejes longitudinales, dependiendo de la precisión dimensional y de la precisión en la colocación (Núñez, 2008).

Adoquines de caras rectas dependen exclusivamente de la precisión dimensional de colocación para desarrollar alguna trabazón (Núñez, 2008).

- **Fallas en el pavimento articulado:** Al ser puestos en servicio los pavimentos articulados, debido a factores climáticos, tránsito vehicular, tipo de suelo, drenaje superficial y sub superficial, calidad de los adoquines; se van presentando una serie de patologías, que contribuyen a la pérdida de serviciabilidad del tránsito.

Becerra (2014) explica que las fallas del pavimento articulado, pueden producirse por degradación de la base, si ésta no es la adecuada, en cuyo caso, los elementos se desnivelan o se hunden, pero no se rompen, por lo tanto, en caso de reconstrucción, el valor residual del pavimento articulado es elevado, puesto que una vez reparada o reemplazada la base, pueden volver a utilizarse los mismos elementos.

Cada falla que pueda estar presente en el pavimento articulado presente una manera diferente de poder determinar su nivel de severidad. Pero para todas existen los tres tipos de niveles: bajo, medio y alto.

Higuera y Pacheco (2010), estudiaron las patologías que se pueden generar en los pavimentos articulados, creando así su catálogo denominado “Patologías del Pavimento Articulado”. En dicho estudio, dan una clasificación general de los deterioros de pavimento articulado:

**Tabla 1**

*Clasificación general de los deterioros del pavimento articulado*

Clase	Tipo de Deterioro	Símbolo	Unidad
Deformaciones	Abultamiento	BA	m <sup>2</sup>
	Ahuellamiento	AH	m <sup>2</sup>
	Depresiones	DA	m <sup>2</sup>
Desprendimientos	Desgaste superficial	DS	m <sup>2</sup>
	Pérdida de arena	PA	m <sup>2</sup>
Desplazamientos	Desplazamiento de borde	DB	m <sup>2</sup>
	Desplazamiento de juntas	DJ	m <sup>2</sup>
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	m <sup>2</sup>
	Fracturamiento de confinamientos externos	CE	m <sup>2</sup>
	Fracturamiento de confinamientos internos	CI	m <sup>2</sup>
Otros deterioros	Escalonamiento entre adoquines	EA	m <sup>2</sup>
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos	EC	m <sup>2</sup>
	Juntas abiertas	JA	m <sup>2</sup>
	Vegetación en la calzada	VC	m <sup>2</sup>

Higuera y Pacheco (2010, Tabla 1, pg. 78)

Asimismo, Higuera y Pacheco (2010) describen los diferentes tipos de falla y dan el nivel de severidad.

La severidad de las patologías que pertenecen a la clase “DEFORMACIONES” se divide en tres categorías: Baja, media y alta, siendo la baja cuando la flecha es menor a 20 mm., la media cuando la flecha esta entre los 20 y 40 mm. y el alta cuando la flecha es mayor a los 40 mm.

La severidad de las patologías que pertenecen a la clase “DESPRENDIMIENTOS” se divide en tres categorías: Baja, media y alta. En el tipo “DESGASTE SUPERFICIAL” la severidad es baja cuando hay desgaste aislado y el área es menor o igual a 0.5 m<sup>2</sup>, la severidad es media cuando el área es mayor a 0.5 m<sup>2</sup> y, la severidad es alta cuando se presenta con un área de extensión considerable, pérdida de agregado grueso y formación de concavidades. En el tipo “PÉRDIDA DE ARENA” la severidad es baja cuando hay pérdida de arena de sello y el área es menor o igual a 0.5 m<sup>2</sup>, la severidad es media cuando el área es mayor a 0.5 m<sup>2</sup> y, la severidad es alta cuando se presentan asentamientos y pérdidas de los perfiles del pavimento.

La severidad de las patologías que pertenecen a la clase “DESPLAZAMIENTO” se divide en tres categorías: Baja, media y alta. En el tipo de “DESPLAZAMIENTO DE BORDE”, la severidad es baja cuando el desplazamiento es menor a 2 cm, la severidad es media cuando el desplazamiento se encuentra entre 2 y 5 cm y la severidad es alta cuando el desplazamiento es superior a 5 cm. En el tipo de “DESPLAZAMIENTO DE JUNTAS”, la severidad es baja cuando la separación es menor a 5 mm, es media cuando está entre 5 y 10 mm y es alta cuando la separación es mayor a 10 mm.

La severidad de las patologías que pertenecen a la clase “FRACTURAMIENTO.” se divide en tres categorías: Baja, media y alta. En el tipo “FRACTURAMIENTO”, la severidad es baja cuando el área es menor a 0.5 m<sup>2</sup>, es media cuando el área es igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup> y la fractura de adoquines tiene un área de extensión considerable y de forma continua y, es alta cuando el área es igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup> y se presenta pérdida de material y se forman concavidades que generan textura rugosa. En el tipo “FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS EXTERNOS”, la severidad es baja cuando presenta fisuras menores a 3mm., es media cuando presenta grietas mayores a

3 mm pero aún el elemento se mantiene en su lugar y, es alta cuando las grietas son mayores a 3 mm y el elemento ya se ha desplazado y no impide el desplazamiento lateral de los adoquines. En el tipo “FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS”, la severidad es baja cuando presenta fisuras menores a 3mm., es media cuando presenta grietas mayores a 3 mm pero aún el elemento se mantiene en su lugar y no presenta pérdidas de material, y es alta cuando las grietas son mayores a 3 mm, presenta pérdidas de material y el elemento ya se ha desplazado y no impide el desplazamiento longitudinal y lateral de los adoquines.

En el tipo “ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES”, la severidad es baja cuando la altura del desnivel promedio es menor a 5 mm; es media cuando la altura del desnivel promedio está entre 5 y 10 mm y es alta cuando la altura del desnivel promedio es 10 mm.

En el tipo “ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES Y CONFINAMIENTOS”, la severidad es baja cuando la altura del desnivel promedio es menor a 5 mm; es media cuando la altura del desnivel promedio está entre 5 y 10 mm y es alta cuando la altura del desnivel promedio es 10 mm.

En el tipo “JUNTAS ABIERTAS”, la severidad es baja cuando la altura del desnivel promedio es menor a 5 mm; es media cuando la altura del desnivel promedio está entre 5 y 10 mm y es alta cuando la altura del desnivel promedio es 10 mm.

En el tipo “VEGETACIÓN EN CALZADA”, la severidad es baja cuando hay aparición de vegetación entre las juntas y es apenas apreciable; es media cuando la vegetación ya está por encima de los adoquines y es alta cuando la vegetación empieza a levantar a los adoquines.

En sus resultados, Higuera y Pacheco (2010), obtienen que las fallas que se presentaron en el pavimento articulado de Urb. Las Quintas, en un tramo de 100m fueron: Deformaciones en un 8.52% y fracturamientos en un 0.79%.

Los autores concluyen que los resultados obtenidos son acordes con el estado real de los tramos a simple vista, lo que indica que la metodología desarrollada es coherente (Higuera y Pacheco, 2010, p. 93).

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuáles son niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan en el distrito de Cajamarca en el año 2016?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar los niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan en el distrito de Cajamarca en el año 2016.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar un inventario de fallas del pavimento articulado, mediante el catálogo de “Patologías del Pavimento Articulado” de Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan de la ciudad de Cajamarca en el año 2016 y determinar la clase de fallas predominantes.

- Realizar el estudio del tráfico para la determinación del índice medio diario semanal en las Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan de la ciudad de Cajamarca en el año 2016.

#### **1.4. Hipótesis**

El pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan en el año 2016 indica un nivel medio de severidad.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Investigación aplicativa y descriptiva transversal.

### 2.2. Población y muestra

La unidad de estudio será el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan en la ciudad de Cajamarca.

**Tabla 2**

*Sub Muestras*

TRAMO	PROGRESIVA	
	DESDE	HASTA
Av. Huáscar	Km 00 + 00	Km 00 + 300
Av. Manco Cápac	Km 00 + 300	Km 00 + 586
Av. Pachacútec	Km 00 + 586	Km 01 + 274
Av. Wiracocha	Km 01 + 274	Km 01 + 688.75

### 2.3. Materiales, instrumentos y métodos

**Tabla 3**

*Materiales, instrumentos y métodos*

Aspectos observados	Fuente	Método	Instrumento
Volumen de tráfico promedio diario	Pavimento articulado de la av. Huáscar, av. Manco Cápac, av. Pachacútec y av. Wiracocha	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Fallas de los pavimentos articulados	Pavimento articulado de la av. Huáscar, av. Manco Cápac, av. Pachacútec y av. Wiracocha	Observación directa	Wincha, regla milimétrica y ficha de recolección de datos

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

### 2.4.1. Técnicas de recolección de datos

**Tabla 4**

*Técnica de recolección de datos para fallas del pavimento articulado*

Variable	Fuente	Técnica	Instrumento
Fallas de los pavimentos articulados	Pavimento articulado de la av. Huáscar, av. Manco Cápac, av. Pachacútec y av. Wiracocha	Observación directa	Ficha de recolección de datos

**Tabla 5**

*Técnica de recolección de datos para nivel de severidad*

Variable	Fuente	Técnica	Instrumento
Nivel de severidad	Pavimento articulado de la av. Huáscar, av. Manco Cápac, av. Pachacútec y av. Wiracocha	Observación directa	Catálogo “Patologías del pavimento articulado”.

### 2.4.2. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

Para determinar la severidad de las fallas de las vías del complejo Qhapac Ñan, específicamente Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha, se utilizó el catálogo denominado “PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO ARTICULADO”, elaborado por los ingenieros Carlos Hernando Higuera Sandoval y Óscar Fabián Pacheco Merchán, de la Universidad de Medellín, Colombia. Dicho catálogo nos indica cuales son las consideraciones para determinar si la falla presenta un nivel bajo, medio o alto.

## 2.5. Procedimiento para toma y análisis de datos

Se buscó determinar la severidad de las fallas presentes en el pavimento articulado de las vías del complejo Qhapac Ñan, específicamente en las vías de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del distrito de Cajamarca.

En el mes de noviembre del 2016 se realizó el levantamiento topográfico de las vías ya mencionadas del complejo Qhapac Ñan de la ciudad de Cajamarca para poder referenciar con progresivas de 50 metros cada unidad.

Después de contar con el levantamiento topográfico, se procedió a realizar el inventario de las fallas de cada vía, clasificándolos por los tipos de fallas y severidad, mencionados en el catálogo denominado “Patologías del Pavimento Articulado”, de las vías de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan en el distrito de Cajamarca.

En el mes de junio del 2018 se realizó el estudio de tráfico vehicular de las vías de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan en el distrito de Cajamarca. Este procedimiento se realizó durante una semana para poder calcular el índice medio diario semanal de las vías en estudio e identificar los diferentes tipos de vehículos que circulan en cada vía.

### 2.5.1. Ubicación del área de estudio

- **Ubicación política**

País	: Perú
Departamento	: Cajamarca
Provincia	: Cajamarca
Distrito	: Cajamarca



- **ACCESO**

En la Figura 8 se muestra una ruta de acceso a la zona de estudio, siendo el punto de partida la Plaza de Armas de Cajamarca.

La mejor ruta, cuyo recorrido es de 12 minutos, se empieza tomando Jr. José Sabogal y Jr. El Inca hacia Av. Huáscar, para luego girar a la derecha hacia Av. Huáscar.



Figura 5. Acceso a la zona de estudio. Google Earth, 2016

### 2.5.2. Levantamiento topográfico del pavimento articulado de las vías del complejo Qhapac Ñan.

El levantamiento topográfico de las vías se realizó con una estación total de marca Leica de modelo TS06 plus con dos prismas marca Leica. Se procedió a tomar puntos desde la intersección de la Av. Atahualpa y Av. Huáscar, culminando en la intersección de la Av. Wiracocha y Av. Atahualpa. (Anexo N° 3, Puntos tomados en el levantamiento topográfico).

## **SECCIONES TRANSVERSALES DE LAS CALLES EN ESTUDIO**

A continuación, presentamos las secciones transversales de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha.

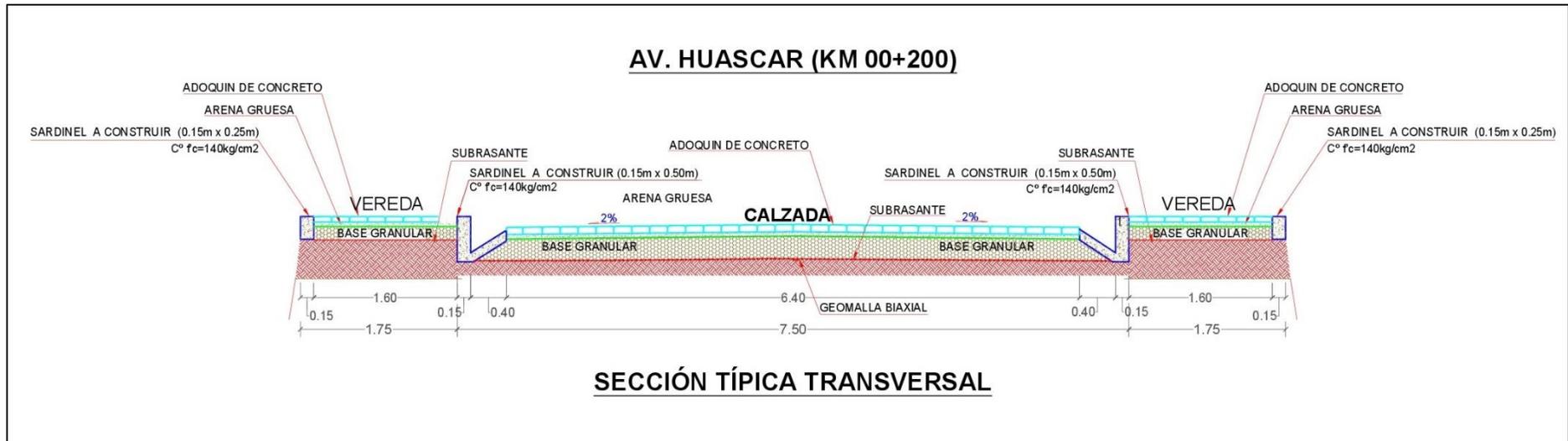


Figura 6. Sección transversal típica de la Av. Huáscar

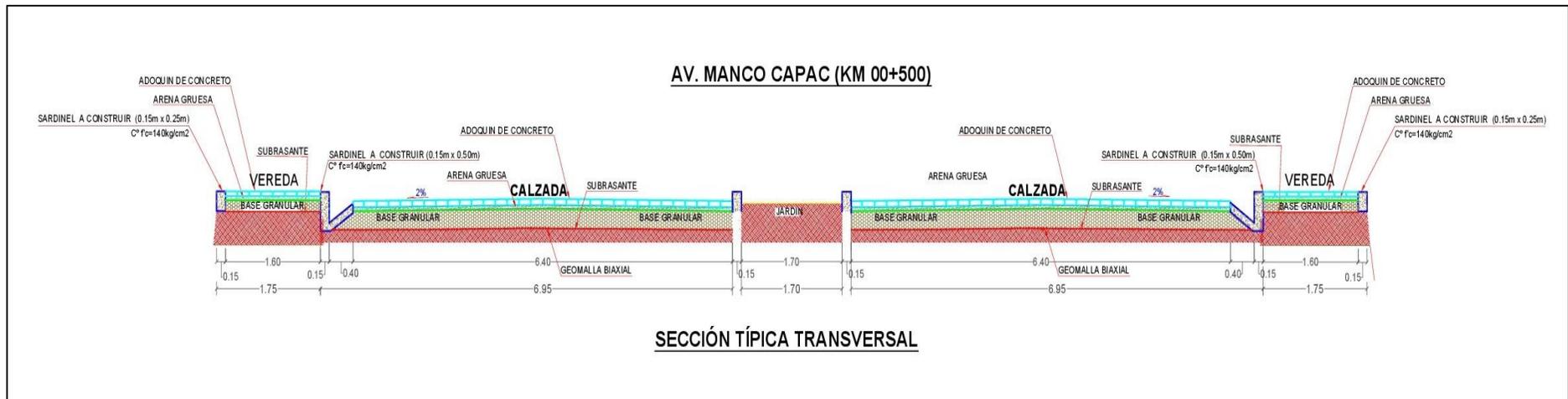


Figura 7. Sección transversal típica de la Av. Manco Cápac

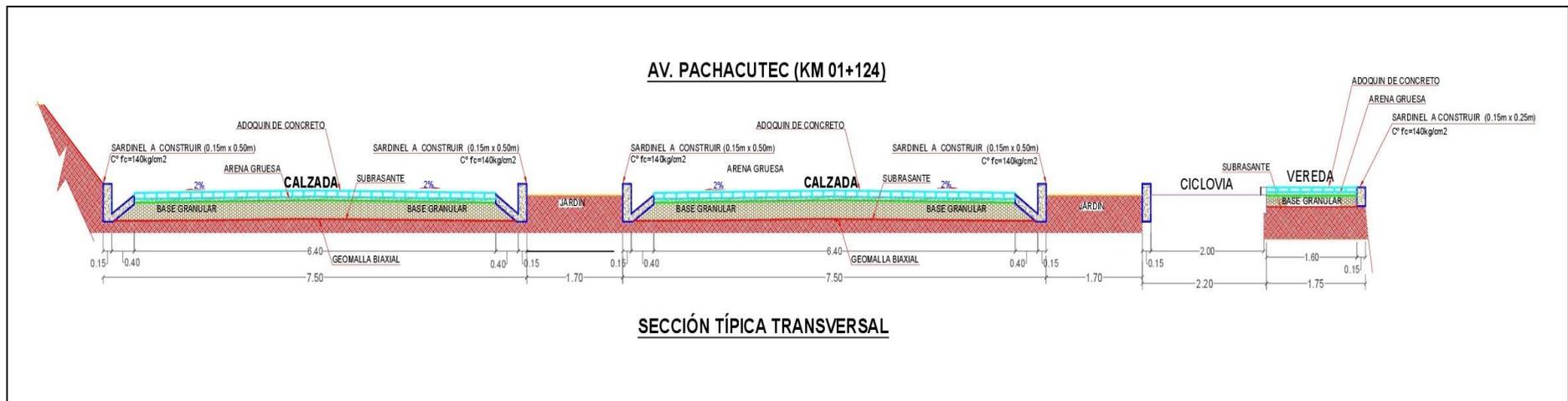


Figura 8. Sección transversal típica de la Av. Pachacútec

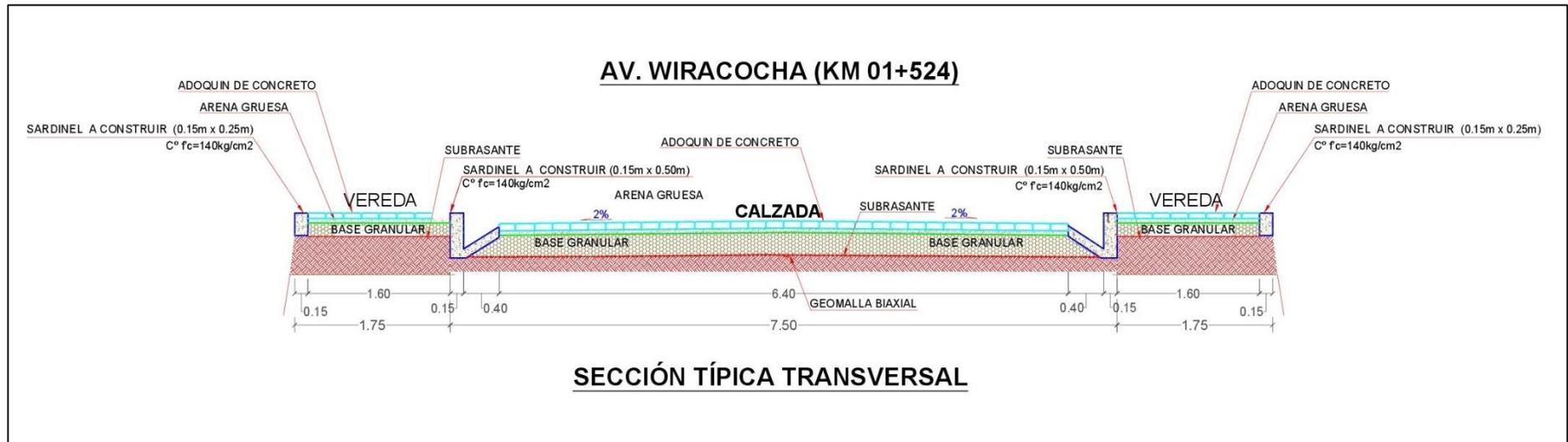


Figura 9. Sección transversal típica de la Av. Wiracocha

Con el levantamiento topográfico se conoció el ancho de la calzada de cada tramo en estudio, siendo éste 6.40 m. Además, se pudo determinar el largo de cada tramo en estudio que son:

**Tabla 7**

*Distancia en metros de las calles en estudio*

<b>NOMBRE DE LA CALLE</b>	<b>DISTANCIA</b>
Av. Huáscar	300 m
Av. Manco Cápac	286 m
Av. Pachacútec	638 m
Av. Wiracocha	464.75 m

### **2.5.3. Inventario de fallas del pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan.**

Para realizar el inventario de fallas del pavimento articulado de las vías del complejo Qhapac Ñan se procedió a recorrer cada una de las vías a estudiar para observar los diferentes tipos de fallas y poder tomar medidas para el cálculo de las áreas de afectación, así como las características presentes para determinar la severidad de dichos tipos de fallas. Tomando los datos en campo, se procedió a realizar el trabajo de gabinete, el cual consistió en determinar cuáles eran las fallas principales presentes en las vías estudiadas del complejo Qhapac Ñan y poder determinar la severidad predominante de las fallas.

### **2.5.4. Plano de mapeo de fallas del pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan.**

Al tener los datos de las áreas de afectación de cada tipo de fallas en el pavimento articulado de las vías del complejo Qhapac Ñan, se procedió a realizar el plano de mapeo de dichas fallas para tener un conocimiento de su ubicación dentro de las vías.

### **2.5.5. Estudio de mecánica de suelos.**

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos del expediente técnico denominado: “CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN AVENIDA 01, ENTRE JR. LA CANTUTA Y VÍA AUXILIAR PRONAA, AV. 02 ENTRE JR. LA CANTUTA Y AV. 01 SECTOR 9 GRAN QHAPAC ÑAN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA”, el cual contiene las vías estudiadas del complejo Qhapac Ñan, se concluyó que los suelos que conforman la subrasante, en su mayoría son suelos blandos A-6 y A-7 (suelos arcillosos) de baja capacidad portante y en menor cantidad A-4 (suelos limosos). Para determinar el valor del CBR se eligió el suelo A-7 por ser el más desfavorable, siendo el valor 3%. (Anexo N° 4, Estudio de mecánica de suelos)

### **2.5.6. Estudio de tránsito vehicular**

El tipo de vehículos que transita por las vías en estudio del Qhapac Ñan son, en su mayoría, livianos y, en menor cantidad, pesados. El tráfico es variable, dependiendo del horario y los días de la semana.

#### **2.5.6.1. Cálculo del Índice Medio Diario Semanal (IMDS)**

Para el cálculo del índice medio diario semanal se realizó el conteo vehicular diario durante una semana en tres horarios, considerados con más flujo vehicular: de 6:30 am a 9 am, de 11 am a 2 pm y de 5:30 pm a 7:30 pm.

Se procederá a presentar el cálculo del índice medio diario semanal por tipo de vehículos que circulan por las vías en estudio.

- **Av. Huáscar**

**Tabla 8**

**Conteo de tráfico vehicular – Av. Huáscar**

<b>CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO - AV. HUÁSCAR</b>										
<b>HORA (6:30 am - 9:00 am, 11:00 am - 2:00 pm, 5:30 pm - 7:30 pm)</b>										
<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>DÍAS</b>							<b>TOTAL IMDS</b>		
	<b>D</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>			
<b>MOTOS LINEALES</b>	185	353	320	389	322	314	167	2050	293	
<b>MOTOTAXIS</b>	318	761	756	1001	911	758	294	4799	686	
<b>AUTOS</b>	663	941	983	881	801	895	449	5613	802	
<b>PICK UP</b>	96	222	293	378	208	194	92	1483	212	
<b>COMBIS</b>	41	57	67	69	135	63	35	467	67	
<b>MICROBUS</b>		1	1	2				4	1	
<b>OMNIBUS</b>	<b>B2</b>		3		1	1		1	6	1
	<b>B3</b>		1	1					2	1
<b>CAMIÓN</b>	<b>C2</b>	21	23	23	25	27	28	12	159	23
	<b>C3</b>		1		3				4	1
	<b>8x4</b>	1		1					2	1
<b>SEMI TRAYLERS</b>	<b>T3S3</b>						1	1	1	

**Tabla 9**

**Cálculo del Índice Medio Diario Semanal (IMDS) de la Av. Huáscar**

TIPO DE VEHÍCULO	TOTAL	IMDS
AUTOS	5613	802
PICK UP	1483	212
COMBIS	467	67
MICROBUS	4	1
OMNIBUS	B2	6
	B3	2
	C2	159
CAMIÓN	C3	4
	8x4	2
	SEMI TRAYLERS T3S3	1
<b>TOTAL</b>	<b>7741</b>	<b>1106</b>

- **Cálculo del índice medio diario semanal (IMDS) de la Av. Huáscar**

Ecuación 1: Cálculo del índice medio diario semanal (IMDs)

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

Donde:

IMD<sub>s</sub>: Índice medio diario semanal

V<sub>i</sub>: Volumen vehicular diario

$$IMD_s = \frac{7741}{7} = 1106 \text{ veh/día}$$

IMDs de la Av. Huáscar = 1106 veh/día

- **Av. Manco Cápac**

**Tabla 10**

**Conteo de tráfico vehicular – Av. Manco Cápac**

<b>CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO - AV. MANCO CÁPAC</b>										
<b>HORA (6:30 am - 9:00 am, 11:00 am - 2:00 pm, 5:30 pm - 7:30 pm)</b>										
<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>DÍAS</b>							<b>TOTAL</b>	<b>IMDS</b>	
	<b>D</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>			
<b>MOTOS LINEALES</b>	83	137	118	121	128	118	37	742	106	
<b>MOTOTAXIS</b>	88	109	92	95	152	133	57	726	104	
<b>AUTOS</b>	105	110	105	119	154	166	71	830	119	
<b>PICK UP</b>	53	74	80	58	100	47	30	442	64	
<b>COMBIS</b>	41	36	10	24	30	10	3	154	22	
<b>MICROBUS</b>	1						1	2	1	
<b>CAMIÓN</b>	<b>C2</b>	2	4	2	2	6	3	7	26	4
	<b>C3</b>		1	1	1		1		4	1
<b>SEMI TRAYLERS</b>	<b>T3S3</b>		1	1		1		3	1	

**Tabla 11**

***Cálculo del Índice Medio Diario Semanal (IMDS) de la Av. Manco Cápac***

TIPO DE VEHÍCULO		TOTAL	IMDS
AUTOS		830	119
PICK UP		442	64
COMBIS		154	22
MICROBUS		2	1
CAMIÓN	C2	26	4
	C3	4	1
SEMI TRAYLERS	T3S3	3	1
<b>TOTAL</b>		<b>1461</b>	<b>209</b>

- **Cálculo del índice medio diario semanal (IMDS) de la Av. Manco Cápac**

Ecuación 2: Cálculo del índice medio diario semanal (IMDs)

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

Donde:

IMD<sub>s</sub>: Índice medio diario semanal

V<sub>i</sub>: Volumen vehicular diario

$$IMD_s = \frac{1461}{7} = 209 \text{ veh/día}$$

IMDs de la Av. Manco Cápac = 209 veh/día

- Av. Pachacútec

Tabla 12

*Conteo de tráfico vehicular – Av. Pachacútec*

<b>CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO - AV. PACHACÚTEC</b>									
<b>HORA (6:30 am - 9:00 am, 11:00 am - 2:00 pm, 5:30 pm - 7:30 pm)</b>									
<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>DÍAS</b>							<b>TOTAL</b>	<b>IMDS</b>
	<b>D</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>		
<b>MOTOS LINEALES</b>	147	192	236	266	222	203	135	1401	201
<b>MOTOTAXIS</b>	158	372	330	344	372	324	165	2065	295
<b>AUTOS</b>	176	313	339	323	351	283	171	1956	280
<b>PICK UP</b>	69	225	247	219	147	178	89	1174	168
<b>COMBIS</b>	27	26	28	22	23	12	6	144	21
<b>MICROBUS</b>		1	5		1			7	1
<b>OMNIBUS</b>	<b>B2</b>	1	1	2			1	5	1
	<b>C2</b>	2	20	23	21	17	21	116	17
<b>CAMIÓN</b>	<b>C3</b>	3	1	4		2	3	13	2
	<b>8x4</b>	1				1		2	1
<b>SEMI TRAYLERS</b>	<b>T3S2</b>						1	1	1

**Tabla 13**

***Cálculo del Índice Medio Diario Semanal (IMDS) de la Av. Pachacútec***

TIPO DE VEHÍCULO	TOTAL	IMDS
AUTOS	1956	280
PICK UP	1174	168
COMBIS	144	21
MICROBUS	7	1
OMNIBUS B2	5	1
	C2	116
	C3	13
CAMIÓN 8x4	2	1
SEMI TRAYLERS T3S2	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>3418</b>	<b>489</b>

- **Cálculo del índice medio diario semanal (IMDS) de la Av. Pachacútec**

Ecuación 3: Cálculo del índice medio diario semanal (IMDs)

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

Donde:

IMDs: Índice medio diario semanal

Vi: Volumen vehicular diario

$$IMDs = \frac{3418}{7} = 489 \text{ veh/día}$$

IMDs de la Av. Pachacútec = 489 veh/día

- Av. Wiracocha

Tabla 14

*Conteo de tráfico vehicular – Av. Wiracocha*

<b>CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO - AV. WIRACOCHA</b>										
<b>HORA (6:30 am - 9:00 am, 11:00 am - 2:00 pm, 5:30 pm - 7:30 pm)</b>										
<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>DÍAS</b>							<b>TOTAL</b>	<b>IMDS</b>	
	<b>D</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>			
MOTOS LINEALES	63	98	71	119	70	59	73	553	79	
MOTOTAXIS	41	92	62	83	57	49	60	444	64	
AUTOS	52	132	99	139	79	82	52	635	91	
PICK UP	29	55	61	82	36	43	62	368	53	
COMBIS	4	10	5	8	6	5	5	43	7	
OMNIBUS	B2				1		1	2	1	
	B3						1	1	1	
CAMIÓN	C2	3	45	28	35	33	14	27	185	27
	C3	2	11	8	13	4	2	2	42	6
	8x4				2		2		4	1
SEMI TRAYLERS	T3S3		3	4	3	7	4		21	3
TRAYLERS	C3R3					1			1	1

**Tabla 15**

***Cálculo del Índice Medio Diario Semanal (IMDS) de la Av. Wiracocha***

TIPO DE VEHÍCULO	TOTAL	IMDS
AUTOS	635	91
PICK UP	368	53
COMBIS	43	7
OMNIBUS	B2	2
	B3	1
CAMIÓN	C2	185
	C3	42
	8x4	4
SEMI TRAYLERS	T3S3	21
TRAYLERS	C3R3	1
<b>TOTAL</b>	<b>1302</b>	<b>186</b>

- **Cálculo del índice medio diario semanal (IMDS) de la Av. Wiracocha**

Ecuación 4: Cálculo del índice medio diario semanal (IMDS)

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

Donde:

IMDS: Índice medio diario semanal

Vi: Volumen vehicular diario

$$IMD_s = \frac{1302}{7} = 186 \text{ veh/día}$$

IMDS de la Av. Wiracocha = 186 veh/día

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### 3.1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LAS FALLAS POR CLASES Y TIPOS EN CADA TRAMO ESTUDIADO.

##### 3.1.1. Av. Huáscar

Teniendo en cuenta el formato de inspección visual para pavimento articulado (Anexo N° 2), en la Av. Huáscar se encontraron 8 tipos de falla: Ahuellamiento, depresiones, desgaste superficial, pérdida de arena, fracturamiento, fracturamiento de confinamientos externos, fracturamiento de confinamientos internos y juntas abiertas.

- **CLASE: DEFORMACIONES**

- **TIPO: AHUELLAMIENTO (AH)**

- Depresión que se presenta a lo largo del sentido del tráfico, bajo las huellas de los vehículos.
- Severidad:
  - Baja (B): Flecha menor de 20 mm.
  - Media (M): Flecha entre 20 y 40 mm.
  - Alta (A): Flecha mayor a 40 mm (Higuera y Pacheco, 2010).

Tabla 16

*Resumen de daños en el pavimento articulado por ahuellamiento (AH) en la Av. Huáscar*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				AHUELLAMIENTO (AH)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Huáscar	Km 00 + 00	Km 00 + 300	2594.710	1.306	0.000	0.000

**Tabla 17**

**Porcentajes de afectación para ahuellamiento (AH) en la Av. Huáscar**

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	1.306	0.000	0.000
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		1.306	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.050	0.000	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.050	

○ **TIPO: DEPRESIONES (DA)**

- Son hundimientos localizados en forma circular o semejante a ella, sin pérdida de material.
- Severidad:
  - Baja (B): Flecha menor de 20 mm.
  - Media (M): Flecha entre 20 y 40 mm.
  - Alta (A): Flecha mayor a 40 mm (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 18**

**Resumen de daños en el pavimento articulado por depresiones (DA) en la Av. Huáscar**

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO DEPRESIONES (DA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Huáscar	Km 00 + 00	Km 00 + 300	2594.710	3.304	0.096	5.600

**Tabla 19**

***Porcentajes de afectación para depresiones (DA) en la Av. Huáscar***

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	3.304	0.096	5.600
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		9.000	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.127	0.004	0.216
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.347	

• **CLASE: DESPRENDIMIENTOS**

○ **TIPO: DESGASTE SUPERFICIAL (DS)**

- Es la pérdida de finos en la superficie del adoquín, creando una textura superficial rugosa, se forman cavidades y deja expuesto el agregado grueso.

- Severidad:

Baja (B): Desgaste superficial aislado. Área inferior o igual a 0.5 m<sup>2</sup>.

Media (M): Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, solamente con pérdida de finos. Área superior a 0.5 m<sup>2</sup>.

Alta (A): Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, con pérdida de agregado grueso y formación de concavidades. Área superior a 0.5 m<sup>2</sup> (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 20**

**Resumen de daños en el pavimento articulado por desgaste superficial (DS) en la Av. Huáscar**

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				DESGASTE SUPERFICIAL (DS)		
				BAJA	MEDIA	ALTA
	DESDE	HASTA				
Av. Huáscar	Km 00 + 00	Km 00 + 300	2594.710	0.040	0.000	0.000

**Tabla 21**

**Porcentajes de afectación para desgaste superficial (DS) en la Av. Huáscar**

Área total afectada por severidad y por daño (m2)	0.040	0.000	0.000
Área total afectada por daño (m2)		0.040	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.002	0.000	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.002	

○ **TIPO: PÉRDIDA DE ARENA (PA)**

- Es la aparición de partículas de arena alrededor y sobre los adoquines.
- Severidad:

Baja (B): Se presenta en zonas aisladas y solamente se aprecia pérdida de la arena de sello. Área inferior a 0.5 m<sup>2</sup>.

Media (M): Se presenta en zonas con áreas superiores a 0.5 m<sup>2</sup>.

Alta (A): Se presentan asentamientos y pérdidas de los perfiles del pavimento (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 22**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por pérdida de arena (PA) en la Av. Huáscar*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
	DESDE	HASTA		PÉRDIDA DE ARENA (PA)		
				BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Huáscar	Km 00 + 00	Km 00 + 300	2594.710	0.000	2.544	0.000

**Tabla 23**

*Porcentajes de afectación para pérdida de arena (PA)*

Área total afectada por severidad y por daño (m2)	0.000	2.544	0.000
Área total afectada por daño (m2)		2.544	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.098	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.098	

- **CLASE: FRACTURAMIENTOS**

- **TIPO: FRACTURAMIENTO (FA)**

- Son corrimientos localizados de los adoquines junto a los elementos de confinamiento.
- Severidad:
  - Baja (B): Fractura de adoquines de manera aislada. Área menor a 0.5 m<sup>2</sup>.
  - Media (M): Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Área igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup>.

Alta (A): Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Se presenta pérdida de material, se forman concavidades que generan una textura rugosa. Área igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup> (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 24**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por fracturamiento (FA) en la Av. Huáscar*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				FRACTURAMIENTO (FA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Huáscar	Km 00 + 00	Km 00 + 300	2594.710	0.106	0.000	0.606

**Tabla 25**

*Porcentajes de afectación para fracturamiento (FA) en la Av. Huáscar*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	0.106	0.000	0.606
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		0.712	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.004	0.000	0.023
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.027	

- **TIPO: FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS EXTERNOS (CE)**
  - Es el deterioro y destrucción parcial o total de los confinamientos externos. En estados avanzados de deterioro se presenta pérdida de material, permitiendo la incrustación de partículas y objetos extraños al pavimento.
  - Severidad:

Baja (B): Se presentan fisuras menores de 3 mm.

Media (M): El elemento presenta grietas (>3 mm) y aún se mantienen en su lugar, sirviendo como confinamiento.

Alta (A): El elemento presenta grietas (>3 mm), pero ya se ha desplazado de su ubicación inicial y no impide el desplazamiento lateral de los adoquines (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 26**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por fracturamiento de confinamientos externos (CE) en la Av. Huáscar*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS EXTERNOS (CE)		
				BAJA	MEDIA	ALTA
	DESDE	HASTA				
Av. Huáscar	Km 00 + 00	Km 00 + 300	2594.71000	0.000	0.000	0.017

**Tabla 27**

*Porcentajes de afectación para fracturamiento de confinamientos externos (CE) en la Av. Huáscar*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	0.000	0.000	0.017
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		0.017	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.000	0.001
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.001	

- **TIPO: FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS (CI)**
  - Es el deterioro y destrucción parcial o total de los confinamientos internos. En estados avanzados de deterioro se presenta pérdida de material, permitiendo la incrustación de partículas y objetos extraños al pavimento.
  - Severidad:
    - Baja (B): Se presentan fisuras menores de 3 mm.
    - Media (M): El elemento presenta grietas (>3 mm) y aún se mantienen en su lugar, sirviendo como confinamiento.
    - Alta (A): El elemento presenta grietas (>3 mm), pero ya se ha desplazado de su ubicación inicial y no impide el desplazamiento lateral de los adoquines (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 28**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por fracturamiento de confinamientos internos (CI) en la Av. Huáscar*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS (CI)		
				BAJA	MEDIA	ALTA
	DESDE	HASTA				
Av. Huáscar	Km 00 + 00	Km 00 + 300	2594.71000	0.000	0.002	0.001

**Tabla 29**

***Porcentajes de afectación para fracturamiento de confinamientos internos (CI) en la Av. Huáscar***

Área total afectada por severidad y por daño (m2)	0.000	0.002	0.001
Área total afectada por daño (m2)		0.003	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.000	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.000	

• **CLASE: OTROS DETERIOROS**

○ **TIPO: JUNTAS ABIERTAS (JA)**

- Es una separación entre juntas superior a 3 mm, permitiendo la pérdida de arena de sello y la incrustación de partículas a través de las juntas, propiciando la destrucción de las aristas de los adoquines.
- Severidad:
  - Baja (B): La altura del desnivel promedio es menor a 5 mm.
  - Media (M): La altura del desnivel promedio está entre a 5 y 10 mm.
  - Alta (A): La altura del desnivel promedio es mayor a 10 mm (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 30**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por juntas abiertas (JA) en la Av. Huáscar*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO JUNTAS ABIERTAS (JA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
	Av. Huáscar	Km 00 + 00		Km 00 + 300	2594.710	12.600

**Tabla 31**

*Porcentajes de afectación para juntas abiertas (JA) en la Av. Huáscar*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	12.600	7.400	49.100
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		69.100	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.486	0.285	1.892
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		2.663	

**Tabla 32**

*Área total afectada y porcentaje de afectación en la Av. Huáscar*

Área total afectada y porcentaje de afectación en la Av. Huáscar	82.722 m <sup>2</sup>	3.188 %
---	-----------------------	---------

### 3.1.1.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA AFECTADA POR CLASE DE FALLAS EN LA AV. HUÁSCAR

Con la siguiente figura, se detallará el área afectada por clases de fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar.

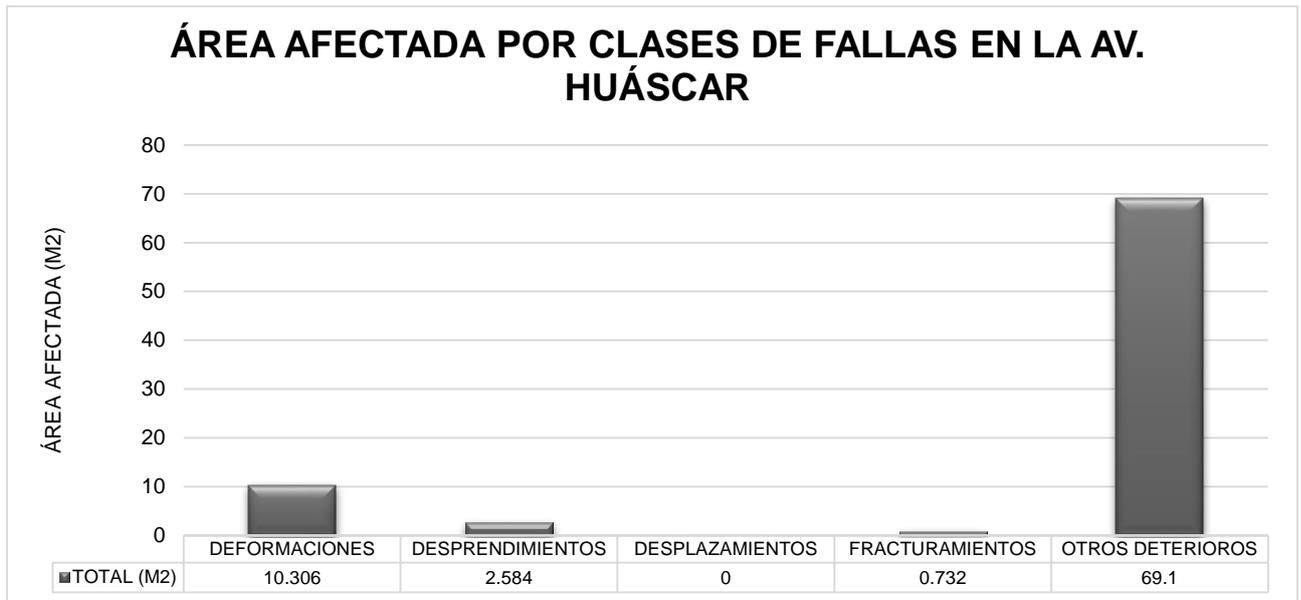


Gráfico 1. Área afectada por clases de fallas en la Av. Huáscar

### 3.1.1.2. DETERMINACIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD EN LA AV. HUÁSCAR

Con las siguientes figuras se detallarán las fallas encontradas agrupadas por la severidad respectiva.

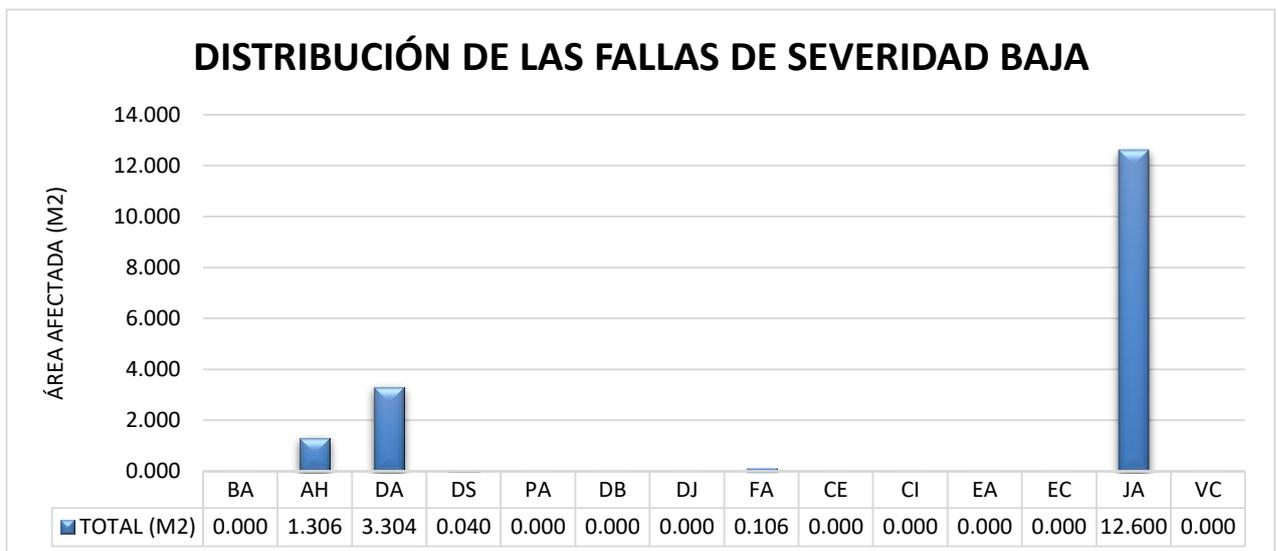


Gráfico 2. Distribución de las fallas por severidad baja en la Av. Huáscar

**Tabla 33**

**Leyenda**

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

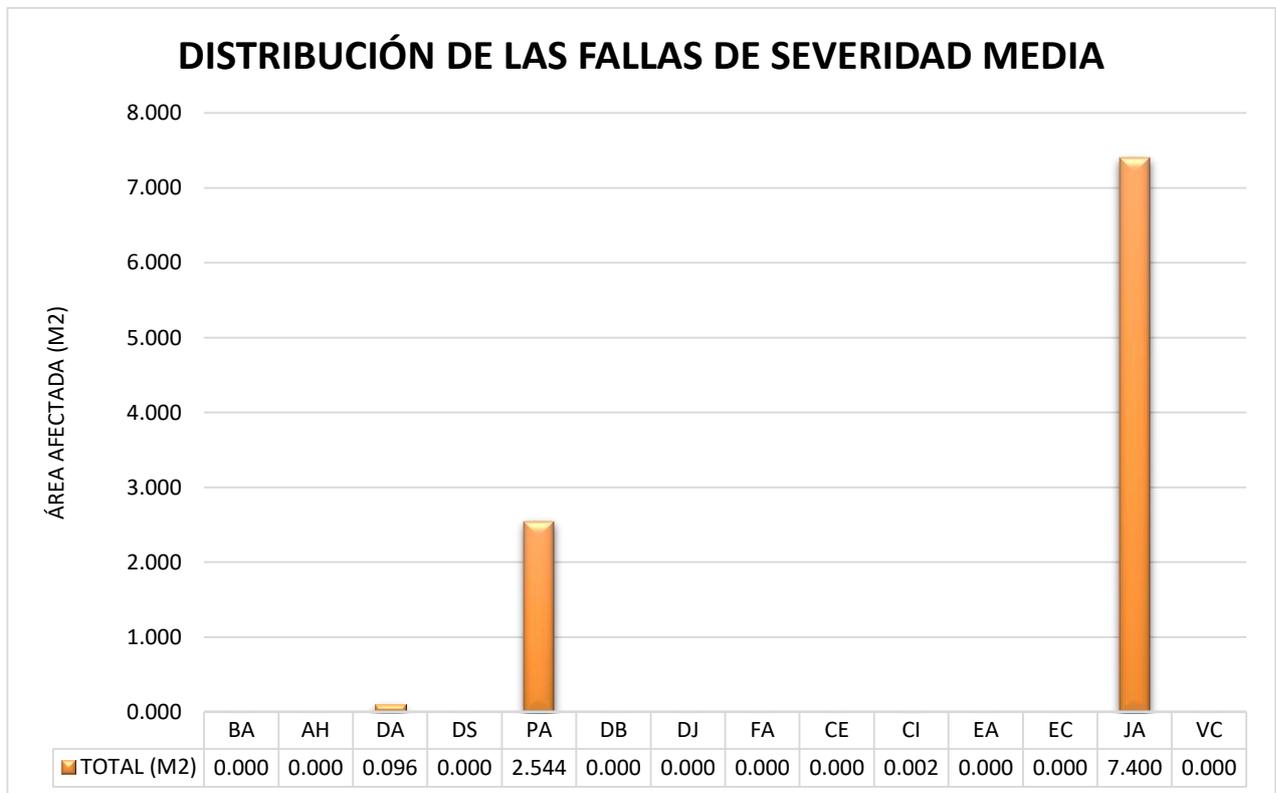


Gráfico 3. Distribución de las fallas por severidad media en la Av. Huáscar

**Tabla 34**

**Leyenda**

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

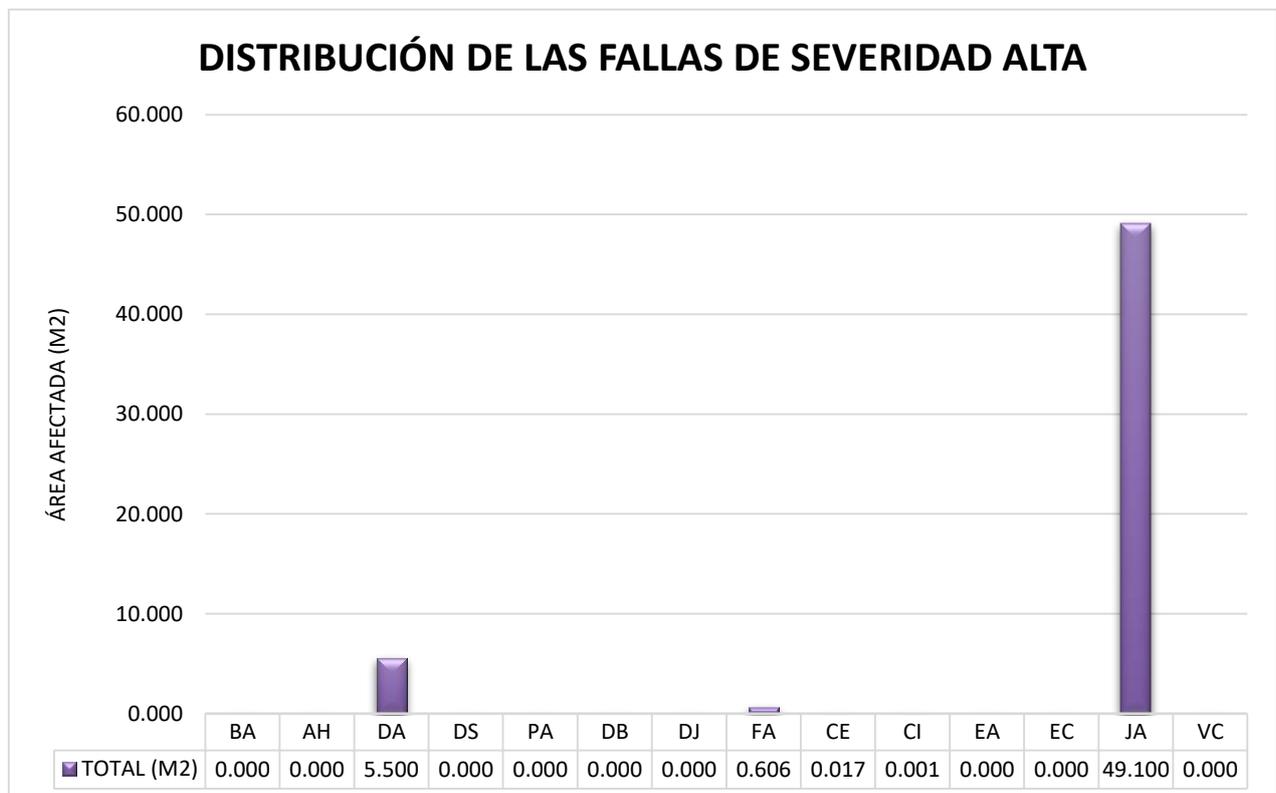


Gráfico 4. Distribución de las fallas por severidad alta en la Av. Huáscar

**Tabla 35**

**Leyenda**

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

**3.1.1.3. DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD EN LA AV. HUÁSCAR**

Con la siguiente figura se detallarán las áreas afectadas agrupadas por la severidad respectiva.

**Tabla 36**

**Áreas afectadas por severidad**

NIVELES DE SEVERIDAD	ÁREA (M2)
SEVERIDAD BAJA	17.356
SEVERIDAD MEDIA	10.042
SEVERIDAD ALTA	55.324
<b>TOTAL</b>	<b>82.772</b>

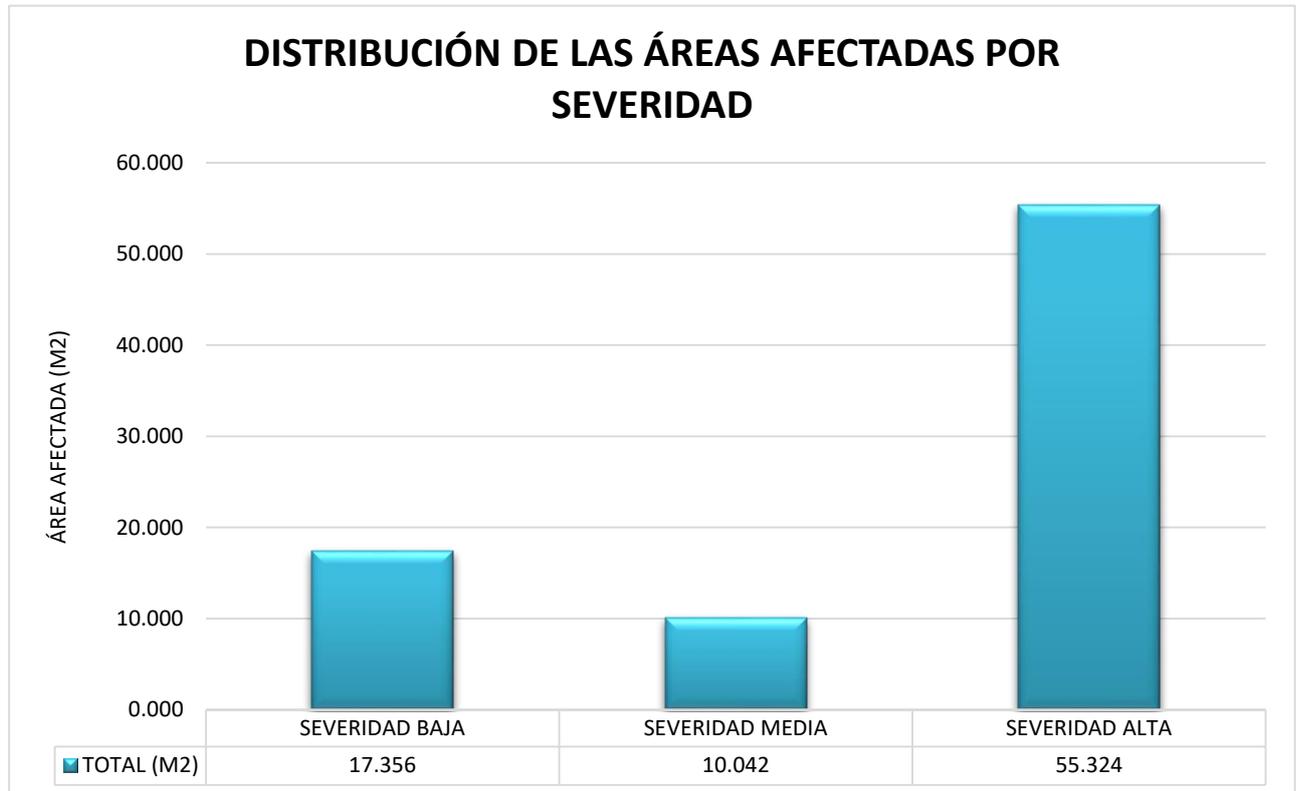


Gráfico 5. Distribución de las áreas afectadas por severidad en la Av. Huáscar

### 3.1.2. Av. Manco Cápac

Teniendo en cuenta el formato de inspección visual para pavimento articulado (Anexo N° 2), en la Av. Manco Cápac se encontraron 10 tipos de falla: Abultamiento, ahuellamiento, depresiones, desgaste superficial, pérdida de arena, desplazamiento de borde, fracturamiento, fracturamiento de confinamientos externos, fracturamiento de confinamientos internos y juntas abiertas.

- **CLASE: DEFORMACIONES**

- **TIPO: ABULTAMIENTO (BA)**

- Son levantamientos o protuberancias que se presentan en la superficie del pavimento.
- Severidad:
  - Baja (B): Flecha menor de 20 mm.

Media (M): Flecha entre 20 y 40 mm.

Alta (A): Flecha mayor a 40 mm (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 37**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por abultamiento (BA) en la Av. Manco Cápac*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO ABULTAMIENTO (BA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
	Av. Manco Cápac	Km 00 + 300		Km 00 + 586	4293.780	37.501

**Tabla 38**

*Porcentajes de afectación para abultamiento (BA) en la Av. Manco Cápac*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	37.501	4.320	0.000
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		41.821	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.873	0.101	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.974	

○ **TIPO: AHUELLAMIENTO (AH)**

- Depresión que se presenta a lo largo del sentido del tráfico, bajo las huellas de los vehículos.
- Severidad:
  - Baja (B): Flecha menor de 20 mm.
  - Media (M): Flecha entre 20 y 40 mm.
  - Alta (A): Flecha mayor a 40 mm (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 39**

**Resumen de daños en el pavimento articulado por ahuellamiento (AH) en la Av. Manco Cápac**

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO AHUELLAMIENTO (AH)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
	Av. Manco Cápac	Km 00 + 300		Km 00 + 586	4293.780	4.026

**Tabla 40**

**Porcentajes de afectación para ahuellamiento (AH) en la Av. Manco Cápac**

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	4.026	0.000	0.000
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		4.026	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.094	0.000	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.094	

○ **TIPO: DEPRESIONES (DA)**

- Son hundimientos localizados en forma circular o semejante a ella, sin pérdida de material.
- Severidad:
  - Baja (B): Flecha menor de 20 mm.
  - Media (M): Flecha entre 20 y 40 mm.
  - Alta (A): Flecha mayor a 40 mm (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 41**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por depresiones (DA) en la Av. Manco Cápac*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO DEPRESIONES (DA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
	Av. Manco Cápac	Km 00 + 300				

**Tabla 42**

*Porcentajes de afectación para depresiones (DA) en la Av. Manco Cápac*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	5.193	3.500	0.000
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		8.693	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.121	0.082	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.202	

- **CLASE: DESPRENDIMIENTOS**

- **TIPO: DESGASTE SUPERFICIAL (DS)**

- Es la pérdida de finos en la superficie del adoquín, creando una textura superficial rugosa, se forman cavidades y deja expuesto el agregado grueso.
- Severidad:
  - Baja (B): Desgaste superficial aislado. Área inferior o igual a 0.5 m<sup>2</sup>.
  - Media (M): Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, solamente con pérdida de finos. Área superior a 0.5 m<sup>2</sup>.

Alta (A): Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, con pérdida de agregado grueso y formación de concavidades. Área superior a 0.5 m<sup>2</sup> (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 43**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por desgaste superficial (DS) en la Av. Manco Cápac*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				DESGASTE SUPERFICIAL (DS)		
				BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Manco Cápac	Km 00 + 300	Km 00 + 586	4293.780	0.250	0.000	0.000

**Tabla 44**

*Porcentajes de afectación para desgaste superficial (DS) en la Av. Manco Cápac*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	0.250	0.000	0.000
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		0.250	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.006	0.000	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.006	

○ **TIPO: PÉRDIDA DE ARENA (PA)**

- Es la aparición de partículas de arena alrededor y sobre los adoquines.
- Severidad:

Baja (B): Se presenta en zonas aisladas y solamente se aprecia pérdida de la arena de sello. Área inferior a 0.5 m<sup>2</sup>.

Media (M): Se presenta en zonas con áreas superiores a 0.5 m<sup>2</sup>.

Alta (A): Se presentan asentamientos y pérdidas de los perfiles del pavimento (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 45**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por pérdida de arena (PA) en la Av. Manco Cápac*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				PÉRDIDA DE ARENA (PA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Manco Cápac	Km 00 + 300	Km 00 + 586	4293.780	0.450	4.664	0.000

**Tabla 46**

*Porcentajes de afectación para pérdida de arena (PA) en la Av. Manco Cápac*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	0.450	4.664	0.000
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		5.114	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.010	0.109	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.119	

- **CLASE: DESPLAZAMIENTOS**

- **TIPO: DESPLAZAMIENTO DE BORDE (DB)**

- Son corrimientos localizados de los adoquines junto a los elementos de confinamiento

- Severidad:

Baja (B): Los adoquines aún están en su posición original y el desplazamiento de borde es menor a 2 cm.

Media (M): Los adoquines se desplazaron de su posición original y el desplazamiento de borde está entre 2 y 5 cm.

Alta (A): Los adoquines se desplazaron de su posición original, algunas piezas ya se salieron del pavimento y el desplazamiento de borde es superior a 5cm (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 47**

**Resumen de daños en el pavimento articulado por desplazamiento de borde (DB) en la Av. Manco Cápac**

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				DESPLAZAMIENTO DE BORDE (DB)		
				BAJA	MEDIA	ALTA
	DESDE	HASTA				
Av. Manco Cápac	Km 00 + 300	Km 00 + 586	4293.780	0.000	0.006	0.020

**Tabla 48:**

**Porcentajes de afectación para desplazamiento de borde (DB) en la Av. Manco Cápac**

Área total afectada por severidad y por daño (m2)	0.000	0.006	0.020
Área total afectada por daño (m2)		0.026	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.000	0.001
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.001	

- **CLASE: FRACTURAMIENTOS**

- **TIPO: FRACTURAMIENTO (FA)**

- Son corrimientos localizados de los adoquines junto a los elementos de confinamiento.

- Severidad:

Baja (B): Fractura de adoquines de manera aislada. Área menor a 0.5 m<sup>2</sup>.

Media (M): Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Área igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup>.

Alta (A): Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Se presenta pérdida de material, se forman concavidades que generan una textura rugosa. Área igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup> (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 49**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por fracturamiento (FA) en la Av. Manco Cápac*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				FRACTURAMIENTO (FA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Manco Cápac	Km 00 + 300	Km 00 + 586	4293.780	0.001	0.000	0.005

**Tabla 50**

***Porcentajes de afectación para fracturamiento (FA) en la Av. Manco Cápac***

Área total afectada por severidad y por daño (m2)	0.001	0.000	0.005
Área total afectada por daño (m2)		0.006	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.000	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.000	

- **TIPO: FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS EXTERNOS (CE)**
  - Es el deterioro y destrucción parcial o total de los confinamientos externos. En estados avanzados de deterioro se presenta pérdida de material, permitiendo la incrustación de partículas y objetos extraños al pavimento.
  - Severidad:
    - Baja (B): Se presentan fisuras menores de 3 mm.
    - Media (M): El elemento presenta grietas (>3 mm) y aún se mantienen en su lugar, sirviendo como confinamiento.
    - Alta (A): El elemento presenta grietas (>3 mm), pero ya se ha desplazado de su ubicación inicial y no impide el desplazamiento lateral de los adoquines (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 51**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por fracturamiento de confinamientos externos (CE) en la Av. Manco Cápac*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS EXTERNOS (CE)		
				BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Manco Cápac	DESDE Km 00 + 300	HASTA Km 00 + 586	4293.780	0.000	0.007	0.019

**Tabla 52**

*Porcentajes de afectación para fracturamiento de confinamientos externos (CE) en la Av. Manco Cápac*

Área total afectada por severidad y por daño (m2)	0.000	0.007	0.019
Área total afectada por daño (m2)		0.026	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.000	0.001
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.001	

○ **TIPO: FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS (CI)**

- Es el deterioro y destrucción parcial o total de los confinamientos internos. En estados avanzados de deterioro se presenta pérdida de material, permitiendo la incrustación de partículas y objetos extraños al pavimento.
- Severidad:
  - Baja (B): Se presentan fisuras menores de 3 mm.

Media (M): El elemento presenta grietas (>3 mm) y aún se mantienen en su lugar, sirviendo como confinamiento.

Alta (A): El elemento presenta grietas (>3 mm), pero ya se ha desplazado de su ubicación inicial y no impide el desplazamiento lateral de los adoquines (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 53**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por fracturamiento de confinamientos internos (CI) en la Av. Manco Cápac*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS (CI)				
				DESDE	HASTA	BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Manco Cápac	Km 00 + 300	Km 00 + 586	4293.78000	0.000	0.000	2.100		

**Tabla 54**

*Porcentajes de afectación para fracturamiento de confinamientos internos (CI) en la Av. Manco Cápac*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	0.000	0.000	2.100
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		2.100	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.000	0.049
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.049	

- **CLASE: OTROS DETERIOROS**

- **TIPO: JUNTAS ABIERTAS (JA)**

- Es una separación entre juntas superior a 3 mm, permitiendo la pérdida de arena de sello y la incrustación de partículas a través de las juntas, propiciando la destrucción de las aristas de los adoquines.
- Severidad:
  - Baja (B): La altura del desnivel promedio es menor a 5 mm.
  - Media (M): La altura del desnivel promedio está entre a 5 y 10 mm.
  - Alta (A): La altura del desnivel promedio es mayor a 10 mm (Higuera y Pacheco, 2010).
- 

**Tabla 55**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por juntas abiertas (JA) en la Av. Manco Cápac*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				JUNTAS ABIERTAS (JA)		
				BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Manco Cápac	Km 00 + 300	Km 00 + 586	4293.780	0.000	2.400	2.132

**Tabla 56**

*Porcentajes de afectación para juntas abiertas (JA) en la Av. Manco Cápac*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	0.000	2.400	2.132
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		4.532	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.056	0.050
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.106	

**Tabla 57**

**Área total afectada y porcentaje de afectación en la Av. Manco Cápac**

Área total afectada y porcentaje de afectación en la Av. Manco Cápac	66.594 m <sup>2</sup>	1.551 %
--	-----------------------	---------

**3.1.2.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA AFECTADA POR CLASE DE FALLAS EN LA AV. MANCO CÁPAC**

Con la siguiente figura, se detallará el área afectada por clases de fallas en el pavimento articulado de la Av. Manco Cápac.

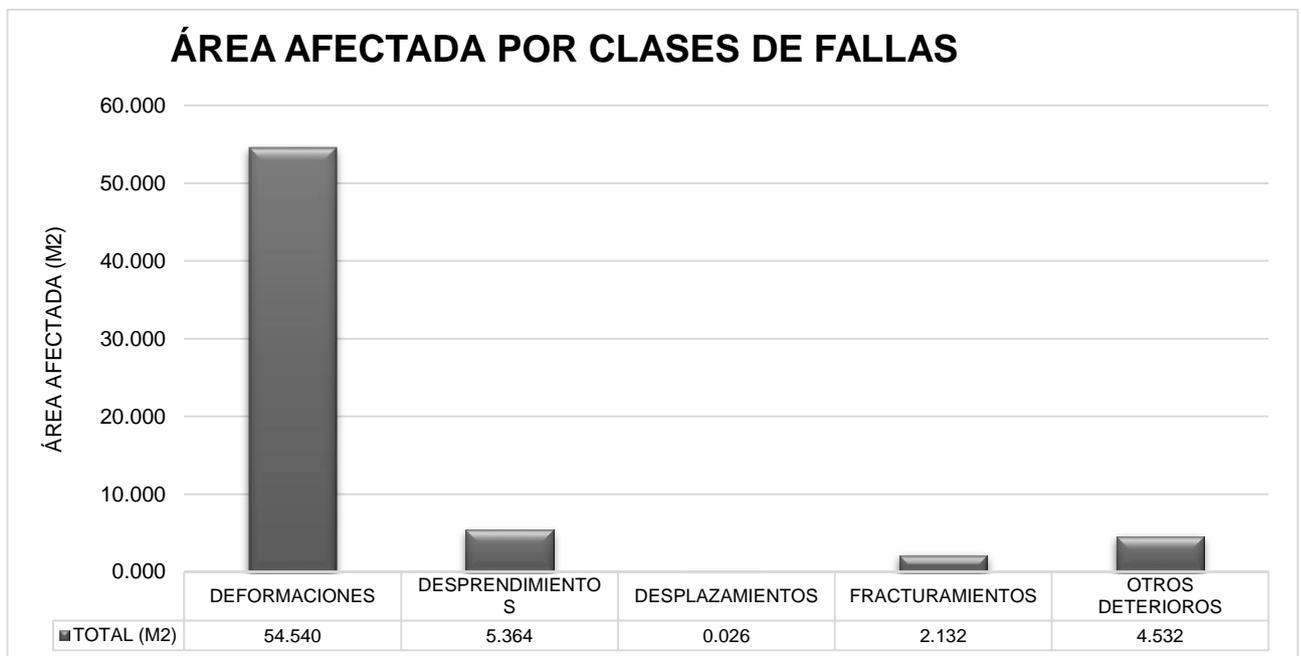


Gráfico 6. Área afectada por clases de fallas en la Av. Manco Cápac

**3.1.2.2. DETERMINACIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD EN LA AV. MANCO CÁPAC**

Con las siguientes figuras se detallarán las fallas encontradas agrupadas por la severidad respectiva.

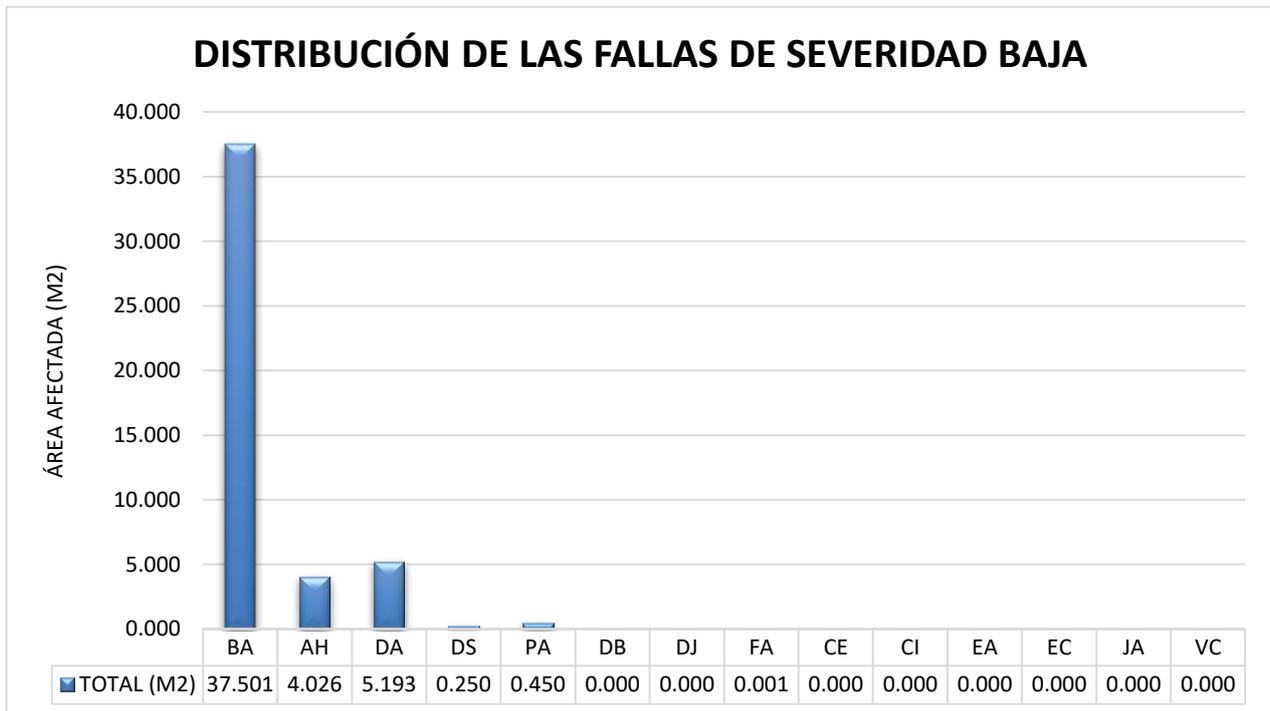


Gráfico 7. Distribución de las fallas por severidad baja en la Av. Manco Cápac

### Tabla 58

#### Leyenda

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

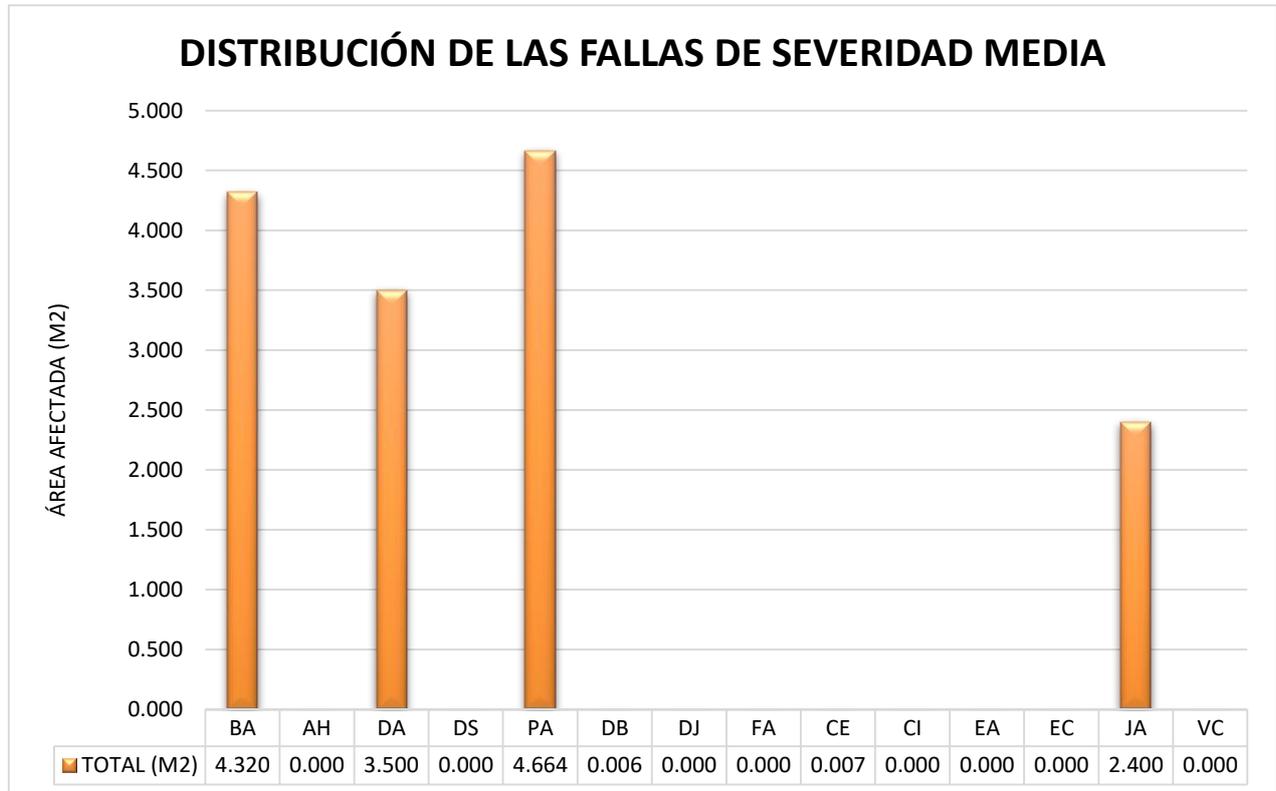


Gráfico 8. Distribución de las fallas por severidad media en la Av. Manco Cápac

**Tabla 59**

**Leyenda**

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

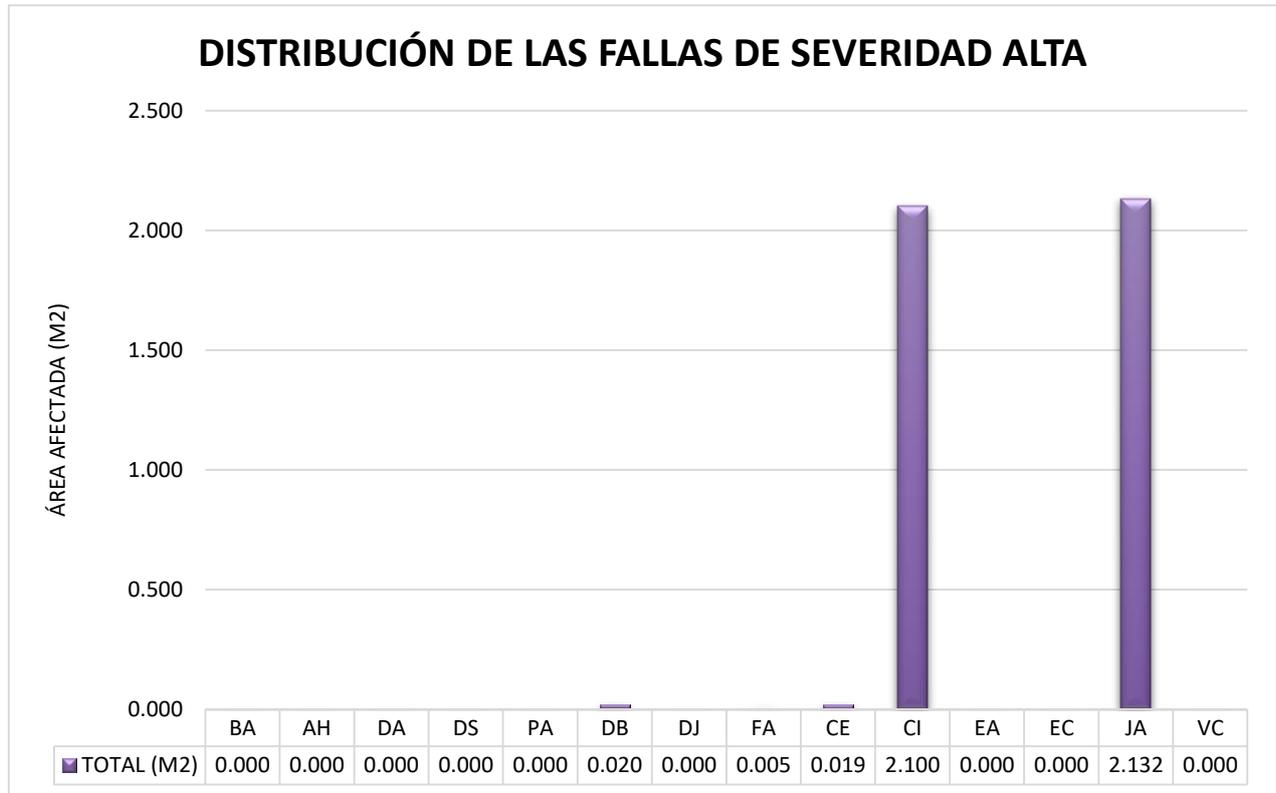


Gráfico 9. Distribución de las fallas por severidad alta en la Av. Manco Cápac

**Tabla 60**

**Leyenda**

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

### 3.1.2.3. DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD EN LA AV. MANCO CÁPAC

Con la siguiente figura se detallarán las áreas afectadas agrupadas por la severidad respectiva.

**Tabla 61**

*Áreas afectadas por severidad*

NIVELES DE SEVERIDAD	ÁREA (M2)
SEVERIDAD BAJA	47.421
SEVERIDAD MEDIA	14.897
SEVERIDAD ALTA	4.276
<b>TOTAL</b>	<b>66.594</b>

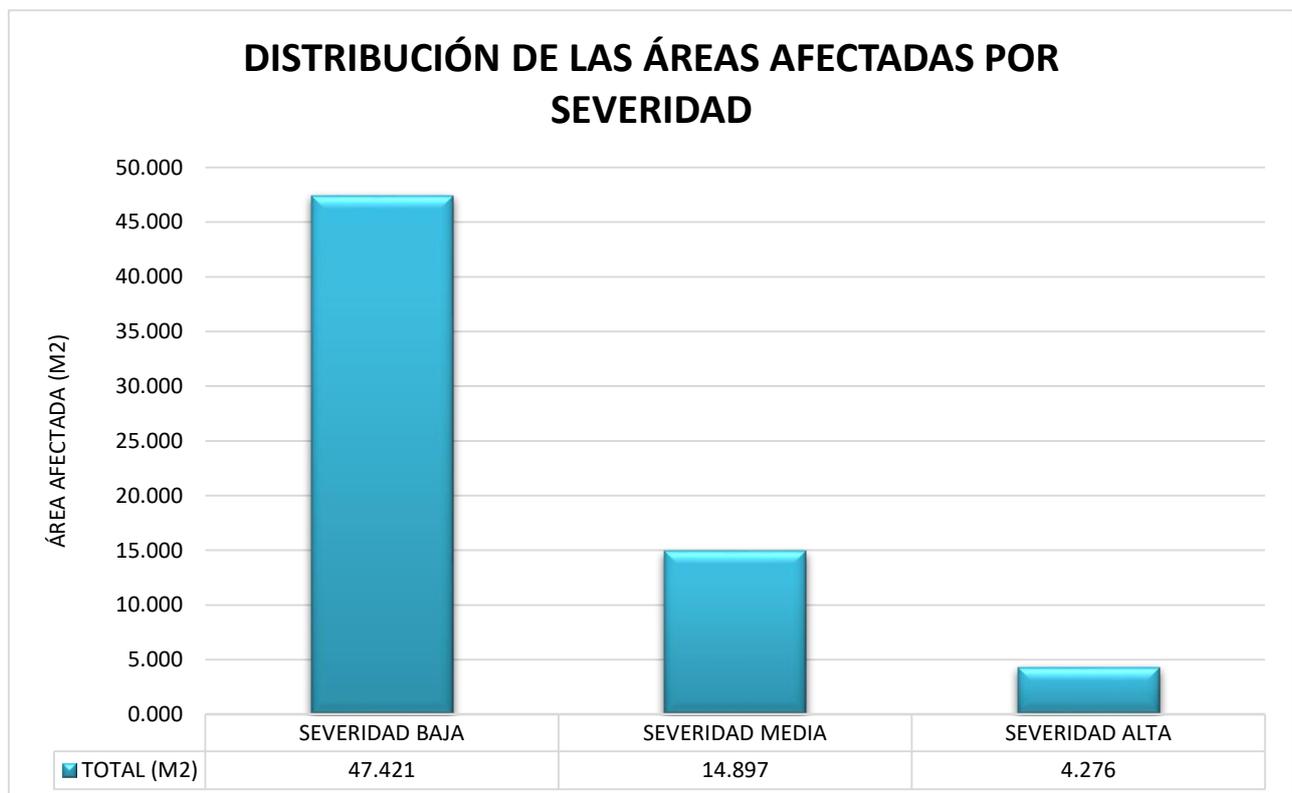


Gráfico 10. Distribución de las áreas afectadas por severidad en la Av. Manco Cápac

### 3.1.3. Av. Pachacútec

Teniendo en cuenta el formato de inspección visual para pavimento articulado (Anexo N° 2), en la Av. Pachacútec se encontraron 10 tipos de falla: Abultamiento, ahuellamiento, depresiones, desgaste superficial, pérdida de arena, desplazamiento de juntas, fracturamiento, fracturamiento de confinamientos internos, escalonamiento entre adoquines y juntas abiertas.

- **CLASE: DEFORMACIONES**

- **TIPO: ABULTAMIENTO (BA)**

- Son levantamientos o protuberancias que se presentan en la superficie del pavimento.
    - Severidad:
      - Baja (B): Flecha menor de 20 mm.
      - Media (M): Flecha entre 20 y 40 mm.
      - Alta (A): Flecha mayor a 40 mm (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 62**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por abultamiento (BA) en Av. Pachacútec*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				ABULTAMIENTO (BA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Pachacútec	Km 00 + 586	Km 01 + 224	8567.935	55.926	0.000	2.528

**Tabla 63**

**Porcentajes de afectación para abultamiento (BA) en Av. Pachacútec**

Área total afectada por severidad y por daño (m2)	0.653	0.000	2.528
Área total afectada por daño (m2)		58.454	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.653	0.000	0.030
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.682	

○ **TIPO: AHUELLAMIENTO (AH)**

- Depresión que se presenta a lo largo del sentido del tráfico, bajo las huellas de los vehículos.
- Severidad:
  - Baja (B): Flecha menor de 20 mm.
  - Media (M): Flecha entre 20 y 40 mm.
  - Alta (A): Flecha mayor a 40 mm (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 64**

**Resumen de daños en el pavimento articulado por ahuellamiento (AH) en la Av. Pachacútec**

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m2)	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO AHUELLAMIENTO (AH)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Pachacútec	Km 00 + 586	Km 01 + 224	8567.93500	5.123	0.811	0.000

**Tabla 65**

**Porcentajes de afectación para ahuellamiento (AH) en la Av. Pachacútec**

Área total afectada por severidad y por daño (m2)	5.123	0.811	0.000
Área total afectada por daño (m2)		5.934	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.060	0.009	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.069	

○ **TIPO: DEPRESIONES (DA)**

- Son hundimientos localizados en forma circular o semejante a ella, sin pérdida de material.
- Severidad:
  - Baja (B): Flecha menor de 20 mm.
  - Media (M): Flecha entre 20 y 40 mm.
  - Alta (A): Flecha mayor a 40 mm (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 66**

**Resumen de daños en el pavimento articulado por depresiones (DA) en la Av. Pachacútec**

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO DEPRESIONES (DA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
	Av. Pachacútec	Km 00 + 586		Km 01 + 224	8567.935	5.910

**Tabla 67**

***Porcentajes de afectación para depresiones (DA) en la Av. Pachacútec***

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	5.910	16.620	0.000
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		22.53	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.069	0.194	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.263	

• **CLASE: DESPRENDIMIENTOS**

○ **TIPO: DESGASTE SUPERFICIAL (DS)**

- Es la pérdida de finos en la superficie del adoquín, creando una textura superficial rugosa, se forman cavidades y deja expuesto el agregado grueso.

- Severidad:

Baja (B): Desgaste superficial aislado. Área inferior o igual a 0.5 m<sup>2</sup>.

Media (M): Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, solamente con pérdida de finos. Área superior a 0.5 m<sup>2</sup>.

Alta (A): Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, con pérdida de agregado grueso y formación de concavidades. Área superior a 0.5 m<sup>2</sup> (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 68**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por desgaste superficial (DS) en la Av. Pachacútec*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				DESGASTE SUPERFICIAL (DS)		
				BAJA	MEDIA	ALTA
	DESDE	HASTA				
Av. Pachacútec	Km 00 + 586	Km 01 + 224	8567.935	0.000	0.576	202.060

**Tabla 69**

*Porcentajes de afectación para desgaste superficial (DS) en la Av. Pachacútec*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	0.000	0.576	202.060
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		202.636	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.007	2.358
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		2.365	

○ **TIPO: PÉRDIDA DE ARENA (PA)**

- Es la aparición de partículas de arena alrededor y sobre los adoquines.
- Severidad:

Baja (B): Se presenta en zonas aisladas y solamente se aprecia pérdida de la arena de sello. Área inferior a 0.5 m<sup>2</sup>.

Media (M): Se presenta en zonas con áreas superiores a 0.5 m<sup>2</sup>.

Alta (A): Se presentan asentamientos y pérdidas de los perfiles del pavimento (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 70**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por pérdida de arena (PA) en la Av. Pachacútec*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
	DESDE	HASTA		PÉRDIDA DE ARENA (PA)		
				BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Pachacútec	Km 00 + 586	Km 01 + 224	8567.935	1.430	49.366	0.000

**Tabla 71**

*Porcentajes de afectación para pérdida de arena (PA) en la Av. Pachacútec*

Área total afectada por severidad y por daño (m2)	1.430	49.366	0.000
Área total afectada por daño (m2)		50.796	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.017	0.576	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.593	

- **CLASE: FRACTURAMIENTOS**

- **TIPO: FRACTURAMIENTO (FA)**

- Son corrimientos localizados de los adoquines junto a los elementos de confinamiento.

- Severidad:

Baja (B): Fractura de adoquines de manera aislada. Área menor a 0.5 m<sup>2</sup>.

Media (M): Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Área igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup>.

Alta (A): Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Se presenta pérdida de material, se forman concavidades que

generan una textura rugosa. Área igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup> (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 72**

**Resumen de daños en el pavimento articulado por fracturamiento (FA) en la Av. Pachacútec**

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO FRACTURAMIENTO (FA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
	Av. Pachacútec	Km 00 + 586		Km 01 + 224	8567.935	0.015

**Tabla 73**

**Porcentajes de afectación para fracturamiento (FA) en la Av. Pachacútec**

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	0.015	0.000	0.000
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		0.015	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.000	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.000	

○ **TIPO: FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS (CI)**

- Es el deterioro y destrucción parcial o total de los confinamientos internos. En estados avanzados de deterioro se presenta pérdida de material, permitiendo la incrustación de partículas y objetos extraños al pavimento.
- Severidad:
  - Baja (B): Se presentan fisuras menores de 3 mm.

Media (M): El elemento presenta grietas (>3 mm) y aún se mantienen en su lugar, sirviendo como confinamiento.

Alta (A): El elemento presenta grietas (>3 mm), pero ya se ha desplazado de su ubicación inicial y no impide el desplazamiento lateral de los adoquines (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 74**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por fracturamiento de confinamientos internos (CI) en la Av. Pachacútec*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS (CI)		
				BAJA	MEDIA	ALTA
				DESDE	HASTA	
Av. Pachacútec	Km 00 + 586	Km 01 + 224	8567.93500	0.000	9.256	0.000

**Tabla 75**

*Porcentajes de afectación para fracturamiento de confinamientos internos (CI) en la Av. Pachacútec*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	0.000	9.256	0.000
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		9.256	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.108	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.108	

- **CLASE: OTROS DETERIOROS**

- **TIPO: ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES (EA)**

- Es el cambio brusco de nivel entre hiladas de adoquines.
- Severidad:
  - Baja (B): La altura del desnivel promedio es menor a 5 mm.
  - Media (M): La altura del desnivel promedio está entre a 5 y 10 mm.
  - Alta (A): La altura del desnivel promedio es mayor a 10 mm (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 76**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por escalonamiento entre adoquines (EA) en la Av. Pachacútec*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES (EA)		
				BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Pachacútec	DESDE Km 00 + 586	HASTA Km 01 + 224	8567.93500	0.000	0.895	0.000

**Tabla 77**

*Porcentajes de afectación para escalonamiento entre adoquines (EA) en la Av. Pachacútec*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	0.000	0.895	0.000
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		0.895	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.010	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.010	

○ **TIPO: JUNTAS ABIERTAS (JA)**

- Es una separación entre juntas superior a 3 mm, permitiendo la pérdida de arena de sello y la incrustación de partículas a través de las juntas, propiciando la destrucción de las aristas de los adoquines.
- Severidad:
  - Baja (B): La altura del desnivel promedio es menor a 5 mm.
  - Media (M): La altura del desnivel promedio está entre a 5 y 10 mm.
  - Alta (A): La altura del desnivel promedio es mayor a 10 mm (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 78**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por juntas abiertas (JA) en la Av. Pachacútec*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				JUNTAS ABIERTAS (JA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Pachacútec	Km 00 + 586	Km 01 + 224	8567.935	0.000	34.280	0.000

**Tabla 79**

*Porcentajes de afectación para juntas abiertas (JA) en la Av. Pachacútec*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	0.000	34.28	0.000
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		34.28	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.400	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.400	

**Tabla 80**

**Área total afectada y porcentaje de afectación en la Av. Pachacútec**

Área total afectada y porcentaje de afectación en la Av. Manco Cápac	402.930 m <sup>2</sup>	4.703 %
--	------------------------	---------

**3.1.3.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA AFECTADA POR CLASE DE FALLAS EN LA AV. PACHACÚTEC**

Con la siguiente figura, se detallará el área afectada por clases de fallas en el pavimento articulado de la Av. Pachacútec.

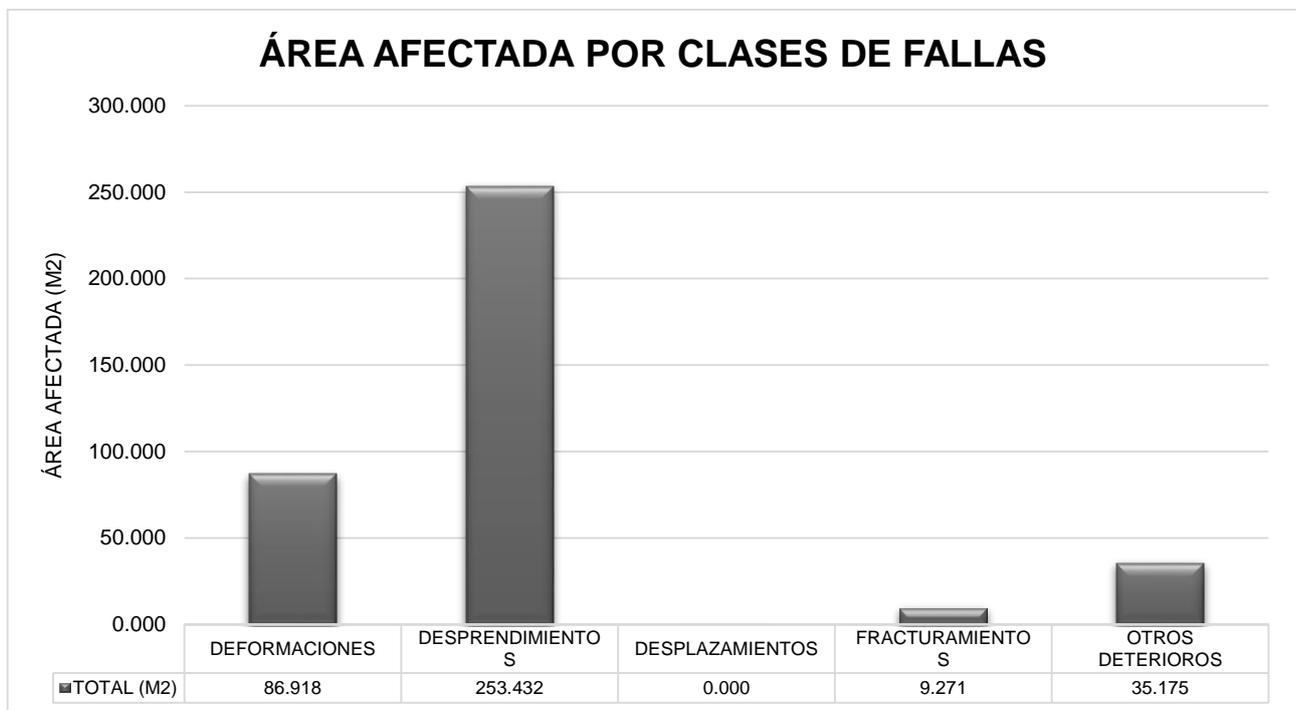


Gráfico 11. Área afectada por clases de fallas en la Av. Pachacútec

**3.1.3.2. DETERMINACIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD EN LA AV. PACHACÚTEC**

Con las siguientes figuras se detallarán las fallas encontradas agrupadas por la severidad respectiva.

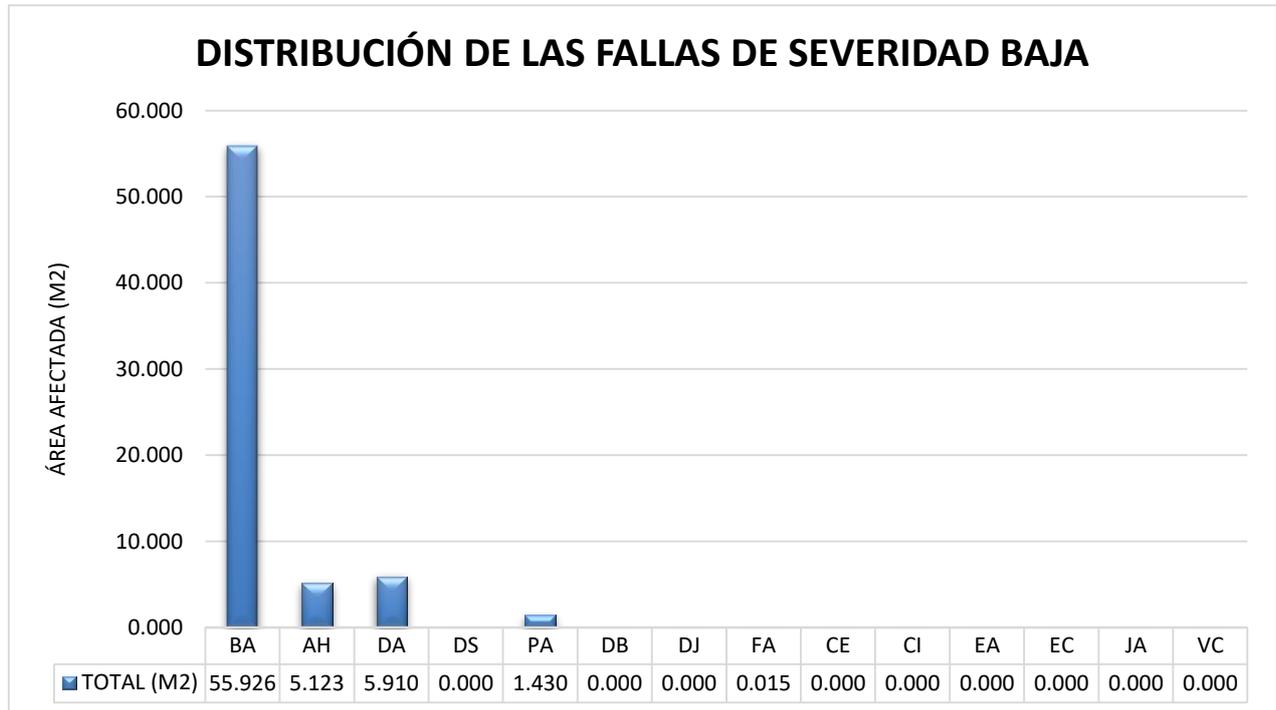


Gráfico 12. Distribución de las fallas por severidad baja en la Av. Pachacútec

**Tabla 81**

**Leyenda**

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

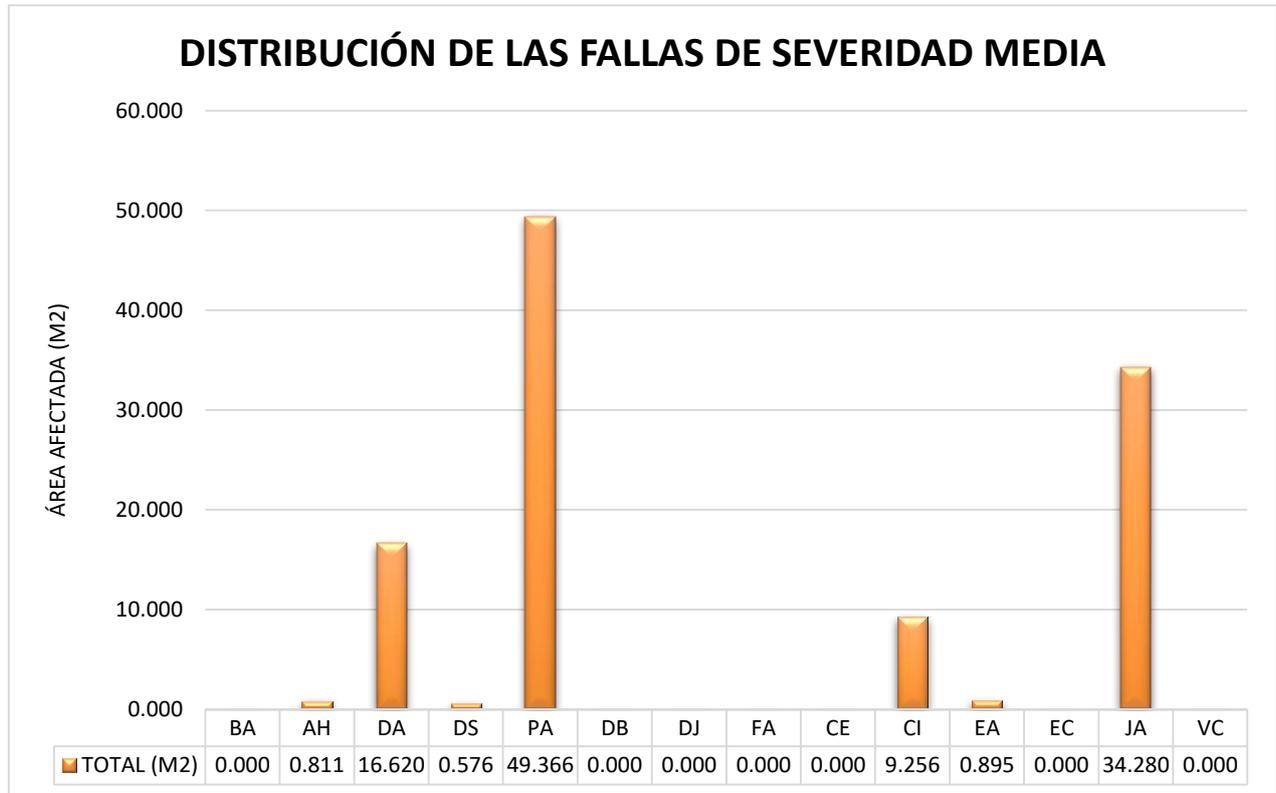


Gráfico 13. Distribución de las fallas por severidad media en la Av. Pachacútec

## Tabla 82

### Leyenda

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

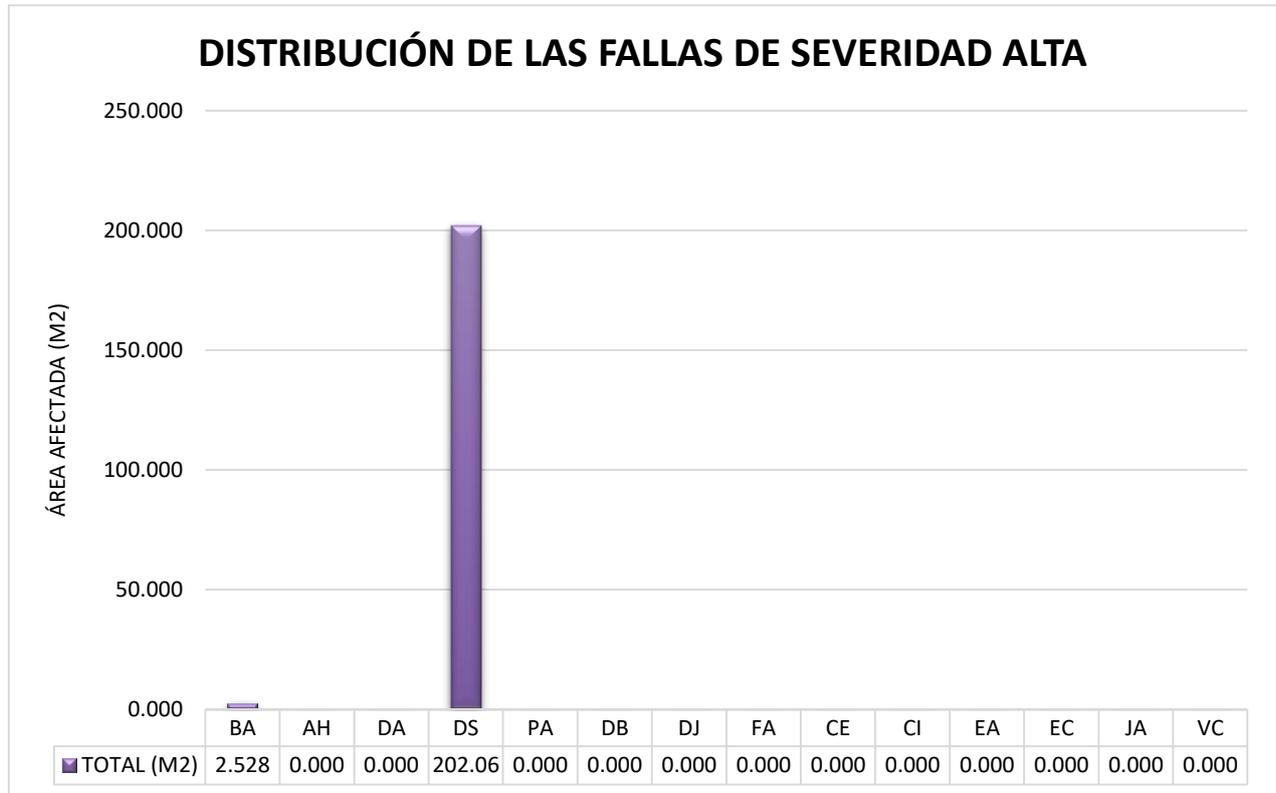


Gráfico 14. Distribución de las fallas por severidad alta en la Av. Pachacútec

**Tabla 83**

**Leyenda**

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

### 3.1.3.3. DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD EN LA AV. PACHACÚTEC

Con la siguiente figura se detallarán las áreas afectadas agrupadas por la severidad respectiva.

**Tabla 84**

#### Áreas afectadas por severidad

NIVELES DE SEVERIDAD	ÁREA (M2)
SEVERIDAD BAJA	68.404
SEVERIDAD MEDIA	120.404
SEVERIDAD ALTA	214.122
<b>TOTAL</b>	<b>402.930</b>

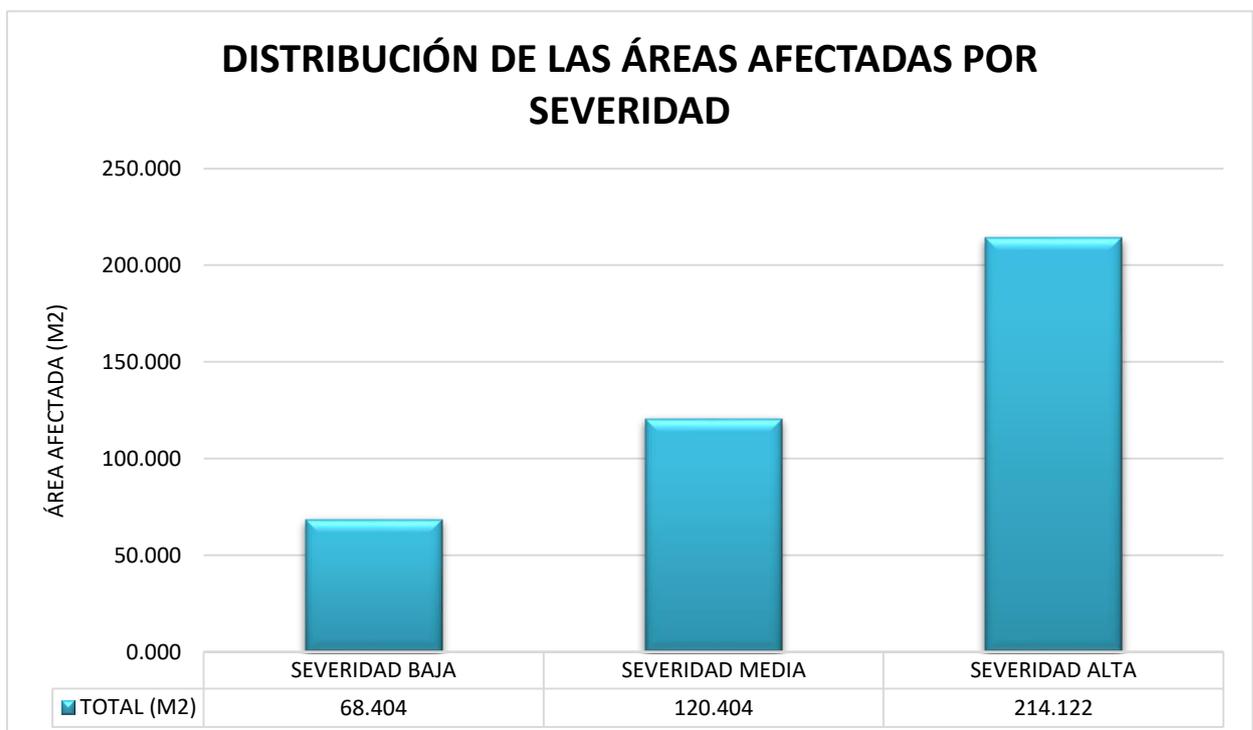


Gráfico 15. Distribución de las áreas afectadas por severidad en la Av. Pachacútec

### 3.1.4. Av. Wiracocha

Teniendo en cuenta el formato de inspección visual para pavimento articulado (Anexo N° 2), en la Av. Wiracocha se encontraron 3 tipos de falla: Depresiones, pérdida de arena y fracturamiento.

- **CLASE: DEFORMACIONES**

- **TIPO: DEPRESIONES (DA)**

- Son hundimientos localizados en forma circular o semejante a ella, sin pérdida de material.
- Severidad:
  - Baja (B): Flecha menor de 20 mm.
  - Media (M): Flecha entre 20 y 40 mm.
  - Alta (A): Flecha mayor a 40 mm (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 85**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por depresiones (DA) en la Av. Wiracocha*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO DEPRESIONES (DA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
	Av. Wiracocha	Km 01 + 274		Km 01 + 688.75	5727.910	1.696

**Tabla 86**

**Porcentajes de afectación para depresiones (DA) en la Av. Wiracocha**

Área total afectada por severidad y por daño (m2)	1.696	0.000	0.000
Área total afectada por daño (m2)		1.696	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.030	0.000	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.030	

• **CLASE: DESPRENDIMIENTOS**

○ **TIPO: PÉRDIDA DE ARENA (PA)**

- Es la aparición de partículas de arena alrededor y sobre los adoquines.

- Severidad:

Baja (B): Se presenta en zonas aisladas y solamente se aprecia pérdida de la arena de sello. Área inferior a 0.5 m<sup>2</sup>.

Media (M): Se presenta en zonas con áreas superiores a 0.5 m<sup>2</sup>.

Alta (A): Se presentan asentamientos y pérdidas de los perfiles del pavimento (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 87**

**Resumen de daños en el pavimento articulado por pérdida de arena (PA) en la Av. Wiracocha**

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO		
				PÉRDIDA DE ARENA (PA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
Av. Wiracocha	Km 01 + 274	Km 01 + 688.75	5727.910	0.716	10.484	0.000

**Tabla 88**

***Porcentajes de afectación para pérdida de arena (PA) en la Av. Wiracocha***

Área total afectada por severidad y por daño (m2)	0.716	10.484	0.000
Área total afectada por daño (m2)		11.200	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.013	0.183	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.196	

• **CLASE: FRACTURAMIENTOS**

○ **TIPO: FRACTURAMIENTO (FA)**

- Son corrimientos localizados de los adoquines junto a los elementos de confinamiento.

- Severidad:

Baja (B): Fractura de adoquines de manera aislada. Área menor a 0.5 m<sup>2</sup>.

Media (M): Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Área igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup>.

Alta (A): Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Se presenta pérdida de material, se forman concavidades que generan una textura rugosa. Área igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup> (Higuera y Pacheco, 2010).

**Tabla 89**

*Resumen de daños en el pavimento articulado por fracturamiento (FA) en la Av. Wiracocha*

TRAMO	PROGRESIVA		ÁREA TRAMO (m <sup>2</sup> )	SEVERIDAD EN EL PAVIMENTO ARTICULADO FRACTURAMIENTO (FA)		
	DESDE	HASTA		BAJA	MEDIA	ALTA
	Av. Wiracocha	Km 01 + 274		Km 01 + 688.75	5727.910	0.017

**Tabla 90**

*Porcentajes de afectación para fracturamiento (FA) en la Av. Wiracocha*

Área total afectada por severidad y por daño (m <sup>2</sup> )	0.017	0.000	0.000
Área total afectada por daño (m <sup>2</sup> )		0.017	
Porcentaje del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.000	0.000	0.000
Porcentaje total del daño dentro del área inspeccionada (%)		0.000	

**Tabla 91**

*Área total afectada y porcentaje de afectación en la Av. Wiracocha*

Área total afectada y porcentaje de afectación en la Av. Wiracocha	12.913 m <sup>2</sup>	0.225 %
--	-----------------------	---------

### 3.1.4.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA AFECTADA POR CLASE DE FALLAS EN LA AV. WIRACOCHA

Con la siguiente figura, se detallará el área afectada por clases de fallas en el pavimento articulado de la Av. Wiracocha.

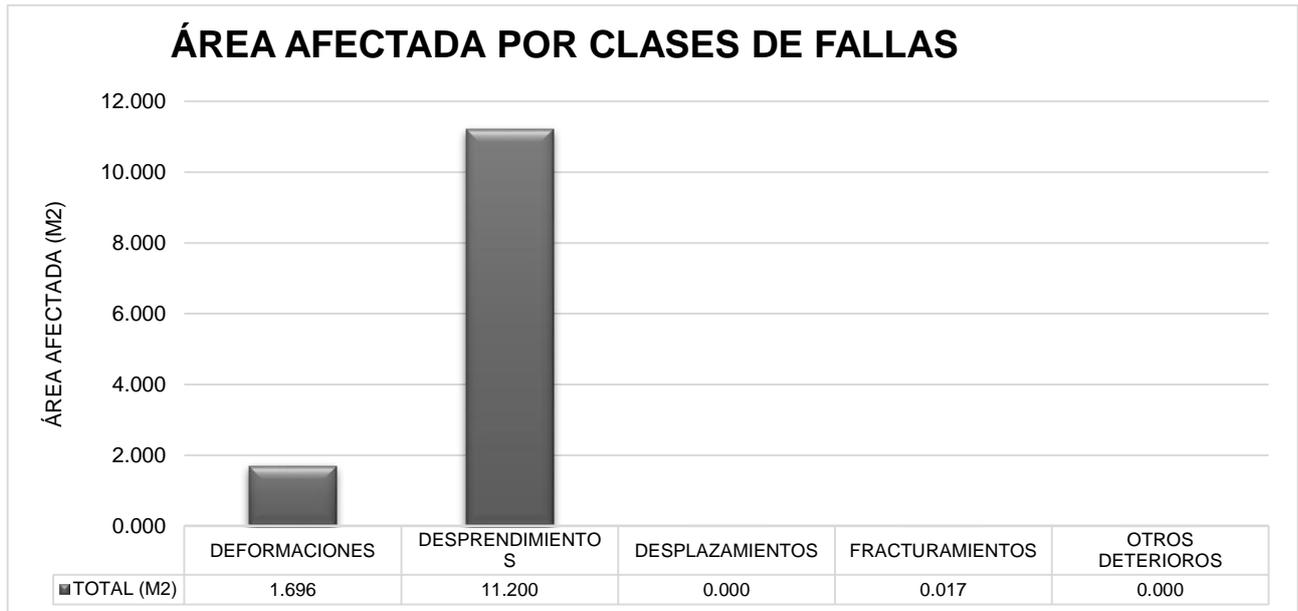
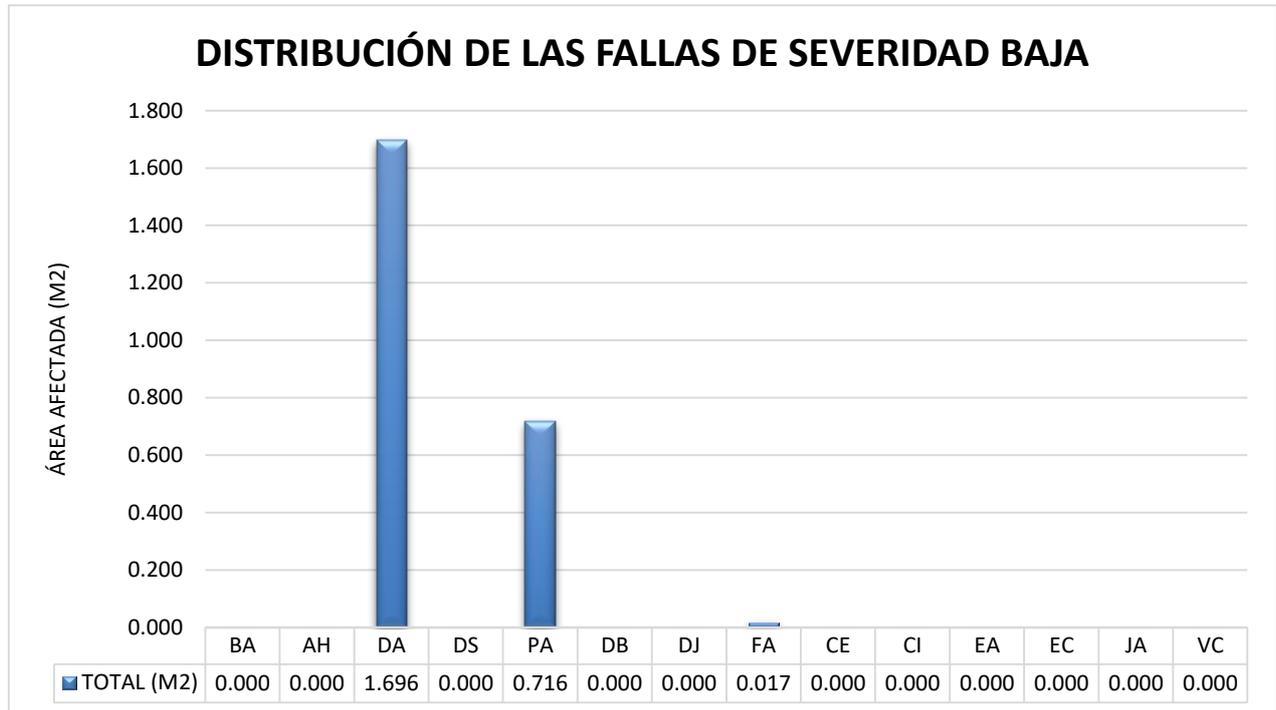


Gráfico 16. Área afectada por clases de fallas en la Av. Wiracocha

### 3.1.4.2. DETERMINACIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD EN LA AV. WIRACOCHA

Con las siguientes figuras se detallarán las fallas encontradas agrupadas por la severidad respectiva.



*Gráfico 17.* Distribución de las fallas por severidad baja en la Av. Wiracocha

## Tabla 92

### *Leyenda*

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

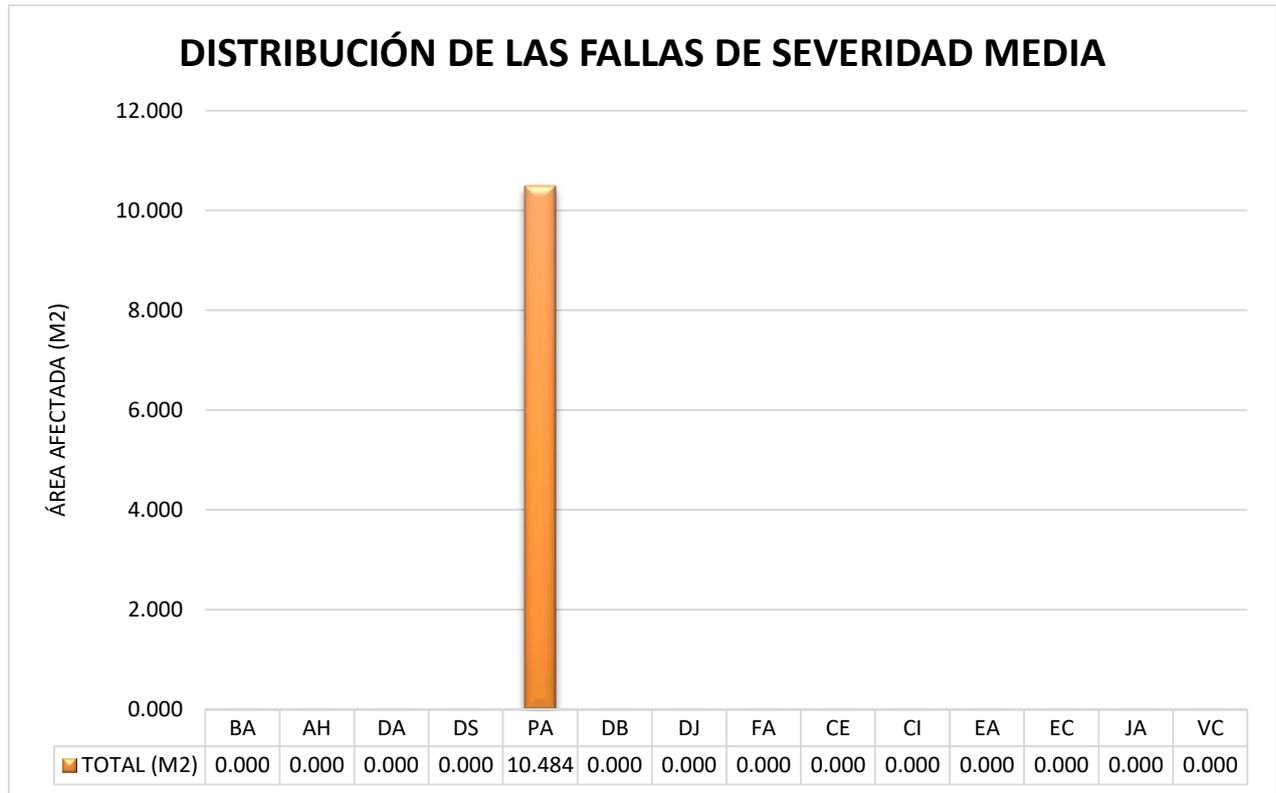


Gráfico 18. Distribución de las fallas por severidad media en la Av. Wiracocha

### Tabla 93

#### Leyenda

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

### 3.1.4.3. DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD EN LA AV. WIRACOCHA

Con la siguiente figura se detallarán las áreas afectadas agrupadas por la severidad respectiva.

**Tabla 94**

*Áreas afectadas por severidad*

NIVELES DE SEVERIDAD	ÁREA (M2)
SEVERIDAD BAJA	2.429
SEVERIDAD MEDIA	10.484
SEVERIDAD ALTA	0.000
<b>TOTAL</b>	<b>12.913</b>

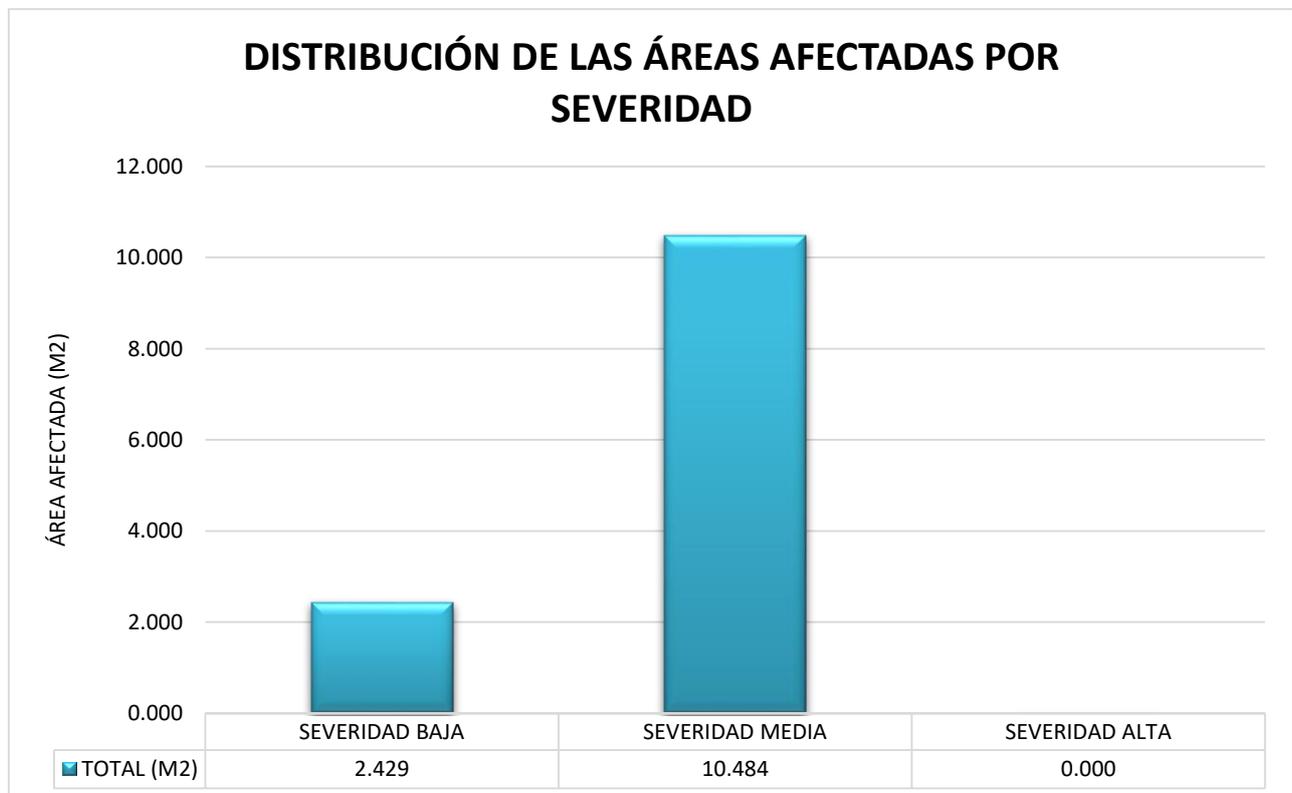


Gráfico 19. Distribución de las áreas afectadas por severidad en la Av. Wiracocha

### 3.2.DETERMINACIÓN DEL ÁREA AFECTADA POR CLASE DE FALLAS

Con la siguiente Figura se detallará el área afectada por las clases de fallas presentadas en el catálogo denominado “Patologías del pavimento articulado”.

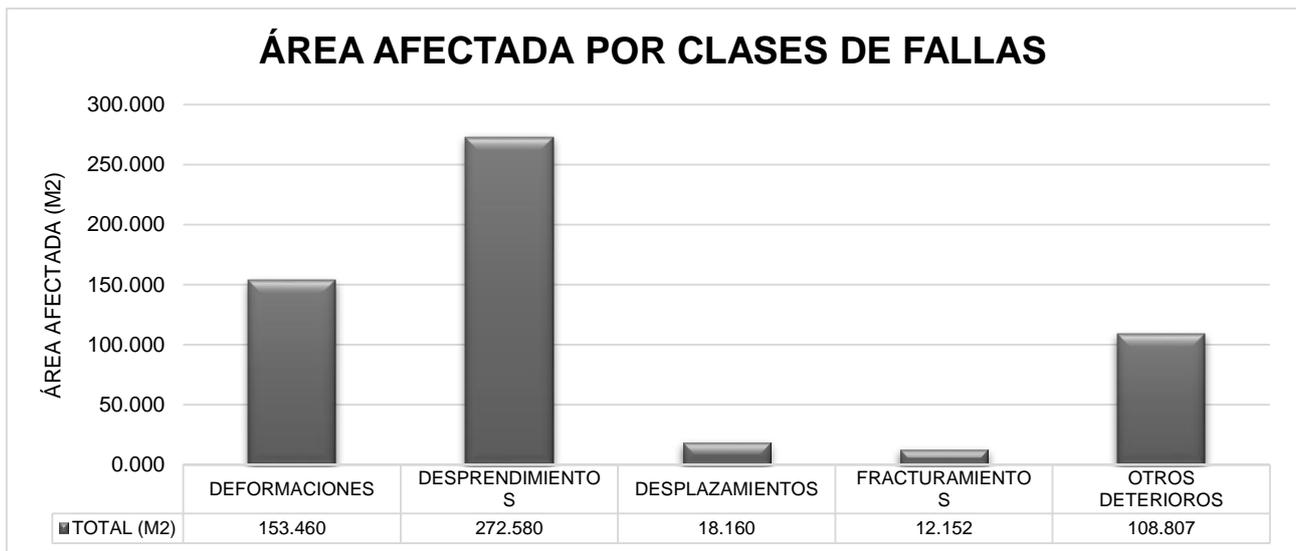


Gráfico 20. Área afectada por clases de fallas

### 3.3.DETERMINACIÓN DEL ÁREA AFECTADA POR TRAMOS

Para cada tramo se realizó la sumatoria de áreas afectadas para conocer la cantidad total de fallas que se presenta.

**Tabla 95**

**Área de afectación total por tramo**

TRAMO	TOTAL (m2)
Av. Huáscar	82.772
Av. Manco Cápac	66.594
Av. Pachacútec	402.930
Av. Wiracocha	12.913
<b>TOTAL</b>	<b>565.209</b>

Con esta información, se logró crear en una gráfica con los datos procesados y, de esta manera, poder apreciar la distribución de los datos tomados en campo.

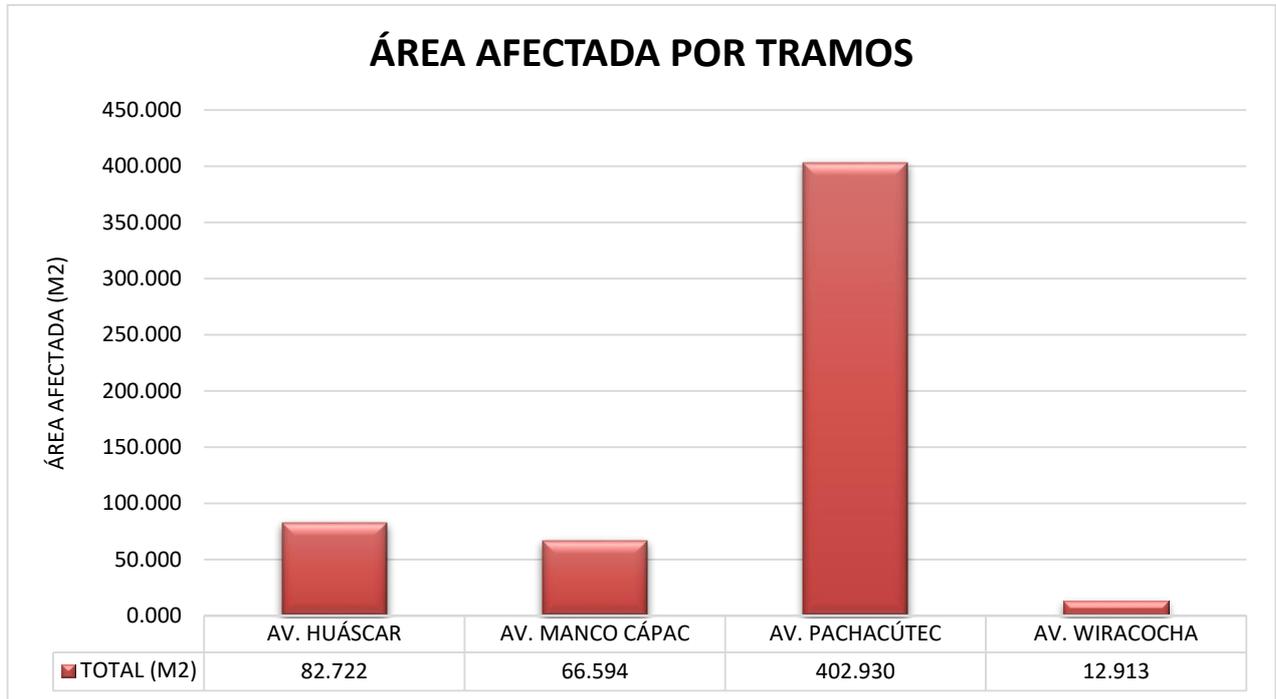


Gráfico 21. Área afectada por tramos

### 3.4.DETERMINACIÓN DE LAS FALLAS POR SEVERIDAD

Con las siguientes figuras se detallarán las fallas encontradas agrupadas por la severidad respectiva.

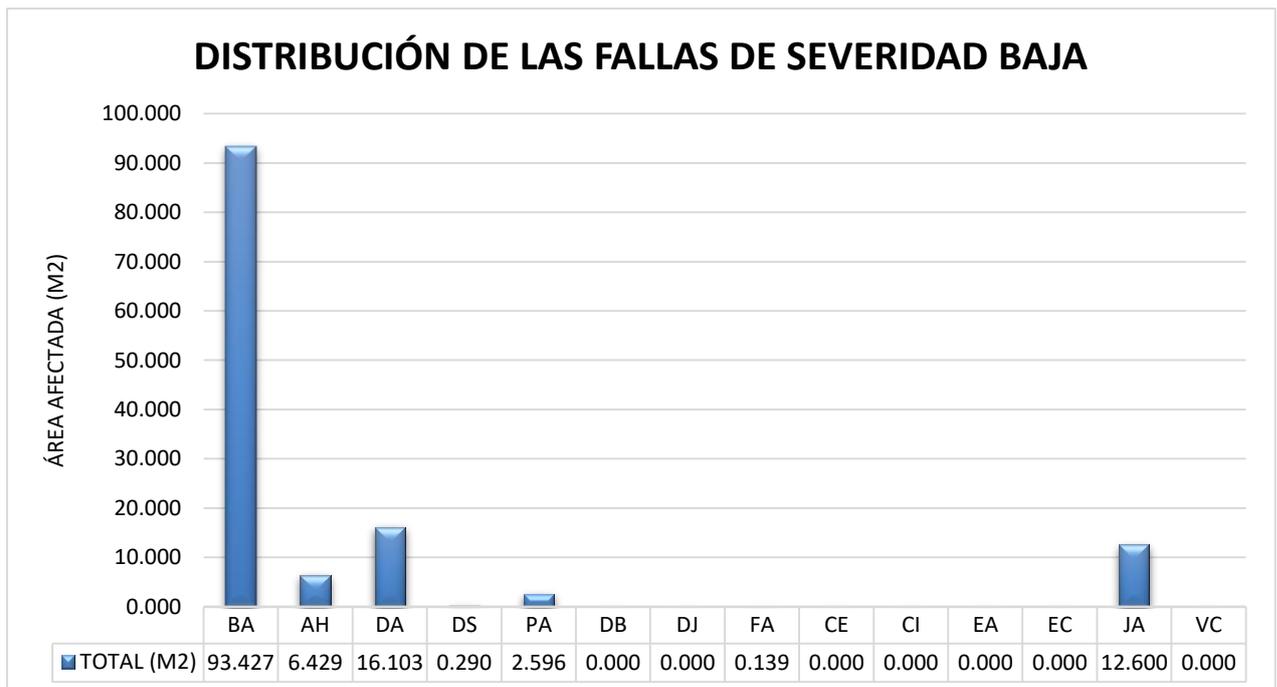


Gráfico 22. Distribución de las fallas por severidad baja

**Tabla 96**

**Leyenda**

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

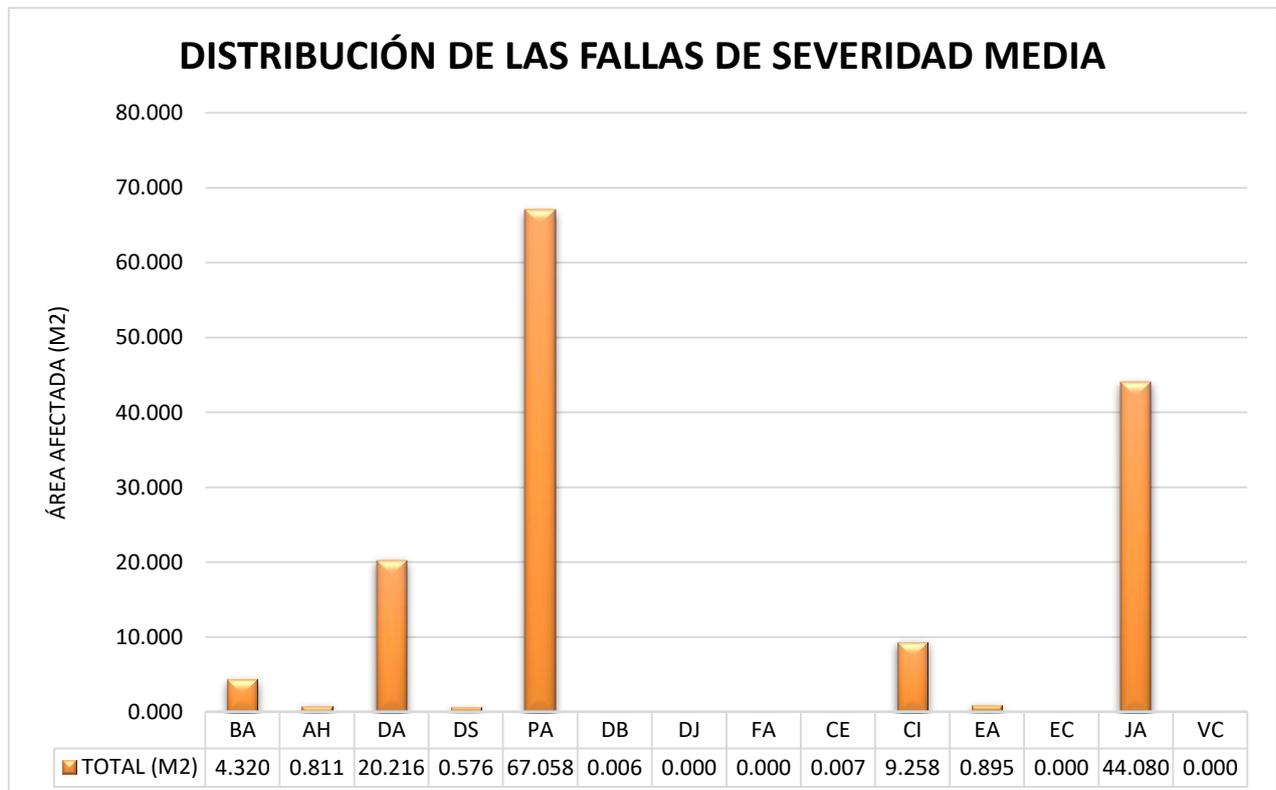


Gráfico 23. Distribución de las fallas por severidad media

**Tabla 97**

**Leyenda**

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

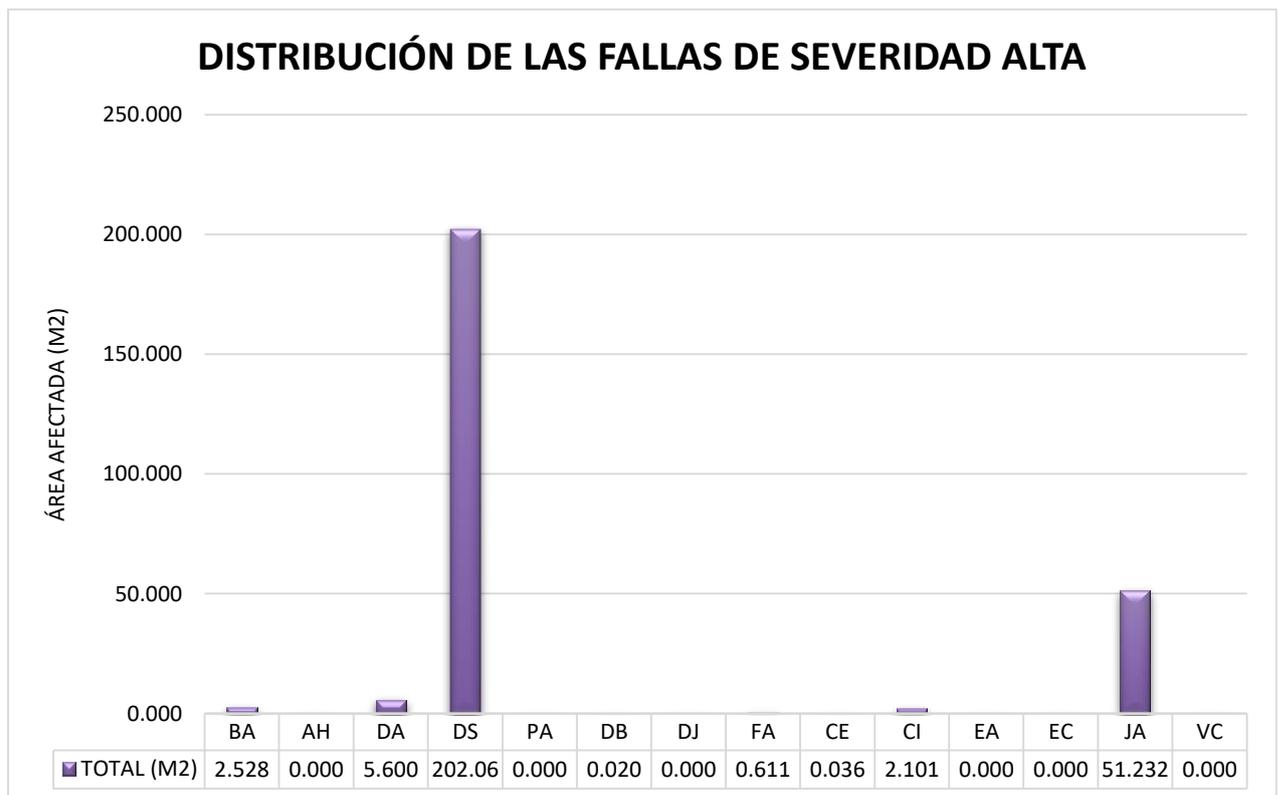


Gráfico 24. Distribución de las fallas por severidad alta

**Tabla 98**

**Leyenda**

- BA: Abultamiento	- DB: Desplazamiento de bordes	- EA: Escalonamiento entre adoquines
- AH: Ahuellamiento	- DJ: Desplazamiento de juntas	- EC: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos
- DA: Depresiones	- FA: Fracturamiento	- JA: Juntas abiertas
- DS: Desgaste superficial	- CE: Fracturamiento de confinamientos externos	- VC: Vegetación en la calzada
- PA: Pérdida de arena	- CI: Fracturamiento de confinamientos internos	

**3.5.DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR SEVERIDAD**

Con la siguiente figura se detallarán las áreas afectadas agrupadas por la severidad respectiva.

**Tabla 99**

**Áreas afectadas por severidad**

NIVELES DE SEVERIDAD	ÁREA (M2)
SEVERIDAD BAJA	135.660
SEVERIDAD MEDIA	155.827
SEVERIDAD ALTA	273.722
<b>TOTAL</b>	<b>565.209</b>

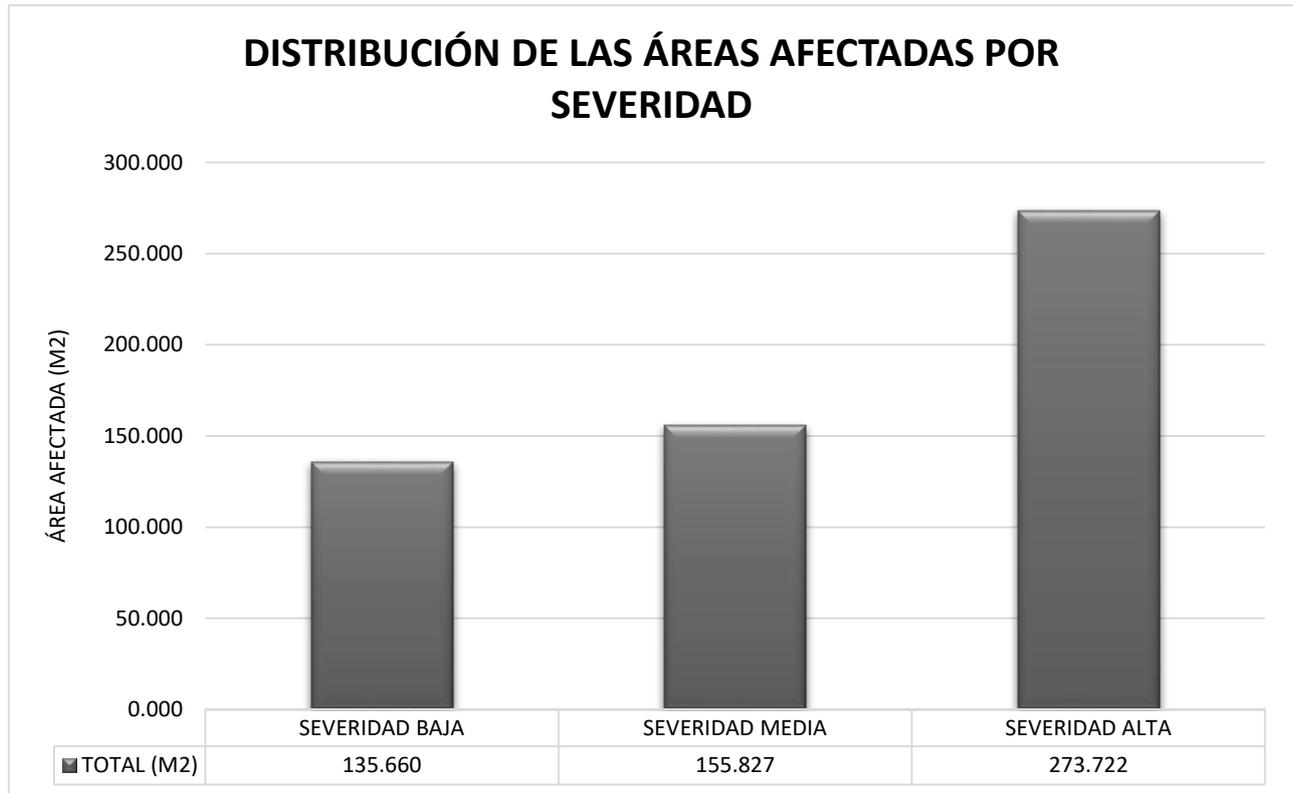


Gráfico 25. Distribución de las áreas afectadas por severidad

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Para efectos de determinar los niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado, se dividieron a las vías analizadas en unidades de 50 metros, al respecto se pudo observar lo siguiente:

- **AV. HUÁSCAR**

Esta avenida se ha dividido en 6 unidades en las cuales se pudo apreciar que las fallas existentes son: Ahuellamiento, depresiones, desgaste superficial, pérdida de arena, fracturamiento, fracturamiento de confinamientos externos, fracturamiento de confinamientos internos y juntas abiertas.

Al respecto se debe indicar que el ahuellamiento ha sido ocasionado por una probable inadecuada compactación de la base, sub base y/o de la subrasante, teniendo en cuenta que el suelo de la zona está constituido por limo y arcilla.

Las depresiones han sido ocasionadas por la presencia de agua a nivel de subrasante, la misma que está constituida por suelos arcillosos.

El desgaste superficial se debe a la baja calidad en la fabricación de los adoquines.

Esta conclusión se debe a que, en el expediente técnico denominado: “CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN AVENIDA 01, ENTRE JR. LA CANTUTA Y VÍA AUXILIAR PRONAA, AV. 02 ENTRE JR. LA CANTUTA Y AV. 01 SECTOR 9 GRAN QHAPAC ÑAN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA”, nos da como dato que los adoquines (dimensiones 20x10x8cm) tienen una resistencia a la compresión de 320 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, la Norma Técnica Peruana 399.611 “UNIDADES DE

ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos” nos dice que la resistencia a la compresión mínima debe ser de  $380 \text{ kg/cm}^2$ .

La pérdida de arena es debido a un arrastre de material fino al paso de vehículos debido a la carga vehicular que dicha vía presenta ( $\text{IMDs} = 1106 \text{ veh/día}$ ).

El fracturamiento, se debe a baja calidad en la fabricación de los adoquines. Esta conclusión se debe a que, en el expediente técnico denominado: “CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN AVENIDA 01, ENTRE JR. LA CANTUTA Y VÍA AUXILIAR PRONAA, AV. 02 ENTRE JR. LA CANTUTA Y AV. 01 SECTOR 9 GRAN QHAPAC ÑAN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA”, nos da como dato que los adoquines (dimensiones  $20 \times 10 \times 8 \text{ cm}$ ) tienen una resistencia a la compresión de  $320 \text{ kg/cm}^2$ ; sin embargo, la Norma Técnica Peruana 399.611 “UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos” nos dice que la resistencia a la compresión mínima debe ser de  $380 \text{ kg/cm}^2$ .

El fracturamiento de confinamientos externos probablemente se debe al impacto de los vehículos, baja calidad de materiales y deficiencias en el proceso constructivo.

El fracturamiento de confinamientos internos probablemente se debe al impacto de los vehículos, baja calidad de materiales y deficiencias en el proceso constructivo.

Las juntas abiertas probablemente sean debido a defectos constructivos. Se descarta falla por confinamiento debido a que al analizar los confinamientos externos e internos estos se encuentran en perfecto estado de conservación.

- **AV. MANCO CÁPAC**

Esta avenida se ha dividido en 6 unidades en las cuales se pudo apreciar que las fallas existentes son: Abultamiento, ahuellamiento, depresiones, desgaste superficial, pérdida de arena, desplazamiento de borde, fracturamiento, fracturamiento de confinamientos externos, fracturamiento de confinamientos internos y juntas abiertas.

Al respecto se debe indicar que, el abultamiento se debe a que la subrasante está conformado por suelos arcillosos, de acuerdo al estudio de mecánica de suelos del expediente técnico denominado: “CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN AVENIDA 01, ENTRE JR. LA CANTUTA Y VÍA AUXILIAR PRONAA, AV. 02 ENTRE JR. LA CANTUTA Y AV. 01 SECTOR 9 GRAN QHAPAC ÑAN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA”.

El ahuellamiento ha sido ocasionado por una probable inadecuada compactación de la base, sub base y/o de la subrasante, teniendo en cuenta que el suelo de la zona está constituido por limo y arcilla.

Las depresiones han sido ocasionadas por la presencia de agua a nivel de subrasante, la misma que está constituida por suelos arcillosos.

El desgaste superficial se debe a la baja calidad en la fabricación de los adoquines. Esta conclusión se debe a que, en el expediente técnico denominado: “CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN AVENIDA 01, ENTRE JR. LA CANTUTA Y VÍA AUXILIAR PRONAA, AV. 02 ENTRE JR. LA CANTUTA Y AV. 01 SECTOR 9 GRAN QHAPAC ÑAN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA”, nos da como dato que los adoquines (dimensiones 20x10x8cm) tienen una resistencia a la compresión de 320

kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, la Norma Técnica Peruana 399.611 “UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos” nos dice que la resistencia a la compresión mínima debe ser de 380 kg/cm<sup>2</sup>.

La pérdida de arena es debido a un arrastre de material fino al paso de vehículos debido a la carga vehicular que dicha vía presenta (IMDs = 209 veh/día).

El desplazamiento de borde se debe a una falla localizada en el lugar de construcción del elemento debido a posibles deficiencias en el proceso constructivo.

El fracturamiento, se debe a baja calidad en la fabricación de los adoquines. Esta conclusión se debe a que, en el expediente técnico denominado: “CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN AVENIDA 01, ENTRE JR. LA CANTUTA Y VÍA AUXILIAR PRONAA, AV. 02 ENTRE JR. LA CANTUTA Y AV. 01 SECTOR 9 GRAN QHAPAC ÑAN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA”, nos da como dato que los adoquines (dimensiones 20x10x8cm) tienen una resistencia a la compresión de 320 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, la Norma Técnica Peruana 399.611 “UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos” nos dice que la resistencia a la compresión mínima debe ser de 380 kg/cm<sup>2</sup>.

El fracturamiento de confinamientos externos probablemente se debe al impacto de los vehículos, baja calidad de materiales y deficiencias en el proceso constructivo.

El fracturamiento de confinamientos internos probablemente se debe al impacto de los vehículos, baja calidad de materiales y deficiencias en el proceso constructivo.

Las juntas abiertas probablemente sean debido a defectos constructivos. Se descarta falla por confinamiento debido a que al analizar los confinamientos externos e internos estos se encuentran en perfecto estado de conservación.

- **AV. PACHACÚTEC**

Esta avenida se ha dividido en 13 unidades en las cuales se pudo apreciar que las fallas existentes son: Abultamiento, ahuellamiento, depresiones, desgaste superficial, pérdida de arena, fracturamiento, fracturamiento de confinamientos internos, escalonamiento entre adoquines y juntas abiertas.

Al respecto se debe indicar que, el abultamiento se debe a que la subrasante está conformado por suelos arcillosos, de acuerdo al estudio de mecánica de suelos del expediente técnico denominado: “CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN AVENIDA 01, ENTRE JR. LA CANTUTA Y VÍA AUXILIAR PRONAA, AV. 02 ENTRE JR. LA CANTUTA Y AV. 01 SECTOR 9 GRAN QHAPAC ÑAN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA”.

El ahuellamiento ha sido ocasionado por una probable inadecuada compactación de la base, sub base y/o de la subrasante, teniendo en cuenta que el suelo de la zona está constituido por limo y arcilla.

Las depresiones han sido ocasionadas por la presencia de agua a nivel de subrasante, la misma que está constituida por suelos arcillosos.

El desgaste superficial se debe a la baja calidad en la fabricación de los adoquines. Esta conclusión se debe a que, en el expediente técnico denominado: “CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN AVENIDA 01, ENTRE JR. LA CANTUTA Y VÍA AUXILIAR PRONAA, AV. 02 ENTRE JR. LA CANTUTA Y

AV. 01 SECTOR 9 GRAN QHAPAC ÑAN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA”, nos da como dato que los adoquines (dimensiones 20x10x8cm) tienen una resistencia a la compresión de 320 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, la Norma Técnica Peruana 399.611 “UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos” nos dice que la resistencia a la compresión mínima debe ser de 380 kg/cm<sup>2</sup>.

La pérdida de arena es debido a un arrastre de material fino al paso de vehículos debido a la carga vehicular que dicha vía presenta (IMDs = 489 veh/día).

El fracturamiento, se debe a baja calidad en la fabricación de los adoquines. Esta conclusión se debe a que, en el expediente técnico denominado: “CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN AVENIDA 01, ENTRE JR. LA CANTUTA Y VÍA AUXILIAR PRONAA, AV. 02 ENTRE JR. LA CANTUTA Y AV. 01 SECTOR 9 GRAN QHAPAC ÑAN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA”, nos da como dato que los adoquines (dimensiones 20x10x8cm) tienen una resistencia a la compresión de 320 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, la Norma Técnica Peruana 399.611 “UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos” nos dice que la resistencia a la compresión mínima debe ser de 380 kg/cm<sup>2</sup>.

El fracturamiento de confinamientos internos probablemente se debe al impacto de los vehículos, baja calidad de materiales y deficiencias en el proceso constructivo.

El escalonamiento entre adoquines se debe a una probable deficiencia en el proceso constructivo.

Las juntas abiertas probablemente sean debido a defectos constructivos. Se descarta falla por confinamiento debido a que al analizar los confinamientos externos e internos estos se encuentran en perfecto estado de conservación.

- **AV. WIRACOCHA**

Esta avenida se ha dividido en 6 unidades en las cuales se pudo apreciar que las fallas existentes son: Depresiones, pérdida de arena y fracturamiento.

Las depresiones han sido ocasionadas por la presencia de agua a nivel de subrasante, la misma que está constituida por suelos arcillosos.

La pérdida de arena es debido a un arrastre de material fino al paso de vehículos debido a la carga vehicular que dicha vía presenta (IMDs = 186 veh/día).

El fracturamiento, se debe a baja calidad en la fabricación de los adoquines. Esta conclusión se debe a que, en el expediente técnico denominado: “CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN AVENIDA 01, ENTRE JR. LA CANTUTA Y VÍA AUXILIAR PRONAA, AV. 02 ENTRE JR. LA CANTUTA Y AV. 01 SECTOR 9 GRAN QHAPAC ÑAN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA”, nos da como dato que los adoquines (dimensiones 20x10x8cm) tienen una resistencia a la compresión de 320 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, la Norma Técnica Peruana 399.611 “UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos” nos dice que la resistencia a la compresión mínima debe ser de 380 kg/cm<sup>2</sup>.

## 4.2 Conclusiones

1. El nivel de severidad, por área afectada, en el pavimento articulado de las vías del complejo Qhapac Ñan, específicamente Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha es ALTA, con 273.722 metros cuadrados.
2. El nivel de severidad en la Av. Huáscar es ALTA con 55.324 metros cuadrados, en la Av. Manco Cápac es BAJA con 47.421 metros cuadrados, en la Av. Pachacútec es ALTA con 214.122 metros cuadrados y en la Av. Wiracocha es MEDIA con 10.484 metros cuadrados.
3. La clase de fallas predominantes en el pavimento articulado de las vías del complejo Qhapac Ñan, específicamente Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha, son deformaciones y desprendimientos, con un área afectada de 153.460 metros cuadrados y 272.580 metros cuadrados respectivamente.
4. Mediante el cálculo de índice medio diario semanal se determinó que: el IMDs de la Av. Huáscar es de 1106 veh/día, el IMDs de la Av. Manco Cápac es de 209 veh/día, el IMDs de la Av. Pachacútec es de 489 veh/día y el IMDs de la Av. Wiracocha es de 186 veh/día.

## REFERENCIAS

- Adriano Castillo, J.A. (2017). *Fallas y causas en los pavimentos articulados de las vías urbanas en la ciudad de Jaén*. (Tesis de titulación). Universidad Nacional de Cajamarca.
- Armijos Salinas, C.R. (2009). *Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja*. (Tesis de Titulación). Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.
- Barreto Chiroque, C.E (2017). *Determinación y evaluación de las patologías del pavimento intertrabado del jirón Andrés Rázuri, cuadras 1 y 2 de la avenida Huancavelica, cuadras 15,16 y 17 de Chulucanas – octubre 2017*. (Tesis de titulación). Universidad Católica Los Ángeles Chimbote.
- Becerra, J. (2014, 22 de setiembre). *Informe de visita técnica a un PAVIMENTO ARTICULADO*. En Scribd. Recuperada el 21 de setiembre del 2016, desde <https://es.scribd.com/document/227408535/PAVIMENTO-ARTICULADO>
- Bravo Montenegro, C.I. (2014). *Evaluación de las patologías de los pavimentos intertrabados de la ciudad de Jaén – Cajamarca*. (Tesis de titulación). Universidad Nacional de Cajamarca.
- Cango, J.A. (2015). *Análisis y evaluación patológico de la superficie del pavimento intertrabado en la Av. Sánchez Cerro cuadras 11 y 12, desde la Av. Sullana Norte hasta la Av. Country, vía auxiliar izquierda, Piura – 2015*. Perú.
- Chero Benites, S.S. (2015). *Estudio de las patologías en el pavimento intertrabado del asentamiento humano José Olaya - Distrito, provincia y departamento de Piura, Octubre – 2013*. (Tesis de titulación). Universidad Católica Los Ángeles Chimbote.

- Higuera, C. y Pacheco, O. (2010). Patología de Pavimentos Articulados. *En Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 9 (17), pp. 75-94.
- Núñez, A.S. (2008). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRÍO CON EMULSIONES Y CENIZA FBC PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES: “ADOFALTOS”*. (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- Pou Rivera, L.A. & Chavarría Herrera, J.L. (2014). *Propuesta de rehabilitación para el tramo de pavimento de adoquín en el Barrio 20 de mayo – Ernesto Rosales, Departamento de Jinotega*. (Tesis de titulación). Universidad Centroamericana.
- Rocatech S.A.C. (2014, 02 de Julio). *HOJA TÉCNICA: ADOQUINES DE CONCRETO*. Arequipa: Área Técnica.

## **ANEXOS**

- ANEXO N° 1** Índice medio diario semanal
- ANEXO N° 2** Formato de inspección visual para pavimento articulado
- ANEXO N° 3** Puntos tomados en el levantamiento topográfico para la tesis denominada: “Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.
- ANEXO N° 4** Estudio de mecánica de suelos del expediente técnico denominado: “CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN AVENIDA 01, ENTRE JR. LA CANTUTA Y VÍA AUXILIAR PRONAA, AV. 02 ENTRE JR. LA CANTUTA Y AV. 01 SECTOR 9 GRAN QHAPAC ÑAN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA”
- ANEXO N° 5** Catálogo “PATOLOGÍA DE PAVIMENTOS ARTICULADOS”
- ANEXO N° 6** Panel fotográfico
- ANEXO N° 7** Planos
- ANEXO N° 7.1** Plano de ubicación y localización
- ANEXO N° 7.2** Plano de secciones transversales típicas de cada vía
- ANEXO N° 7.3** Plano de las vías del complejo Qhapac Ñan
- ANEXO N° 7.4** Plano de mapeo de fallas de la Av. Huáscar.
- ANEXO N° 7.5** Plano de mapeo de fallas de la Av. Manco Cápac.
- ANEXO N° 7.6** Plano de mapeo de fallas de la Av. Pachacútec.
- ANEXO N° 7.7** Plano de mapeo de fallas de la Av. Wiracocha.

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 1**

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 2**

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 3**

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 4**

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 5**

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 6**



*Figura 10.* Levantamiento topográfico de las vías del complejo Qhapac Ñan



*Figura 11.* Ing. Roger Cerquín Quispe supervisando el levantamiento topográfico de las vías del complejo Qhapac Ñan

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.



*Figura 12. Conteo vehicular en la Av. Huáscar*



*Figura 13. Conteo vehicular en la Av. Manco Cápac*



*Figura 14.* Conteo vehicular en la Av. Pachacútec



*Figura 15.* Conteo vehicular en la Av. Wiracocha



*Figura 16.* Falla de desgaste superficial en la Av. Huáscar (Tramo Km00 + 050 – Km00 + 100)



*Figura 17.* Falla de depresión en la Av. Huáscar (Tramo Km00 + 200 – Km00 + 250)



*Figura 18.* Falla de fracturamiento en la Av. Huáscar (Tramo Km00 + 150 – Km00 + 200)



*Figura 19.* Falla de fracturamiento de confinamiento interno en la Av. Huáscar (Tramo Km00 + 100 – Km00 + 150)



*Figura 20.* Falla de juntas abiertas en la Av. Huáscar (Tramo Km00 + 150 – Km00 + 200)



*Figura 21.* Falla de pérdida de arena en la Av. Huáscar (Tramo Km00 + 200 – Km00 + 250)



*Figura 22.* Falla de juntas abiertas con fracturamiento en la Av. Huáscar (Tramo Km00 + 150 – Km00 + 200)



*Figura 23.* Falla de abultamiento en la Av. Manco Cápac (Tramo Km00 + 550 – Km00 + 586)



*Figura 24.* Falla de abultamiento en la Av. Manco Cápac (Tramo Km00 + 350 – Km00 + 400)



*Figura 25.* Falla de pérdida de arena en la Av. Manco Cápac (Tramo Km00 + 400 – Km00 + 450)



*Figura 26.* Falla de desplazamiento de bordes y fracturamiento de confinamiento externo en la Av. Manco Cápac (Tramo Km00 + 350 – Km00 + 400)



*Figura 27.* Falla de depresión en la Av. Manco Cápac (Tramo Km00 + 350 – Km00 + 400)



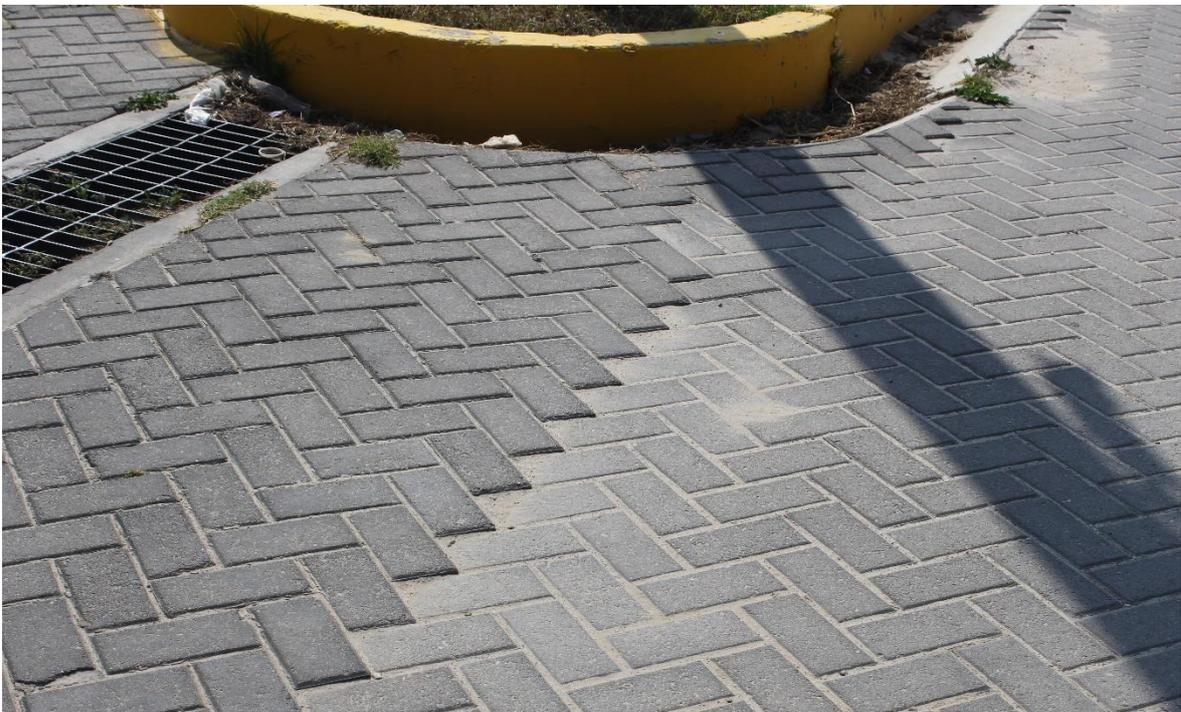
*Figura 28.* Falla de abultamiento, ahuellamiento y fracturamiento de confinamiento externo en la Av. Manco Cápac (Tramo Km00 + 400 – Km00 + 450)



*Figura 29.* Medición de la falla de fracturamiento de confinamiento externo en la Av. Manco Cápac (Tramo Km00 + 500 – Km00 + 550)



*Figura 30.* Medición de la falla de abultamiento de la Av. Manco Cápac (Tramo Km00 + 400 – Km00 + 450)



*Figura 31.* Falla de abultamiento en la Av. Pachacútec (Tramo Km01 + 174 – Km01 + 224)



*Figura 32.* Falla de ahuellamiento en la Av. Pachacútec (Tramo Km01 + 124 – Km01 + 174)



*Figura 33.* Falla de desgaste superficial en la Av. Pachacútec (Tramo Km01 + 174 – Km01 + 224)



*Figura 34.* Falla de fracturamiento de confinamiento interno en la Av. Pachacútec (Tramo Km01 + 074 – Km01 + 124)



*Figura 35.* Falla de juntas abiertas en la Av. Pachacútec (Tramo Km01 + 124 – Km01 + 174)



*Figura 36.* Junta de pérdida de arena en la Av. Pachacútec (Tramo Km01 + 124 – Km01 + 174)



*Figura 37.* Medición de la falla de desgaste superficial en la Av. Pachacútec (Tramo Km01 + 174 – Km01 + 224)



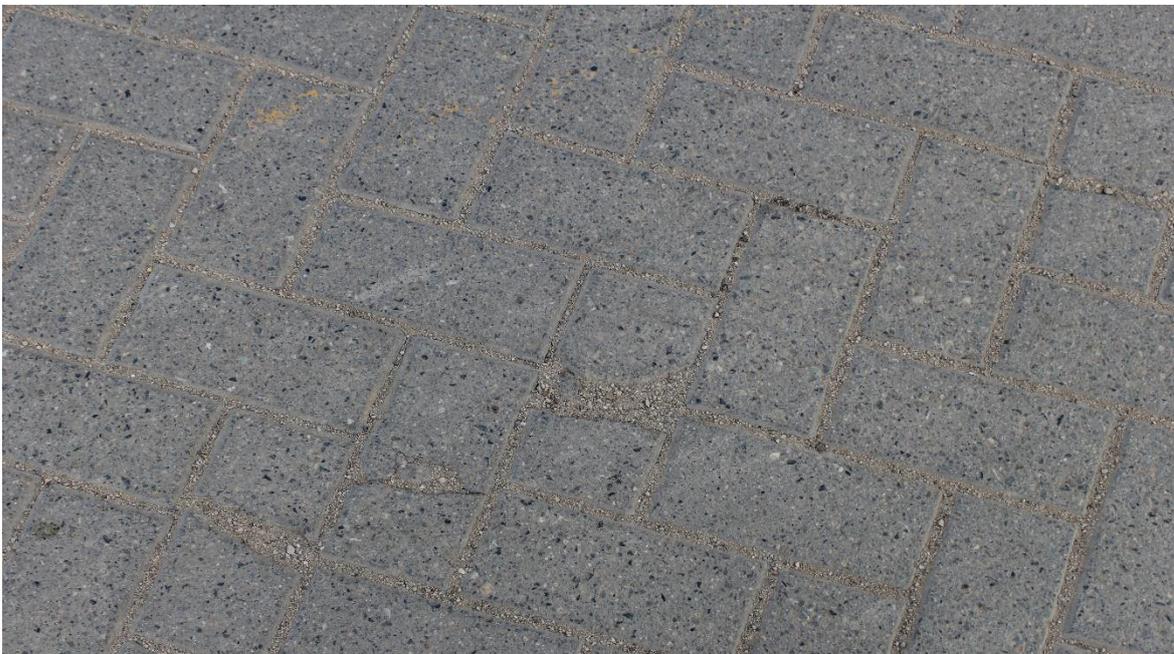
*Figura 38. Medición de la falla de juntas abiertas en la Av. Pachacútec (Tramo Km00 + 924 – Km00 + 974)*



*Figura 39. Medición del área de la falla de pérdida de arena la Av. Pachacútec (Tramo Km00 + 736 – Km00 + 786)*



*Figura 40.* Falla de depresiones en la Av. Wiracocha (Tramo Km01 + 274 – Km01 + 324)



*Figura 41.* Falla de fracturamiento en la Av. Wiracocha (Tramo Km01 + 424 – Km01 + 474)

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 7**

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 7.1**

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 7.2**

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 7.3**

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 7.4**

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 7.5**

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 7.6**

“Niveles de severidad de las fallas en el pavimento articulado de la Av. Huáscar, Av. Manco Cápac, Av. Pachacútec y Av. Wiracocha del complejo Qhapac Ñan, Cajamarca 2016”.

## **ANEXO N° 7.7**