

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – SEDE JAÉN**



**TESIS**

**FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE  
LAS VÍAS URBANAS EN LA CIUDAD DE JAÉN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**BACHILLER: JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO**

**ASESOR: ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA**

**JAÉN-CAJAMARCA-PERÚ**

**2017**

COPYRIGHT © 2017 by  
JOSE ALEX ADRIANO CASTILLO  
Todos los derechos reservados

## **Agradecimiento**

*A Dios por ser nuestro creador por darme salud, fuerzas, paciencia, y perseverancia y por ser nuestra guía en nuestras vidas.*

*A mis padres Benito y Felicia que siempre me han animado a seguir adelante brindándome su apoyo incondicionalmente en los momentos más difíciles.*

*A mis hermanos por el ánimo que siempre me brindaron día a día.*

*A mis docentes de la universidad nacional de Cajamarca por su por sus buenos consejos y enseñanzas.*

*Finalmente a mi asesor Ing. Alejandro Cubas Becerra por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto*

## **Dedicatoria**

*Doy gracias sobre todo a dios por la magnífica familia que me ha dado, a mis padres, quienes han creído en mí siempre, dándome su ejemplo de superación, humildad y perseverancia; enseñándome a enfrentar los retos con valores y sencillez.*

*A todos ellos dedico el presente trabajo, porque han inculcado en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida. Lo que ha conllevado a alcanzar este logro. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.*

# ÍNDICE

| <b>Contenido</b>  | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| Agradecimiento  | iii           |
| Dedicatoria   | iv            |
| Índice de Tablas  | vi            |
| Índice de Figuras   | xi            |
| Resumen   | xiii          |
| Abstract  | xiv           |
| <b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b>                                 | <b>1</b>      |
| <b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>                               |               |
| 2.1 Antecedentes Teóricos de la Investigación.                  | 4             |
| 2.2 Bases Teóricas  | 5             |
| 2.3 Definición de términos Básicos.                             | 26            |
| <b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>                       |               |
| 3.1 Ubicación de la Zona en Estudio                             | 29            |
| 3.2 Procedimientos  | 46            |
| 3.3 Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados | 77            |
| <b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>          |               |
| 4.1 Análisis de Datos   | 158           |
| 4.2 Discusión de Resultados                                     | 174           |
| <b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>               |               |
| 5.1 Conclusiones  | 176           |
| 5.2 Recomendaciones   | 177           |
| <b>Referencias Bibliográficas</b>                               | <b>181</b>    |
| <b>Anexos</b>   | <b>182</b>    |
| Anexo 1. Panel Fotográfico                                      | 182           |
| Anexo 2. Ensayos a la Compresión de los Adoquines de Concreto   | 187           |
| Anexo 3. Estudios de Suelos                                     | 188           |
| Anexo 3. Planos   | 225           |

## ÍNDICE DE TABLAS

| <b>Título</b>   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| Tabla 1. Granulometría de la Arena de Cama (ASTM C33)                     | 07            |
| Tabla 2. Adoquines – Requisitos (NTP 399.611:2003)                        | 07            |
| Tabla 3. Resistencia a la Compresión                                      | 08            |
| Tabla 4. Granulometría de la Arena de Sello (ASTM C144)                   | 08            |
| Tabla 5. Espesor mínimo de loa adoquines según la clase de transito       |               |
| De los pavimentos   | 11            |
| Tabla 6. Clasificación General de Deterioros de los Pavimentos Articulado | 16            |
| Tabla 7. Coordenadas UTM de las calles en estudio                         | 32            |
| Tabla 8. Conteo vehicular calle Raymondi                                  | 36            |
| Tabla 9. Cálculo del IMDs de la calle Raymondi                            | 36            |
| Tabla 10. Conteo vehicular calle Zarumilla                                | 37            |
| Tabla 11. Cálculo del IMDs de la calle Zarumilla                          | 37            |
| Tabla 12. Conteo vehicular calle Unión                                    | 38            |
| Tabla 13. Cálculo del IMDs de la calle Unión                              | 38            |
| Tabla 14. Conteo vehicular calle Arana Vidal                              | 39            |
| Tabla 15. Cálculo del IMDs de la calle Arana Vidal                        | 39            |
| Tabla 16. Conteo vehicular calle Universidad                              | 40            |
| Tabla 17. Cálculo del IMDs de la calle Universidad                        | 40            |
| Tabla 18. Conteo vehicular calle Micaela Bastidas                         | 41            |
| Tabla 19. Cálculo del IMDs de la calle Micaela Bastidas                   | 41            |
| Tabla 20. Conteo vehicular calle Santa Teresita                           | 42            |
| Tabla 21. Cálculo del IMDs de la calle Santa Teresita                     | 42            |
| Tabla 22. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Raymondi      | 57            |
| Tabla 23. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 58            |
| Tabla 24. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Raymondi      | 59            |
| Tabla 25. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 60            |
| Tabla 26. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Raymondi      | 61            |

| <b>Título</b>   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| Tabla 27. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 62            |
| Tabla 28. Formatos de inspección de Fallas Muestra 04 Calle Raymondi      | 63            |
| Tabla 29. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 64            |
| Tabla 30. Formatos de inspección de Fallas Muestra 05 Calle Raymondi      | 65            |
| Tabla 31. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 66            |
| Tabla 32. Formatos de inspección de Fallas Muestra 06 Calle Raymondi      | 67            |
| Tabla 33. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 68            |
| Tabla 34. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Raymondi      | 69            |
| Tabla 35. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 70            |
| Tabla 36. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Raymondi      | 71            |
| Tabla 37. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 72            |
| Tabla 38. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Raymondi      | 73            |
| Tabla 39. Tipo de deterioro y factor de influencia por clase de patología | 74            |
| Tabla 40. Formatos de inspección de Fallas Muestra 04 Calle Raymondi      | 75            |
| Tabla 41. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 76            |
| Tabla 42. Formatos de inspección de Fallas Muestra 05 Calle Raymondi      | 77            |
| Tabla 43. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 78            |
| Tabla 44. Formatos de inspección de Fallas Muestra 06 Calle Raymondi      | 79            |
| Tabla 45. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 80            |
| Tabla 46. Formatos de inspección de Fallas Muestra 06 Calle Raymondi      | 81            |
| Tabla 47. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 82            |
| Tabla 48. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Zarumilla     | 83            |
| Tabla 49. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 84            |
| Tabla 50. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Zarumilla     | 85            |
| Tabla 51. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 86            |
| Tabla 52. Tipo de deterioro y factor de influencia por clase de patología | 87            |
| Tabla 53. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 88            |
| Tabla 54. Formatos de inspección de Fallas Muestra 04 Calle Zarumilla     | 89            |
| Tabla 55. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 90            |
| Tabla 56. Formatos de inspección de Fallas Muestra 05 Calle Zarumilla     | 91            |
| Tabla 57. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 92            |

| <b>Título</b>   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| Tabla 58. Formatos de inspección de Fallas Muestra 06 Calle Zarumilla   | 93            |
| Tabla 59 Porcentaje del área afectada de la condición estructural       | 94            |
| Tabla 60. Formatos de inspección de Fallas Muestra 07 Calle Zarumilla   | 95            |
| Tabla 61 Porcentaje del área afectada de la condición estructural       | 96            |
| Tabla 62. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Unión       | 97            |
| Tabla 63. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 98            |
| Tabla 64. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Unión       | 99            |
| Tabla 65. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 100           |
| Tabla 66. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Unión       | 101           |
| Tabla 67. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 102           |
| Tabla 68. Formatos de inspección de Fallas Muestra 04 Calle Unión       | 102           |
| Tabla 69. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 103           |
| Tabla 70. Formatos de inspección de Fallas Muestra 05 Calle Unión       | 104           |
| Tabla 71. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 105           |
| Tabla 72. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Universidad | 106           |
| Tabla 73. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 107           |
| Tabla 74. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Universidad | 108           |
| Tabla 75. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 109           |
| Tabla 76. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Universidad | 110           |
| Tabla 77. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 111           |
| Tabla 78. Formatos de inspección de Fallas Muestra 04 Calle Universidad | 112           |
| Tabla 79. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 113           |
| Tabla 80. Formatos de inspección de Fallas Muestra 05 Calle Universidad | 114           |
| Tabla 81. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 115           |
| Tabla 82. Formatos de inspección de Fallas Muestra 06 Calle Universidad | 116           |
| Tabla 83. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 117           |
| Tabla 84. Formatos de inspección de Fallas Muestra 07 Calle Universidad | 118           |
| Tabla 85. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 119           |
| Tabla 86. Formatos de inspección de Fallas Muestra 08 Calle Universidad | 120           |
| Tabla 87. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 121           |
| Tabla 88. Formatos de inspección de Fallas Muestra 09 Calle Universidad | 122           |



| <b>Título</b>  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| Tabla 89. Porcentaje del área afectada de la condición estructural         | 123           |
| Tabla 90. Formatos de inspección de Fallas Muestra 10 Calle Universidad    | 124           |
| Tabla 91. Porcentaje del área afectada de la condición estructural         | 125           |
| Tabla 92. Formatos de inspección de Fallas Muestra 11 Calle Universidad    | 126           |
| Tabla 93. Porcentaje del área afectada de la condición estructural         | 127           |
| Tabla 94. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Santa Teresita | 128           |
| Tabla 95. Porcentaje del área afectada de la condición estructural         | 129           |
| Tabla 96. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Santa Teresita | 130           |
| Tabla 97. Porcentaje del área afectada de la condición estructural         | 131           |
| Tabla 98. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Santa Teresita | 132           |
| Tabla 99. Porcentaje del área afectada de la condición estructural         | 133           |
| Tabla 100. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 C. Micaela Bastidas | 134           |
| Tabla 101. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 135           |
| Tabla 102. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 C. Micaela Bastidas | 136           |
| Tabla 103. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 137           |
| Tabla 104. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 C. Micaela Bastidas | 137           |
| Tabla 105. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 138           |
| Tabla 106. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Arana Vidal   | 139           |
| Tabla 107. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 140           |
| Tabla 108. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Arana Vidal   | 141           |
| Tabla 109. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 142           |
| Tabla 110. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Arana Vidal   | 143           |
| Tabla 111. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 144           |
| Tabla 112. Formatos de inspección de Fallas Muestra 04 Calle Arana Vidal   | 145           |
| Tabla 113. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 146           |
| Tabla 114. Formatos de inspección de Fallas Muestra 05 Calle Arana Vidal   | 147           |
| Tabla 115. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 148           |
| Tabla 116. Formatos de inspección de Fallas Muestra 06 Calle Arana Vidal   | 149           |
| Tabla 117. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 150           |
| Tabla 118. Formatos de inspección de Fallas Muestra 07 Calle Arana Vidal   | 151           |
| Tabla 119. Porcentaje del área afectada de la condición estructural        | 152           |

| <b>Título</b>  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| Tabla 120. Formatos de inspección de Fallas Muestra 08 Calle Arana Vidal | 153           |
| Tabla 121. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 154           |
| Tabla 122. Formatos de inspección de Fallas Muestra 09 Calle Arana Vidal | 155           |
| Tabla 123. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 156           |
| Tabla 124. Formatos de inspección de Fallas Muestra 10 Calle Arana Vidal | 157           |
| Tabla 125. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 158           |
| Tabla 126. Formatos de inspección de Fallas Muestra 11 Calle Arana Vidal | 159           |
| Tabla 127. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 160           |
| Tabla 128. Porcentaje del área afectada de la condición estructural      | 179           |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| <b>Título</b>   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| Figura 1. Estructura típica de un pavimento de adoquín  | 06            |
| Figura 2. Vehículo de la clase A.   | 09            |
| Figura 3. Vehículos de la clase B   | 10            |
| Figura 4. Vehículos de la clase C   | 10            |
| Figura 5. Abultamiento (Higuera, Pacheco, 2010, p. 78).                                       | 17            |
| Figura 6. Ahuellamiento (Higuera, Pacheco, 2010, p. 79).                                      | 17            |
| Figura 7. Depresiones (Higuera, Pacheco, 2010, p. 79).  | 18            |
| Figura 8. Desgaste superficial (Higuera, Pacheco, 2010, p. 80).                               | 19            |
| Figura 9. Pérdida de Arena (Higuera, Pacheco, 2010, p. 80).                                   | 19            |
| Figura 10. Desplazamiento de Borde (Higuera, Pacheco, 2010, p. 81).                           | 20            |
| Figura 11. Desplazamiento de Junta (Higuera, Pacheco, 2010, p. 81).                           | 21            |
| Figura 12. Fracturamiento (Higuera, Pacheco, 2010, p. 82).                                    | 21            |
| Figura 13. Fracturamiento de Conf. Externos (Higuera, Pacheco, 2010, p. 82).                  | 22            |
| Figura 14. Fracturamiento de Conf. Internos (Higuera, Pacheco, 2010, p. 83).                  | 23            |
| Figura 15. Escalonamiento entre Adoquines (Higuera, Pacheco, 2010, p. 84).                    | 24            |
| Figura 16. Escalonamiento entre Adoquines y Confinamiento<br>(Higuera, Pacheco, 2010, p. 84). | 24            |
| Figura 17. Juntas Abiertas (Higuera, Pacheco, 2010, p. 85).                                   | 25            |
| Figura 18. Vegetación en la Calzada (Higuera, Pacheco, 2010, p. 85).                          | 26            |
| Figura 19. Ubicación departamental  | 29            |
| Figura 20. Ubicación Provincial   | 29            |
| Figura 21. Ubicación del distrito de Jaén (área en estudio)                                   | 29            |
| Figura 22. Ubicación de las calles en estudio a evaluar en el plano de Jaén                   | 30            |
| Figura 23. Calles en estudio que se evaluaron en la investigación de tesis.                   | 31            |
| Figura 24. Sección típica de los pavimentos en evaluación                                     | 43            |
| Figura 25. Vista típica: calle: Unión   | 44            |
| Figura 26. Vista típica: calle: Raymondi.   | 45            |
| Figura 27. Vista típica: calle: Zarumilla   | 46            |
| Figura 28. Vista típica: calle: Arana Vidal   | 47            |
| Figura 29. Vista típica: c: Universidad, M Bastidas y Santa Teresita                          | 48            |

## ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

| <b>Título</b>  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| Foto 01. Excavación de la calicata en la calle unión                   | 33            |
| Foto 02. Extracción de la muestra para realizar los estudios de suelos | 33            |
| Foto 03. Extracción de la muestra de suelo                             | 33            |
| Foto 04. Excavación de la calicata en la calle Raymondi                | 33            |
| Foto 05. Excavación de la calicata en la calle Zarumilla.              | 34            |
| Foto 06. Extracción de la muestra para realizar los estudios de suelo  | 34            |
| Foto 07. Excavación de la calicata en la calle Arana Vidal             | 34            |
| Foto 08. Extracción de la muestra para el estudio de suelos            | 34            |
| Foto 09. Extracción de la muestra para el estudio de suelos            | 35            |
| Foto 10. Excavación de la calicata en la calle universidad.            | 35            |
| Foto 11. Vista típica de las calles en estudio                         | 49            |

## RESUMEN

La investigación se realizó en la ciudad de Jaén – Perú, entre los meses de julio y noviembre del año 2016. El problema se presenta específicamente por el deterioro en los pavimentos articulados, por tanto, el objetivo principal fue determinar las fallas y causas de los pavimentos articulados en la ciudad de Jaén. Para la investigación, se evaluaron siete calles con pavimentos articulados dentro del área urbana de la ciudad de Jaén: Calle Alfonso Arana Vidal, Calle Universidad, Calle Santa Teresita, Calle Micaela Bastidas, Calle Zarumilla, Calle Antonio Raymondi y calle Unión. Para ello se hizo una inspección visual, tomando las medidas de las fallas presentes en cada uno de los pavimentos, se midió el área del deterioro, el desnivel y el agrietamiento, dependiendo del tipo de falla, Procediendo a identificar las probables causas. Para la recolección de datos se utilizó como Formato de Inspección de Patologías en Pavimentos articulados, la tabla N° 06, utilizándose como elementos complementarios una Wincha de 50 m y una regla de madera de 3 m. Posteriormente se hizo el trabajo de gabinete respectivo, construyendo un inventario de fallas, siendo las más relevantes las siguientes: ahuellamiento, desgaste superficial, depresiones, Fracturamiento, escalonamiento entre adoquín y confinamiento, pérdida de arena, abultamiento y Fracturamiento de confinamiento, causadas por 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.

**Palabras claves:** Pavimento, articulado, fallas, causas, inspección, área.

## **ABSTRACT**

The research was carried out in the city of Jaen, Peru, between July and November of 2016. The problem is presented specifically by the deterioration in the articulated pavements, therefore, the main objective was to determine the faults and causes of the Flooring in the city of Jaén. For the investigation, seven streets with articulated pavements were evaluated within the urban area of the city of Jaén: Alfonso Arana Vidal Street, University Street, Calle Santa Teresita, Micaela Bastidas Street, Zarumilla Street, Antonio Raymondi Street and Unión Street. For this, a visual inspection was made, taking measurements of the faults present in each of the pavements, the area of the deterioration, the unevenness and the cracking were measured, depending on the type of fault, Proceeding to identify the probable causes. For data collection, a Pathology Inspection Form was used in articulated Pavements (see Annex 1), using as a supplementary elements a 50 m Wincha and a 3 m wooden ruler. Subsequently, the respective cabinet work was carried out, constructing an inventory of faults, the most relevant of which were the following: peeling, surface wear, depressions, fracturing, paving and confinement, sand loss, bulging and confinement fracture, caused by By the type of soil, the quality of the materials used (concrete pavers and the concrete used in the confinement), climatic factors and poorly repaired pavement breaks.

**Key words:** Pavement, articulated, faults, causes, inspection, area.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

La preocupación creciente sobre el mal estado de los pavimentos, tanto para los conductores como para transeúntes ha ocasionado que se busquen nuevas alternativas de pavimentación. Las investigaciones realizadas en las últimas décadas ponen de manifiesto, el peligro al que están expuestas las personas al transitar por pavimentos en mal estado para lo cual es indispensable investigar acerca de las fallas que se presentan, sus causas a fin de proponer las actividades de reparación, mantenimiento y conservación.

En los últimos 10 años en la ciudad de Jaén se han construido pavimentaciones de calles utilizando adoquines de concreto los mismo que con el pasar los años se han deteriorado de manera alarmante, situación insoportable, para los conductores, pasajeros y transeúntes que circulan por estas vías urbanas.

Los pavimentos construidos en nuestra ciudad con adoquines de concreto presentan diferentes tipos de fallas y deformaciones hasta el punto que se ha llegado a la destrucción total del pavimento de algunas calles como por ejemplo la calle Arana Vidal en el sector Morro Solar y la calle prolongación Raimondi las cuadra 05 y 07 en el sector las flores donde los pavimentos con adoquines de concreto han sido arrasados por los flujos de escorrentía debido a las fuertes y constantes lluvias en épocas de invierno, quedando estas vías totalmente intransitables, perjudicando enormemente a los ciudadanos que circulan a diario ya sea a pie o en cualquier otro tipo de medio de transporte y por ende la enorme pérdida de capital. Cabe mencionar también que, en otras calles construidas con el mismo tipo de pavimento, se puede apreciar deformaciones menores que obviamente, perjudican la transitabilidad de vehículos generando incomodidad en los transportistas y usuarios que circulan por estas vías.

### **FORMULACION DEL PROBLEMA**

Debido a lo antes mencionado se plantea el problema siguiente ¿Cuáles son las fallas y causas en los pavimentos articulados de las vías urbanas en la ciudad de Jaén?

## **JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION**

La justificación de la presente investigación radica básicamente en la búsqueda de soluciones a los problemas latentes que se presentan en las vías urbanas de la ciudad de Jaén construidas de pavimentos con adoquines de concreto, y que con el pasar de los años de su construcción vienen presentando serios problemas en su estructura, a tal punto que estas vías se han vuelto intransitables ocasionando serios problemas a los vehículos motorizados y personas que transitan por estas calles.

Las fallas y deformaciones existentes en los pavimentos con adoquines de concreto vienen ocasionando serios incrementos en los costos de operación y mantenimientos de los vehículos que circulan por estas vías, y por consiguiente perjudica indirectamente a la economía de los vecinos que circulan a diario a realizar sus diversas labores cotidianas.

En este sentido en el presente trabajo se inventariarán las fallas existentes en los pavimentos articulados de las diferentes vías urbanas de la ciudad de Jaén, con la finalidad de investigar sus causas a través de un formato de evaluación. Además, en este trabajo se analizará la Causa del Daño, Severidad del mismo y Cantidad o Densidad del mismo, por las calles materia del presente informe.

## **OBJETIVOS**

### **❖ Objetivo General**

Determinar las fallas y causas de los pavimentos articulados en la ciudad de Jaén.

### **❖ Objetivos Específicos**

Identificar las causas que ocasionan las fallas de los pavimentos con adoquines de concreto.

Proponer alternativas de solución frente a las fallas encontradas.

## **HIPOTESIS**

Las fallas de los pavimentos articulados en las vías urbanas de la ciudad de Jaén se deben al tránsito vehicular.

## **DESCRIPCIÓN DE LOS CAPITULOS**

La presente tesis de investigación tiene cinco capítulos que se describen a continuación:

- El Primer capítulo trata de la problemática de las fallas y causas de los pavimentos articulados en las vías urbanas de la ciudad de Jaén y presenta los



objetivos, importancia y justificación de la investigación, hipótesis que guían la ejecución del estudio.

- En el Segundo capítulo se describe los antecedentes teóricos, bases teóricas y definición de términos de la investigación, se desarrollan las variables que determinan las fallas en los pavimentos: velocidad, tránsito vehicular, clima y procesos constructivos.
- En el Tercer capítulo se presentan los materiales, metodologías de análisis utilizados en la elaboración de la evaluación de las fallas y causas de los pavimentos articulados; describiendo el procedimiento, tratamiento y análisis de datos y además se presentarán los resultados obtenidos en la investigación.
- En el Cuarto capítulo se explica y discute los resultados obtenidos siguiendo la secuencia de los objetivos planteados, también se discuten los resultados encontrados de la evaluación de las fallas y causas de los pavimentos articulados.
- En el Quinto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados obtenidos al aplicar la metodología a los casos estudiados en el ámbito local.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes Teóricos de la Investigación**

#### **2.1.1. Internacional**

Este artículo presenta los resultados de un proyecto de grado sobre patología de pavimentos articulados, el cual fue elaborado con el propósito de hacer una recolección de los deterioros típicos de los pavimentos articulados construidos con adoquines de concreto; y de esta forma, elaborar un catálogo de deterioros para este tipo de estructuras que facilitará la identificación y cuantificación de los deterioros en una inspección visual. (Higuera y Pacheco 2010).

#### **2.1.2. Nacional**

**Proyecto de investigación:** ventajas y aplicaciones de los pavimentos de adoquines de concreto en centros históricos y alrededores de las principales ciudades y aeropuertos de la macro región sur, como una alternativa de pavimento durable y resistente, Perú – 2012 donde Se da a conocer Cuáles son las ventajas y desventajas de la aplicación de pavimentos con adoquines en centros históricos y alrededores de las principales ciudades y aeropuertos de la macro región sur. (Miranda diciembre 2012)

El MTC realizó la evaluación de la autopista Ramiro Prialé (km 00+000-km 10+000) con fines de elaboración de expediente técnico para trabajos de mantenimiento periódico. Donde uno de los objetivos fue determinar el estado superficial de la vía mediante el índice de condición del pavimento (PCI). El estudio se realizó con la finalidad de determinar y cuantificar el tipo de fisuras o fallas existentes, en una vía asfaltada, empleándose método PCI indicado. Entre los resultados de la evaluación se estableció que la superficie de rodadura se presenta en diferentes estados, el PCI varía entre 29 y 97; es decir, desde algunos tramos y/o sectores con manifestaciones de deterioro (agrietamientos), hasta otros en excelente estado (MTC (2009)).

#### **2.1.3 local**

No se encontró estudios referentes a esta tesis

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1. Pavimento**

Estructura compuesta por capas que apoya toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado período de diseño y dentro de un rango de serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclo vías 2wd

#### **a. Pavimentos flexibles (Pavimentos asfálticos)**

Clasificación por comportamiento de los pavimentos con superficie asfáltica en cualquiera de sus formas o modalidades (concreto asfáltica mezcla en caliente, concreto asfáltica mezcla en frío, mortero asfáltico, tratamiento asfáltico, micro pavimento, etc.), compuesto por una o más capas de mezclas asfálticas que pueden o no apoyarse sobre una base y una sub base granulares. El pavimento asfáltico de espesor total (full-depth), es el nombre patentado por el Instituto del Asfalto, para referirse a los pavimentos de concreto asfáltico construidos directamente sobre la subrasante (RNE – CE.010 Pavimentos Urbanos. 2010).

#### **b. Pavimentos rígidos (de concreto hidráulico)**

Clasificación por comportamiento de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico en cualquiera de sus formas o modalidades (losas de concreto simple con juntas, losas de concreto reforzado con juntas, suelo-cemento, concreto compactado con rodillo, etc.) (RNE – CE.010 Pavimentos Urbanos. 2010).

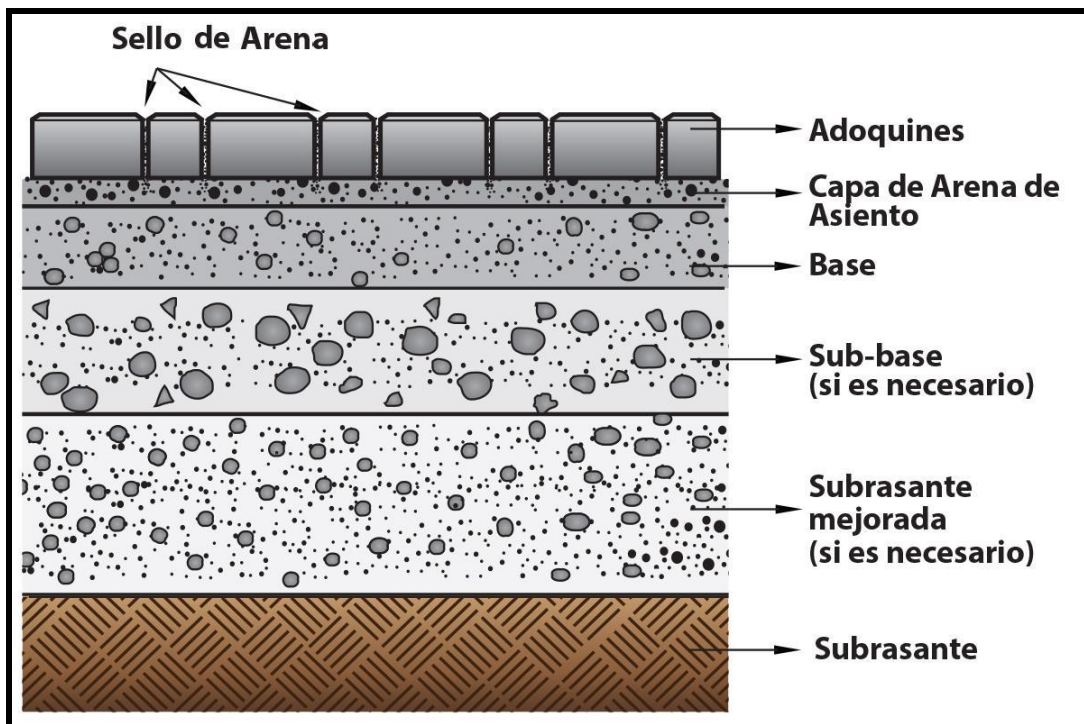
#### **c. Pavimentos intertrabados (semi-flexibles).**

Los pavimentos intertrabados, como prácticamente todos los pavimentos, son estructuras compuestas de varias capas de diferentes materiales que se construyen sobre el terreno natural. Los materiales de cada capa se seleccionan generalmente considerando su disponibilidad y costo.

El espesor de cada capa del pavimento depende del tránsito que soportará el pavimento durante el período de diseño, de la capacidad soporte del suelo y de los materiales con que se van a construir estas capas; que deben tener la suficiente calidad para que el pavimento soporte el peso del tránsito durante un tiempo determinado sin deformarse ni deteriorarse.

Aunque no todos estos elementos deben estar presentes en un pavimento de adoquín, ya que esto depende del diseño, a continuación, se detalla la estructura típica (ver

**Figura 1.** Estructura típica de un pavimento de adoquín.



Fuente: (Instituto del Cemento y del Concreto en Guatemala, ICCG)

### **c.1 Sub-rasante**

Es el nivel inferior del pavimento paralelo a la rasante (RNE – CE.010 Pavimentos Urbanos. 2010).

### **c.2 Sub-base**

Los materiales de sub-base deben ser pétreos o granulares y de características uniformes, libres de terrones de arcilla, materia orgánica u otros elementos objetables. El material de sub-base se extenderá en capas de 10 a 15 cm de espesor, medido después de la compactación (Montejo. 2002).

### **c.3 Base**

La base tendrá una densidad uniforme en toda su extensión y profundidad y este requisito se observará de manera especial en las zonas cercanas a las estructuras de confinamiento, sumideros, cajas de inspección, etc., donde el proceso de compactación es más difícil de llevar a cabo (Montejo. 2002).

La superficie de la base, evaluada con una regla de 3m, sobre una línea que no esté afectada por cambios de pendiente en la vía, no se separará de la regla más de 10mm (1cm) (Montejo. 2002).

#### **c.4 Cama de arena**

El espesor de la cama de arena no deberá ser mayor a 40 mm ni menor de 25 mm después de la compactación de los adoquines intertrabados de concreto. La cama de arena deberá tener la graduación mostrada en la Tabla 01. Según NTE CE.010 Pavimentos Urbanos en los Pavimentos de Bloques Intertrabados (Adoquines) de Concreto Hidráulico

Estos materiales deberán cumplir los requisitos indicados en las siguientes Tablas (RNE – CE. 010 Pavimentos Urbanos.2010).

**TABLA 01. Granulometría de la Arena de Cama (ASTM C33)**

| <b>MALLA</b>    | <b>% PASA</b> |
|-----------------|---------------|
| 9,5 mm (3/8")   | 100           |
| 4,75 mm (N° 4)  | 95 – 100      |
| 2,36 mm (N° 8)  | 85 – 100      |
| 1,18 mm (N° 16) | 50 – 85       |
| 600 µm (N° 30)  | 25 – 60       |
| 300 µm (N° 50)  | 10 – 30       |
| 150 µm (N° 100) | 02 – 10       |
| 75 µm (N° 200)  | 00 – 01       |

#### **c.5 Adoquines**

Los adoquines se colocarán directamente sobre la capa de arena ya enrasada. Se colocarán al tope de manera que las caras laterales generen juntas que no excedan los 5mm (0.5cm) (Montejo. 2002).

En áreas sujetas a tráfico vehicular se recomienda un espesor mínimo de adoquín de concreto de 60mm y un patrón de colocación en forma de espiga (RNE - CE 010 Pavimentos Urbanos.2010).

**TABLA 02. Adoquines – Requisitos (NTP 399.611:2003)**

| <b>TIPO</b> | <b>USO</b>  |
|-------------|---|
| I           | Adoquines para pavimentos de uso peatonal                                       |
| II          | Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero                          |
| III         | Adoquines para tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores |

**TABLA 03. Resistencia a la Compresión**

| <b>TIPO</b> | <b>ESPESOR<br/>(mm)</b> | <b>PROMEDIO*<br/>(MPa)</b> | <b>MINIMO*<br/>(MPa)</b> |
|-------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|
| I           | 40                      | 31                         | 28                       |
|             | 60                      | 31                         | 28                       |
| II          | 60                      | 41                         | 37                       |
|             | 80                      | 37                         | 33                       |
| III         | 100                     | 35                         | 32                       |
|             | ≥ 80                    | 55                         | 50                       |

Valores correspondientes a una muestra de tres unidades ((NTP 399.611:2003)

### **c.6 Arena de sello.**

La arena para el sellado de las juntas entre adoquines intertrabados proporciona trabazón vertical y transferencia de corte debido a las cargas. Ella puede ser ligeramente más fina que la cama de arena. La gradación de este material puede tener un máximo de 100% pasando la malla N<sup>o</sup> 16 (1,18 mm) y no más de 10% pasando la malla N<sup>o</sup> 200 (75 μm) (RNE – CE.010 Pavimentos Urbanos.2010).

**TABLA 04. Granulometría de la Arena de Sello (ASTM C144)**

| <b>MALLA</b>                | <b>% PASA</b> |
|-----------------------------|---------------|
| 4,75 mm (N <sup>o</sup> 4)  | 100           |
| 2,36 mm (N <sup>o</sup> 8)  | 95 – 100      |
| 1,18 mm (N <sup>o</sup> 16) | 70 – 100      |
| 600 μm (N <sup>o</sup> 30)  | 40 – 75       |
| 300 μm (N <sup>o</sup> 50)  | 20 – 40       |
| 150 μm (N <sup>o</sup> 100) | 10 – 25       |
| 75 μm (N <sup>o</sup> 200)  | 00 – 10       |

### **c.7 Confinamientos**

Son elementos complementarios que limitan todo pavimento intertrabado y son esenciales para su performance. Estos proporcionan resistencia lateral al pavimento para que éstos, bajo la acción de una carga, como frenadas, aceleraciones o cualquier descomposición horizontal de una fuerza, tengan un movimiento lateral nulo (Collazos.2011).

**c.7.1 Confinamientos externos:** El confinamiento externo está conformado por todos los elementos que sirven de amarre al adoquinado y los cuales pueden ser andenes, bordillos contra zonas verdes o un cordón a ras contra otro tipo de pavimento (Collazos.2011).

**c.7.2 Confinamientos internos:** Son los elementos que están dentro del adoquinado como cajas de inspección, sumideros y cunetas. No es necesario hacer cordones de confinamiento interno en grandes superficies, sino solo cuando haya cambios bruscos de nivel. En el caso de que la pendiente sea mayor al 9% se harán cada 100m en carreteras o en las intersecciones de las vías (Collazos.2011).

### 2.2.3 Clasificación del Tránsito

Dependiendo del uso que se le dé al pavimento, el tránsito se divide en tres clases que se describen a continuación:

#### a) Clase A: Uso industrial y tránsito pesado

Para uso en zonas sometidas a cargas de tránsito pesado como puertos, aeropuertos, patios de maniobras en zonas industriales, terminales de autobuses, calles o avenidas principales, entradas a instalaciones industriales y comerciales, zonas de carga de centros comerciales, etc. Con un tránsito de vehículos comerciales por día (*vcd\**) > 20. (Instituto del Cemento y del Concreto en Guatemala, ICCG)

**Figura 2: vehículo de la clase A.**

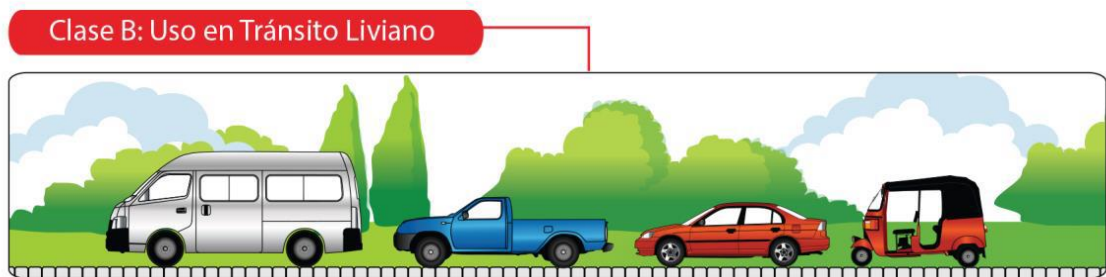


**Nota 3.** *\*vcd = vehículos comerciales por día. Vehículo comercial es aquel bus, microbús o camión con dos o más ejes, 6 o más llantas, en ambos casos incluyendo el eje direccional (delantero)* (Instituto del Cemento y del Concreto en Guatemala, ICCG)

**b) Clase B: Uso en tránsito liviano**

Para uso en arterias o calles con tránsito vehicular liviano, que se presenta en las entradas de garajes de residencias o edificios, en parqueos para automóviles de centros comerciales, universidades, ciclo vías, entradas de servicio a restaurantes y almacenes, etc. Con un tránsito de vehículos comerciales por día (*vcd\**) entre 1 y 20. (Instituto del Cemento y del Concreto en Guatemala, ICCG)

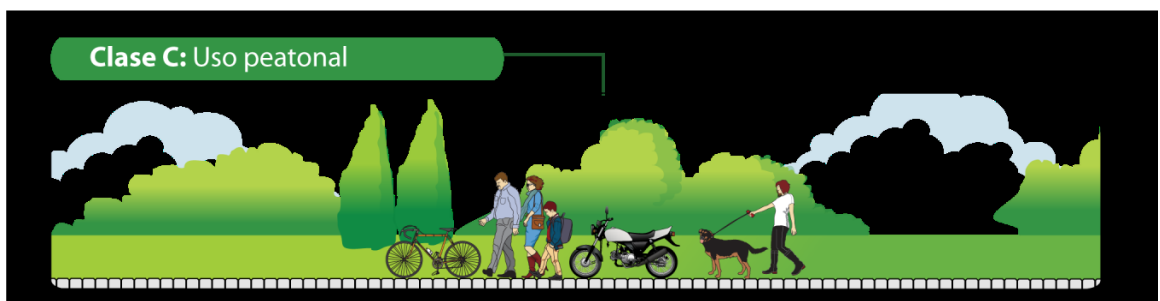
**Figura 3: vehículos de la clase B**



**c) Clase C: Uso peatonal**

Para uso exclusivo de zonas peatonales, espacios públicos y, de manera eventual, bicicletas y motocicletas. Incluye desde tránsito peatonal muy bajo hasta tránsito peatonal alto, cómo por ejemplo el que se encuentra en zonas céntricas de la ciudad reconocidas por alta afluencia de peatones; centros empresariales, centros de comercio, centros educativos, zonas deportivas, áreas de mercado (plazas o supermercados); así como áreas cercanas a vías principales en zonas con actividades comerciales o similares. (Instituto del Cemento y del Concreto en Guatemala, ICCG)

**Figura 4: vehículos de la clase C**





**TABLA 05.** Espesor mínimo de los adoquines, según la clase de tránsito de los pavimentos.

| <b>TIPOS DE TRÁNSITO</b>  | <b>ESPESOR MÍNIMO<br/>DE LOS ADOQUINES<br/>(mm)</b> |
|---|---|
| Clase A: Uso Industrial y Pesado ( <b>vcd*</b> > 20)  | 80  |
| Clase B: Uso en Tránsito Liviano ( <b>vcd*</b> 1 – 20)  | 80  |
| Clase C: Uso peatonal   | 60  |
| <i>*vcd = vehículos comerciales por día. Vehículo comercial es aquel bus, microbús o camión con dos o más ejes, 6 o más llantas, en ambos casos incluyendo el eje direccional (delantero)</i> |   |

(Instituto del Cemento y del Concreto en Guatemala, ICCG)

#### **2.2.4 Aplicaciones de los Pavimentos Articulados**

Los pavimentos con adoquines de concreto tienen un rango de aplicación casi tan amplio como el de los otros tipos de pavimentos. Es por ello que su desempeño y versatilidad es extremadamente amplio en donde lo predominante es el ámbito arquitectónico, por la variedad de múltiples patrones de colocación y formas existentes se pueden utilizar en aceras, centro de las ciudades (zonas peatonales) y plazas públicas, donde el tráfico es básicamente peatonal, tomando en consideración la seguridad de las personas, la proporcionalidad de los adoquines, la luminosidad, y la impermeabilidad, otros usos en la peatonalización, se da en la elección de los adoquines lo cual nos permite el mantenimiento de los servicios urbanos sin ninguna modificación, porque la sub-estructura existente los acepta como otra capa más del pavimento sin presentar ningún tipo de problema; además de lo antes expuesto los ámbitos de aplicación se dan en las vías internas de urbanizaciones, calles y avenidas, con tráfico vehicular que puede ir desde unos cuantos vehículos livianos, hasta gran número de vehículos pesados; garajes, áreas industriales: naves industriales con desplazamiento de tráfico pesado y poca velocidad; almacenes; áreas de autopistas, de puertos, de aeropuertos, de ferrocarriles; estaciones de autobús; pistas de bicicletas: carril bici; gasolineras armado de taludes; sujeción de orillas y fondos pluviales; superficies de terrazas; caminos de jardines. Este rango amplio de aplicaciones implica la necesidad de formular diseños diferentes para la estructura del pavimento según el tipo de tráfico que va a soportar y las características del suelo sobre el cual se

va a construir, con variaciones en el espesor de los adoquines y en el material y espesor de la base. Este diseño se puede elaborar con métodos apropiados que garantizan el buen desempeño y durabilidad del pavimento, lo que se refuerza con unos adecuados procedimientos y controles durante la construcción. (Oliva 2015)

### **2.2.5 Ventajas que ofrecen los Pavimentos Intertrabados**

#### **a) Ventajas debidas al proceso de construcción:**

Los adoquines que conforman la capa de rodadura son elementos prefabricados que llegan listos al lugar de la obra; por lo tanto, su calidad se controla en fábrica. Cabe mencionar que su fabricación se da por vibro compresión de concretos semisecos, esto permite conseguir características de regularidad tanto en la resistencia mecánica como de acabado. Sin embargo, existe el adoquín fabricado artesanalmente, su resistencia mecánica como el acabado no cumple con las normas o especificaciones técnicas a que podrían estar sometidos; por lo que depende del proyectista realizar sus respectivas pruebas para su aprobación. (Oliva 2015)

#### **b) Ventajas debidas al manejo del pavimento:**

La capa de rodadura es quizá el elemento más costoso de cualquier pavimento. Cuando se presenta una falla en los pavimentos o cuando hay que instalar o reparar las redes de servicios que están cubiertos por la vía, es indispensable retirar, y con esto destruir, las distintas capas del pavimento. Teniendo un pavimento de adoquines, la capa de rodadura es recuperable, ya que no van pegados unos con otros; se pueden retirar y almacenar ordenadamente para reutilizarlos posteriormente, en el mismo o en otro lugar, para la construcción de un nuevo pavimento. Esta propiedad es la que hace que el pavimento de adoquines sea especial, pues se puede reparar fácilmente y por lo tanto resulta ideal para pavimentar aquellas vías que aún no tengan completas las redes de servicios. (Oliva 2015)

#### **c) Ventajas debidas a su apariencia:**

La fabricación de los adoquines se puede dar en diferentes colores, agregándoles colorantes minerales a la mezcla y utilizando cemento gris o cemento blanco. Con algunos adoquines de color diferente al del resto, se pueden incorporar en la superficie del pavimento señales y demarcaciones tan duraderas como este, pero que a la vez pueden ser removidas fácilmente; se pueden colorear zonas para distinguir su utilización o incorporar diseños decorativos. (Oliva 2015)

**d) Ventajas relativas a la seguridad:**

Los pavimentos con adoquines de concreto se facilitan para incorporar señales, o se pueden colocar en medio de otros pavimentos sirviendo como zonas de aviso para disminución de velocidad o zonas permanentes de velocidad restringida. Al mismo tiempo, por su rugosidad, los pavimentos de adoquines tienen una distancia de frenada menor que otros tipos de pavimentos, lo que se traduce en seguridad tanto para las peatonas como para quienes se desplazan en los vehículos. (Oliva 2015)

**e) Ventajas relativas a la durabilidad:**

La calidad que se le exige a los adoquines de concreto garantiza su durabilidad, de manera que sean resistentes a la abrasión del tráfico de llantas, a la acción de la intemperie y al derrame de combustibles y aceites, lo que los hace ideales para la pavimentación de estacionamientos, estaciones de servicio, patios industriales, etc.

Un adoquín, como tal, tiene una vida casi ilimitada. Aunque la estructura del pavimento puede sufrir algún deterioro después de estar en servicio por 20 o más años, con una reparación menor el pavimento de adoquines puede alcanzar una vida útil de 40 años y los adoquines estar todavía en condiciones de servir por muchos más. (Oliva 2015)

**f) Ventajas relativas al costo de construcción:**

El pavimento de adoquines de concreto, en la ciudad, resulta especialmente competitivo en vías de tráfico liviano y medio, donde pueden tener un costo inicial similar o inferior al de un pavimento equivalente de asfalto, aún sin tener en cuenta las ventajas adicionales ya mencionadas para el pavimento de adoquines; en un centro urbano pequeño o en zonas semirurales y rurales su costo es por lo general muy inferior al de otros tipos de pavimentos. (Oliva 2015)

**2.2.6 Limitantes que presentan los pavimentos de adoquines**

- ❖ De la misma manera que con los otros tipos de pavimentos la estructura del Pavimento de adoquines se debe apartar del nivel freático del terreno. (Oliva 2015)
- ❖ Si la capa de adoquines queda bien colocada, sellada y compactada perder su sello y su estabilidad ante la caída de lluvias, por copiosas que estas sean; pero nunca se debe poner a trabajar un pavimento de adoquines como canal colector de

aguas, que pueda llegar a soportar corrientes voluminosas y rápidas tipo “arroyo” (Oliva 2015)

- ❖ Los pavimentos de adoquines nunca se deben someter a la acción de un chorro de agua a presión. Si esto se hace intencionalmente puede ocasionar la pérdida del sello de las juntas, por lo cual no se recomienda para zonas de lavado de automóviles. (Oliva 2015)
- ❖ Por estar compuesto por un gran número de piezas, el tráfico sobre un pavimento de adoquines genera más ruido que sobre los otros tipos de pavimentos, e induce mayor vibración al vehículo; por estas razones no es aconsejable para velocidades superiores a los 80km/h. (Oliva 2015)

## **2.2.7 Evaluación de Pavimentos**

### **a. Evaluación Funcional**

Es el reconocimiento de aquellas deficiencias; fallas superficiales, la rugosidad, pérdida de fricción, que se relacionan principalmente con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del pavimento, considerando todos aquellos factores que afectan negativamente a la serviciabilidad, seguridad y costos del usuario (Thenoux, Gaete. 1995).

#### **a.1 Fallas superficiales**

Son defectos o deterioros que se manifiestan en la superficie del pavimento y son medibles sin la necesidad de equipos especiales. Estos defectos tienen una importancia relativa en la serviciabilidad del pavimento, sin embargo, su detección oportuna es importante debido a que permite prevenir el posible desencadenamiento de un deterioro acelerado y/o establecer un diagnóstico más preciso de las causas que originan el deterioro. Es importante por lo tanto efectuar un adecuado reconocimiento y cuantificación de estas fallas. Esto se realiza mediante una inspección (superficial y visual) empleando fichas diseñadas especialmente para este efecto (Thenoux, Gaete. 1995).

#### **a.2 La rugosidad (comodidad)**

Se define como las irregularidades presentes en la superficie del pavimento, las cuales afectan la calidad de rodado de los vehículos, y por lo tanto la calidad del servicio brindada al usuario. Para medir la rugosidad se ha adoptado mundialmente el índice

de rugosidad internacional (IRI), desarrollado en Brasil, para el Banco Mundial. Conceptualmente el IRI relaciona la acumulación de desplazamientos del sistema de suspensión de un vehículo modelo divididos entre la distancia recorrida por el vehículo a una velocidad de 80 km/hr. Se expresa en mm/m ó m/km. Para caminos pavimentados el rango de la escala del IRI es de 0 a 12 m/km, donde 0 representa una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino intransitable (Corros, Urbaez, Corredor.2009).

### **a.3 Pérdida de fricción (seguridad)**

Es un defecto que tiene relación directa con el usuario, particularmente con los segmentos de alta velocidad, zonas de frenado (cruce de peatones, colegios, etc.) y curvas de radio pequeño o curvas de radio amplio con peraltes menores a 6%. La pérdida de fricción se propone como consecuencia de una disminución combinada o individual de la macro textura superficial del pavimento, lo cual puede originar accidentes, particularmente cuando el pavimento se encuentra mojado. Es decir, la fricción está asociada a un aumento de la lisura del pavimento. Para su medición se ha adoptado el índice de fricción internacional se define el índice de Fricción Internacional (IFI), el cual relaciona la fricción con la velocidad de deslizamiento. Se expresa mediante dos números: el primero representa la fricción –adimensional, con rango entre 0 (deslizamiento perfecto, sin adherencia) y 1 (máxima adherencia) y el segundo representa la velocidad, asociada con la macro textura, su magnitud no tiene rango definido (Corros, Urbaez, Corredor.2009).

### **b. Evaluación Estructural**

Es la cuantificación de la capacidad estructural remanente presente en las distintas capas que componen la estructura del pavimento. Para evaluar la capacidad estructural del pavimento existen diversos procedimientos los cuales se estudiaron, clasificaron y analizaron (Thenoux, Gaete. 1995).

La evaluación estructural de un pavimento existente abarca necesariamente los siguientes trabajos: 1) Evaluación superficial de la condición del pavimento. 2) Evaluación del sistema de drenaje. 3) Determinación de espesores y tipos de materiales constituyentes de la estructura de pavimento. 4) Medición de deflexiones superficiales del pavimento (Corros, Urbaez, Corredor.2009).

En lo que se refiere a la evaluación superficial, la misma debe considerar las fallas

presentes en el pavimento de tal manera de valorarlas, tanto en magnitud como en severidad, para así tener un indicativo referencial de su condición. Para ello se dispone de la evaluación funcional del pavimento mediante la determinación del índice de condición del pavimento (PCI). Esta información se debe complementar, en especial con la medición de deflexiones, con la finalidad de establecer posibles correlaciones entre la condición superficial del pavimento y su deflexión superficial (Corros, Urbaz, Corredor.2009).

### 2.2.8 Patologías en Pavimentos Articulados

**Tabla 06.** Clasificación General de Deterioros de los Pavimentos Articulados

| Clase            | Tipo de Deterioro                             | Símbolo | Unidad |
|------------------|---|---------|--------|
| Deformaciones    | Abultamiento                                  | BA      | m2     |
|                  | Ahuellamiento                                 | AH      | m2     |
|                  | Depresiones                                   | DA      | m2     |
| Desprendimientos | Desgaste superficial                          | DS      | m2     |
|                  | Pérdida de arena                              | PA      | m2     |
| Desplazamientos  | Desplazamiento de borde                       | DB      | m2     |
|                  | Desplazamiento de juntas                      | DJ      | m2     |
| Fracturamientos  | Fracturamiento                                | FA      | m2     |
|                  | Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | m2     |
|                  | Fracturamiento de confinamientos internos     | CI      | m2     |
| Otros deterioros | Escalonamiento entre adoquines                | EA      | m2     |
|                  | Escalonamiento. entre adoquín y confinamiento | EC      | m2     |
|                  | Juntas abiertas                               | JA      | m2     |
|                  | Vegetación en la calzada                      | VC      | m2     |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

#### a. Deformaciones

Las deformaciones son cambios repentinos en los perfiles de los pavimentos. Estos cambios tienen flechas apreciables que repercuten negativamente en el confort de los usuarios.

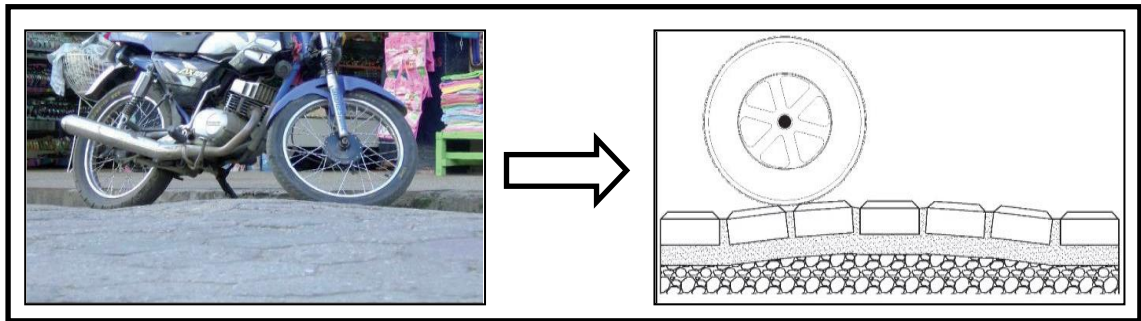
### a.1 Abultamiento

Son levantamientos o protuberancias que se presentan en la superficie del pavimento.

#### a.1.1 Causas

- Cambio volumétrico de la sub-rasante.
- Generalmente se presentan en sub-rasantes con suelos expansivos.

**Figura 5.** Abultamiento (Higuera, Pacheco, 2010, p. 78).



#### a.1.2 Severidad

- Baja: Flecha menor de 20 mm
- Media: Flecha entre 20 y 40 mm
- Alta: Flechas mayores a 40 mm

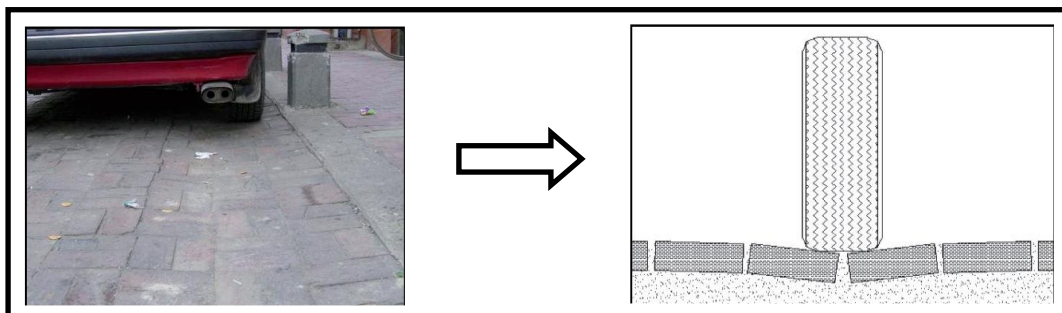
### a.2 Ahuellamiento

Depresión que se presenta a lo largo del sentido del tráfico, bajo las huellas de los vehículos.

#### a.2.1 Causas

- Hundimientos causados por las cargas del tránsito.
- Consolidación de las capas subyacentes.
- Inadecuada compactación de las capas estructurales.
- Aparcamiento de vehículos pesados durante mucho tiempo.

**Figura 6.** Ahuellamiento (Higuera, Pacheco, 2010, p. 79).



#### a.2.2 Severidad

- Baja: Flecha menor de 20 mm
- Media: Flecha entre 20 y 40 mm
- Alta: Flechas mayores a 40 mm

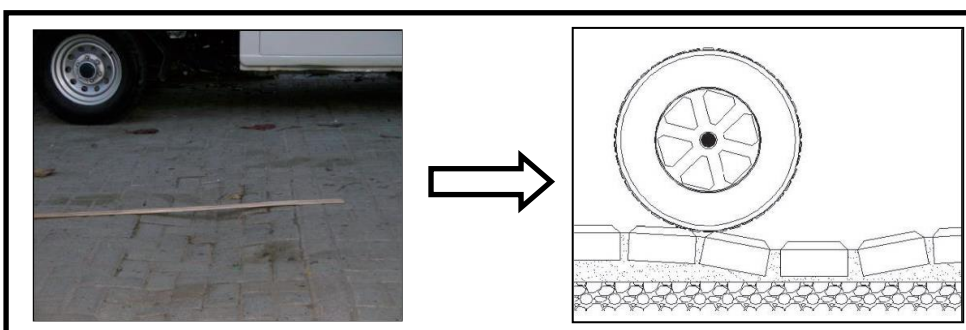
### a.3 Depresiones

Son hundimientos localizados en forma circular o semejante a ella, sin pérdida de material.

#### a.3.1 Causas

- Asentamientos en el suelo de fundación.
- Fallas en la capa de arena cuando las partículas de ésta se degradan.
- Un inadecuado drenaje o la falta de mantenimiento de éste.

**Figura 7.** Depresiones (Higuera, Pacheco, 2010, p. 79).



#### a.3.2 Severidad

- Baja: Flecha menor de 20 mm
- Media: Flecha entre 20 y 40 mm
- Alta: Flechas mayores a 40 mm

### b. Desprendimientos

Los desprendimientos son la pérdida de material en zonas localizadas del pavimento.

#### b.1 Desgaste Superficial

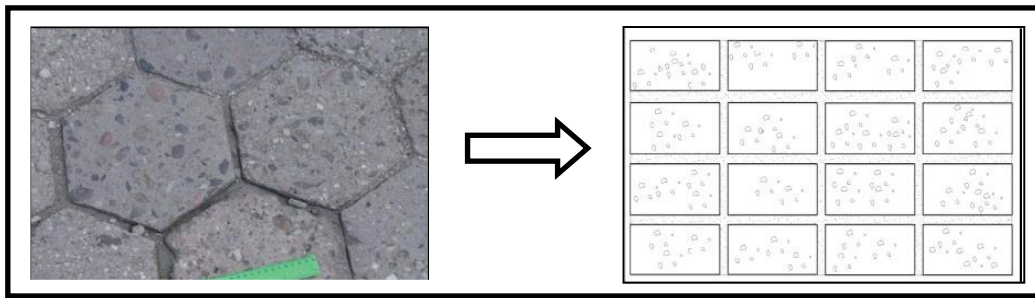
Es la pérdida de finos en la superficie del adoquín, creando una textura superficial rugosa, se forman cavidades y deja expuesto el agregado grueso.

##### b.1.1 Causas

- Baja calidad y/o control en la fabricación en de los adoquines.
- Por la abrasión de las llantas.
- Exposición constante a flujos de aguas a presión.



**Figura 8.** Desgaste superficial (Higuera, Pacheco, 2010, p. 80).



#### b.1.2 Severidad

- Baja: Desgaste superficial aislado. Área inferior o igual a 0.5 m<sup>2</sup>.
- Media: 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: 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>.

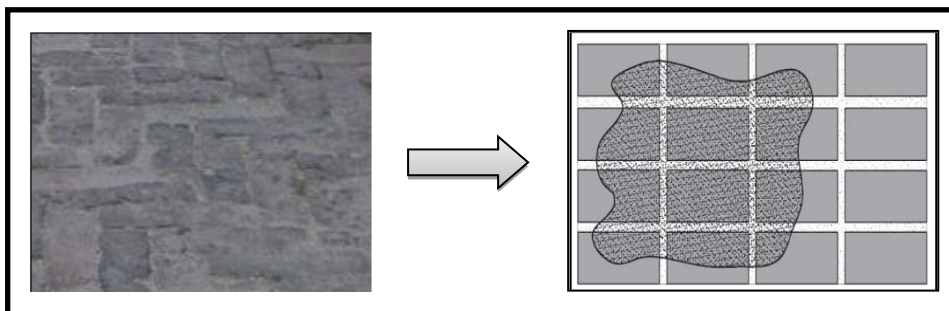
#### b.2 Pérdida de Arena

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

##### b.2.1. Causas

- Arrastre de material fino por expulsión de agua al paso de los vehículos.
- Juntas abiertas.
- Desplazamiento de juntas.

**Figura 9.** Pérdida de Arena (Higuera, Pacheco, 2010, p. 80).



#### b.2.2. Severidad

- Baja: 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: Se presenta en zonas con áreas superiores a 0.5 m<sup>2</sup>.
- Alta: Se presentan asentamientos y pérdida de los perfiles del pavimento.

### **c. Desplazamientos**

Los desplazamientos son el corrimiento localizado de los elementos constitutivos del pavimento.

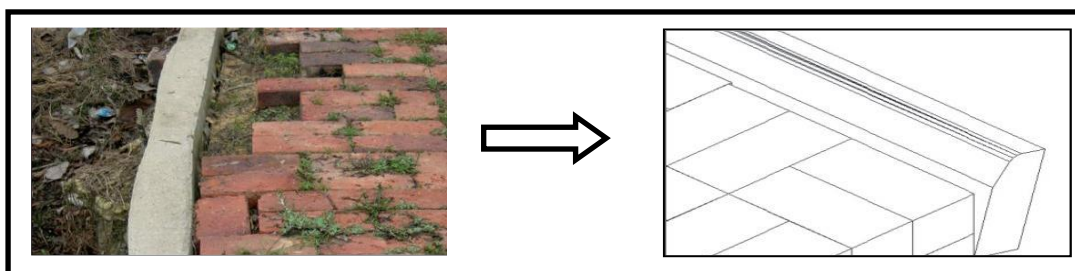
#### **c.1 Desplazamiento de Borde**

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

##### **c.1.1 Causas**

- Falla localizada en el lugar de construcción del elemento, inadecuada construcción y diseño del elemento de confinamiento.
- Por las cargas del tránsito.

**Figura 10.** Desplazamiento de Borde (Higuera, Pacheco, 2010, p. 81).



##### **c.1.2 Severidad**

- Baja: Los adoquines aún están en su posición original y el desplazamiento de borde es menor a 2 cm.
- Media: Los adoquines se desplazaron de su posición original y el desplazamiento de borde está entre 2 y 5 cm.
- Alta: Los adoquines se desplazaron de su posición original, algunas piezas ya se salieron del pavimento y el desplazamiento de borde es superior a 5 cm.

#### **c.2 Desplazamiento de Juntas**

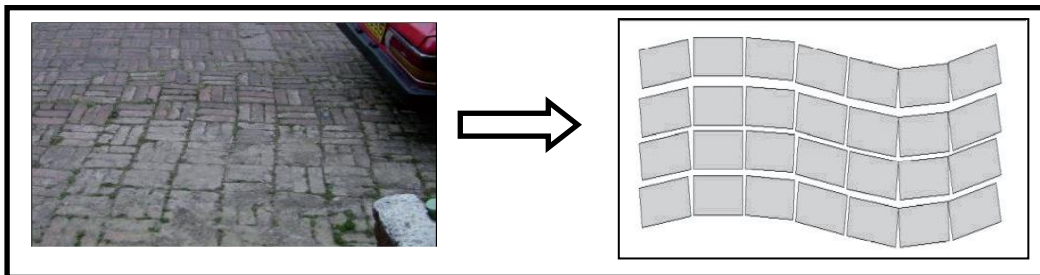
Los adoquines se apartan de su alineamiento inicial. Generalmente se da en hiladas de adoquines rectangulares.

##### **c.2.1 Causas**

- En zonas de frenado.
- En sitios de alta pendiente.

- Por falta de confinamientos transversales o porque éstos no están a una distancia adecuada.

**Figura 11.** Desplazamiento de Junta (Higuera, Pacheco, 2010, p. 81).



#### c.2.2 Severidad

- Baja: La separación promedio de las aberturas de las juntas es menor a 5 mm.
- Media: Se presenta en zonas con áreas superiores a 0.5 m<sup>2</sup>.
- Alta: La separación promedio de las aberturas de las juntas está entre 5 y 10mm.

#### d. Fracturamientos

Es la aparición de fisuras y grietas en las piezas de adoquines o demás elementos constitutivos del pavimento, como son los elementos de confinamientos (bordillos). Cuando los fracturamientos llegan a evolucionar, ocurren pérdidas de material, formación de concavidades e incrustación de objetos ajenos al pavimento.

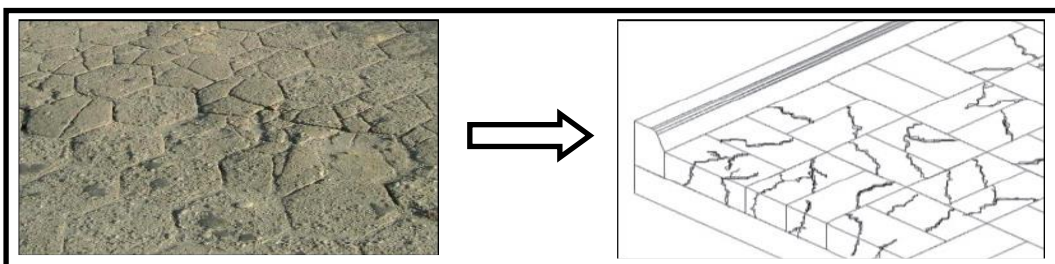
##### d.1 Fracturamiento

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

##### d.1.1 Causas

- Inadecuado espesor de los adoquines
- Inadecuado espesor de las capas de apoyo.
- Deficiencia en la calidad de los materiales de la capa de apoyo y/o de los adoquines.
- Paso de cargas extraordinarias.

**Figura 12.** Fracturamiento (Higuera, Pacheco, 2010, p. 82).



### d.1.2 Severidad

- Baja: Fractura de adoquines de manera aislada. Área menor a 0.5 m<sup>2</sup>.
- Media: Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continúa. Área igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup>.
- Alta: Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continúa. Se presenta pérdida de material, se forman concavidades que generan una textura rugosa. Área igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup>.

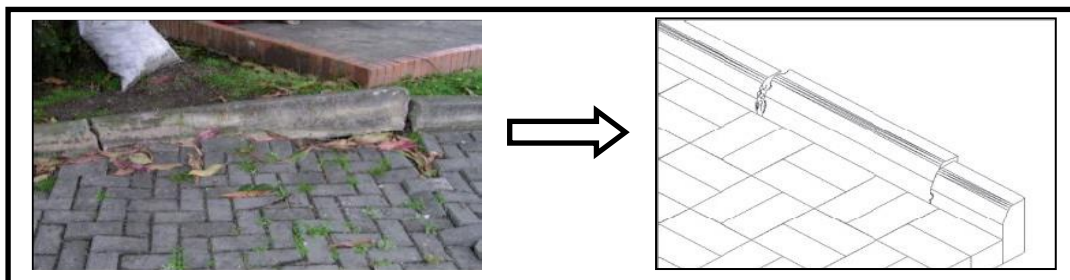
### d.2 Fracturamiento de Confinamientos Externos

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.

#### d.2.1 Causas

- Fatiga provocada por el paso del tránsito.
- Baja calidad de los materiales y/o precario control en el proceso de construcción.
- Por impacto de las llantas de los vehículos, cuando los confinamientos están a un nivel superior al de la rasante de la carretera.
- Por invasión de vegetación.
- Por retracción del concreto (sí éste es en concreto).

**Figura 13.** Fracturamiento de Confinamientos Externos (Higuera, Pacheco, 2010, p. 82).



#### d.2.2 Severidad

- Baja: Se presentan fisuras menores de 3 mm.
- Media: El elemento presenta grietas (>3 mm) y aún se mantiene en su lugar, sirviendo como confinamiento.
- Alta: El elemento presenta grietas (>3 mm), pero ya se ha desplazado de su ubicación inicial y no impide el desplazamiento lateral de los adoquines.

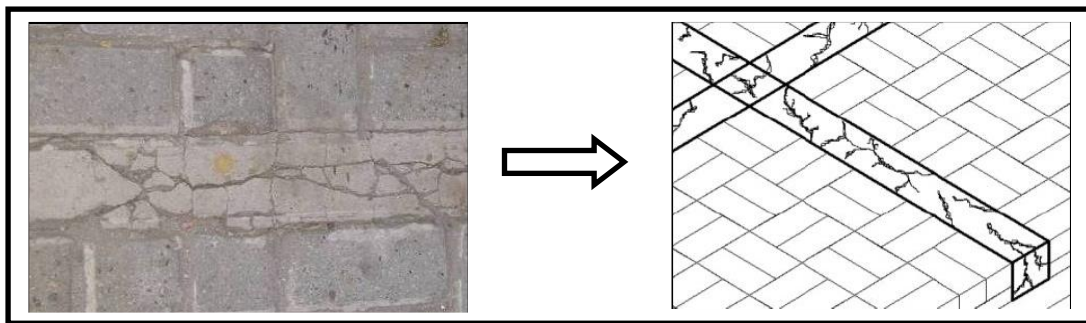
### **d.3 Fracturamiento de Confinamientos Internos**

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.

#### **d.3.1 Causas**

- Fatiga provocada por el paso del tránsito.
- Baja calidad de los materiales y/o precario control en el proceso de construcción.
- Por impacto de las llantas de los vehículos, cuando los confinamientos están a un nivel superior al de la rasante de la carretera.
- Por invasión de vegetación.
- Por retracción del concreto (sí éste es en concreto).

**Figura 14.** Fracturamiento de Confinamientos Internos (Higuera, Pacheco, 2010, p. 83).



#### **d.3.2 Severidad**

- Baja: Se presentan fisuras menores de 3 mm.
- Media: El elemento presenta grietas (>3 mm), no se presentan pérdidas de material y aún se mantiene en su lugar, sirviendo como confinamiento.
- Alta: El elemento presenta grietas (>3 mm), se presentan pérdida de material; permitiendo la incrustación de basuras y demás partículas o objetos extraños al pavimento. El elemento no impide el desplazamiento longitudinal y lateral de los adoquines.

### **e. Otros Deterioros**

En esta categoría se encuentran diversos deterioros que afectan el correcto funcionamiento estructural y funcional del pavimento.

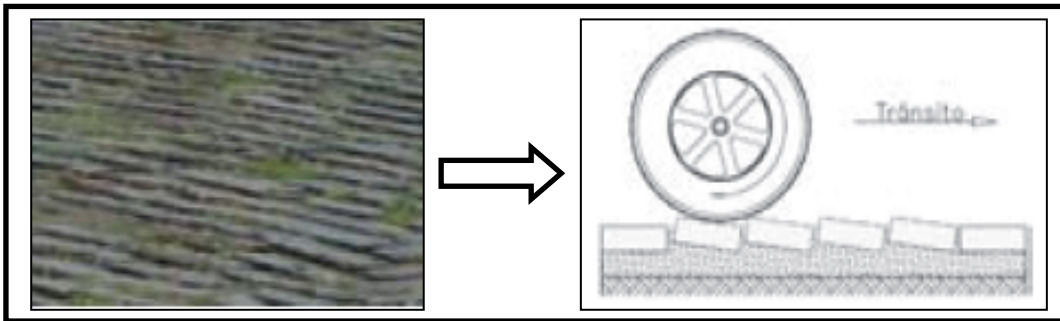
#### **e.1 Escalonamiento entre Adoquines**

Es el cambio brusco de nivel entre hiladas de adoquines.

### e.1.1 Causas

- Error constructivo, debido a la falta de control y/o precarias técnicas de construcción.
- Torsión ocasionada por las cargas del tránsito.
- El patrón de diseño de colocación de los adoquines no es el más apropiado.

**Figura 15.** Escalonamiento entre Adoquines (Higuera, Pacheco, 2010, p. 84).



### e.1.2 Severidad

- Baja: La altura del desnivel promedio es menor a 5 mm.
- Media: La altura del desnivel promedio está entre 5 y 10 mm.
- Alta: La altura del desnivel promedio es mayor a 10 mm.

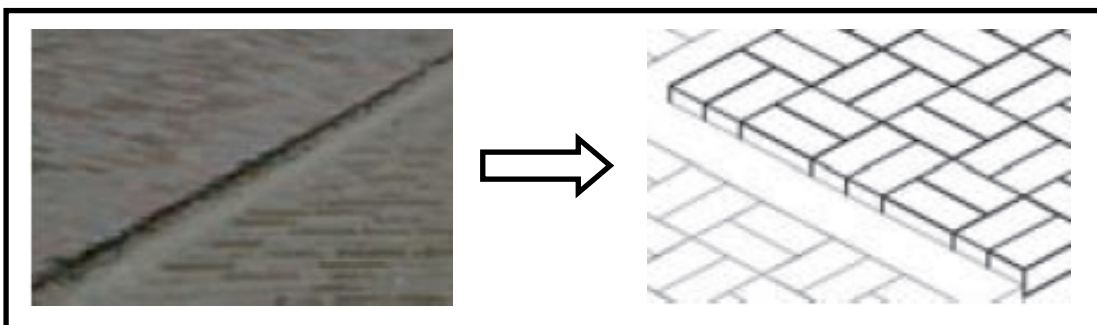
## e.2 Escalonamiento entre Adoquines y Confinamientos

Es el cambio brusco de nivel entre los elementos de confinamientos y los adoquines.

### e.2.1 Causas

- Debido a la variación del nivel superior del elemento de confinamiento con los adoquines al momento de construcción.
- La cota de rasante del adoquinado quedó a un nivel superior, o en su defecto, inferior al elemento de confinamiento cuando se construyó el adoquinado.

**Figura 16.** Escalonamiento entre Adoquines y Confinamiento (Higuera, Pacheco, 2010, p. 84).



### e.2.2 Severidad

- Baja: La altura del desnivel promedio es menor a 5 mm.
- Media: La altura del desnivel promedio está entre 5 y 10 mm.
- Alta: La altura del desnivel promedio es mayor a 10 mm.

### e.3 Juntas Abiertas

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.

#### e.3.1 Causas

- Por efecto de las cargas del tránsito.
- Confinamientos inadecuados o la falta de éstos.
- Falta del sello de juntas
- Error constructivo debido a la falta de control y/o precarias técnicas de construcción.

**Figura 17.** Juntas Abiertas (Higuera, Pacheco, 2010, p. 85).



#### e.3.2

Severidad

- Baja: Separación entre juntas menores a 5 mm.
- Media: Separación entre juntas entre 5 y 10 mm.
- Alta: Separación entre juntas mayores a 10 mm.

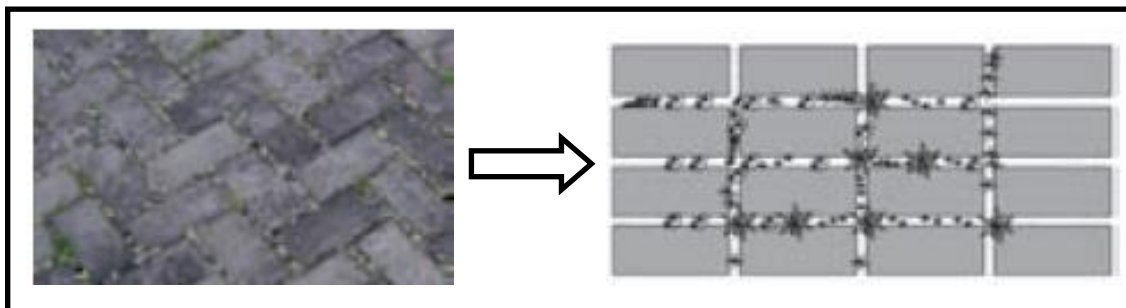
### e.4 Vegetación en la Calzada

Es la invasión o crecimiento de vegetación a través de las juntas en la calzada. La vegetación puede llegar a levantar el adoquinado.

#### e.4.1 Causas

- Abandono de la carretera.
- Falta de limpieza y desmonte de las franjas adyacentes de la calzada.

**Figura 18.** Vegetación en la Calzada (Higuera, Pacheco, 2010, p. 85).



#### e.4.2 Severidad

- Baja: Solo hay aparición de vegetación entre las juntas y es apenas apreciable.
- Media: La vegetación ya está por encima de los adoquines.
- Alta: La vegetación empieza a levantar los adoquines.

### 2.3 Definición de Términos Básicos

Para esta parte del estudio se utilizó el glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. MTC, MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, y Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010; excepto en los casos indicados expresamente.

**2.3.1 Adoquín.** Piedra labrada, concreto u otro material en forma de prisma para uso en pavimentos.

**2.3.2 Adoquinado.** Tipo de pavimento cuya superficie de rodadura está formada por adoquines.

**2.3.3 Deterioro generalizado.** El pavimento presenta una sintomatología muy repetida, la cual, dependiendo del tipo de falla, se puede manifestar en forma continua o discreta, pero siempre en forma repetitiva y con un patrón similar a lo largo del proyecto. Este tipo de deterioro por lo general es más fácil de diagnosticar y cuantificar, pero según la intensidad que éste presente al momento de la evaluación, puede resultar más difícil poder aislar la causa principal que dio origen al deterioro (Thenoux, Carrillo y Halles A. 2003).



**2.3.4 Deterioro localizado.** Este tipo de deterioro se presenta de forma puntual o tipo localizado, de forma aleatoria y no responde a ninguna sintomatología en especial. Por lo general su causa es producto de situaciones singulares, relacionadas a fallas locales de calidad, a la variabilidad natural de materiales utilizados, a la variabilidad esperada de los procesos constructivos (espesores, densidades, etc.) o a la variabilidad del suelo de fundación (Thenoux, Carrillo y Halles A. 2003).

**2.3.5 Falla.** Defecto material de una cosa que merma su resistencia (RAE. 22° Edición).

**2.3.6 Fallas del pavimento.** Indicadores externos del deterioro del pavimento causado por cargas, factores atmosféricos, deficiencias en su construcción, o una combinación de estas. Fallas típicas son las fisuras, el ahuellamiento, y peladura superficial del pavimento.

**2.3.7 Gestión de pavimentos.** Proceso de toma de decisiones económicamente efectivas acerca de diseño, construcción, rehabilitación y mantenimiento de carreteras.

**2.3.8 Mantenimiento periódico.** Conjunto de actividades programables cada cierto periodo, que se realizan en las vías para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a: i) reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello, ii) reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimento, iii) reparación o reconstrucción puntual de túneles, muros, obras de drenaje, elementos de seguridad vial y señalización, iv) reparación o reconstrucción puntual de la plataforma de carretera y v) reparación o reconstrucción puntual de los componentes de los puentes tanto de la superestructura como de la subestructura.

**2.3.9 Mantenimiento rutinario.** Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como, limpieza o reparación de juntas de dilatación, elementos de apoyo, pintura y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes.

**2.3.10 Mantenimiento vial.** Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

**2.3.11 Muestra.** Es un segmento de una población seleccionado según la norma correspondiente o un procedimiento estadístico aceptado, para representar a toda la población.

**2.3.12 Patología.** Falla en el pavimento.

**2.3.13 Período de diseño.** Es el tiempo, normalmente expresado en años, transcurrido entre la construcción (denominada año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento.

**2.3.14 Sección de pavimento.** Es un área dentro del pavimento que presenta una construcción uniforme y continua, mantenimiento, historial de uso y condiciones uniformes. Una sección también debe tener el mismo volumen de tránsito e intensidad de carga.

**2.3.15 Serviciabilidad.** Habilidad de un pavimento para servir a los tipos de solicitaciones (estáticas o dinámicas) para los que han sido diseñados.

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Ubicación de la Zona en Estudio:

#### 3.1.1 Ubicación política

Figura 19. Ubicación departamental



Fuente: INEI

Figura 20. Ubicación Provincial



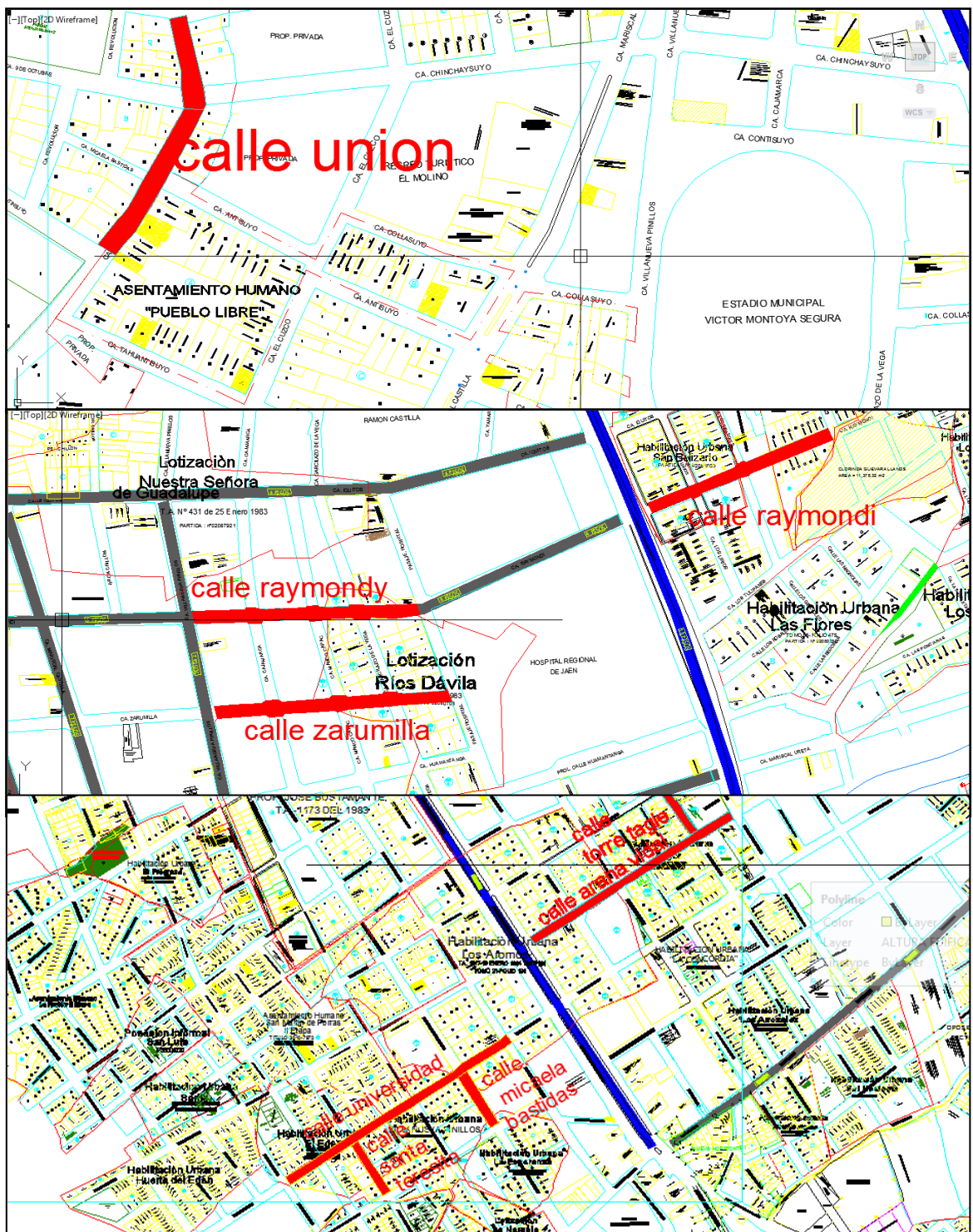
Fuente: INEI

Figura 21. Ubicación del distrito de Jaén (área en estudio)



Fuente: INEI

Figura 22. Ubicación de las calles en estudio a evaluar en el plano de Jaén

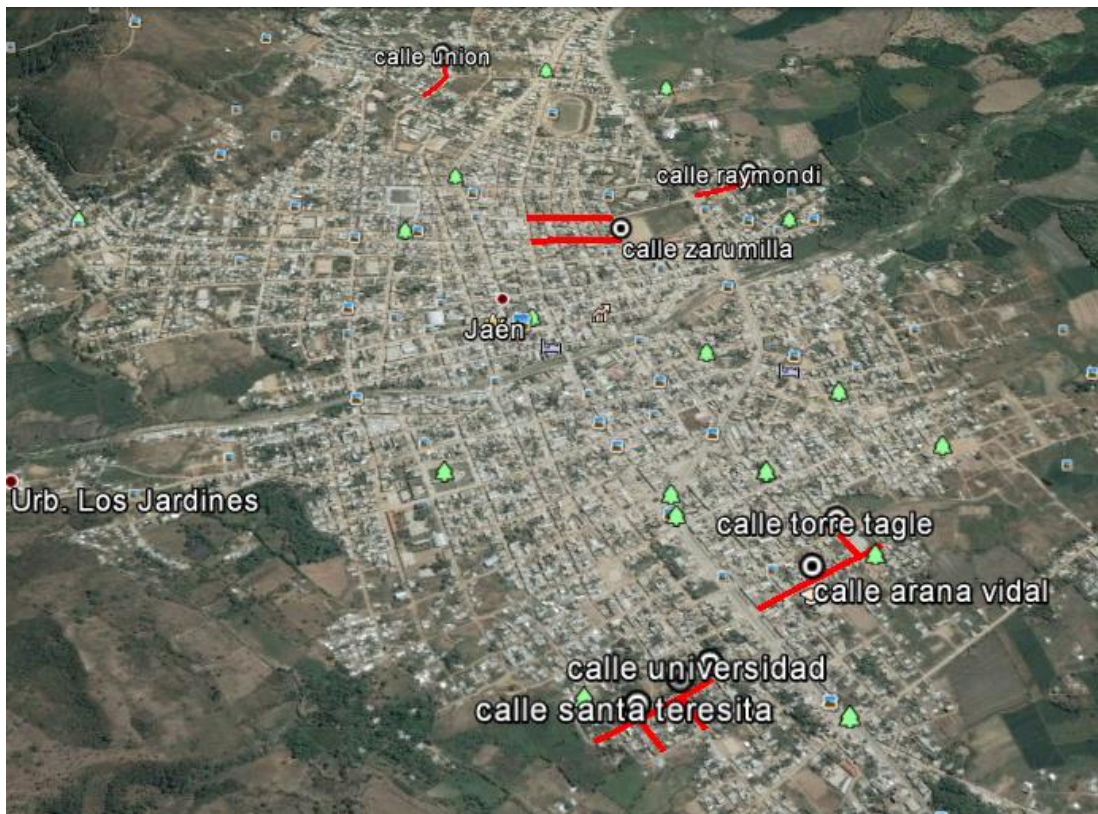


Fuente: plano catastral de jaén

### 3.1.2 Ubicación geográfica

La presente tesis de investigación se realizó en la ciudad de Jaén específicamente en las calles; Antonio Raimondi cuadras 05, 06, 07 y 09, 10, 11,12; calle Zarumilla cuadra 09, 10, 11,12; calle Unión cuadras 01, 02, 03: calle universidad cuadras 02 a 07; calle; santa teresita cuadra 05; calle; Micaela bastidas cuadra 11 y calle; Arana Vidal cuadra 01 al 05 ver **Figura 22** y anexo E.

**Figura 23.-** calles en estudio que se evaluaron en la investigación de tesis.



Fuente: google earth.

Las calles para el presente estudio de investigación se ubican en las siguientes coordenadas UTM según tabla N° 07, donde se especifica las coordenadas de inicio y fin de las calles en estudio

TABLA N°07: Coordenadas UTM de las Calles en Estudio

| NOMBRE DE LA CALLE      | CUADRAS        | INICIO    |            | FIN       |            |
|-------------------------|----------------|-----------|------------|-----------|------------|
|                         |                | ESTE      | NORTE      | ESTE      | NORTE      |
| Calle: Raimondi         | 1,2 y 3        | 743370.39 | 9369105.23 | 743198.10 | 9369033.03 |
| Calle: Raimondi         | 09, 10,11 y 12 | 742977.47 | 9368935.78 | 742764.66 | 9368926.73 |
| Calle: zarumilla        | 9, 10 ,11 y 12 | 743007.63 | 9368851.24 | 742785.88 | 9368834.17 |
| Calle: Unión            | 1, 2 y 3       | 742441.33 | 9369416.49 | 742485.83 | 9369562.44 |
| Calle: Universidad      | 02 al 07       | 743293.49 | 9367534.20 | 742998.93 | 9367338.69 |
| Calle: Santa Teresita   | 05             | 743087.81 | 9367390.48 | 743130.68 | 9367322.08 |
| Calle: Micaela Bastidas | 11             | 743231.28 | 9367484.59 | 743274.15 | 9367415.50 |
| Calle: Arana Vidal      | 01 al 05       | 743589.59 | 9367839.85 | 743324.46 | 9367667.53 |

### 3.1.3 tiempo o época.

La presente investigación se realizó durante los meses de julio a octubre del año 2016.

### 3.1.4 altitud

La altura promedio en la ciudad de Jaén es 753 m.s.n.m

### 3.1.5 Característica de los suelos

De acuerdo a los estudios de suelos realizados para las calles en estudio en esta tesis de investigación se obtuvo los siguientes resultados. (Ver anexo 1 resultados de los análisis de suelos).

### Calle Unión

La calicata realizada en la calle Unión se ubica en las coordenadas UTM E=742487.482, N=9369477.804, que según resultados del estudio de suelos se ha determinado que el tipo de suelo de la calle unión según AASHTO es A-3, SW – SM conformadas de arenas con grava y limo. Ver anexos

|   |  |
|---|--|
| <b>Foto 01:</b> Excavación de la calicata en la calle unión   | <b>Foto 02:</b> Extracción de la muestra para realizar los estudios de suelos  |
|  A photograph showing two people in a residential street. One person is kneeling and digging a hole in the ground, while another person stands nearby. A motorcycle is parked on the street in the background. |  A close-up photograph of a person's hands holding a blue and yellow striped bag filled with soil, positioned over a hole in the ground. |

### Calle Raymondi

La calicata realizada en la calle Raymondi se ubica en las coordenadas UTM E=742853.173, N=9368935.877, obteniendo un tipo de suelo según AASHTO A-7-6, CL, arcillas inorgánicas de mediana plasticidad. Ver anexos

|   |   |
|---|---|
| <b>Foto 03:</b> Extracción de la muestra de suelo   | <b>Foto 04:</b> Excavación de la calicata en la calle Raymondi  |
|  A photograph showing two people in a residential street. One person is kneeling and digging a hole in the ground, while another person stands nearby. A motorcycle is parked on the street in the background. |  A photograph showing two people in a residential street. One person is kneeling and digging a hole in the ground, while another person stands nearby. A sign is placed in the hole with the following text: CALLE: ANTONIO RAIMONDI, CALICATA: 02, PROFUNDIDAD: 1.50MT, Proyecto: Tesis. |

### Calle Zarumilla

La calicata realizada en la calle Zarumilla se ubica en las coordenadas UTM E=742881.495, N=9368835.289, obtenidos en el estudio de suelo se clasifican según AASHTO como a-7-6, MH, limos inorgánicos, suelos finos de mica. Ver anexos

|   |  |
|---|--|
| <b>Foto 05:</b> Excavación de la calicata en la calle Zarumilla.                  | <b>Foto 06:</b> Extracción de la muestra para realizar los estudios de suelo       |
|  |  |

### Calle Alfonso Arana Vidal

La calicata realizada en la calle Arana Vidal se ubica en las coordenadas UTM E=743468.384, N=9367767.825, de los resultados obtenidos del estudio de suelos según AASHTO se tiene un suelo de tipo CH, arcillas inorgánicas de plasticidad elevada. Ver anexos

|   |  |
|---|--|
| <b>Foto 07:</b> Excavación de la calicata en la calle Arana Vidal                   | <b>Foto 08:</b> Extracción de la muestra para el estudio de suelos                   |
|  |  |



### **Calle: universidad, Santa Teresita y Micaela Bastidas**

La calicata se realizó en las coordenadas UTM E=743166.587, N=9367456.069, el tipo de suelo según AASHTO es A-6, SC, arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla. Según el estudio de suelos del ver anexos.



#### **3.1.6 condiciones climáticas**

La zona en estudio presenta un clima cálido entre los 28°C y los 33°C. De otro lado, la Precipitación pluvial es semi continua donde las mayores precipitaciones se producen entre los meses de enero a febrero y los meses de setiembre a diciembre.

#### **Características del tránsito**

El tipo de vehículos usual que transita en estas determinadas vías son los siguientes: motos lineales, moto taxis, autos, camionetas, combis, y camiones.

El tráfico que circula en la red de pavimento es variable según el horario y los días de la semana.

A continuación, detallamos el conteo vehicular para cada calle a evaluar

#### **Cálculo del Índice Medio Diario Semanal (IMDs.)**

Para el cálculo del índice medio diario semanal IMDs, se realizó el conteo vehicular diario en dos horarios desde las 7pm hasta la 1pm y de 2pm hasta las 7pm.

A continuación, presentamos el cálculo del índice medio diario semanal por tipo de vehículo, y el índice medio diario semanal (IMDs) con lo que se obtiene los vehículos

que circulan semanal por las calles en estudio

### Calle Raymondi

- Cálculo del índice medio diario semanal por tipo de vehículo

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos por día}}{\text{n° días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{576}{7} \quad IMDs = 82 \text{ veh/día}$$

**Tabla 08: conteo vehicular calle Raymondi**

| CONTEO DE TRAFICO VEHICULAR DIARIO CALLE RAYMONDY |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
|---|----|----|----|----|----|----|----|-------|------|
| AMBOS SENTIDOS HORA (7AM-1PM, 2PM-7PM)            |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
| TIPO DE VEHÍCULO                                  | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | TOTAL | IMDs |
| AUTOMÓVIL   | 86 | 78 | 84 | 76 | 79 | 87 | 86 | 576   | 82   |
| CAMIONETA   | 50 | 46 | 49 | 52 | 51 | 38 | 36 | 322   | 46   |
| VEHÍCULOS LIVIANOS                                | 20 | 18 | 22 | 17 | 21 | 19 | 20 | 137   | 20   |
| CAMIÓN C3   | 5  | 4  | 3  | 4  | 3  | 2  | 5  | 26    | 4    |
| CAMIÓN T3S3                                       | 2  | -  | 3  | -  | 5  | -  | -  | 10    | 1    |
| BUS B4-1  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 0     | 0    |

**Tabla 9: cálculo del IMDs de la calle Raimondi**

| CALCULO DEL IMDs CALLE RAYMONDY |             |            |
|---------------------------------|-------------|------------|
| TIPO DE VEHÍCULO                | TOTAL       | IMDs       |
| AUTOMOVIL                       | 576         | 82         |
| CAMIONETA                       | 322         | 46         |
| VEHÍCULOS LIVIANOS              | 137         | 20         |
| CAMIÓN C3                       | 26          | 4          |
| CAMIÓN T3S3                     | 10          | 1          |
| BUS B41                         | 0           | 0          |
| <b>TOTAL</b>                    | <b>1071</b> | <b>153</b> |

- Cálculo del índice medio diario semanal IMDs

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos semanal}}{\text{n° días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{1071}{7} \quad IMDs = 153 \text{ veh/día}$$

IMDs calle Raimondi=153(veh/dia)

### Calle Zarumilla

- Cálculo del índice medio diario semanal por tipo de vehículo

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos por día}}{\text{n}^\circ \text{ días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{612}{7} \quad IMDs = 87 \text{ veh/día}$$

**Tabla 10: conteo vehicular calle Zarumilla**

| CONTEO DE TRAFICO VEHICULAR DIARIO CALLE ZARUMILLA |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
|--|----|----|----|----|----|----|----|-------|------|
| AMBOS SENTIDOS HORA (7AM-1PM, 2PM-7PM)             |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
| TIPO DE VEHÍCULO                                   | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | TOTAL | IMDs |
| AUTOMÓVIL  | 87 | 90 | 86 | 89 | 86 | 85 | 89 | 612   | 87   |
| CAMIONETA  | 55 | 53 | 56 | 49 | 47 | 45 | 47 | 352   | 50   |
| VEHÍCULOS LIVIANOS                                 | 18 | 22 | 19 | 21 | 20 | 18 | 21 | 139   | 20   |
| CAMIÓN C3  | 3  | 4  | 6  | 3  | 2  | 5  | 3  | 26    | 4    |
| CAMIÓN T3S3  | -  | -  | 2  | -  | -  | 2  | -  | 4     | 1    |
| BUS B4-1   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 0     | 0    |

**Tabla 11: cálculo del IMDs calle Zarumilla**

| CALCULO DEL IMDs CALLE ZARUMILLA |             |            |
|----------------------------------|-------------|------------|
| TIPO DE VEHÍCULO                 | TOTAL       | IMDs       |
| AUTOMÓVIL                        | 612         | 87         |
| CAMIONETA                        | 352         | 50         |
| VEHÍCULOS LIVIANOS               | 139         | 20         |
| CAMIÓN C3                        | 26          | 4          |
| CAMIÓN T3S3                      | 4           | 1          |
| <b>TOTAL</b>                     | <b>1133</b> | <b>162</b> |

- Cálculo del índice medio diario semanal IMDs

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos semanal}}{\text{n}^\circ \text{ días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{1133}{7} \quad IMDs = 162 \text{ veh/día}$$

IMDs calle Zarumilla = 162(veh/día)

## Calle Unión

- Cálculo del índice medio diario semanal por tipo de vehículo

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos por día}}{\text{nº días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{553}{7} \quad IMDs = 79 \text{ veh/día}$$

**Tabla 12: conteo vehicular calle Unión**

| CONTEO DE TRAFICO VEHICULAR DIARIO CALLE UNION |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
|--|----|----|----|----|----|----|----|-------|------|
| AMBOS SENTIDOS HORA (7AM-1PM, 2PM-7PM)         |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
| TIPO DE VEHÍCULO                               | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | TOTAL | IMDs |
| AUTOMÓVIL                                      | 79 | 75 | 80 | 77 | 79 | 81 | 82 | 553   | 79   |
| CAMIONETA                                      | 60 | 58 | 55 | 59 | 57 | 56 | 58 | 403   | 58   |
| VEHÍCULOS LIVIANOS                             | 12 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 26 | 133   | 19   |
| CAMIÓN C3                                      | 5  | 3  | 4  | 5  | 6  | 5  | 3  | 31    | 4    |
| CAMIÓN T3S3                                    | 2  | 4  | 0  | 0  | 0  | 2  | 1  | 9     | 1    |
| BUS B4-1                                       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0    |

**Tabla 13: cálculo del IMDs calle Unión**

| CALCULO DEL IMDs CALLE UNION |             |            |
|------------------------------|-------------|------------|
| TIPO DE VEHÍCULO             | TOTAL       | IMDs       |
| AUTOMÓVIL                    | 553         | 79         |
| CAMIONETA                    | 403         | 58         |
| VEHÍCULOS LIVIANOS           | 133         | 19         |
| CAMIÓN C3                    | 31          | 4          |
| CAMIÓN T3S3                  | 9           | 1          |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>1129</b> | <b>161</b> |

- Cálculo del índice medio diario semanal IMDs

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos semanal}}{\text{nº días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{1129}{7} \quad IMDs = 161 \text{ veh/día}$$

IMDs calle Unión = 161(veh/día)

### Calle Arana Vidal

- Cálculo del índice medio diario semanal por tipo de vehículo

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos por día}}{n^\circ \text{ días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{611}{7} \quad IMDs = 87 \text{ veh/día}$$

**Tabla 14: conteo vehicular calle Arana Vidal**

| CONTEO DE TRAFICO VEHICULAR DIARIO CALLE ARANA VIDAL |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
|--|----|----|----|----|----|----|----|-------|------|
| AMBOS SENTIDOS HORA (7AM-1PM, 2PM-7PM)               |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
| TIPO DE VEHÍCULO                                     | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | TOTAL | IMDs |
| AUTOMÓVIL  | 89 | 85 | 87 | 90 | 86 | 85 | 89 | 611   | 87   |
| CAMIONETA  | 57 | 54 | 58 | 54 | 52 | 56 | 59 | 390   | 56   |
| VEHÍCULOS LIVIANOS                                   | 18 | 16 | 19 | 17 | 15 | 19 | 20 | 124   | 18   |
| CAMIÓN C3  | 5  | 6  | 3  | 5  | 4  | 3  | 3  | 29    | 4    |
| CAMIÓN T3S3  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 2     | 1    |
| BUS B4-1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0    |

**Tabla 15: cálculo del IMDs calle Arana Vidal**

| CALCULO DEL IMDs CALLE ARANA VIDAL |             |            |
|------------------------------------|-------------|------------|
| TIPO DE VEHÍCULO                   | TOTAL       | IMDs       |
| AUTOMÓVIL                          | 611         | 87         |
| CAMIONETA                          | 390         | 56         |
| VEHÍCULOS LIVIANOS                 | 124         | 18         |
| CAMIÓN C3                          | 29          | 4          |
| CAMIÓN T3S3                        | 2           | 1          |
| BUS B41                            | 0           | 1          |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>1156</b> | <b>167</b> |

- Cálculo del índice medio diario semanal IMDs

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos semanal}}{n^\circ \text{ días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{1156}{7} \quad IMDs = 167 \text{ veh/día}$$

IMDs calle Arana Vidal = 184(veh/día)

### Calle Universidad

- Cálculo del índice medio diario semanal por tipo de vehículo

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos por día}}{\text{nº días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{535}{7} \quad IMDs = 76 \text{ veh/día}$$

**Tabla 16: conteo vehicular calle Universidad**

| CONTEO DE TRAFICO VEHICULAR DIARIO CALLE UNIVERSIDAD |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
|--|----|----|----|----|----|----|----|-------|------|
| AMBOS SENTIDOS HORA (7AM-1PM, 2PM-7PM)               |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
| TIPO DE VEHÍCULO                                     | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | TOTAL | IMDs |
| AUTOMÓVIL  | 76 | 75 | 79 | 76 | 77 | 80 | 72 | 535   | 76   |
| CAMIONETA  | 45 | 48 | 50 | 52 | 47 | 49 | 51 | 342   | 49   |
| VEHÍCULOS LIVIANOS                                   | 18 | 17 | 20 | 17 | 25 | 16 | 18 | 131   | 19   |
| CAMIÓN C3  | 10 | 8  | 9  | 7  | 11 | 10 | 8  | 63    | 9    |
| CAMIÓN T3S3  | 2  | 0  | 1  | 0  | 3  | 0  | 1  | 7     | 1    |

**Tabla 17: Cálculo del IMDs calle Universidad**

| CALCULO DEL IMDs CALLE UNIVERSIDAD |             |            |
|------------------------------------|-------------|------------|
| TIPO DE VEHÍCULO                   | TOTAL       | IMDs       |
| AUTOMÓVIL                          | 535         | 76         |
| CAMIONETA                          | 342         | 49         |
| VEHÍCULOS LIVIANOS                 | 131         | 19         |
| CAMIÓN C3                          | 63          | 9          |
| CAMIÓN T3S3                        | 7           | 1          |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>1078</b> | <b>154</b> |

- Cálculo del índice medio diario semanal IMDs

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos semanal}}{\text{nº días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{1078}{7} \quad IMDs = 154 \text{ veh/día}$$

IMDs calle Universidad = 154(veh/día)

### Calle Micaela Bastidas

- Cálculo del índice medio diario semanal por tipo de vehículo

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos por día}}{n^\circ \text{ días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{364}{7} \quad IMDs= 52 \text{ veh/día}$$

**Tabla 18: conteo vehicular calle Micaela bastidas**

| CONTEO DE TRAFICO VEHICULAR DIARIO CALLE MICAELA BASTIDAS |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
|---|----|----|----|----|----|----|----|-------|------|
| AMBOS SENTIDOS HORA (7AM-1PM, 2PM-7PM)                    |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
| TIPO DE VEHÍCULO  | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | TOTAL | IMDs |
| AUTOMÓVIL   | 50 | 49 | 57 | 55 | 53 | 49 | 51 | 364   | 52   |
| CAMIONETA   | 25 | 31 | 34 | 28 | 35 | 32 | 37 | 222   | 32   |
| VEHÍCULOS LIVIANOS  | 15 | 13 | 12 | 13 | 8  | 16 | 12 | 89    | 13   |
| CAMIÓN C3   | 5  | 6  | 9  | 8  | 7  | 9  | 5  | 49    | 7    |
| CAMIÓN T3S3   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0    |
| BUS B4-1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0    |

**Tabla 19: cálculo del IMDs calle Micaela Bastidas**

| CALCULO DEL IMDs CALLE MICAELA BASTIDAS |            |            |
|---|------------|------------|
| TIPO DE VEHÍCULO                        | TOTAL      | IMDs       |
| AUTOMÓVIL                               | 364        | 52         |
| CAMIONETA                               | 222        | 32         |
| VEHÍCULOS LIVIANOS                      | 89         | 13         |
| CAMIÓN C3                               | 49         | 7          |
| CAMIÓN T3S3                             | 0          | 0          |
| BUS B41                                 | 0          | 0          |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>724</b> | <b>104</b> |

- Cálculo del índice medio diario semanal IMDs

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos semanal}}{n^\circ \text{ días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{1078}{7} \quad IMDs= 104 \text{ veh/día}$$

IMDs calle Micaela bastidas = 104(veh/día)

### Calle Santa Teresita

- Cálculo del índice medio diario semanal por tipo de vehículo

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos por día}}{\text{nº días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{160}{7} \quad IMDs = 23 \text{ veh/día}$$

**Tabla 20: conteo vehicular calle Santa Teresita**

| CONTEO DE TRAFICO VEHICULAR DIARIO CALLE SANTA TERESITA |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
|---|----|----|----|----|----|----|----|-------|------|
| AMBOS SENTIDOS HORA (7AM-1PM, 2PM-7PM)                  |    |    |    |    |    |    |    |       |      |
| TIPO DE VEHÍCULO  | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | TOTAL | IMDs |
| AUTOMÓVIL   | 25 | 23 | 22 | 19 | 25 | 22 | 24 | 160   | 23   |
| CAMIONETA   | 23 | 26 | 22 | 21 | 23 | 17 | 18 | 150   | 21   |
| VEHÍCULOS LIVIANOS                                      | 10 | 13 | 11 | 9  | 12 | 10 | 8  | 73    | 10   |
| CAMIÓN C3   | 1  | 3  | 2  | 4  | 1  | 3  | 1  | 15    | 2    |
| CAMIÓN T3S3   | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2     | 1    |

**Tabla 21: cálculo del IMDs calle santa teresita**

| CALCULO DEL IMDs CALLE SANTA TERESITA |            |           |
|---------------------------------------|------------|-----------|
| TIPO DE VEHÍCULO                      | TOTAL      | IMDs      |
| AUTOMÓVIL                             | 160        | 23        |
| CAMIONETA                             | 150        | 21        |
| VEHÍCULOS LIVIANOS                    | 73         | 10        |
| CAMIÓN C3                             | 15         | 2         |
| CAMIÓN T3S3                           | 2          | 1         |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>398</b> | <b>56</b> |

- Cálculo del índice medio diario semanal IMDs

$$IMD_s = \frac{\text{total de vehículos semanal}}{\text{nº días de la semana}} \quad IMD_s = \frac{398}{7} \quad IMDs = 56 \text{ veh/día}$$

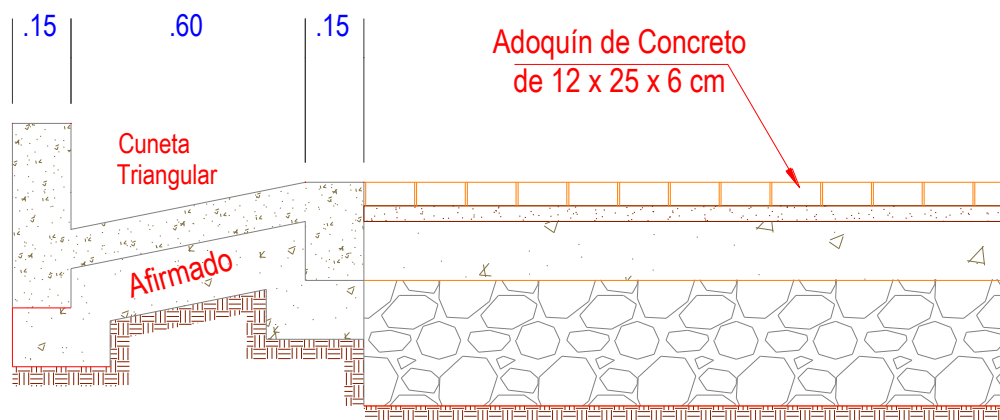
IMDs calle santa teresita = 56(veh/día)



### 3.1.7 características de la vía

La estructura del pavimento articulado en todas las calles está constituida en general por el suelo de la sub-rasante compactada al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado. Sobre ella se apoya La sub base granular compactada, luego la sub base granular mejorada compactado al 100% de la densidad seca del proctor modificado, luego la cama de arena, y por último los adoquines de concreto de 12 x25x6cm de espesor sellando con arena.

**Figura 24:** sección típica de los pavimentos en evaluación según calicatas

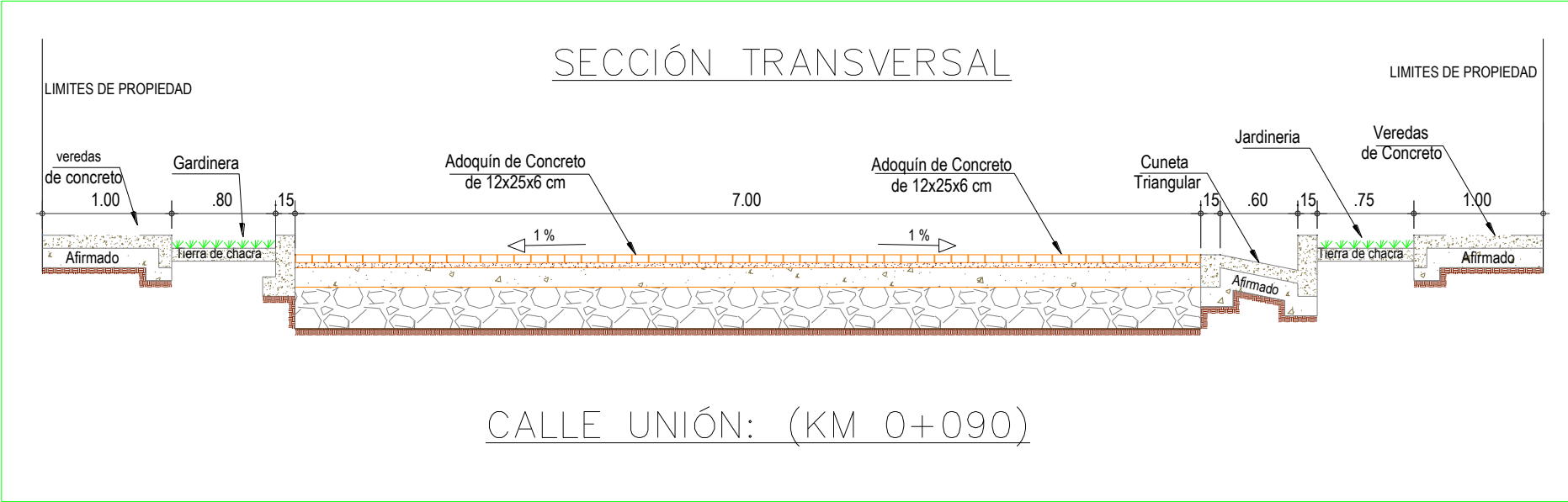


Fuente: Elaboración Propia

## SECCIONES TRANSVERSALES DE LAS CALLES EN ESTUDIO

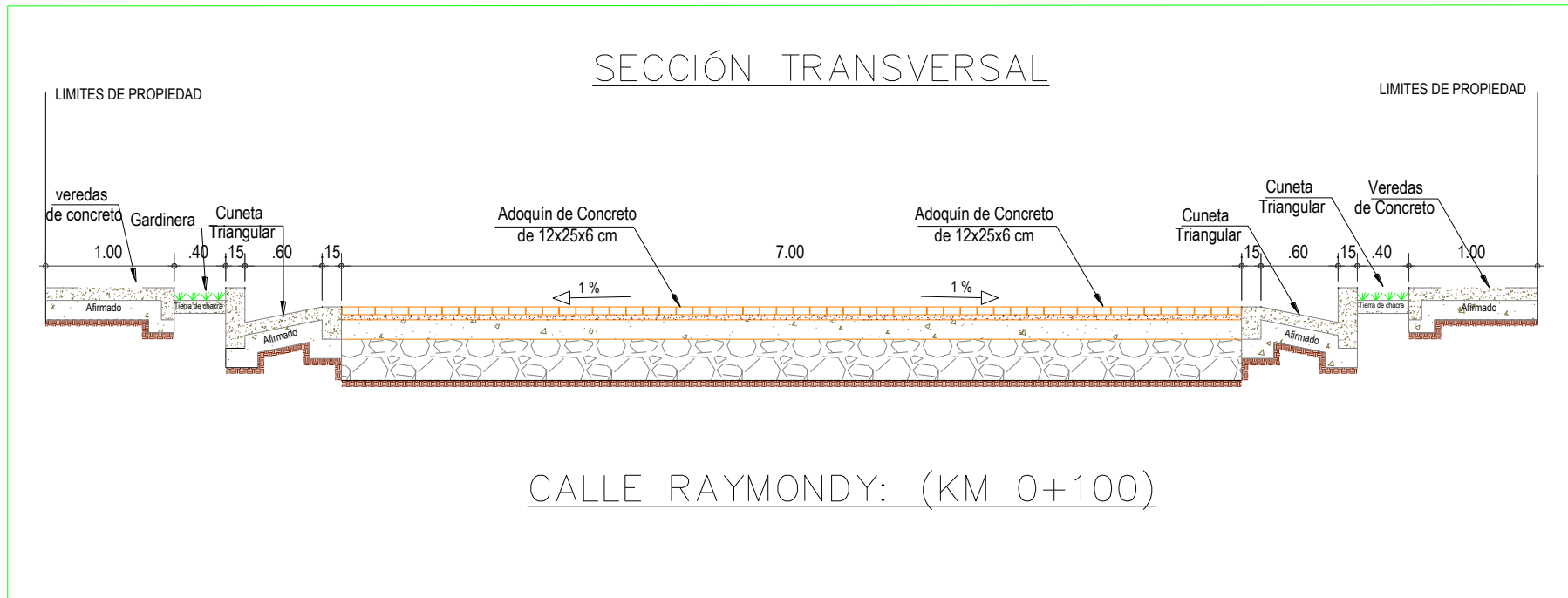
A continuación, presentamos las secciones transversales de cada calle

**Figura 25: SECCIÓN TÍPICA: CALLE: UNIÓN**



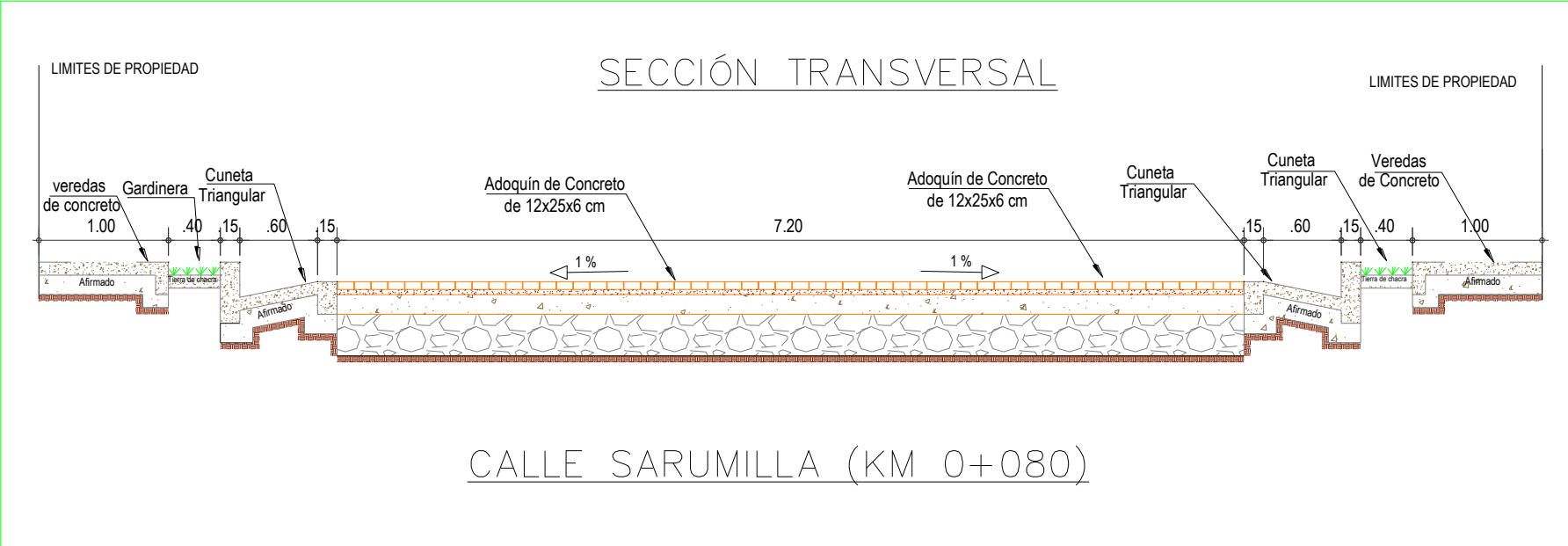
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 26: SECCIÓN TÍPICA: CALLE: RAYMONDI**



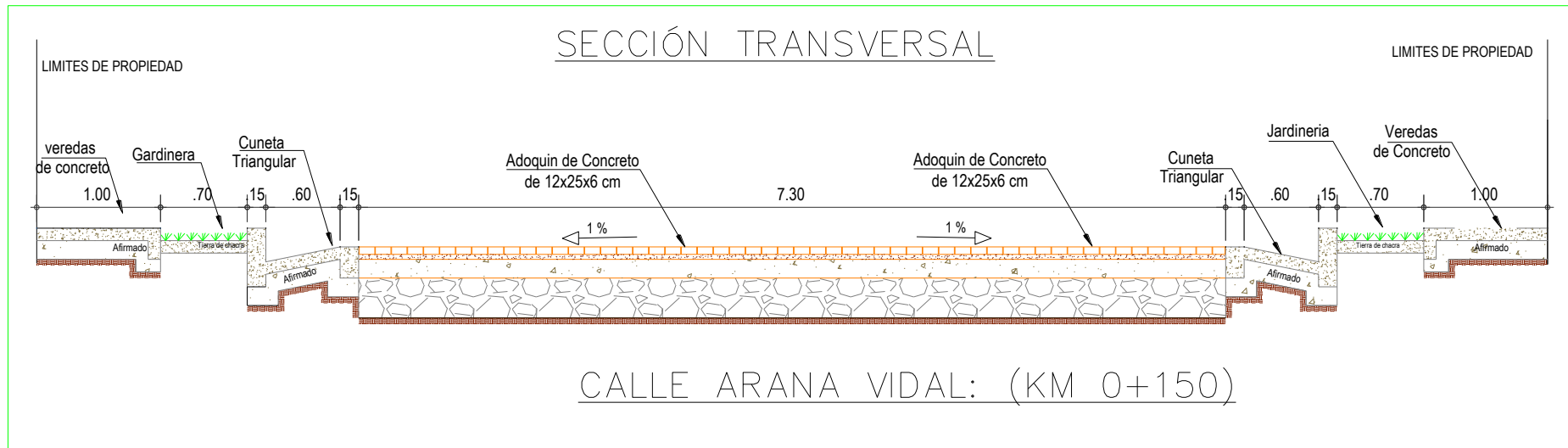
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 27: SECCIÓN TÍPICA: CALLE: ZARUMILLA**



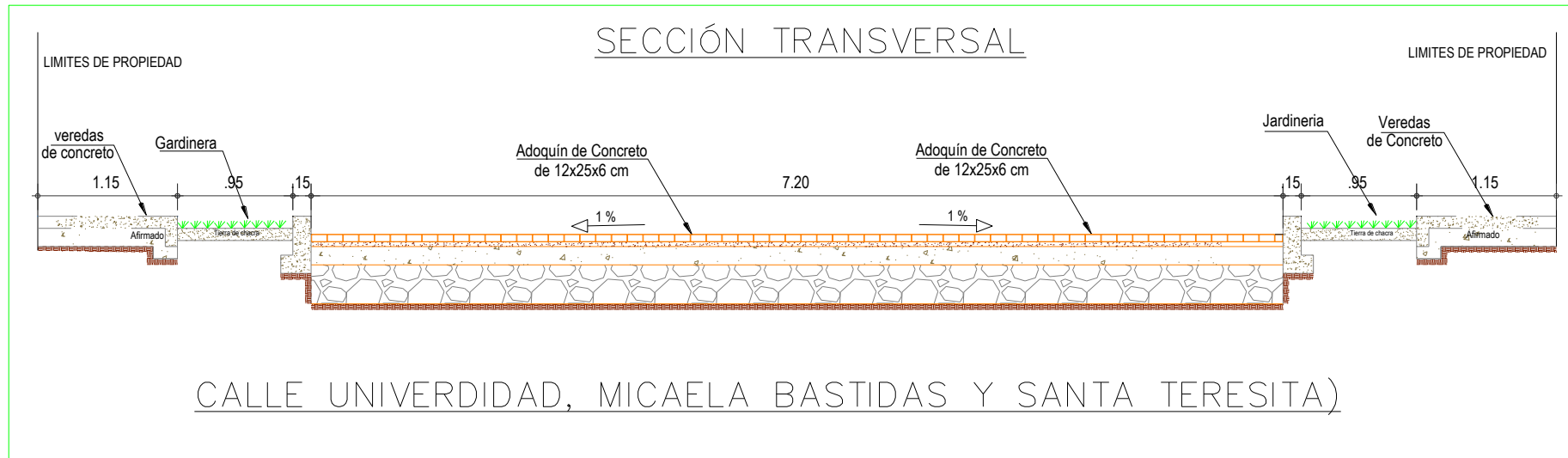
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 28: SECCIÓN TIPICA: CALLE: ARANA VIDAL**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 29. SECCIÓN TÍPICA: CALLE: UNIVERSIDAD, MICAELA BASTIDAS Y SANTA TERESITA.**



Fuente: Elaboración Propia

El ancho promedio de la calzada de las calles en estudio es de 7.20 m. Además, se tiene la separación entre confinamientos transversales es 10.00 metros.

**Foto 11:** vista típica de las calles en estudio



## **Método**

### **Diseño Metodológico**

- **Tipo de investigación.** La investigación es de tipo descriptivo, ya que no se manipulan las variables, se reconoció las características de las calles Antonio Raimondi; zarumilla; calle unión; calle universidad; santa teresita; Micaela bastidas; Arana Vidal del distrito de Jaén.

### **3.2. Procedimiento**

#### **3.2.1 Trabajo Previos**

1. Recopilación de información preliminar. Se hizo la búsqueda de estudios y/o investigaciones similares al tema de investigación para usar como guía. Se solicitó el plano catastral de la ciudad de Jaén para la ubicación de las calles en estudio.
2. Reconocimiento del área en estudio. Se hizo visitas in situ para el reconocimiento de las calles en estudio realizando las primeras mediciones.

3. Definición del tamaño de las muestras. Después del reconocimiento de las calles se definió el tamaño de muestras por cada calle en estudio
4. Mapeo de las fallas en cada unidad de muestra

### 3.2.2 Materiales

#### ❖ Equipo

- cámara fotográfica
- GPS
- Laptop

#### ❖ Herramientas

- Wincha de 30 m
- Wincha de mano de 5m
- Regla de 3. 00m para verificar las deformaciones en los pavimentos articulados

#### ❖ Materiales

- Plano de general de Jaén, lugar donde se realiza esta presente tesis de investigación.
- Formato de inspección o encuesta para el registro de datos

#### ❖ Software

- Microsoft office Excel,
- Microsoft office Word,
- AutoCAD 2 015
- Power Point



### 3.2.3 trabajo de campo (Inspección Visual)

#### a. División de las unidades de muestra

Para la división de las unidades de muestra se ha tomado en base al ancho de calzada de cada calle, además se hizo valer el área que debe estar entre  $225 \pm 90$  metros cuadrados. De esta manera se obtiene lo siguiente para cada calle.

#### ❖ CALLE RAYMONDI (cuadras 05 al 07).

| Datos               |           |
|---------------------|-----------|
| Longitud de la Vía  | 186.05 m. |
| Ancho de Calzada    | 7.20 m.   |
| Longitud de Muestra | 30.00 m.  |
| Unidades de Muestra | 6 Unid.   |

Se ha adoptado una longitud de muestra de 30.00m, debido a que el ancho de calzada es de 7.20 m. Esto nos da un área de 216 m<sup>2</sup>, la cual está entre  $225 \pm 90$  metros cuadrados que son los valores normados.

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra, dando como resultado 6 unidades, de la siguiente manera:

$$N = \frac{186.05}{30} = 6.20 \cong 6$$

SECCION DEL PAVIMENTO 7.20 m x 186.05

|    |    |    |    |    |       |
|----|----|----|----|----|-------|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6     |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 36.05 |

Km 0+000 – Km 0+186.05

❖ **CALLE RAYMONDY (cuadras 09 al 12).**

| <b>Datos</b>        |           |
|---------------------|-----------|
| Longitud de la Vía  | 223.40 m. |
| Ancho de Calzada    | 7.20 m.   |
| Longitud de Muestra | 30.00 m.  |
| Unidades de Muestra | 7 Und.    |

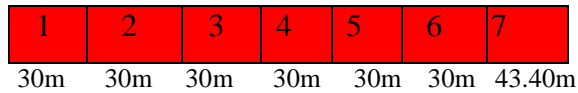
Se ha adoptado una longitud de muestra de 30.00m, debido a que el ancho de calzada es de 7.20 m. Esto nos da un área de 216 m<sup>2</sup>, la cual está entre 225±90 metros cuadrados que son los valores normados.

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra, dando como resultado 7 unidades.

De la siguiente manera:

$$N = \frac{223.40}{30} = 7.45 \cong 7$$

SECCION DEL PAVIMENTO 7.20 m x 223.40



Km 0+000 – Km 0+223.40

❖ **CALLE ZARUMILLA**

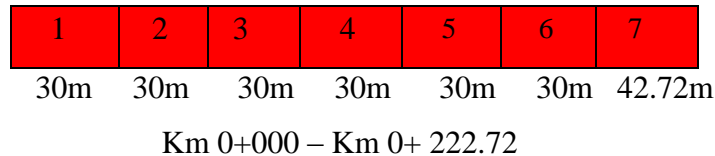
| <b>Datos</b>        |           |
|---------------------|-----------|
| Longitud de la Vía  | 222.72 m. |
| Ancho de Calzada    | 7.20 m.   |
| Longitud de Muestra | 30.00 m.  |
| Unidades de Muestra | 7 Und.    |

Se ha adoptado una longitud de muestra de 30.00m, debido a que el ancho de calzada es de 7.20 m. Esto nos da un área de 216 m<sup>2</sup>, la cual está entre 225±90 metros cuadrados que son los valores normados.

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra, dando como resultado 7 unidades. De la siguiente manera:

$$N = \frac{222.72}{30} = 7.42 \cong 7$$

SECCION DEL PAVIMENTO 7.20 m x 222.72



❖ CALLE UNIÓN

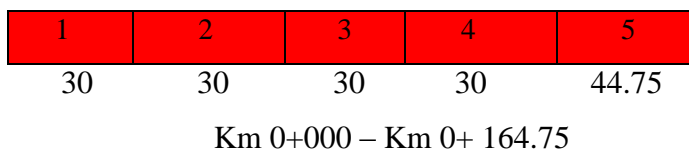
| Datos               |           |
|---------------------|-----------|
| Longitud de la Vía  | 164.75 m. |
| Ancho de Calzada    | 7.20 m.   |
| Longitud de Muestra | 30.00 m.  |
| Unidades de Muestra | 5 Und.    |

Se ha adoptado una longitud de muestra de 30.00m, debido a que el ancho de calzada es de 7.20 m. Esto nos da un área de 210 m<sup>2</sup>, la cual está entre 225±90 metros cuadrados que son los valores normados.

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra, dando como resultado 5 unidades. De la siguiente manera:

$$N = \frac{164.75}{30} = 5.49 \cong 5$$

SECCION DEL PAVIMENTO 7.20 m x 164.75



❖ **CALLE UNIVERSIDAD**

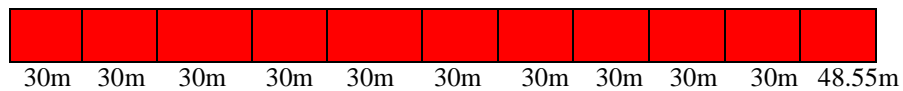
| <b>Datos</b>        |           |
|---------------------|-----------|
| Longitud de la Vía  | 338.55 m. |
| Ancho de Calzada    | 7.20 m.   |
| Longitud de Muestra | 30.00 m.  |
| Unidades de Muestra | 11 Und.   |

Se ha adoptado una longitud de muestra de 30.00m, debido a que el ancho de calzada es de 7.20 m. Esto nos da un área de 210 m<sup>2</sup>, la cual encaja en los valores normados.

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra, dando como resultado 11 unidades. De la siguiente manera:

$$N = \frac{348.55}{30} = 11.29 \cong 11$$

SECCION DEL PAVIMENTO 7.20 m x 338.55



Km 0+000 – Km 0+348.55

❖ **CALLE SANTA TERESITA**

| <b>Datos</b>        |          |
|---------------------|----------|
| Longitud de la Vía  | 79.80 m. |
| Ancho de Calzada    | 7.20 m.  |
| Longitud de Muestra | 30.00 m. |
| Unidades de Muestra | 3 Und.   |

Se ha adoptado una longitud de muestra de 30.00m, debido a que el ancho de calzada es de 7.20 m. Esto nos da un área de 213 m<sup>2</sup>, la cual encaja en los valores normados.

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra, dando como resultado 3 unidades. De la siguiente manera:

$$N = \frac{79.80}{30} = 2.66 \cong 3$$

SECCION DEL PAVIMENTO 7.20 m x 79.80



Km 0+000 – Km 0+079.80

❖ **CALLE MICAELA BASTIDAS**

| Datos               |          |
|---------------------|----------|
| Longitud de la Vía  | 81.15 m. |
| Ancho de Calzada    | 7.30 m.  |
| Longitud de Muestra | 30.00 m. |
| Unidades de Muestra | 3 Und.   |

Se ha adoptado una longitud de muestra de 30.00m, debido a que el ancho de calzada es de 7.30 m. Esto nos da un área de 219 m<sup>2</sup>, la cual encaja en los valores normados.

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra, dando como resultado 3 unidades. De la siguiente manera:

$$N = \frac{81.15}{30} = 2.71 \cong 3$$

SECCION DEL PAVIMENTO 7.20 m x 81.15m.



Km 0+000 – Km 0+81.15 m.

❖ **CALLE ARANA VIDAL**

|                     |          |
|---------------------|----------|
| Datos               |          |
| Longitud de la Vía  | 316.47 m |
| Ancho de Calzada    | 7.30 m.  |
| Longitud de Muestra | 30.00 m. |
| Unidades de Muestra | 11 Und.  |

Se ha adoptado una longitud de muestra de 30.00m, debido a que el ancho de calzada es de 7.30 m. Esto nos da un área de 219 m<sup>2</sup>, la cual encaja en los valores normados.

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra, dando como resultado 12 unidades. De la siguiente manera:

$$N = \frac{316.47}{30} = 10.55 \cong 11$$

SECCION DEL PAVIMENTO 7.20 m x 316.47

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |        |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11     |
| 30m | 30m | 30m | 30m | 30m | 30m | 30m | 30m | 30m | 30m | 26.47m |

Km 0+000 – Km 0+316.47

**b. Evaluación de condición del pavimento (o inspección visual superficial)**

Se siguió estrictamente la definición de los daños del manual de daños o deterioros de pavimentos articulados (intertrabados) para obtener las fallas

La evaluación del pavimento se efectuó en las unidades de muestreo.

**3.2.4 Inventariado de Deterioros.**


Se realizó la visita ocular para conocer el tipo de falla existente en el pavimento y la causa que lo ocasiona. Se utilizó la Tabla N°06 como referencia: puede encontrarse una parte o el total de deterioros durante la inspección.

A continuación, se presentan las fotografías de la evaluación superficial visual de campo, donde se encontró 12 (doce) tipos de deterioros para las diferentes calles con sus respectivas unidades de muestra:

## CALLE RAYMONDI (CUADRAS 5-6-7)

**Unidad de Muestra 01 (longitud 30 m: ancho 7.20 m: área: 216 m<sup>2</sup>)**

Tabla 22 Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                              |  |
|---|---|------------------------------|--|
| UBICACIÓN:  |   | UNIDAD DE MUESTREO           |  |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   | 01 UNIDAD (KM 0+000 - 0+030) |  |
| CALLE:  |   | ÁREA DE MUESTREO             |  |
| RAYMONDI CUADRAS 05- 06 - 07                                      |   | 216 M2                       |  |
| INSPECCIONADO POR:  |   | FECHA                        |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017               |  |
| Deterioro   |   | CROQUIS                      |  |
| Clase   | Tipo                                      |                              |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                              |  |
|   | Ahuellamiento                             |                              |  |
|   | Depresiones                               | X                            |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                              |  |
|   | Erosión Total                             |                              |  |
|   | Pérdida de Arena en las Juntas            |                              |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                              |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                              |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                            |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                              |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                              |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                              |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                              |  |
|   | Juntas abiertas                           |                              |  |
|   | vegetación en la calzada                  |                              |  |
|   | Severidad                                 | Baja                         | B  |
|   |   | Media                        | M  |
|   |   | Alta                         | A  |
| N° Muestra  | Daño                                      | severidad                    | área   |
| MUESTRA 01  | DEPRESIONES                               |                              | 0.89   |
|   | FRACTURAMIENTO                            |                              | 9.74   |
|   |   |                              | FRACTURAMIENTO   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 23. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                             | Símbolo | %Aa por nivel de severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|----------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                       | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                              | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                             | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                               | DA      | 0.00                       | 0.41  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.- Pérdida de arena                          | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- erosión total                             | ET      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 5.- Desplazamiento de borde                   | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- Fracturamiento                            | FA      | 0.00                       | 4.51  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 7.- Fracturamiento de confinamientos externos | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 8.- Fracturamiento de confinamientos internos | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros deterioros    | 9.- Vegetación en la calzada                  | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).



**Unidad de Muestra 02 (Longitud 30 m: ancho 7.20 m: área: 216 m2)**

Tabla 24. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |   |  |   |
|---|---|------------------|---|--|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |  |   |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   |                  | 02 UNIDAD (KM0+030 - 0+060)   |  |   |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |  |   |
| RAYMONDI CUADRAS 05-06 - 07                                       |   |                  | 216 M2  |  |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>  |  |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017  |  |   |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>  |  |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |  |  |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                  |   |  |   |
|   | Ahuellamiento                             |                  |   |  |   |
|   | Depresiones                               |                  |   |  |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                  |   |  | X |
|   | Erosión Total                             |                  |   |  | X |
|   | Pérdida de Arena en las Juntas            |                  |   |  |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |   |  |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |   |  |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                  |   |  |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |   |  |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                  |   |  |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                  |   |  |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                  |   |  |   |
|   | Juntas abiertas                           |                  |   |  |   |
| vegetación en la calzada  |   |                  |   |  |   |
| Severidad   |   | Baja             | B   |  |   |
|   |   | Media            | M   |  |   |
|   |   | Alta             | A   |  |   |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>área</b>   |  |   |
| MUESTRA 02  | EROSIÓN TOTAL                             |                  | 144   |  |   |
|   | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                  | 12  | DESGASTE SUPERFICIAL   |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216m<sup>2</sup>.


Tabla 25. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                             | Símbolo | %Aa por nivel de severidad |       |       |
|-------------------------|---|---------|----------------------------|-------|-------|
|                         |   |         | Bajo                       | Medio | Alto  |
| 1.- Deformaciones       | 1.- Abultamiento                              | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
|                         | 2.- Ahuellamiento                             | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
|                         | 3.- Depresiones                               | DA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.- Desgaste Superficial                      | DS      | 0.00                       | 5.56  | 0.00  |
|                         | 4.- Pérdida de arena                          | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
|                         | 5.- erosión total                             | ET      | 0.00                       | 0.00  | 66.67 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 5.- Desplazamiento de borde                   | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
|                         | 6.- Fracturamiento                            | FA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 7.- Fracturamiento de confinamientos externos | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
|                         | 8.- Fracturamiento de confinamientos internos | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
| 5.- Otros deterioros    | 9.- Vegetación en la calzada                  | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**Unidad de Muestra 03 (Longitud 30 m: ancho 7.20 m: área: 216 m2)**

Tabla 26. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |   |                       |
|---|---|------------------|---|-----------------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |                       |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   |                  | 03 UNIDAD (KM0+060 - 0+090)   |                       |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |                       |
| RAYMONDI CUADRAS 05- 06 - 07                                      |   |                  | 216 M2  |                       |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>  |                       |
| BACH.JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                   |   |                  | MARZO DEL 2017  |                       |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>  |                       |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |  |                       |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                  |   |                       |
|   | Ahuellamiento                             |                  |   |                       |
|   | Depresiones                               |                  |   |                       |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | X                |   |                       |
|   | Erosión Total                             |                  |   |                       |
|   | Pérdida de Arena en las Juntas            |                  |   |                       |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |   |                       |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |   |                       |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                |   |                       |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |   |                       |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                  |   |                       |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                  |   |                       |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                  |   |                       |
|   | Juntas abiertas                           |                  |   |                       |
|   | vegetación en la calzada                  |                  |   |                       |
|   | Severidad                                 | Baja             | B   |                       |
|   |   | Media            | M   |                       |
|   |   | Alta             | A   |                       |
| <b>Nº Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>área</b>   |                       |
| MUESTRA 03  | FRACTURAMIENTO                            |                  | 8.2   |                       |
|   | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                  | 6.65  |                       |
|   |   |                  |   | <b>FRACTURAMIENTO</b> |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.



Tabla 27. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                | Tipo   | Símbolo | %Aa por nivel de severidad |       |      |
|----------------------|--|---------|----------------------------|-------|------|
|                      |  |         | Bajo                       | Medio | Alto |
| 1.- Deformaciones    | 1.- Abultamiento                               | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 2.- Ahuellamiento                              | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 3.- Depresiones                                | DA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 4.- Desgaste Superficial                       | PA      | 0.00                       | 3.08  | 0.00 |
| 2.- Desprendimientos | 5.- Pérdida de arena                           | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 6.- erosión total                              | ET      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 3.- Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                    | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 4.- Fracturamientos  | 8.- Fracturamiento                             | FA      | 0.00                       | 3.80  | 0.00 |
|                      | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos  | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros deterioros | 11.- Vegetación en la calzada                  | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**Unidad de Muestra 04 (Longitud 30 m: ancho 7.20 m: área: 216 m<sup>2</sup>)**

Tabla 28. Formatos de inspección de Fallas Muestra 04 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                             |   |
|---|---|-----------------------------|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |   |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   | 04 UNIDAD (KM0+090 - 0+120) |   |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>     |   |
| RAYMONDI CUADRAS 05- 06- 07                                       |   | 216 M <sup>2</sup>          |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>                |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017              |   |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>              |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                             |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                             |   |
|   | Ahuellamiento                             | X                           |   |
|   | Depresiones                               | X                           |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                             |   |
|   | Erosión Total                             |                             |   |
|   | Pérdida de Arena en las Juntas            |                             |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                             |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                             |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                             |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                             |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                             |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                             |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                             |   |
|   | Juntas abiertas                           |                             |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                             |   |
|   | Severidad                                 | Baja                        | B   |
|   |   | Media                       | M   |
|   |   | Alta                        | A   |
|   |   |                             |  |
|   |   |                             | DEPRESIONES   |
|   |   |                             | AHUELLAMIENTO   |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>            | <b>área</b>   |
| MUESTRA 04  | DEPRESIONES                               |                             | 8.76  |
|   | AHUELLAMIENTO                             |                             | 6.65  |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.





Tabla 29. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                | Deterioro                                      |         | %Aa por nivel de severidad |       |      |
|----------------------|--|---------|----------------------------|-------|------|
|                      | Tipo   | Símbolo | Bajo                       | Medio | Alto |
| 1.- Deformaciones    | 1.- Abultamiento                               | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 2.- Ahuellamiento                              | AH      | 0.00                       | 0.00  | 4.06 |
|                      | 3.- Depresiones                                | DA      | 0.00                       | 0.00  | 3.08 |
|                      | 4.- Desgaste Superficial                       | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 2.- Desprendimientos | 5.- Pérdida de arena                           | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 6.- erosión total                              | ET      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 3.- Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                    | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 4.- Fracturamientos  | 8.- Fracturamiento                             | FA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos  | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros deterioros | 11.- Vegetación en la calzada                  | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**Unidad de Muestra 05 (Longitud 30 m: ancho 7.20 m: área: 216 m2)**

Tabla 30. Formatos de inspección de Fallas Muestra 05 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                             |   |
|---|---|-----------------------------|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |   |
| SECTOR LAS FLORES - JAÉN  |   | 05 UNIDAD(KM 0+120 - 0+150) |   |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>     |   |
| RAYMONDI CUADRAS 5 - 6- 7   |   | 216 M2                      |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>                |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017              |   |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>              |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                             |    |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                             |   |
|   | Ahuellamiento                             |                             |   |
|   | Depresiones                               | X                           |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                             |   |
|   | Erosión Total                             | X                           |   |
|   | Pérdida de Arena                          |                             |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                             |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                             |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                           |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                             |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                             |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                             |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                             |   |
|   | Juntas abiertas                           |                             |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                             |   |
|   | Severidad                                 | Baja                        | B   |
|   |   | Media                       | M   |
|   |   | Alta                        | A   |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>            | <b>área</b>   |
| MUESTRA 05  | FRACTURAMIENTO                            |                             | 5   |
|   | DEPRESIONES                               |                             | 0.98  |
|   | EROSIÓN TORAL                             |                             | 45  |
|   |   |                             |   |
|   |   |                             | <p style="text-align: center;"><b>DEPRESIONES</b></p>                                 |
|   |   |                             |  |
|   |   |                             | <p style="text-align: center;"><b>FRACTURAMIENTO</b></p>                              |
|   |   |                             |  |
|   |   |                             | <p style="text-align: center;"><b>EROSIÓN TOTAL</b></p>                               |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (03) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 31. Porcentaje del área afectada de la condición estructural



| Clase                   | Deterioro                                     |         | %Aa por nivel de severidad |       |       |
|-------------------------|---|---------|----------------------------|-------|-------|
|                         | Tipo  | Símbolo | Bajo                       | Medio | Alto  |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                              | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
|                         | 2.- Ahuellamiento                             | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
|                         | 3.- Depresiones                               | DA      | 0.00                       | 0.98  | 0.00  |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.- Pérdida de arena                          | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
|                         | 5.- erosión total                             | ET      | 0.00                       | 0.00  | 20.83 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 5.- Desplazamiento de borde                   | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 6.- Fracturamiento                            | FA      | 0.00                       | 0.00  | 2.31  |
|                         | 7.- Fracturamiento de confinamientos externos | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
|                         | 8.- Fracturamiento de confinamientos internos | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |
| 5.- Otros deterioros    | 9.- Vegetación en la calzada                  | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00  |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).



**Unidad de Muestra 06 (Longitud 30 m: ancho 7.20 m: área: 216 m<sup>2</sup>)**

Tabla 32. Formatos de inspección de Fallas Muestra 06 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                                |  |
|---|---|--------------------------------|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>      |  |
| SECTOR LAS FLORES - JAÉN  |   | 06 UNIDAD(KM 0+150 - 0+186.05) |  |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>        |  |
| RAYMONDI CUADRAS 5 - 6- 7   |   | 216 M2                         |  |
| <b>INSPECIONADO POR:</b>  |   | <b>FECHA</b>                   |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017                 |  |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>                 |  |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                                |    |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                                |  |
|   | Ahuellamiento                             |                                |  |
|   | Depresiones                               | X                              |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | X                              |  |
|   | Erosión Total                             |                                |  |
|   | Pérdida de Arena                          |                                |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                                |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                                |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                              |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                                |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                                |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                                |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                                |  |
|   | Juntas abiertas                           |                                |  |
|   | vegetación en la calzada                  |                                |  |
|   | <b>Severidad</b>                          | Baja                           | B  |
|   |   | Media                          | M  |
|   |   | Alta                           | A  |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>               | <b>área</b>  |
| MUESTRA 06  | FRACTURAMIENTO                            |                                | 8  |
|   | DEPRESIONES                               |                                | 0.56   |
|   | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                                | 21   |
|   |   |                                |   |
|   |   |                                |  |
|   |   |                                |  |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (03) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 33. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.45  | 0.00 |
|                         | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 0.00  | 9.70 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 5.- Pérdida de arena                              | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                    | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8.- Fracturamiento                                | FA      | 0.00                          | 0.00  | 3.70 |
|                         | 9.- Fracturamiento de<br>confinamientos externos  | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Vegetación en la<br>calzada                  | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

CALLE RAYMONDY (CUADRA 09-10-11-12)

Unidad de Muestra 01 (longitud 30metros: ancho 7.20metros: área: 216m<sup>2</sup>)

Tabla 34. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |                              |                              |
|---|---|------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>    |                              |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   |                  | 01 UNIDAD (KM 0+000 - 0+030) |                              |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>      |                              |
| RAYMONDI CUADRAS 9 - 10 - 11 - 12                                 |   |                  | 216 M <sup>2</sup>           |                              |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>                 |                              |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017               |                              |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>               |                              |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |                              |                              |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                  |                              |                              |
|   | Ahuellamiento                             |                  |                              |                              |
|   | Depresiones                               |                  |                              |                              |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                  | X                            |                              |
|   | Erosión Total                             |                  |                              |                              |
|   | Pérdida de Arena                          |                  |                              |                              |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |                              |                              |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |                              |                              |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                  |                              |                              |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |                              |                              |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                  | X                            |                              |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                  |                              |                              |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                  |                              |                              |
|   | Juntas abiertas                           |                  |                              |                              |
|   | vegetación en la calzada                  |                  |                              |                              |
|   | Severidad                                 | Baja             | B                            |                              |
|   |   | Media            | M                            |                              |
|   |   | Alta             | A                            |                              |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>área</b>                  |                              |
| MUESTRA 01  | FRACTURAMIENTO CONFINAMIENTOS INTERNOS    |                  | 1.5                          | FRACT. DE CONFINAM. INTERNOS |
|   | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                  | 10                           | DESGASTE SUPERFICIAL         |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.



Tabla 35. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 4.63  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 5.- Pérdida de arena                              | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                    | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de<br>confinamientos externos  | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.69 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Vegetación en la<br>calzada                  | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

## Unidad de Muestra 02 (longitud 30m: ancho 7.20m: área: 216m2)

Tabla 36. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |   |  |   |
|---|---|------------------|---|--|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |  |   |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   |                  | 02 UNIDAD(KM 0+030 - 0+060)   |  |   |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |  |   |
| RAYMONDI CUADRAS 9 - 10- 11 - 12                                  |   |                  | 216 M2  |  |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>  |  |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017  |  |   |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>  |  |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |  |  |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                  |   |  |   |
|   | Ahuellamiento                             |                  |   |  |   |
|   | Depresiones                               |                  |   |  |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                  |   |  |   |
|   | Erosión Total                             |                  |   |  |   |
|   | Pérdida de adoquines de concreto          |                  |   |  | X |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |   |  |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |   |  |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                  |   |  | X |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |   |  |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                  |   |  |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                  |   |  |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                  |   |  |   |
|   | Juntas abiertas                           |                  |   |  |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                  |   |  |   |
|   | Severidad                                 | Baja             | B   |  |   |
|   |   | Media            | M   |  |   |
|   |   | Alta             | A   |  |   |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>área</b>   |  |   |
| MUESTRA 02  | PÉRDIDA DE ADOQUINES                      |                  | 3.4   |  |   |
|   | DE CONCRETO                               |                  |   |  |   |
|   | FRACTURAMIENTOS                           |                  | 10.86   |  |   |
|   |   |                  |   |  |   |
|   |   |                  |   |  |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.


**Tabla 37.** Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|----------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                       | Medio | Alto |
| 1.- Deformaciones       | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 5.- Pérdida de adoquines                          | PA      | 0.00                       | 1.57  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 3.- Desplazamientos     | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 4.- Fracturamientos     | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                       | 0.00  | 5.03 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros deterioros    | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**Unidad de Muestra 03 (longitud 30metros: ancho 7.20metros: área: 216m2)**

Tabla 38. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                             |  |
|---|---|-----------------------------|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |  |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   | 03 UNIDAD(KM 0+060 - 0+090) |  |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>     |  |
| RAYMONDI CUADRAS 9 - 10- 11 - 12                                  |   | 216 M2                      |  |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>                |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017              |  |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>              |  |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                             |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                             |  |
|   | Ahuellamiento                             |                             |  |
|   | Depresiones                               |                             |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | X                           |  |
|   | Erosión Total                             |                             |  |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                             |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                             |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                             |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                           |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                             |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                             |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                             |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                             |  |
|   | Juntas abiertas                           |                             |  |
|   | vegetación en la calzada                  |                             |  |
|   | Severidad                                 | Baja                        | B  |
|   |   | Media                       | M  |
|   |   | Alta                        | A  |
| Nº Muestra  | Daño                                      | severidad                   | área   |
| MUESTRA 03  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                             | 18   |
|   |   |                             |  |
|   |   |                             |  |
|   | FRACTURAMIENTO                            |                             | 8  |
|   |   |                             |  |
|   |   |                             |  |
|   |   |                             |  |



Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 39. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|----------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                       | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                       | 3.70  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                       | 0.00  | 8.33 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).



**Unidad de Muestra 04 (longitud 30metros: ancho 7.20metros: área: 216m2)**

Tabla 40. Formatos de inspección de Fallas Muestra 04 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |           |                             |                 |
|---|---|-----------|-----------------------------|-----------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |           | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |                 |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   |           | UNIDAD 04(KM 0+090 - 0+120) |                 |
| <b>CALLE:</b>   |   |           | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>     |                 |
| RAYMONDI CUADRAS 9 - 10- 11 - 12                                  |   |           | 216 M2                      |                 |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |           | <b>FECHA</b>                |                 |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |           | MARZO DEL 2017              |                 |
| <b>Deterioro</b>  |   |           | <b>CROQUIS</b>              |                 |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |           |                             |                 |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |           |                             |                 |
|   | Ahuellamiento                             |           |                             |                 |
|   | Depresiones                               |           |                             |                 |
| Desprendimientos  | Desgaste Suprficial                       |           |                             |                 |
|   | Erosión Total                             |           |                             |                 |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |           |                             |                 |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |           |                             |                 |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |           |                             |                 |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |           | X                           |                 |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |           |                             |                 |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |           |                             |                 |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |           |                             |                 |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |           |                             |                 |
|   | Juntas abiertas                           |           |                             |                 |
|   | vegetación en la calzada                  |           |                             |                 |
|   | Severidad                                 | Baja      | B                           |                 |
|   |   | Media     | M                           |                 |
|   |   | Alta      | A                           |                 |
| N° Muestra  | Daño                                      | severidad | área                        | FRACTURAMIENTOS |
| MUESTRA 04  | FRACTURAMIENTO                            |           | 11.56                       |                 |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

**Tabla 41.** Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | % Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|--------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                           | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                           | 0.00  | 5.35 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

### Unidad de Muestra 05 (longitud 30metros: ancho 7.20metros: área: 216m2)

**Tabla 42.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 05 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |                             |                    |
|---|---|------------------|-----------------------------|--------------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |                    |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   |                  | UNIDAD 05(KM 0+120 - 0+150) |                    |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>     |                    |
| RAYMONDI CUADRAS 9 - 10- 11 - 12                                  |   |                  | 216 M2                      |                    |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>                |                    |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017              |                    |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>              |                    |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |                             |                    |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                  |                             |                    |
|   | Ahuellamiento                             |                  |                             |                    |
|   | Depresiones                               | X                |                             |                    |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                  |                             |                    |
|   | Erosión Total                             |                  |                             |                    |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                  |                             |                    |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |                             |                    |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |                             |                    |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                |                             |                    |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |                             |                    |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                  |                             |                    |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                  |                             |                    |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                  |                             |                    |
|   | Juntas abiertas                           |                  |                             |                    |
|   | vegetacion en la calzada                  |                  |                             |                    |
|   | Severidad                                 | Baja             | B                           |                    |
|   |   | Media            | M                           |                    |
|   |   | Alta             | A                           |                    |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>área</b>                 |                    |
| MUESTRA 05  | DEPRESIONES                               |                  | 0.95                        |                    |
|   | FRACTURAMIENTOS                           |                  | 7.82                        |                    |
|   |   |                  |                             | <b>DEPRESIONES</b> |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.


Tabla 43. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|----------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                       | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                       | 0.44  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                       | 0.00  | 3.62 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**Unidad de Muestra 06 (longitud 30metros: ancho 7.20metros: área: 216m2)**

**Tabla 44.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 06 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |           |                              |  |   |
|---|---|-----------|------------------------------|--|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |           | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>    |  |   |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   |           | UNIDAD 06 (KM 0+150 - 0+180) |  |   |
| <b>CALLE:</b>   |   |           | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>      |  |   |
| RAYMONDI CUADRAS 9 - 10- 11 - 12                                  |   |           | 216 M2                       |  |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |           | <b>FECHA</b>                 |  |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |           | MARZO DEL 2017               |  |   |
| <b>Deterioro</b>  |   |           | <b>CROQUIS</b>               |  |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |           |                              |  |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |           |                              |  |   |
|   | Ahuellamiento                             |           |                              |  |   |
|   | Depresiones                               |           |                              |  |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Suprficial                       |           |                              |  |   |
|   | Erosión Total                             |           |                              |  |   |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |           |                              |  |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |           |                              |  |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |           |                              |  |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |           |                              |  | X |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |           |                              |  |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |           |                              |  |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |           |                              |  |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |           |                              |  |   |
|   | Juntas abiertas                           |           |                              |  |   |
|   | vegetación en la calzada                  |           |                              |  |   |
|   | Severidad                                 | Baja      | B                            |  |   |
|   |   | Media     | M                            |  |   |
|   |   | Alta      | A                            |  |   |
| Nº Muestra  | Daño                                      | severidad | área                         | <b>FRACTURAMIENTOS</b>   |   |
| MUESTRA 06  | FRACTURAMIENTO                            |           | 15.13                        |  |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

**Tabla 45.** Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 7.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

## Unidad de Muestra 07 (longitud 30metros: ancho 7.20metros: área: 216m2)

**Tabla 46.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 07 Calle Raymondi

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |           |                                |                      |   |
|---|---|-----------|--------------------------------|----------------------|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |           | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>      |                      |   |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   |           | UNIDAD 07(KM 0+180 - 0+223.40) |                      |   |
| <b>CALLE:</b>   |   |           | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>        |                      |   |
| RAYMONDI CUADRAS 9 - 10- 11 - 12                                  |   |           | 216 M2                         |                      |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |           | <b>FECHA</b>                   |                      |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |           | MARZO DEL 2017                 |                      |   |
| <b>Deterioro</b>  |   |           | <b>CROQUIS</b>                 |                      |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |           |                                |                      |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |           |                                |                      |   |
|   | Ahuellamiento                             |           |                                |                      |   |
|   | Depresiones                               |           |                                |                      |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Suprficial                       |           |                                |                      | X |
|   | Erosión Total                             |           |                                |                      |   |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |           |                                |                      |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |           |                                |                      |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |           |                                |                      |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |           |                                |                      |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |           |                                |                      |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |           |                                |                      |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |           |                                |                      |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |           |                                |                      |   |
|   | Juntas abiertas                           |           |                                |                      |   |
|   | vegetación en la calzada                  |           |                                |                      |   |
|   | Severidad                                 | Baja      | B                              |                      |   |
|   |   | Media     | M                              |                      |   |
|   |   | Alta      | A                              |                      |   |
| N° Muestra  | Daño                                      | severidad | área                           | DESGASTE SUPERFICIAL |   |
| MUESTRA 07  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |           | 9.87                           |                      |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

**Tabla 47.** Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 0.00  | 4.57 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulado. 2010).



CALLE ZARUMILLA (07 Unidades de Muestra)

Unidad de muestra 01 (km 0+000 al 0+030)

Tabla 48. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Zarumilla

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |                           |   |   |
|---|---|------------------|---------------------------|---|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |   |   |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   |                  | UNIDAD 01 (0+000 - 0+030) |   |   |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |   |   |
| ZARUMILLA 9 - 10- 11 - 12   |   |                  | 216 M2                    |   |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>              |   |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017            |   |   |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>            |   |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |                           |   |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                  |                           |   |   |
|   | Ahuellamiento                             |                  |                           |   |   |
|   | Depresiones                               |                  |                           |   |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                  |                           |   | X |
|   | Erosión Total                             |                  |                           |   |   |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                  |                           |   |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |                           |   |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |                           |   |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                  |                           |   | X |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |                           |   |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                  |                           |   |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                  |                           |   |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                  |                           |   |   |
|   | Juntas abiertas                           |                  |                           |   |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                  |                           |   |   |
|   |   | Severidad        | Baja                      | B   |   |
|   |   |                  | Media                     | M   |   |
|   |   |                  | Alta                      | A   |   |
| <b>Nº Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>área</b>               |   |   |
| MUESTRA 01  | FRACTURAMIENTOS                           |                  | 18                        |   |   |
|   | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                  | 14                        |   |   |
|   |   |                  |                           |  |   |
|   |   |                  |                           | DESGASTE SUPERFICIAL  |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 49. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|----------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                       | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                       | 6.48  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                       | 0.00  | 8.33 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidad de muestra 02 (km 0+030 al 0+060)

Tabla 50. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Zarumilla

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |                           |  |   |
|---|---|------------------|---------------------------|--|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |  |   |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   |                  | UNIDAD 02 (0+030 - 0+060) |  |   |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |  |   |
| ZARUMILLA 9 - 10- 11 - 12   |   |                  | 216 M2                    |  |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>              |  |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017            |  |   |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>            |  |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |                           |  |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                  |                           |  |   |
|   | Ahuellamiento                             |                  |                           |  |   |
|   | Depresiones                               |                  |                           |  |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                  |                           |  | X |
|   | Erosión Total                             |                  |                           |  |   |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                  |                           |  |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |                           |  |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |                           |  |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                  |                           |  | X |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |                           |  |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                  |                           |  |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                  |                           |  |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                  |                           |  |   |
|   | Juntas abiertas                           |                  |                           |  |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                  |                           |  |   |
|   | Severidad                                 | Baja             | B                         |  |   |
|   |   | Media            | M                         |  |   |
|   |   | Alta             | A                         |  |   |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>área</b>               | <p style="text-align: center;"><b>DESGASTE SUPERFICIAL</b></p> |   |
| MUESTRA 02  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                  | 12.32                     |  |   |
|   | FRACTURAMIENTOS                           |                  | 9.45                      |  |   |
|   |   |                  |                           |  |   |
|   |   |                  |                           |  |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.


Tabla 51. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|----------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                       | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                       | 5.70  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                       | 0.00  | 4.38 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidad de muestra 03 (km 0+060 al 0+090)

Tabla 52. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Zarumilla

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVIDOS |   |                           |  |
|---|---|---------------------------|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |  |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   | UNIDAD 03 (0+060 - 0+090) |  |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |  |
| ZARUMILLA 9- 10- 11- 12   |   | 216 M2                    |  |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |  |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>            |  |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |  |
|   | Ahuellamiento                             |                           |  |
|   | Depresiones                               |                           |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                           |  |
|   | Erosión Total                             |                           |  |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                           |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                         |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |  |
|   | Juntas abiertas                           |                           |  |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |  |
| Severidad   | Baja                                      | B                         |  |
|   | Media                                     | M                         |  |
|   | Alta                                      | A                         |  |
| Nº Muestra  | Daño                                      | severidad                 | área   |
| MUESTRA 03  | FRACTURAMIENTOS                           |                           | 16.5   |
|   |   |                           | FRACTURAMIENTOS  |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (01) fallas.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.



Tabla 53. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro   |         | % Aa por nivel de severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-----------------------------|-------|------|
|                         | Tipo  | Símbolo | Bajo                        | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                        | 0.00  | 7.64 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidad de muestra 04 (km 0+090 al 0+120)

Tabla 54. Formatos de inspección de Fallas Muestra 04 Calle Zarumilla

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |   |
|---|---|---------------------------|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |   |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   | UNIDAD 04 (0+090 - 0+120) |   |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |   |
| ZARUMILLA 9 - 10- 11 - 12   |   | 216 M2                    |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |   |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>            |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |   |
|   | Ahuellamiento                             |                           |   |
|   | Depresiones                               |                           |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | x                         |   |
|   | Erosión Total                             |                           |   |
|   | Pérdida de Arena En La Base               | X                         |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                         |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |   |
|   | Juntas abiertas                           |                           |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |   |
|   | Severidad                                 | Baja                      | B   |
|   |   | Media                     | M   |
|   |   | Alta                      | A   |
| Nº Muestra  | Daño                                      | severidad                 | área  |
| MUESTRA 04  | PÉRDIDA DE ARENA                          |                           | 3.85  |
|   | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                           | 6.6   |
|   | FRACTURAMIENTO                            |                           | 10.32   |
|   |   |                           |  |
|   |   |                           | FRACTURAMIENTO Y DESG. SUPERFICIAL  |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (03) fallas.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 55. Porcentaje del área afectada de la condición estructural


| Clase                | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|----------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                      |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.- Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                      | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                      | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.- Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 3.06  | 0.00 |
|                      | 5.- Pérdida de arena En la base                   | PA      | 0.00                          | 0.00  | 1.78 |
|                      | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.- Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.- Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 4.78 |
|                      | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                      | 10.- Fracturamiento de onfinamientos internos     | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                      | 12.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulado. 2010).



Unidad de muestra 05 (km 0+120 al 0+150)

Tabla 56. Formatos de inspección de Fallas Muestra 05 Calle Zarumilla

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |   |   |
|---|---|---------------------------|---|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |   |   |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   | UNIDAD 05 (0+120 - 0+150) |   |   |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |   |   |
| ZARUMILLA 9 - 10- 11 - 12   |   | 216 M2                    |   |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |   |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |   |   |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>            |   |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |  |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |   |   |
|   | Ahuellamiento                             |                           |   |   |
|   | Depresiones                               |                           |   |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                           |   | X |
|   | Erosión Total                             |                           |   |   |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                           |   |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |   |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |   |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                           |   | X |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |   |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |   |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |   |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |   |   |
|   | Juntas abiertas                           |                           |   |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |   |   |
|   | Severidad                                 | Baja                      | B   |   |
|   |   | Media                     | M   |   |
|   |   | Alta                      | A   |   |
| N° Muestra  | Daño                                      | severidad                 | área  |   |
| MUESTRA 05  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                           | 11.5  |   |
|   | FRACTURAMIENTO                            |                           | 14.3  |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.


Tabla 57. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                   | Símbolo | % Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|--------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                           | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                    | BA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                   | AH      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                     | DA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                             | DS      | 0.00                           | 5.32  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                      | PA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                   | ET      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                         | DB      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                   | FA      | 0.00                           | 0.00  | 6.62 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos       | CE      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos      | CI      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquines y confinamiento | EAC     | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Vegetación en la calzada                       | VC      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidad de muestra 06 (km 0+150 al 0+180)

Tabla 58. Formatos de inspección de Fallas Muestra 06 Calle Zarumilla

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |   |   |
|---|---|---------------------------|---|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |   |   |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   | UNIDAD 06 (0+150 - 0+180) |   |   |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |   |   |
| ZARUMILLA 9 - 10- 11 - 12   |   | 216 M2                    |   |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |   |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |   |   |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>            |   |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |  |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |   |   |
|   | Ahuellamiento                             |                           |   |   |
|   | Depresiones                               |                           |   |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                           |   | X |
|   | Erosión Total                             |                           |   |   |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                           |   |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |   |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |   |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                           |   |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |   |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |   |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |   |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |   |   |
|   | Juntas abiertas                           |                           |   |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |   |   |
|   | Severidad                                 | Baja                      | B   |   |
|   |   | Media                     | M   |   |
|   |   | Alta                      | A   |   |
| N° Muestra  | Daño                                      | severidad                 | área  |   |
| MUESTRA 06  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                           | 20.8  |   |
|   |   |                           | DESGASTE SUPERFICIAL  |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.


Tabla 59. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                   | Símbolo | % Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|--------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                           | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                    | BA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                   | AH      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                     | DA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                             | DS      | 0.00                           | 9.63  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                      | PA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                   | ET      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                         | DB      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                   | FA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos       | CE      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos      | CI      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquines y confinamiento | EAC     | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Vegetación en la calzada                       | VC      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidad de muestra 07 (km 0+180 al 0+222.72)

Tabla 60. Formatos de inspección de Fallas Muestra 07 Calle Zarumilla

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                             |   |   |
|---|---|-----------------------------|---|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |   |   |
| SECTOR PUEBLO LIBRE JAÉN  |   | UNIDAD 07 (0+180 - 0+22272) |   |   |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>     |   |   |
| ZARUMILLA 9 - 10- 11 - 12   |   | 216 M2                      |   |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>                |   |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017              |   |   |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>              |   |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                             |  |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                             |   |   |
|   | Ahuellamiento                             |                             |   |   |
|   | Depresiones                               |                             |   |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                             |   |   |
|   | Erosión Total                             |                             |   |   |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                             |   |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                             |   |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                             |   |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                             |   | X |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                             |   |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                             |   |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                             |   |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                             |   |   |
|   | Juntas abiertas                           |                             |   |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                             |   |   |
|   | Severidad                                 | Baja                        | B   |   |
|   |   | Media                       | M   |   |
|   |   | Alta                        | A   |   |
| N° Muestra  | Daño                                      | severidad                   | área  |   |
| MUESTRA 07  | FRACTURAMIENTO                            |                             | 14.35   |   |
|   |   |                             | FRACTURAMIENTO  |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 61. Porcentaje del área afectada de la condición estructural


| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                   | Símbolo | % Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|--------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                           | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                    | BA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                   | AH      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                     | DA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                             | DS      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                      | PA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                   | ET      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                         | DB      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                   | FA      | 0.00                           | 0.00  | 6.64 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos       | CE      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos      | CI      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquines y confinamiento | EAC     | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Vegetación en la calzada                       | VC      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

## CALLE UNIÓN

### Unidad de Muestra 01

Tabla 62. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Unión

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                               |  |
|---|---|-------------------------------|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>     |  |
| SECTOR MIRAFLORES JAÉN  |   | 01 UNIDAD (KM 0+000 - 0+0.30) |  |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>       |  |
| CALLE UNIÓN   |   | 216 m2                        |  |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>                  |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017                |  |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>                |  |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                               |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                               |  |
|   | Ahuellamiento                             |                               |  |
|   | Depresiones                               |                               |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                               |  |
|   | Erosión Total                             |                               |  |
|   | Pérdida de Arena                          |                               |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                               |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                               |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                               |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                               |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                               |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                               |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                               |  |
|   | Juntas abiertas                           |                               |  |
|   | Roturas en el Pavimentos                  | X                             |  |
|   | vegetación en la calzada                  |                               |  |
|   | Severidad                                 | Baja                          | B  |
|   |   | Media                         | M  |
|   |   | Alta                          | A  |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>              | <b>área</b>  |
| MUESTRA 01  | ROTURAS EN EL PAVIMENTO                   |                               | 2.4  |
| ROTURA EN EL PAVIMENTO  |   |                               |  |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (01) fallas.

#### **Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 63. Porcentaje del área afectada de la condición estructural


| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 1.11  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).



## Unidad de Muestra 02

Tabla 64. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Unión

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |   |                      |   |
|---|---|------------------|---|----------------------|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |                      |   |
| SECTOR MIRAFLORES JAÉN  |   |                  | 02 UNIDAD (KM 0+0.30 - 0+060)   |                      |   |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>AREA DE MUESTREO</b>   |                      |   |
| CALLE UNIÓN   |   |                  | 216 m2  |                      |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>  |                      |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017  |                      |   |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>  |                      |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |  |                      |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                  |   |                      |   |
|   | Ahuellamiento                             |                  |   |                      |   |
|   | Depresiones                               |                  |   |                      |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                  |   |                      | X |
|   | Erosión Total                             |                  |   |                      |   |
|   | Pérdida de Arena                          |                  |   |                      |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |   |                      |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |   |                      |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                  |   |                      |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |   |                      |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                  |   |                      |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Aduquines            |                  |   |                      |   |
|   | Escal. Entre Aduquines y Confinamiento    |                  |   |                      |   |
|   | Juntas abiertas                           |                  |   |                      |   |
|   | Roturas mal Reparadas                     |                  |   |                      |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                  |   |                      |   |
|   | Severidad                                 | Baja             | B   |                      |   |
|   |   | Media            | M   |                      |   |
|   |   | Alta             | A   |                      |   |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>área</b>   | DESGASTE SUPERFICIAL |   |
| MUESTRA 02  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                  | 4.9   |                      |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (01) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 65. Porcentaje del área afectada de la condición estructural


| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 2.27  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

### Unidad de Muestra 03 (KM 0+060 – 0+ 090)

Tabla 66. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Unión

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                            |             |
|---|---|----------------------------|-------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>  |             |
| SECTOR MIRAFLORES JAÉN  |   | 03 UNIDAD (KM 0.060 - 090) |             |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>    |             |
| CALLE UNIÓN   |   | 216 m2                     |             |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>               |             |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017             |             |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>             |             |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                            |             |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                            |             |
|   | Ahuellamiento                             |                            |             |
|   | Depresiones                               |                            |             |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                            |             |
|   | Erosión Total                             |                            |             |
|   | Pérdida de Arena                          |                            |             |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                            |             |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                            |             |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                            |             |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                            |             |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                            |             |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                            |             |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                            |             |
|   | Juntas abiertas                           |                            |             |
|   | Roturas en el Pavimento                   |                            | X           |
|   | vegetación en la calzada                  |                            |             |
| <b>Nº Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>           | <b>área</b> |
| MUESTRA 03  | ROTURA EN EL PAVIMENTO                    |                            | 2.35        |



ROTURA EN EL PAVIMENTO

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

#### **Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.


Tabla 67. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de severidad |       |      |
|----------------------|---|---------|----------------------------|-------|------|
|                      |   |         | Bajo                       | Medio | Alto |
| 1.- Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                       | 1.55  | 0.00 |
| 2.- Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 3.- Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 4.- Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

### Unidad de Muestra 04 (KM 0+090 – 0+ 120)

Tabla 68. Formatos de inspección de Fallas Muestra 04 Calle Unión

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                              |             |  |
|---|---|------------------------------|-------------|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>    |             |  |
| SECTOR MIRAFLORES JAÉN  |   | 04 UNIDAD (KM 0+090 - 0+120) |             |  |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>      |             |  |
| CALLE UNIÓN   |   | 216 m2                       |             |  |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>                 |             |  |
| JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO  |   | MARZO DEL 2017               |             |  |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>               |             |  |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                                       |                              |             |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                                      |                              |             |  |
|   | Ahuellamiento                                     |                              |             |  |
|   | Depresiones                                       |                              |             |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                              |                              | X           |  |
|   | Erosión Total                                     |                              |             |  |
|   | Pérdida de Arena                                  |                              |             |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                           |                              |             |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                          |                              |             |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                                    |                              |             |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos         |                              |             |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos         |                              |             |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines                    |                              |             |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento            |                              |             |  |
|   | Juntas abiertas                                   |                              |             |  |
|   | Roturas mal Reparadas<br>vegetación en la calzada |                              |             |  |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                                       | <b>severidad</b>             | <b>área</b> |  |
| MUESTRA 04  | DESGASTE SUPERFICIAL                              |                              | 8.9         | DESGASTE SUPERFICIAL   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.


Tabla 69 Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de severidad |       |      |
|----------------------|---|---------|----------------------------|-------|------|
|                      |   |         | Bajo                       | Medio | Alto |
| 1.- Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 2.- Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                       | 4.12  | 0.00 |
|                      | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 3.- Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 4.- Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                      | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

### Unidad de Muestra 05 (KM 0+120 – 0+ 150)

Tabla 70. Formatos de inspección de Fallas Muestra 05 Calle Unión

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                              |  |   |
|---|---|------------------------------|--|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>    |  |   |
| SECTOR MIRAFLORES JAÉN  |   | 05 UNIDAD (KM 0+120 - 0+150) |  |   |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>      |  |   |
| CALLE UNIÓN   |   | 216 m <sup>2</sup>           |  |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>                 |  |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017               |  |   |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>               |  |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                              |  |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                              |  |   |
|   | Ahuellamiento                             |                              |  |   |
|   | Depresiones                               |                              |  |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                              |  |   |
|   | Erosión Total                             |                              |  |   |
|   | Pérdida de Arena                          |                              |  |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                              |  |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                              |  |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                              |  | X |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                              |  |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                              |  |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                              |  |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                              |  |   |
|   | Juntas abiertas                           |                              |  |   |
|   | Roturas mal Reparadas                     |                              |  |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                              |  |   |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>             | <b>área</b>  |   |
| MUESTRA 01  | FRACTURAMIENTO                            |                              | 12.53  |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

#### **Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 71. Porcentaje del área afectada de la condición estructural


| Clase                       | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbol<br>o | %Aa por nivel de severidad |           |      |
|-----------------------------|---|-------------|----------------------------|-----------|------|
|                             |   |             | Bajo                       | Medi<br>o | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones        | 1.- Abultamiento                                  | BA          | 0.00                       | 0.00      | 0.00 |
|                             | 2.- Ahuellamiento                                 | AH          | 0.00                       | 0.00      | 0.00 |
|                             | 3.- Depresiones                                   | DA          | 0.00                       | 0.00      | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimient<br>os | 4.-Desgaste Superficial                           | DS          | 0.00                       | 0.00      | 0.00 |
|                             | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA          | 0.00                       | 0.00      | 0.00 |
|                             | 6.- erosión total                                 | ET          | 0.00                       | 0.00      | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos      | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB          | 0.00                       | 0.00      | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos      | 8- Fracturamiento                                 | FA          | 0.00                       | 5.08      | 0.00 |
|                             | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE          | 0.00                       | 0.00      | 0.00 |
|                             | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI          | 0.00                       | 0.00      | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros     | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC         | 0.00                       | 0.00      | 0.00 |
|                             | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP          | 0.00                       | 0.00      | 0.00 |
|                             | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC          | 0.00                       | 0.00      | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**CALLE UNIVERSIDAD (11 UNIDADES DE MUESTRA)**

**Muestra 01 (KM 0+000 al 0+030) (L= 30m: ancho 7.10m: área: 213m<sup>2</sup>)**

Tabla 72. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Universidad

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |           |   |                      |
|---|---|-----------|---|----------------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |           | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |                      |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   |           | UNIDAD 01 (0+000 - 0+030)   |                      |
| <b>CALLE:</b>   |   |           | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |                      |
| UNIVERSIDAD   |   |           | 213 M2  |                      |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |           | <b>FECHA</b>  |                      |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |           | MARZO DEL 2017  |                      |
| <b>Deterioro</b>  |   |           | <b>CROQUIS</b>  |                      |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |           |  |                      |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |           |   |                      |
|   | Ahuellamiento                             |           |   |                      |
|   | Depresiones                               |           |   |                      |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | X         |   |                      |
|   | Erosión Total                             |           |   |                      |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |           |   |                      |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |           |   |                      |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |           |   |                      |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |           |   |                      |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |           |   |                      |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |           |   |                      |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |           |   |                      |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |           |   |                      |
|   | Juntas abiertas                           |           |   |                      |
|   | vegetación en la calzada                  |           |   |                      |
|   | Severidad                                 | Baja      | B   |                      |
|   |   | Media     | M   |                      |
|   |   | Alta      | A   |                      |
| Nº Muestra  | Daño                                      | severidad | área  | DESGASTE SUPERFICIAL |
| MUESTRA 01  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |           | 9.3   |                      |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.



$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.


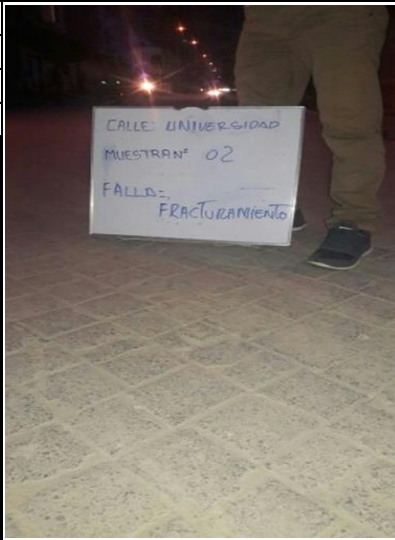
Tabla 73. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 4.37  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**Unidad de muestra 02 (longitud 30metros: ancho 7.10metros: área: 213m2)**

Tabla 74. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Universidad

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |  |
|---|---|---------------------------|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |  |
| SECTOR MORRO SOLOR JAÉN   |   | UNIDAD 02 (0+030 - 0+060) |  |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |  |
| UNIVERSIDAD   |   | 213 M2                    |  |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |  |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>            |  |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |  |
|   | Ahuellamiento                             |                           |  |
|   | Depresiones                               |                           |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | X                         |  |
|   | Erosión Total                             |                           |  |
|   | pérdida de Arena En Las Juntas            |                           |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                         |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |  |
|   | Juntas abiertas                           |                           |  |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |  |
|   | Severidad                                 | Baja                      | B  |
|   |   | Media                     | M  |
|   |   | Alta                      | A  |
| N° Muestra  | Daño                                      | severidad                 | área   |
| MUESTRA 02  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                           | 5.43   |
|   | FRACTURAMIENTO                            |                           | 6.74   |
|   |   |                           |  |
|   |   |                           | FRACTURAMIENTO   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de

severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.

Tabla 75. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 2.55  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 3.16 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**Unidad de muestra 03 (longitud 30mtros: ancho 7.10metros: área: 213m2)**

Tabla 76. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Universidad

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |                                  |   |
|---|---|---------------------------|----------------------------------|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |                                  |   |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   | UNIDAD 03 (0+060 - 0+090) |                                  |   |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |                                  |   |
| UNIVERSIDAD   |   | 213 M2                    |                                  |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |                                  |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |                                  |   |
| <b>Deterioro</b>  |   |                           | <b>CROQUIS</b>                   |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |                                  |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |                                  |   |
|   | Ahuellamiento                             |                           |                                  |   |
|   | Depresiones                               |                           |                                  |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | X                         |                                  |   |
|   | Erosión Total                             |                           |                                  |   |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |                           |                                  |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |                                  |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |                                  |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                           |                                  |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |                                  |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos | X                         |                                  |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |                                  |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |                                  |   |
|   | Juntas abiertas                           |                           |                                  |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |                                  |   |
|   | Severidad                                 | Baja                      |                                  | B |
|   |   | Media                     |                                  | M |
|   |   | Alta                      |                                  | A |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>          | <b>área</b>                      |   |
| MUESTRA 03  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                           | 13.4                             |   |
|   | FRACTURAMIENTO                            |                           | align="center">3.1               |   |
|   | FRACT. CONF. INTERNOS                     |                           |                                  |   |
|   |   |                           | FRACTURAMIENTO DE CONF. INTERNOS |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.

Tabla 77. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 6.29  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 1.46 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulado. 2010).

**Unidad de Muestra 04 (longitud 30mtros: ancho 7.10metros: área: 213m2)**

Tabla 78. Formatos de inspección de Fallas Muestra 04 Calle Universidad

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |             |
|---|---|---------------------------|-------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |             |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   | UNIDAD 04 (0+090 - 0+120) |             |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |             |
| UNIVERSIDAD   |   | 213 M2                    |             |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |             |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |             |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>            |             |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |             |
| Deformaciones   | Abultamiento                              | X                         |             |
|   | Ahuellamiento                             |                           |             |
|   | Depresiones                               |                           |             |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | X                         |             |
|   | Erosión Total                             |                           |             |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |                           |             |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |             |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |             |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                           |             |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |             |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |             |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |             |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |             |
|   | Juntas abiertas                           |                           |             |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |             |
|   | Severidad                                 | Baja                      | B           |
|   |   | Media                     | M           |
|   |   | Alta                      | A           |
|   |   | ABULTAMIENTO              |             |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>          | <b>área</b> |
| MUESTRA 04  | ABULTAMIENTO                              |                           | 1.5         |
|   | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                           | 10.3        |
|   |   | DESGASTE SUPERFICIAL      |             |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.

Tabla 79. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.70  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 4.84  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulado. 2010).

**Unidad de muestra 05 (longitud 30mtros: ancho 7.10metros: área: 213m2)**

Tabla 80. Formatos de inspección de Fallas Muestra 05 Calle Universidad

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |   |  |
|---|---|------------------|---|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>               |  |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   |                  | UNIDAD 05 (0+120 - 0+150)               |  |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>                 |  |
| UNIVERSIDAD   |   |                  | 213 M2                                  |  |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>                            |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017                          |  |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>                          |  |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |   |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                  |   |  |
|   | Ahuellamiento                             |                  |   |  |
|   | Depresiones                               |                  |   |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                  |   |  |
|   | Erosión Total                             |                  |   |  |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |                  |   |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |   |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |   |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                |   |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |   |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos | X                |   |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                  |   |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                  |   |  |
|   | Juntas abiertas                           |                  |   |  |
|   | vegetación en la calzada                  |                  |   |  |
|   | Severidad                                 | Baja             | B                                       |  |
|   |   | Media            | M                                       |  |
|   |   | Alta             | A                                       |  |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>área</b>                             |  |
| MUESTRA 05  | FRACTURAMIENTO                            |                  | 5                                       |  |
|   | FRAC. CONF. INTERNO                       |                  | 1.68                                    |  |
|   |   |                  | FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTO INTERNO |  |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.



### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.


Tabla 81. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|----------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                       | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                       | 0.00  | 2.35 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.79 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulado. 2010).

**Muestra 06 (longitud 30metros: ancho 7.10metros: área: 213m2)**

Tabla 82. Formatos de inspección de Fallas Muestra 06 Calle Universidad

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |   |   |
|---|---|------------------|---|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |   |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   |                  | UNIDAD 06 (0+150 - 0+180)   |   |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |   |
| UNIVERSIDAD   |   |                  | 213 M2  |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>  |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017  |   |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>  |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                                 |                  |  |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                                |                  |   |   |
|   | Ahuellamiento                               |                  |   |   |
|   | Depreciones                                 |                  |   |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                        |                  |   |   |
|   | Erosión Total                               |                  |   |   |
|   | Pérdida de Arena En La Base                 |                  |   |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                     |                  |   |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                    |                  |   |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                              | X                |   |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos   |                  |   |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos   |                  |   |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines              |                  |   |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento      | X                |   |   |
|   | Juntas abiertas                             |                  |   |   |
|   | vegetación en la calzada                    |                  |   |   |
|   |   |                  | <b>FRACTURAMIENTO</b>   |   |
|   |   | <b>Severidad</b> | Baja  | B |
|   |   |                  | Media   | M |
|   |   |                  | Alta  | A |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                                 | <b>severidad</b> | <b>área</b>   |   |
| MUESTRA 06  | FRACTURAMIENTO                              |                  | 9.8   |   |
|   | ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUIN Y CONFINAMIENT |                  | 0.8   |   |
|   |   |                  | <b>ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUIN Y CONFINAMIENTO</b>                                 |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.


Tabla 83. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 4.60 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.38  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulado. 2010).

**Muestra 07 (longitud 30 metros: ancho 7.10metros: área: 272.71m2)**

Tabla 84. Formatos de inspección de Fallas Muestra 07 Calle Universidad

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |   |
|---|---|---------------------------|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |   |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   | UNIDAD 07 (0+180 - 0+210) |   |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |   |
| UNIVERSIDAD   |   | 213 M2                    |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |   |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>            |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |   |
|   | Ahuellamiento                             |                           |   |
|   | Depresiones                               |                           |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | X                         |   |
|   | Erosión Total                             |                           |   |
|   | Pérdida de Arena En La Base               | X                         |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                           |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |   |
|   | Juntas abiertas                           |                           |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |   |
|   | Severidad                                 | Baja                      |   |
|   |   | Media                     | M   |
|   |   | Alta                      | A   |
| <b>Nº Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>          | <b>área</b>   |
| MUESTRA 07  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                           | 11.56   |
|   | PÉRDIDA DE ARENA EN LA BASE               |                           | 0.97  |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.


Tabla 85. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 0.00  | 5.43 |
|                         | 5.- Pérdida de arena en la base                   | PA      | 0.00                          | 0.46  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**Muestra 08 (longitud 30 metros: ancho 7.10metros: área: 272.71m2)**

Tabla 86. Formatos de inspección de Fallas Muestra 08 Calle Universidad

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |           |                           |  |   |
|---|---|-----------|---------------------------|--|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |           | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |  |   |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   |           | UNIDAD 08 (0+210 - 0+250) |  |   |
| <b>CALLE:</b>   |   |           | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |  |   |
| UNIVERSIDAD   |   |           | 213 M2                    |  |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |           | <b>FECHA</b>              |  |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |           | MARZO DEL 2017            |  |   |
| <b>Deterioro</b>  |   |           | <b>CROQUIS</b>            |  |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |           |                           |  |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |           |                           |  |   |
|   | Ahuellamiento                             |           |                           |  |   |
|   | Depresiones                               |           |                           |  |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |           |                           |  |   |
|   | Erosión Total                             |           |                           |  |   |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |           |                           |  |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |           |                           |  |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |           |                           |  |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |           |                           |  | X |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |           |                           |  |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |           |                           |  |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |           |                           |  |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |           |                           |  |   |
|   | Juntas abiertas                           |           |                           |  |   |
|   | vegetación en la calzada                  |           |                           |  |   |
|   | Severidad                                 | Baja      | B                         |  |   |
|   |   | Media     | M                         |  |   |
|   |   | Alta      | A                         |  |   |
| N° Muestra  | Daño                                      | severidad | área                      | <b>FRACTURAMIENTO</b>  |   |
| MUESTRA 08  | FRACTURAMIENTO                            |           | 12.45                     |  |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.


Tabla 87. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 5.85  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**Muestra 09 (longitud 30 metros: ancho 7.10metros: área: 272.71m<sup>2</sup>)**

Tabla 88. Formatos de inspección de Fallas Muestra 09 Calle Universidad

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |   |  |
|---|---|------------------|---|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |  |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   |                  | UNIDAD 09 (0+250 - 0+280)   |  |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |  |
| UNIVERSIDAD   |   |                  | 213 M2  |  |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>  |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017  |  |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>  |  |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |  |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                  |   |  |
|   | Ahuellamiento                             |                  |   |  |
|   | Depresiones                               |                  |   |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                  |   |  |
|   | Erosión Total                             |                  |   |  |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |                  |   |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |   |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |   |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                |   |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |   |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos | X                |   |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                  |   |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                  |   |  |
|   | Juntas abiertas                           |                  |   |  |
|   | vegetación en la calzada                  |                  |   |  |
|   | Severidad                                 | Baja             | B   |  |
|   |   | Media            | M   |  |
|   |   | Alta             | A   |  |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>área</b>   |  |
| MUESTRA 09  | FRACTURAMIENTO                            |                  | 16.5  |  |
|   | FRACT. CONF. INTERNO                      |                  | 2.1   |  |
|   |   |                  | FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTO INTERNO   |  |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.



### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.

Tabla 89. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena en la base                   | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 7.75 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.99  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**Muestra 10 (longitud 30 metros: ancho 7.10metros: área: 272.71m2)**

Tabla 90. Formatos de inspección de Fallas Muestra 10 Calle Universidad

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |                |
|---|---|---------------------------|----------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |                |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   | UNIDAD 10 (0+280 - 0+310) |                |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |                |
| UNIVERSIDAD   |   | 213 M2                    |                |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |                |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |                |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>            |                |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |                |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |                |
|   | Ahuellamiento                             |                           |                |
|   | Depresiones                               |                           |                |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | X                         |                |
|   | Erosión Total                             |                           |                |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |                           |                |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |                |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |                |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                         |                |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |                |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |                |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |                |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |                |
|   | Juntas abiertas                           |                           |                |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |                |
|   | Severidad                                 | Baja                      | B              |
|   |   | Media                     | M              |
|   |   | Alta                      | A              |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>          | <b>área</b>    |
| MUESTRA 10  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                           | 6              |
|   | FRACTURAMIENTO                            |                           | 13.68          |
|   |   |                           | FRACTURAMIENTO |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.


Tabla 91. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 2.82  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena en la base                   | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 6.42 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**Muestra 11 (longitud 38.55 metros: ancho 7.10metros: área: 272.71m2)**

Tabla 92. Formatos de inspección de Fallas Muestra 11 Calle Universidad

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |           |                              |  |
|---|---|-----------|------------------------------|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |           | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>    |  |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   |           | UNIDAD 11 (0+310 - 0+338.55) |  |
| <b>CALLE:</b>   |   |           | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>      |  |
| UNIVERSIDAD   |   |           | 213 M2                       |  |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |           | <b>FECHA</b>                 |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |           | MARZO DEL 2017               |  |
| <b>Deterioro</b>  |   |           | <b>CROQUIS</b>               |  |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |           |                              |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |           |                              |  |
|   | Ahuellamiento                             |           |                              |  |
|   | Depresiones                               |           |                              |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |           | X                            |  |
|   | Erosión Total                             |           |                              |  |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |           |                              |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |           |                              |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |           |                              |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |           |                              |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |           |                              |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |           |                              |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |           |                              |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |           |                              |  |
|   | Juntas abiertas                           |           |                              |  |
|   | vegetación en la calzada                  |           |                              |  |
|   | Severidad                                 | Baja      | B                            |  |
|   |   | Media     | M                            |  |
|   |   | Alta      | A                            |  |
| N° Muestra  | Daño                                      | severidad | área                         | DESGASTE SUPERFICIAL   |
| MUESTRA 11  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |           | 12.45                        |  |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.

Tabla 93. Porcentaje del área afectada de la condición estructural


| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |       |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|-------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto  |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00  |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00  |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00  |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 0.00  | 32.30 |
|                         | 5.- Pérdida de arena En Juntas                    | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00  |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00  |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00  |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00  |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00  |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00  |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00  |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00  |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00  |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**SANTA TERESITA**

**MUESTRA 01(KM 0+000 – 0+030)**

Tabla 94. Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Santa Teresita

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |   |              |
|---|---|------------------|---|--------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |              |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   |                  | 01 UNIDAD (0+000 - 0+030)   |              |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |              |
| CALLE SANTA TERESITA  |   |                  | 213 m2  |              |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>  |              |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017  |              |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>  |              |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |   |              |
| Deformaciones   | Abultamiento                              | X                |  | ABULTAMIENTO |
|   | Ahuellamiento                             |                  |   |              |
|   | Depresiones                               |                  |   |              |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                  |   |              |
|   | Erosión Total                             |                  |   |              |
|   | Pérdida de Arena                          |                  |   |              |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |   |              |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |   |              |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                  |   |              |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |   |              |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                  |   |              |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                  |   |              |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                  |   |              |
|   | Juntas abiertas                           |                  |   |              |
|   | Roturas mal Reparadas                     |                  |   |              |
|   | vegetacin en la calzada                   |                  |   |              |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>área</b>   |              |
| MUESTRA 01  | ABULTAMIENTO                              |                  | 1.89  |              |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.

Tabla 95. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | % Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|--------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                           | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                           | 0.89  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                    | FA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de<br>confinamientos externos     | CE      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el<br>pavimento                      | RP      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**MUESTRA 02 (KM 0+030 – 0+060)**

Tabla 96. Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Santa Teresita

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                              |             |
|---|---|------------------------------|-------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>    |             |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   | 02 UNIDAD (KM 0+030 - 0+060) |             |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>      |             |
| CALLE SANTA TERESITA  |   | 213 m2                       |             |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>                 |             |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017               |             |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>               |             |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                              |             |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                              |             |
|   | Ahuellamiento                             |                              |             |
|   | Depresiones                               |                              |             |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                              |             |
|   | Erosión Total                             |                              |             |
|   | Pérdida de Arena                          |                              |             |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                              |             |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                              |             |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                              |             |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                              |             |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                              |             |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                              |             |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                              |             |
|   | Juntas abiertas                           |                              |             |
|   | Roturas mal Reparadas                     |                              |             |
|   | vegetación en la calzada                  | X                            |             |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>             | <b>área</b> |
| MUESTRA 02  | VEGETACIÓN EN LA CALZADA                  |                              | 0.98        |

VEGETACIÓN EN LA CALZADA

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (01) fallas.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.




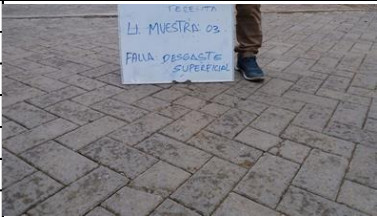
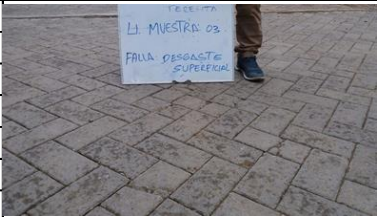
Tabla 97. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.- Deformaciones       | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                              | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.- Desplazamientos     | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.- Fracturamientos     | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros deterioros    | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.46  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

**MUESTRA 03 (KM 0+060 – 0+079.20)**

Tabla 98. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Santa Teresita

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |  |  |
|---|---|------------------|--|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>  |  |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   |                  | 03 UNIDAD (KM 0+060 - 0+079.20)  |  |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>  |  |
| CALLE SANTA TERESITA  |   |                  | 138,24 m2  |  |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>   |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017   |  |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>   |  |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                                       |                  |  |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                                      |                  |   |  |
|   | Ahuellamiento                                     |                  |  |  |
|   | Depresiones                                       |                  |  |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                              | X                |  |  |
|   | Erosión Total                                     |                  |  |  |
|   | Pérdida de Arena                                  |                  |  |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                           |                  | ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUÍN Y CONFINAMIENTO   |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                          |                  |  |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                                    |                  | DESGASTE SUPERFICIAL   |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos         |                  |  |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos         |                  |  |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines                    |                  |  |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento            | X                |  |  |
|   | Juntas abiertas                                   |                  |  |  |
|   | Roturas mal Reparadas<br>vegetación en la calzada |                  |  |  |
|   | Severidad   | Baja             | B  |  |
|   |   | Media            | M  |  |
|   |   | Alta             | A  |  |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                                       | <b>severidad</b> | <b>área</b>  |  |
| MUESTRA 03  | ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUÍN Y CONFINAMIENTO      |                  | 0.89   |  |
|   | DESGASTE SUPERFICIAL                              |                  | 0.64   |  |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.

Tabla 99. Porcentaje del área afectada de la condición estructural


| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                 | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |   |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.- Deformaciones       | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                          | 0.46  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                              | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.- Desplazamientos     | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.- Fracturamientos     | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros deterioros    | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.64  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

MICAELA BASTIDAS

Unidad de Muestra 01 (KM 0+000 – 0+030)

**Tabla 100.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 C. Micaela Bastidas

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                              |  |
|---|---|------------------------------|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>    |  |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   | UNIDAD 01 (KM 0+000 - 0+030) |  |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>      |  |
| MICAELA BASTIDAS  |   | 219                          | m2   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>                 |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017               |  |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>               |  |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                              |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                              |  |
|   | Ahuellamiento                             |                              |  |
|   | Depresiones                               |                              |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                              |  |
|   | Erosión Total                             |                              |  |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |                              |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                              |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                              |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                            |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                              |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                              |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                              |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                              |  |
|   | Juntas abiertas                           |                              |  |
|   | vegetación en la calzada                  |                              |  |
| Nº Muestra  | Daño                                      | severidad                    | área   |
| MUESTRA 01  | FRACTURAMIENTO                            |                              | 12.71  |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 219 m<sup>2</sup>.


Tabla 101. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                    | FA      | 0.00                          | 0.00  | 5.80 |
|                         | 9.- Fracturamiento de<br>confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el<br>pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidad de Muestra 02 (KM 0+030 – 0+060)

**Tabla 102.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 C. Micaela Bastidas

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                              |  |
|---|---|------------------------------|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>    |  |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   | UNIDAD 02 (KM 0+030 - 0+060) |  |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>      |  |
| MICAELA BASTIDAS  |   | 219 M2                       |  |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>                 |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017               |  |
| <b>Deterioro</b>  |   |                              | <b>CROQUIS</b>   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                              |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                              |  |
|   | Ahuellamiento                             |                              |  |
|   | Depresiones                               |                              |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                              |  |
|   | Erosión Total                             |                              |  |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |                              |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                              |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                              |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                              |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                              |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos | X                            |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                              |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                              |  |
|   | Juntas abiertas                           |                              |  |
|   | vegetación en la calzada                  |                              |  |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>             | <b>área</b>  |
| MUESTRA 02  | FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTO INTERNO   |                              | 1.76   |
|   |   |                              | FRACTURAMIENTO DE CONFINAM. INTERNOS   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 219 m<sup>2</sup>.


Tabla 103. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                | Deterioro   |         | % Aa por nivel de severidad |       |      |
|----------------------|---|---------|-----------------------------|-------|------|
|                      | Tipo  | Símbolo | Bajo                        | Medio | Alto |
| 1.- Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                      | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                      | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
| 2.- Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                      | 5.- Pérdida de arena                              | PA      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                      | 6.- erosión total                                 | ET      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
| 3.- Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
| 4.- Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                      | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                      | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                        | 0.80  | 0.00 |
| 5.- Otros deterioros | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                      | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |
|                      | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                        | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidad de Muestra 03 (KM 0+060 – 0+081.15)

Tabla 104. Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 C. Micaela Bastidas

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |   |             |   |
|---|---|---|-------------|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>   |             |   |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   | UNIDAD 03 (KM 0+060 - 0+081.15)   |             |   |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |             |   |
| MICAELA BASTIDAS  |   | 154.40 M2   |             |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>  |             |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017  |             |   |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>  |             |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |  |             |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |   |             |   |
|   | Ahuellamiento                             |   |             |   |
|   | Depresiones                               |   |             |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |   |             | X |
|   | Erosión Total                             |   |             |   |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |   |             | X |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |   |             |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |   |             |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |   |             |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |   |             |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |   |             |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |   |             |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |   |             |   |
|   | Juntas abiertas                           |   |             |   |
|   | vegetación en la calzada                  |   |             |   |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>  | <b>área</b> |   |
| MUESTRA 03  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |   | 6.51        |   |

DESGASTE SUPERFICIAL

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 219 m<sup>2</sup>.

Tabla 105. Porcentaje del área afectada de la condición estructural



| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.- Deformaciones       | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                          | 4.22  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.- Desplazamientos     | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 8- Fracturamiento                                    | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.- Fracturamientos     | 9.- Fracturamiento de<br>confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros deterioros    | 12.- Roturas en el<br>pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).



**CALLE ALFONSO ARANA VIDAL (11 Unidades de Muestra)  
Unidad de Muestra 01(km 0+000 al km 0+030)**

**Tabla 106.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 01 Calle Arana Vidal

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |                               |   |
|---|---|------------------|-------------------------------|---|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>     |   |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   |                  | UNIDAD 01 (KM 0+000 - 0+030 ) |   |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>       |   |
| ARANA VIDAL   |   |                  | 216 M2                        |   |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>                  |   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017                |   |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>                |   |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |                               |   |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                  |                               |   |
|   | Ahuellamiento                             |                  |                               |   |
|   | Depresiones                               |                  |                               |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                  |                               |   |
|   | Erosión total                             |                  | X                             |   |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |                  |                               |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |                               |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |                               |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                  | X                             |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |                               |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                  |                               |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                  |                               |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                  |                               |   |
|   | Juntas abiertas                           |                  |                               |   |
|   | vegetación en la calzada                  |                  |                               |   |
|   | Severidad                                 | Baja             | B                             |   |
|   |   | Media            | M                             |   |
|   |   | Alta             | A                             |   |
| <b>FRACTURAMIENTOS</b>  |   |                  |                               |   |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>área</b>                   |  |
| MUESTRA 01  | FRACTURAMIENTOS                           |                  | 11.2                          |   |
|   | EROSIÓN TOTAL                             |                  | 25                            |   |
| <b>EROSIÓN TOTAL</b>  |   |                  |                               |   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

A<sub>T</sub>: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.

Tabla 107. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro   |         | %Aa por nivel de severidad |       |      |
|-------------------------|---|---------|----------------------------|-------|------|
|                         | Tipo  | Símbolo | Bajo                       | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                  | BA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                 | AH      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                   | DA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 4.-Desgaste Superficial                           | DS      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 5.- Pérdida de arena                              | PA      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión del pavimento                         | EP      | 0.00                       | 11.57 | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de borde                       | DB      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                 | FA      | 0.00                       | 0.00  | 5.19 |
|                         | 9.- Fracturamiento de confinamientos externos     | CE      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de confinamientos internos    | CI      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 11.- Escalonamiento entre adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 12.- Roturas en el pavimento                      | RP      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la calzada                     | VC      | 0.00                       | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidad de Muestra 02 (km 0+060 al km 0+ 030 al 0+ 060)

**Tabla 108.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 02 Calle Arana Vidal

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                  |                              |  |
|---|---|------------------|------------------------------|--|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   |                  | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>    |  |
| SECTOR MORRO SOLAR JAÉN   |   |                  | UNIDAD 02 (KM 0+030 - 0+060) |  |
| <b>CALLE:</b>   |   |                  | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>      |  |
| ARANA VIDAL   |   |                  | 216 M2                       |  |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   |                  | <b>FECHA</b>                 |  |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |                  | MARZO DEL 2017               |  |
| <b>Deterioro</b>  |   |                  | <b>CROQUIS</b>               |  |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                  |                              |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                  |                              |  |
|   | Ahuellamiento                             |                  |                              |  |
|   | Depresiones                               |                  |                              |  |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                  |                              |  |
|   | Erosión Total                             |                  |                              |  |
|   | Pérdida de Arena En La Base               |                  |                              |  |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                  |                              |  |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                  |                              |  |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                  |                              |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                  |                              |  |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                  |                              |  |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                  |                              |  |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                  |                              |  |
|   | Pérdida de adoquines de concreto          |                  |                              |  |
|   | vegetación en la calzada                  |                  |                              |  |
|   | Severidad                                 | Baja             | B                            |  |
|   |   | Media            | M                            |  |
|   |   | Alta             | A                            |  |
| PÉRDIDA DE ADOQUINES DE CONCRETO                                  |   |                  |                              |  |
| PÉRDIDA DE ARENA  |   |                  |                              |  |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b> | <b>Área</b>                  |  |
| MUESTRA 02  | PÉRDIDA DE ARENA                          |                  | 8.9                          |  |
|   | PÉRDIDA DE ADOQUINES DE CONCRETO          |                  | 8.9                          |  |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

### Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 213 m<sup>2</sup>.

Tabla 109 Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                          | 4.12  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                    | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de<br>confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- pérdidas de adoquines<br>de concreto            | RP      | 0.00                          | 4.12  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidades de Muestra 03 (km 0+060 al 0+090)

**Tabla 110.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 03 Calle Arana Vidal

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |                      |
|---|---|---------------------------|----------------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |                      |
| SECTOR MORRO SOLOR JAÉN   |   | UNIDAD 03 (0+060 - 0+090) |                      |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |                      |
| ARANA VIDAL   |   | 216 M2                    |                      |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |                      |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |                      |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>            |                      |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |                      |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |                      |
|   | Ahuellamiento                             |                           |                      |
|   | Depresiones                               | X                         |                      |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | X                         |                      |
|   | Erosión Total                             |                           |                      |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                           |                      |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |                      |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |                      |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                         |                      |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |                      |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |                      |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |                      |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |                      |
|   | Juntas abiertas                           |                           |                      |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |                      |
|   | Severidad                                 | Baja                      | B                    |
|   |   | Media                     | M                    |
|   |   | Alta                      | A                    |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>          | <b>área</b>          |
| MUESTRA 03  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                           | 9.33                 |
|   | FRACTURAMIENTO                            |                           | 8.2                  |
|   |   |                           | FRACTURAMIENTO       |
|   |   |                           | DESGASTE SUPERFICIAL |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontraron (02) fallas.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 111. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

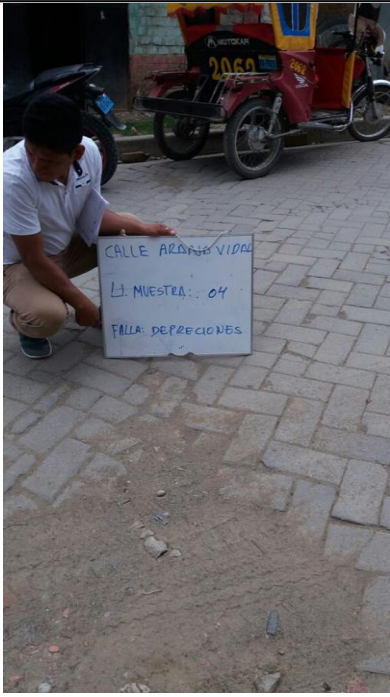
| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | % Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|--------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                           | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                           | 0.00  | 4.32 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                    | FA      | 0.00                           | 0.00  | 3.80 |
|                         | 9.- Fracturamiento de<br>confinamientos externos     | CE      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el<br>pavimento                      | RP      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                           | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidades de Muestra 04 (km 0+090 al 0+120)

**Tabla 112.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 04 Calle Arana Vidal

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |             |
|---|---|---------------------------|-------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |             |
| SECTOR MORRO SOLOR JAÉN   |   | UNIDAD 04 (0+090 - 0+120) |             |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |             |
| ARANA VIDAL   |   | 216 M2                    |             |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |             |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |             |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>            |             |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |             |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |             |
|   | Ahuellamiento                             |                           |             |
|   | Depresiones                               |                           | X           |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                           |             |
|   | Erosión Total                             |                           |             |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                           |             |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |             |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |             |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                           |             |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |             |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |             |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |             |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |             |
|   | Juntas abiertas                           |                           |             |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |             |
|   | Severidad                                 | Baja                      | B           |
|   |   | Media                     | M           |
|   |   | Alta                      | A           |
| <b>Nº Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>          | <b>área</b> |
| MUESTRA 04  | DEPRESIONES                               |                           | 8.54        |



Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 113. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                          | 3.95  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                    | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de<br>confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el<br>pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |


FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).



Unidades de Muestra 05 (km 0+120 al 0+150)

**Tabla 114.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 05 Calle Arana Vidal

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |                |
|---|---|---------------------------|----------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |                |
| SECTOR MORRO SOLOR JAÉN   |   | UNIDAD 05 (0+120 - 0+150) |                |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |                |
| ARANA VIDAL   |   | 216 M2                    |                |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |                |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |                |
| <b>Deterioro</b>  |   |                           | <b>CROQUIS</b> |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |                |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |                |
|   | Ahuellamiento                             |                           |                |
|   | Depresiones                               |                           |                |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                           |                |
|   | Erosión Total                             |                           |                |
|   | Pérdida de Arena                          |                           | X              |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |                |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |                |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                           |                |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |                |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |                |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |                |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |                |
|   | Juntas abiertas                           |                           |                |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |                |
| Severidad   | Baja                                      |                           | B              |
|   | Media                                     |                           | M              |
|   | Alta                                      |                           | A              |
| Nº Muestra  | Daño                                      | severidad                 | área           |
| MUESTRA 05  | PÉRDIDA DE ARENA                          |                           | 4.32           |



Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 115. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                          | 2.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                    | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.- Fracturamiento de<br>confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el<br>pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidades de Muestra 06 (km 0+150 al 0+180)

**Tabla 116.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 06 Calle Arana Vidal

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |             |
|---|---|---------------------------|-------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |             |
| SECTOR MORRO SOLOR JAÉN   |   | UNIDAD 06 (0+150 - 0+180) |             |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |             |
| ARANA VIDAL   |   | 216 M2                    |             |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |             |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |             |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>            |             |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |             |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |             |
|   | Ahuellamiento                             |                           |             |
|   | Depresiones                               |                           |             |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                           |             |
|   | Erosión Total                             |                           |             |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                           |             |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |             |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |             |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                           | X           |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |             |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |             |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |             |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |             |
|   | Juntas abiertas                           |                           |             |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |             |
| Severidad   | Baja                                      |                           | B           |
|   | Media                                     |                           | M           |
|   | Alta                                      |                           | A           |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>          | <b>área</b> |
| MUESTRA 06  | FRACTURAMIENTO                            |                           | 14.65       |



Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**a.1 Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 117. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8- Fracturamiento                                    | FA      | 0.00                          | 0.00  | 6.78 |
|                         | 9.- Fracturamiento de<br>confinamientos externos     | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el<br>pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidades de Muestra 07 (km 0+180 al 0+210)

**Tabla 118.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 07 Calle Arana Vidal

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |                      |
|---|---|---------------------------|----------------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |                      |
| SECTOR MORRO SOLOR JAÉN   |   | UNIDAD 07 (0+180 - 0+210) |                      |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |                      |
| ARANA VIDAL   |   | 216 M2                    |                      |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |                      |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |                      |
| <b>Deterioro</b>  |   | <b>CROQUIS</b>            |                      |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |                      |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |                      |
|   | Ahuellamiento                             |                           |                      |
|   | Depresiones                               |                           |                      |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                           | X                    |
|   | Erosión Total                             |                           |                      |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                           |                      |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |                      |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |                      |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                           |                      |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |                      |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |                      |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |                      |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |                      |
|   | Juntas abiertas                           |                           |                      |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |                      |
|   | Severidad                                 | Baja                      | B                    |
|   |   | Media                     | M                    |
|   |   | Alta                      | A                    |
| Nº Muestra  | Daño                                      | severidad                 | área                 |
| MUESTRA 07  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                           | 7.43                 |
|   |   |                           | DESGASTE SUPERFICIAL |



Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 119. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                          | 3.44  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8.- Fracturamiento                                   | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.-Fracturamiento de<br>confinamientos externos      | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el<br>pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).

Unidades de Muestra 08 (km 0+210 al 0+240)

**Tabla 120.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 08 Calle Arana Vidal

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |                      |
|---|---|---------------------------|----------------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |                      |
| SECTOR MORRO SOLOR JAÉN   |   | UNIDAD 08 (0+210 - 0+240) |                      |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |                      |
| ARANA VIDAL   |   | 216 M2                    |                      |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |                      |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |                      |
| <b>Deterioro</b>  |   |                           | <b>CROQUIS</b>       |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |                      |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |                      |
|   | Ahuellamiento                             |                           |                      |
|   | Depresiones                               |                           |                      |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | X                         |                      |
|   | Erosión Total                             |                           |                      |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                           |                      |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |                      |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |                      |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                           |                      |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |                      |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |                      |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |                      |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |                      |
|   | Juntas abiertas                           |                           |                      |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |                      |
|   | Severidad                                 | Baja                      | B                    |
|   |   | Media                     | M                    |
|   |   | Alta                      | A                    |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>          | <b>área</b>          |
| MUESTRA 08  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                           | 10.56                |
|   |   |                           | DESGASTE SUPERFICIAL |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

%Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 121. Porcentaje del área afectada de la condición estructural


| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                          | 0.00  | 4.89 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8.- Fracturamiento                                   | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.-Fracturamiento de<br>confinamientos externos      | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el<br>pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulados. 2010).



Unidades de Muestra 09 (km 0+240 al 0+270)

**Tabla 122.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 09 Calle Arana Vidal

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |           |   |
|---|---|-----------|---|
| UBICACIÓN:  |   |           | UNIDAD DE MUESTREO  |
| SECTOR MORRO SOLOR JAÉN   |   |           | UNIDAD 09 (0+240 - 0+270)   |
| CALLE:  |   |           | ÁREA DE MUESTREO  |
| ARANA VIDAL   |   |           | 216 M2  |
| INSPECCIONADO POR:  |   |           | FECHA   |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   |           | MARZO DEL 2017  |
| Deterioro   |   |           | CROQUIS   |
| Clase   | Tipo                                      |           |  |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |           |   |
|   | Ahuellamiento                             |           |   |
|   | Depresiones                               |           |   |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |           |   |
|   | Erosión Total                             |           |   |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |           |   |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |           |   |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |           |   |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X         |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |           |   |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |           |   |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |           |   |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |           |   |
|   | Juntas abiertas                           |           |   |
|   | vegetación en la calzada                  |           |   |
|   | Severidad                                 | Baja      | B   |
|   |   | Media     | M   |
|   |   | Alta      | A   |
| N° Muestra  | Daño                                      | severidad | área  |
| MUESTRA 09  | FRACTURMIENTO                             |           | 14.98   |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 123. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8.- Fracturamiento                                   | FA      | 0.00                          | 6.94  | 0.00 |
|                         | 9.-Fracturamiento de<br>confinamientos externos      | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el<br>pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulado. 2010).

Unidades de Muestra 10 (km 0+270 al 0+300)

**Tabla 124.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 10 Calle Arana Vidal

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                           |                |
|---|---|---------------------------|----------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b> |                |
| SECTOR MORRO SOLOR JAÉN   |   | UNIDAD 10 (0+270 - 0+300) |                |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>   |                |
| ARANA VIDAL   |   | 216 M2                    |                |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>              |                |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017            |                |
| <b>Deterioro</b>  |   |                           | <b>CROQUIS</b> |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                           |                |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                           |                |
|   | Ahuellamiento                             |                           |                |
|   | Depresiones                               |                           |                |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      |                           |                |
|   | Erosión Total                             |                           |                |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                           |                |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                           |                |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                           |                |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            | X                         |                |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                           |                |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                           |                |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                           |                |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                           |                |
|   | Juntas abiertas                           |                           |                |
|   | vegetación en la calzada                  |                           |                |
| Severidad   | Baja                                      | B                         |                |
|   | Media                                     | M                         |                |
|   | Alta                                      | A                         |                |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>          | <b>área</b>    |
| MUESTRA 10  | FRACTURAMIENTO                            |                           | 8.54           |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 125. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8.- Fracturamiento                                   | FA      | 0.00                          | 3.95  | 0.00 |
|                         | 9.-Fracturamiento de<br>confinamientos externos      | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el<br>pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulado. 2010).

Unidades de Muestra 11 (km 0+300 al 0+316.47)

**Tabla 126.** Formatos de inspección de Fallas Muestra 11 Calle Arana Vidal

| FORMATO DE INSPECCIÓN DE DETERIOROS PARA PAVIMENTOS INTERTRAVADOS |   |                              |                |
|---|---|------------------------------|----------------|
| <b>UBICACIÓN:</b>   |   | <b>UNIDAD DE MUESTREO</b>    |                |
| SECTOR MORRO SOLOR JAÉN   |   | UNIDAD 11 (0+300 - 0+316.47) |                |
| <b>CALLE:</b>   |   | <b>ÁREA DE MUESTREO</b>      |                |
| ARANA VIDAL   |   | 216 M2                       |                |
| <b>INSPECCIONADO POR:</b>   |   | <b>FECHA</b>                 |                |
| BACH. JOSÉ ALEX ADRIANO CASTILLO                                  |   | MARZO DEL 2017               |                |
| <b>Deterioro</b>  |   |                              | <b>CROQUIS</b> |
| <b>Clase</b>  | <b>Tipo</b>                               |                              |                |
| Deformaciones   | Abultamiento                              |                              |                |
|   | Ahuellamiento                             |                              |                |
|   | Depresiones                               |                              |                |
| Desprendimientos  | Desgaste Superficial                      | X                            |                |
|   | Erosión Total                             |                              |                |
|   | Pérdida de Arena En Las Juntas            |                              |                |
| Desplazamientos   | Desplazamiento de Borde                   |                              |                |
|   | Desplazamiento de Juntas                  |                              |                |
| Fracturamientos   | Fracturamiento                            |                              |                |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Externos |                              |                |
|   | Fracturamiento de Confinamientos Internos |                              |                |
| Otros Deterioros  | Escalonamiento Entre Adoquines            |                              |                |
|   | Escal. Entre Adoquines y Confinamiento    |                              |                |
|   | Juntas abiertas                           |                              |                |
|   | vegetación en la calzada                  |                              |                |
|   | Severidad                                 | Baja                         | B              |
|   |   | Media                        | M              |
|   |   | Alta                         | A              |
| <b>N° Muestra</b>   | <b>Daño</b>                               | <b>severidad</b>             | <b>área</b>    |
| MUESTRA 11  | DESGASTE SUPERFICIAL                      |                              | 14.3           |

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, podemos calcular el porcentaje del área afectada para cada tipo de muestra, según los datos recopilados de campo se encontró (01) falla.

**Cálculo del porcentaje del área afectada, %Aa**

Se calculó con los datos tomados en campo, tanto del área afectada (por nivel de severidad) por el deterioro y el área total de la unidad de muestreo.

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

% Aa<sub>i</sub>: Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa<sub>i</sub>: Área afectada por el deterioro i, obtenidas de las hojas de inspección

AT: Área total del tramo, obtenidos en campo = 216 m<sup>2</sup>.

Tabla 126. Porcentaje del área afectada de la condición estructural

| Clase                   | Deterioro<br>Tipo                                    | Símbolo | %Aa por nivel de<br>severidad |       |      |
|-------------------------|--|---------|-------------------------------|-------|------|
|                         |  |         | Bajo                          | Medio | Alto |
| 1.-<br>Deformaciones    | 1.- Abultamiento                                     | BA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 2.- Ahuellamiento                                    | AH      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 3.- Depresiones                                      | DA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 2.-<br>Desprendimientos | 4.-Desgaste Superficial                              | DS      | 0.00                          | 6.62  | 0.00 |
|                         | 5.- Pérdida de arena                                 | PA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 6.- erosión total                                    | ET      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 3.-<br>Desplazamientos  | 7.- Desplazamiento de<br>borde                       | DB      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 4.-<br>Fracturamientos  | 8.- Fracturamiento                                   | FA      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 9.-Fracturamiento de<br>confinamientos externos      | CE      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 10.- Fracturamiento de<br>confinamientos internos    | CI      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
| 5.- Otros<br>deterioros | 11.- Escalonamiento entre<br>adoquín y confinamiento | EAC     | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 12.- Roturas en el<br>pavimento                      | RP      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |
|                         | 13.- Vegetación en la<br>calzada                     | VC      | 0.00                          | 0.00  | 0.00 |

FUENTE: (Revista Ingenierías Universidad De Medellín – Patologías de Pavimentos Articulado. 2010).

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 Análisis de Datos**

#### **4.1.1 Fallas y causas encontradas en los pavimentos articulados**

##### **A. CALLE ANTONIO RAYMONDI CUADRA 05, 06 Y 07**

###### **Muestra 01**

Teniendo en cuenta el formato de inspección se encontraron dos fallas, depresiones y fracturamiento. La depresión se debe a la infiltración de agua por las juntas entre adoquines, llegando hasta la sub rasante, que según AASHTO es un suelo de tipo A-7-6, conformado por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad, este tipo de suelo en contacto con el agua se satura perdiendo resistencia provocando estas depresiones.

El fracturamiento de los adoquines de concreto se debe a la mala calidad del adoquín de concreto según los ensayos a la compresión realizados a 5 muestras, se ha obtenido como resultado promedio de resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>, Menor que la resistencia a la compresión mínima según norma 399.611 que es de (380kg/cm<sup>2</sup>).

###### **Muestra 02**

Para esta muestra según el formato de inspección se ha encontrado dos fallas, erosión total y desgaste superficial. La causa de la erosión total es debido a las máximas avenidas de agua acaecidas en la ciudad de Jaén y debido al mal drenaje existente en la ciudad, las aguas de la parte alta discurren hacia la parte baja donde se ubica la calle en estudio erosionando la base del pavimento articulado hasta el punto del colapso total del pavimento.

Con respecto al desgaste superficial se debe a la calidad del adoquín, según los ensayos realizados de resistencia a la compresión a 05 muestras, se ha obtenido como resultado promedio de 191.41 kg/cm<sup>2</sup>. Pero teniendo en cuenta el promedio mínimo de la resistencia a la compresión según NTP 399.611. Es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, deducimos que los adoquines de concreto son de mala calidad, motivo por el cual se dan estas fallas.

### **Muestra 03**

Para esta muestra se ha encontrado dos fallas, desgaste superficial y fracturamiento, estas fallas tienen que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 04**

Para esta muestra se ha encontrado dos fallas, ahuellamiento y depresiones.

La depresión en esta muestra es debido a la falta de confinamiento alrededor de los buzones no permitiendo dar un acabado al trabado del adoquín de concreto dejando aberturas donde permite el ingreso del agua hacia la sub rasante que según AASHTO es un suelo de tipo A-7-6, conformado por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad, este con presencia del agua se satura perdiendo resistencia, produciéndose estas depresiones.

El ahuellamiento se da por el ingreso de agua por el sello de arena hacia la sub rasante que según los estudios de suelos realizados mediante AASHTO es un suelo de tipo A-7-6, conformado por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad, que con presencia de agua se saturan perdiendo resistencia y por lo tanto se produce esta falla

### **Muestra 05**

Según el inventario se ha encontrado 03 fallas, depresiones, erosión total y fracturamiento.

El ahuellamiento se da por el ingreso de agua por el sello de arena hacia la sub rasante que según los estudios de suelos realizados mediante AASHTO es un suelo de tipo A-7-6, conformado por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad, que con presencia de agua se saturan perdiendo resistencia y por lo tanto se produce esta falla

La erosión total se da debido a las máximas avenidas de lluvia que por el mal drenaje el agua discurre desde la parte alta de la ciudad hacia la parte baja donde se ubica la calle en estudio, erosionando la base de arena hasta colapsar el pavimento.

El fracturamiento de los adoquines de concreto se debe a la mala calidad del adoquín de concreto, que, según los ensayos a la compresión realizados a 5 muestras, se ha



obtenido como resultado promedio de resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>, Menor que la resistencia a la compresión mínima según norma 399.611 que es de 380kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Muestra 06**

Según el inventario se ha encontrado 03 fallas, depresiones, desgaste superficial y fracturamiento.

La depresión en esta muestra es debido a la falta de confinamiento alrededor de los buzones no permitiendo dar un acabado al trabado del adoquín de concreto dejando aberturas donde permite el ingreso del agua hacia la sub rasante que según AASHTO es un suelo de tipo A-7-6, conformado por arcillas inorgánicas de mediana plasticidad, este con presencia del agua se satura perdiendo resistencia, produciéndose estas depresiones.

El desgaste superficial y fracturamiento de los adoquines de concreto se debe a la mala calidad del adoquín de concreto, que, según los ensayos a la compresión realizados a 5 muestras, se ha obtenido como resultado promedio de resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>, Menor que la resistencia a la compresión mínima según norma 399.611 que es de 380kg/cm<sup>2</sup>.

### **B. CALLE ANTONIO RAYMONDI CUADRA 09, 10, 11 Y 12**

#### **Muestra 01**

Se encontraron dos tipos de fallas, desgaste superficial y fracturamiento de confinamiento internos, la causa principal del desgaste superficial esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

El fracturamiento de confinamiento interno se debe a la mala calidad del concreto, como también el espesor es de 0.10 cm siendo mínimo para soportar la carga de los vehículos.

### **Muestra 02**

Según el inventariado de fallas se encontraron dos fallas: pérdida de adoquines de concreto, fracturamiento.

La pérdida de adoquines de concreto se debe a la infiltración de agua por las juntas erosionando la cama de arena, desestabilizando la trabazón entre adoquines de concreto y por ende se da la pérdida de adoquines de concreto.

El fracturamiento de los adoquines de concreto se debe a la mala calidad del adoquín de concreto, que, según los ensayos a la compresión realizados a 5 muestras, se ha obtenido como resultado promedio de resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>, Menor que la resistencia a la compresión mínima según norma 399.611 que es de 380kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, se deduce que los adoquines de concreto son de mala calidad.

### **Muestra 03**

En esta muestra se observa dos fallas: desgaste superficial y fracturamiento. Estas fallas tienen que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 04**

El fracturamiento de los adoquines de concreto se debe a la mala calidad del adoquín de concreto según los ensayos a la compresión realizados a 5 muestras, se ha obtenido como resultado promedio de resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>, Menor que la resistencia a la compresión mínima según norma 399.611 que es de 380kg/cm<sup>2</sup>, siendo la causa por la que se da esta falla

### **Muestra 05**

Según el ensayo se encontraron dos tipos de fallas: depresiones y fracturamiento

Las depresiones se deben a la infiltración de agua de lluvia mediante las juntas de los adoquines hasta llegar a la sub rasante que por ser un suelo de tipo de suelo según AASHTO A-7-6 que corresponde a arcilla inorgánica de mediana plasticidad que Con presencia de agua se satura perdiendo resistencia, ocasionando estas fallas.

El fracturamiento de los adoquines de concreto se debe a la mala calidad del adoquín de concreto según los ensayos a la compresión realizados a 5 muestras, se ha obtenido como resultado promedio de resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>, Menor que la resistencia a la compresión mínima según norma 399.611 que es de 380kg/cm<sup>2</sup>, siendo la causa por la que se da esta falla

#### **Muestra 06**

Según el ensayo se encontró un tipo de falla: fracturamiento

El fracturamiento de los adoquines de concreto se debe a la mala calidad del adoquín de concreto según los ensayos a la compresión realizados a 5 muestras, se ha obtenido como resultado promedio de resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>, Menor que la resistencia a la compresión mínima según norma 399.611 que es de 380kg/cm<sup>2</sup>, siendo la causa por la que se da esta falla

#### **Muestra 07**

Según el ensayo se encontró un tipo de falla: Desgaste Superficial

El desgaste superficial de los adoquines de concreto se debe a la mala calidad del adoquín de concreto según los ensayos a la compresión realizados a 5 muestras, se ha obtenido como resultado promedio de resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>, Menor que la resistencia a la compresión mínima según norma 399.611 que es de 380kg/cm<sup>2</sup>, siendo la causa por la que se da esta falla

### **C. CALLE ZARUMILLA**

#### **Muestra 01**

En la muestra 01 según el inventario se encontraron dos tipos de fallas: desgaste superficial y fracturamiento.

Estas fallas tienen que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 02**

En la muestra 02 según el inventario se encontraron dos tipos de fallas: desgaste superficial y fracturamiento.

Estas fallas tienen que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 03**

Según el formato de inspección se encuentra un tipo de falla, el fracturamiento. El fracturamiento de los adoquines de concreto se debe a la mala calidad del adoquín de concreto según los ensayos a la compresión realizados a 5 muestras, se ha obtenido como resultado promedio de resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>, Menor que la resistencia a la compresión mínima según norma 399.611 que es de 380kg/cm<sup>2</sup>, siendo la causa por la que se da esta falla

### **Muestra 04**

En esta muestra se encontraron tres fallas: pérdida de arena en la base, desgaste superficial y fracturamiento

La pérdida de arena se debe a la infiltración de agua que socava la cama de arena saliendo la arena hacia la superficie causando deformación en la estructura del pavimento articulado.

Las fallas como el fracturamiento y el desgaste superficial, Estas fallas tienen que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 05**

Presenta dos fallas. Desgaste superficial y fracturamiento, Estas fallas tienen que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 06**

Presenta una falla. Desgaste superficial, Esta falla tienen que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 07**

Presenta una falla. Fracturamiento. Esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizada a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

## **D. CALLE UNIÓN**

### **Muestra 01**

En esta muestra se encontraron un tipo de falla: La roturas en el pavimento se debe a los trabajos realizados por la empresa de agua y saneamiento, que al realizar conexiones nuevas de agua o desagüe rompen el pavimento y al momento de subsanar no compactan bien la base, produciéndose las fallas y en otros casos cambian de material parchando con concreto las roturas realizadas, quedando aberturas por donde

ingresa el agua haciendo fallar el pavimento.

### **Muestra 02**

Se encontró un tipo de falla, el desgaste superficial. Esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 03**

En esta muestra se encontró un tipo de falla, La roturas en el pavimento, que se debe a los trabajos realizados por la empresa de agua y saneamiento, que al realizar conexiones nuevas de agua o desagüe rompen el pavimento y al momento de subsanar no compactan bien la base, produciéndose las fallas y en otros casos cambian de material parchando con concreto las roturas realizadas, quedando aberturas por donde ingresa el agua haciendo fallar el pavimento.

### **Muestra 04**

En esta muestra se encontró una falla: desgaste superficial, Esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 05**

En esta muestra se encontró una falla: fracturamiento. Esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

## **E. CALLE UNIVERSIDAD**

### **Muestra 01**

En esta muestra se encuentra un tipo de falla: desgaste superficial. Esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 02**

Desgastes superficiales y fracturamiento son las dos fallas encontradas en esta muestra, Estas fallas tienen que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 03**

En esta muestra se encontraron dos fallas: desgaste superficial y fracturamiento de confinamiento interno.

El desgaste superficial Esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

El fracturamiento de confinamientos internos se debe a la mala calidad del concreto con lo que fueron construidos, como también al espesor del confinamiento mínimo de 0.10 cm de espesor que con el tránsito vehicular tiende a fallar produciendo esta falla.

#### **Muestra 04**

Se encontraron dos fallas: desgaste superficial y abultamiento, el abultamiento se produce debido a la infiltración de agua lluvia hacia la sub rasante saturando el suelo que según AASHTO se clasifica como un suelo A-6 arenas arcillosas, que con presencia de agua tiende a hincharse formando estas fallas.

Con respecto al desgaste superficial, Esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

#### **Muestra 05**

En esta muestra se encontraron dos tipos de fallas: fracturamiento y fracturamiento de confinamiento interno.

El fracturamiento tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

El fracturamiento de confinamientos internos se debe a la mala calidad del concreto con lo que fueron construidos, como también al espesor del confinamiento mínimo de 0.10 cm de espesor que con el tránsito vehicular tiende a fallar produciendo esta falla.

#### **Muestra 06**

Fracturamiento y escalonamiento entre adoquines y confinamiento son las dos fallas encontradas.

El fracturamiento tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad



siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

El escalonamiento entre adoquín y confinamiento se da por la infiltración de agua de lluvia hacia sub rasante que según AASHTO se clasifica como un suelo A-6 arenas arcillosas mezcla de arena y arcilla. Estos suelos con presencia de agua tienden a asentarse produciéndose estos escalonamientos entre adoquines y confinamiento.

#### **Muestra 07**

Según es el inventario se encontraron dos fallas: pérdida de arena en la base y desgaste superficial.

La pérdida de arena se da por la infiltración de agua hacia la cama de arena, provocando la pérdida de arena permitiendo un asentamiento

El desgaste superficial tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

#### **Muestra 08**

Según es el inventario se encontró una falla: Fracturamiento. Tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

#### **Muestra 09**

En esta muestra se encontraron dos tipos de fallas: fracturamiento y fracturamiento de confinamiento interno.

El fracturamiento tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>.

Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

El fracturamiento de confinamientos internos se debe a la mala calidad del concreto con lo que fueron construidos, como también al espesor del confinamiento mínimo de 0.10 cm de espesor que con el tránsito vehicular tiende a fallar produciendo esta falla.

### **Muestra 10**

En esta muestra se encontraron dos tipos de fallas: fracturamiento y desgaste superficial.

Estas dos fallas tienen que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 11**

En esta muestra se encontró un tipo de falla: Desgaste superficial.

Esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

## **F. CALLE SANTA TERESITA**

### **Muestra 01**

El abultamiento se produce debido a la infiltración de agua lluvia hacia la sub rasante saturando el suelo que según AASHTO se clasifica como un suelo A-6 arenas arcillosas, que con presencia de agua tiende a hincharse formando estas fallas.

### **Muestra 02**

En esta muestra se encuentra una falla, la vegetación en la calzada que se debe al poco mantenimiento por parte de los vecinos de la calle como también de la municipalidad provincial de Jaén.

### **Muestra 03**

Se encuentran dos fallas: escalonamiento entre adoquines y desgaste superficial.

El escalonamiento entre adoquín y confinamiento se da por la infiltración de agua de lluvia hacia sub rasante que según AASHTO se clasifica como un suelo A-6 arenas arcillosas mezcla de arena y arcilla. Estos suelos con presencia de agua tienden a asentarse produciéndose estos escalonamientos entre adoquines y confinamiento.

El desgaste superficial tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

## **G. CALLE MICAELA BASTIDAS**

### **Muestra 01**

El fracturamiento tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 02**

El fracturamiento de confinamientos internos se debe a la mala calidad del concreto con lo que fueron construidos, como también al espesor del confinamiento mínimo de 0.10 cm de espesor que con el tránsito vehicular tiende a fallar produciendo esta falla.

### **Muestra 03**

Según el inventario se encontró una falla el Desgaste superficial tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

## **CALLE ALFONSO ARANA VIDAL**

### **Muestra 01**

Se ha encontrado dos fallas erosión del pavimento y fracturamiento. El fracturamiento depende de la calidad del adoquín de concreto que, según ensayos de resistencia a la compresión realizada a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

Y la erosión La causa de la erosión total es debido a las máximas avenidas de agua acaecidas en la ciudad de Jaén y debido al mal drenaje existente en la ciudad, las aguas de la parte alta discurren hacia la parte baja donde se ubica la calle en estudio erosionando la base del pavimento articulado hasta el punto del colapso total del pavimento.

### **Muestra02**

Se encuentran dos fallas: pérdidas de adoquines de concreto y pérdidas de arena en la base: La pérdida de arena se debe a la infiltración de agua que socava la cama de arena saliendo la arena hacia la superficie causando deformación en la estructura del pavimento articulado.

La pérdida de adoquines de concreto se debe a la infiltración de agua por las juntas erosionando la cama de arena, desestabilizando el trabado entre adoquines y por ende se da la pérdida de adoquines.

### **Muestra 03**

Según el inventario de deterioros se encontraron dos fallas: desgaste superficial y fracturamiento. Estas dos fallas tienen que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 04**

Se encontró una única falla, Las depresiones se deben al tipo de suelo siendo según AASHTO un tipo de suelo A-7-6, arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, son suelos que con presencia de agua se saturan produciéndose estas deformaciones.

### **Muestra 05**

Según el inventario se encontró una falla: la pérdida de arena. La pérdida de arena se debe a la infiltración de agua que socava la cama de arena saliendo la arena hacia la superficie causando deformación en la estructura del pavimento articulado.

### **Muestra 06**

Se encontró la falla denominada fracturamiento, esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 07**

Según el inventariado se encontró una falla: Desgaste superficial, esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 08**

Según el inventariado se encontró una falla: Desgaste superficial, esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 09**

Según el inventariado se encontró una falla: Fracturamiento, esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 10**

Según el inventariado se encontró una falla: Fracturamiento, esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

### **Muestra 11**

Según el inventariado se encontró una falla: Desgaste superficial, esta falla tiene que ver directamente con la calidad del adoquín de concreto y teniendo en cuenta los ensayos de resistencia a la compresión realizado a 5 muestras, nos arroja una resistencia a la compresión de 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia mínima a la compresión estipulada en la norma NTP 399.611 Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, podemos deducir que los adoquines de concreto son de mala calidad siendo la causa por lo que se dan estas fallas.

## 4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Teniendo en cuenta y cumpliendo con el objetivo general, de determinar las fallas y causas de los pavimentos articulados en la ciudad de Jaén. Se ha realizado el inventario de fallas existentes en las siete calles en estudio Alfonso Arana Vidal, Calle Universidad, Calle Santa Teresita, Calle Micaela Bastidas, Calle Zarumilla, y la Calle Antonio Raymondi y calle Unión, encontrando las siguientes fallas: ahuellamiento, desgaste superficial, depresiones, Fracturamiento, escalonamiento entre adoquín y confinamiento, pérdida de arena en la base, pérdida de adoquines, erosión total, roturas en el pavimento, abultamiento, vegetación en la calzada y Fracturamiento de confinamiento interno Todas estas fallas fueron análisis rigurosamente.

Según el inventariado de fallas se puede apreciar dos tipos de fallas que predominan como el desgaste superficial y fracturamiento esto debido a la mala calidad de los adoquines de concreto según ensayos de resistencia a la compresión realizados a 5 muestras. Donde se obtiene 191.49 kg/cm<sup>2</sup>. Menor que la resistencia estipulada en la norma NTP 399.611. Que es de 380 kg/cm<sup>2</sup>. Deducimos que son de mala calidad por lo tanto se dan estas fallas.

En la calle Raymondi se encontraron las fallas como depresiones, fracturamiento, erosión total, desgaste superficial, ahuellamiento, pérdidas de adoquines de concreto y fracturamiento de confinamiento interno, fracturamiento como también depresiones. Teniendo mayor influencia el fracturamiento y fracturamiento de confinamientos internos, siendo más frecuentes el desgaste superficial y el fracturamiento que se produce debido a la mala calidad del adoquín de concreto.

En la calle Zarumilla según el inventariado de fallas se encontraron las fallas: desgaste superficial, fracturamiento y pérdida de arena en la base, sobresaliendo el desgaste superficial y el fracturamiento que se produce por la mala calidad del adoquín de concreto.

En la calle unión se encontraron las fallas como la rotura en el pavimento, desgaste superficial y el fracturamiento, sobresaliendo el desgaste superficial.

En la calle universidad se encontraron las siguientes fallas: desgaste superficial, fracturamiento, fracturamiento de confinamiento interno, abultamiento, escalonamiento entre adoquín y confinamiento y pérdida de arena en la base,

sobresaliendo el fracturamiento que se produce por la mala calidad del adoquín de concreto.

En las calles santa teresita según el inventariado de fallas se encontraron las fallas: abultamiento, vegetación en la calzada, escalonamiento entre adoquín y el desgaste superficial sobresaliendo entre todo el desgaste superficial que se debe a la mala calidad de los adoquines de concreto.

En la calle Micaela bastidas según el inventariado de fallas se encontraron las siguientes: fracturamiento, fracturamiento de confinamiento interno y desgaste superficial el fracturamiento que se debe a la mala calidad de los adoquines de concreto.

En la calle Arana Vidal se encontraron las fallas como: erosión del pavimento, fracturamiento, pérdida de adoquines de concreto, pérdida de arena en la base, desgaste superficial y depresiones sobresaliendo en desgaste superficial y fracturamiento que se producen por la mala calidad del adoquín de concreto.

Finalmente, debemos señalarse que mediante los estudios de suelos se puede apreciar que en su mayoría los suelos son arcillosos de mediana plasticidad que con presencia de agua se satura y reacciona ocasionando depresiones o abultamientos.



## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

En el estudio realizado se ha encontrado 12 fallas predominantes en los pavimentos articulados en estudio, las cuales son: ahuellamiento, desgaste superficial, depresiones, Fracturamiento, escalonamiento entre adoquín y confinamiento, pérdida de arena, pérdida de adoquines, erosión total, roturas en el pavimento, abultamiento, Fracturamiento de confinamiento interno y vegetación en la calzada. Entre las cuales destaca con mayor participación la erosión total, el desgaste superficial y el fracturamiento y otras con menor incidencia como las Depresiones, Abultamiento y escalonamiento entre adoquín y confinamiento presentes en siete calles del estudio.

Las causas que ocasionan las fallas en las calles en estudio son las que presentamos en la siguiente Tabla.

Tabla 128. Falla y Cauca

| <b>NOMBRE DE LA FALLA</b>               | <b>PORCENTAJE</b> | <b>CAUSA</b>   |
|---|-------------------|--|
| Erosión total                           | 22.92%            | Falta de drenaje adecuado para evacuar las aguas de lluvia.  |
| Desgaste superficial                    | 16.66%            | Mala calidad de los adoquines de concreto ( $f'c=191.49\text{kg/cm}^2 < f'c=191.49\text{ kg/cm}^2$ ) |
| Fracturamiento                          | 22.38%            | Mala calidad de los adoquines de concreto ( $f'c=191.49\text{kg/cm}^2 < f'c=191.49\text{ kg/cm}^2$ ) |
| Abultamiento                            | 2.46%             | Depende del tipo de suelo tipo A-7-6, que con presencia de agua se expanden                          |
| Ahuellamiento                           | 0.89%             | Debido a la infiltración del agua de lluvia y el tipo de suelo de cada calle.                        |
| Depresiones                             | 2.99%             | Debido a la infiltración del agua de lluvia y el tipo de suelo de cada calle.                        |
| Fracturamiento de Confinamiento Interno | 2.20%             | Mala calidad de concreto, espesor mínimo de confinamiento.   |
| Escalonamiento Entre Adoquín y          | 2.41%             | Debido a la infiltración de agua sobre la base del pavimento y depende del tipo de suelo de          |

|                         |       |  |
|-------------------------|-------|--|
| Confinamiento           |       | cada calle   |
| Pérdida de Arena        | 1.26% | Tipo de suelo con infiltración de agua de lluvia   |
| Roturas en el pavimento | 0.63% | Producidas malas reparaciones del pavimento, después de romper el pavimento para nuevas conexiones de agua y/o desagüe |

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del inventariado de fallas podemos deducir que todas las calles en estudio se encuentran en regular estado de conservación con excepción de las calles Arana Vidal, Raymondi cuadra 05, 06 y 07 donde parte de su estructura se colapsó convirtiéndose en zonas intransitables.

## 5.2 Recomendaciones

- La evaluación realizada se ha podido notar el poco mantenimiento que se ha dado a este tipo de pavimentos por lo que recomendamos dar un mantenimiento rutinario a estas vías, para el desgaste superficial y el fracturamiento se recomienda cambiar un tipo de adoquín de concreto de mejor calidad, para el abultamiento, ahuellamiento, depresiones, pérdida de arena, escalonamiento entre adoquines y confinamiento se recomienda darle un mejoramiento al suelo y mejorar el sistema de drenaje. El fracturamiento de confinamiento interno se debe a la mala calidad del concreto por lo que se recomienda reemplazar por un mejor tipo de concreto, la rotura de concreto se debe a la mala reparación de los pavimentos
- Se recomienda realizar un sistema de drenaje adecuado para la provincia de Jaén

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

(Municipalidad Provincial de Jaén 2013) Plano Catastral de la Provincia de Jaén, plano de secciones transversales

(Carlos Hernando Higuera Sandoval y Óscar Fabián Pacheco Merchán, 2010) Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 9, No. 17, pp. 75-94 - ISSN 1692-3324 - julio-diciembre de 2010/228 p. Medellín, Colombia.

Collazos Vizcarra, FL. 2011. Evaluación de las patologías del pavimento intertrabado en el tramo urbano de Pariacoto (km 55+470-km 56+480) de la carretera Casma-Huaraz mediante el índice de condición del pavimento. Tesis Ing. Civil. Chimbote, PE, ULADECH. 66 p.

Decreto supremo N°001- 2010 – VIVIENDA, Informe N° 04-2009 VIVIENDA/VMVU-CPARNE, Modificación del Índice del RNE, respecto a la Norma Técnica, CE.010 Aceras Y Pavimentos por CE.010 Pavimentos Urbanos.

(Ing. Jorge Coronado Iturbide, Noviembre del 2002) MANUAL CENTROAMERICANO PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS

Guía de instalación de adoquines de concreto, (INSTITUTO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO EN GUATEMALA, ICCG)

(Jorge Adalberto Oliva Escobar, setiembre del 2005) Tesis “Propuesta Para la Automatización de Cálculos de Diseños Estructurales Y Especificaciones de Pavimentos con Adoquines de Concreto” - universidad de el salvador

(Víctor Fabián Armijos Cuenca, marzo 2011.) Tesis “Estudio del Diseño Estructural y Constructivo de Pavimentos Articulado EN Base A Bloques de Asfalto” Santiago de Chile

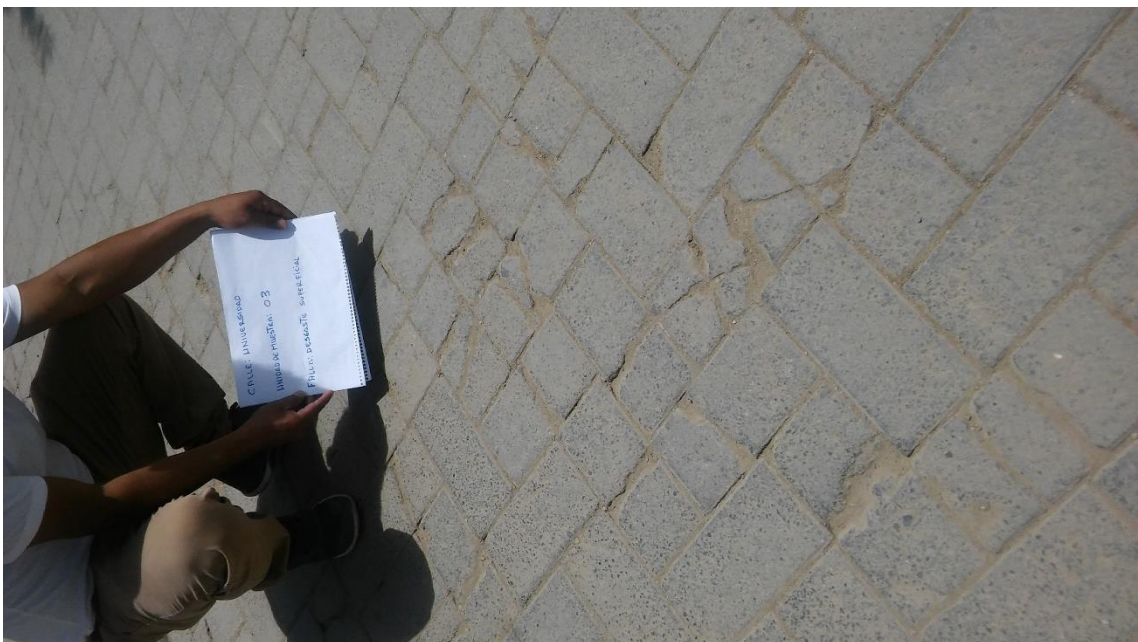
ICG (Instituto de la Construcción y Gerencia, PE, 2010.). Reglamento Nacional De Edificaciones: Norma CE. 010 Pavimentos Urbanos. 1ed. Lima, PE, Departamento Editorial ICG. 92 p. (Serie PT-52).

## ANEXOS

### ANEXO 1. PANEL FOTOGRÁFICO



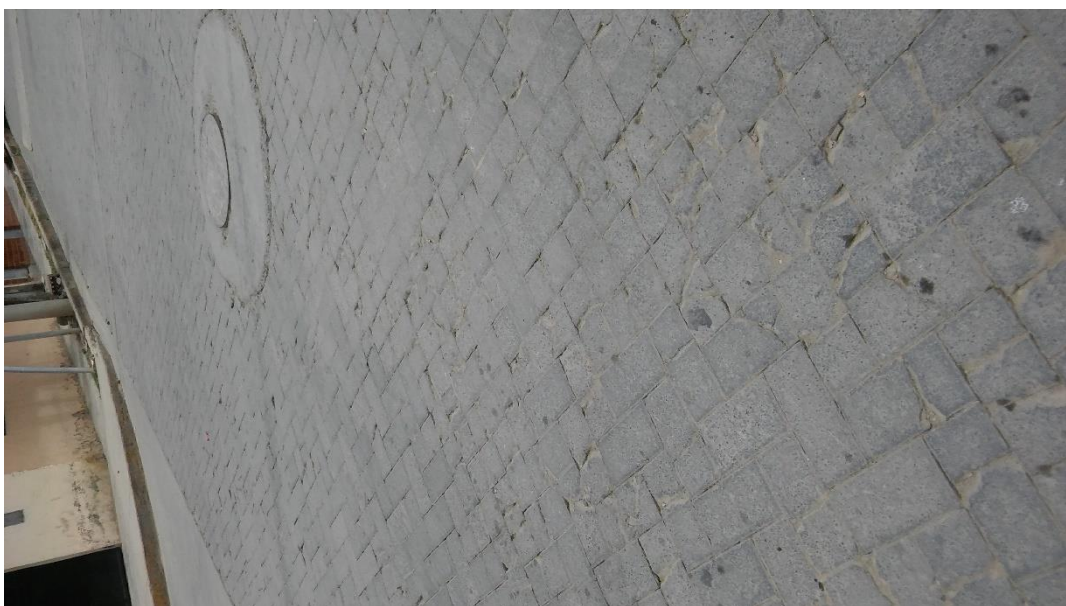
**FOTO 01:** Fracturamiento de Confinamiento Interno en la Calle Universidad



**FOTO 02:** Desgaste Superficial y Fracturamiento en la Calle Universidad



**FOTO 03:** Abultamiento en la Calle Santa Teresita



**FOTO 04:** Desgaste Superficial y Fracturamiento en la Calle Zarumilla



**FOTO 05:** Fracturamiento en la Calle Raymondi



**FOTO 06:** Roturas en el Pavimento mal Reparadas en la Calle Unión



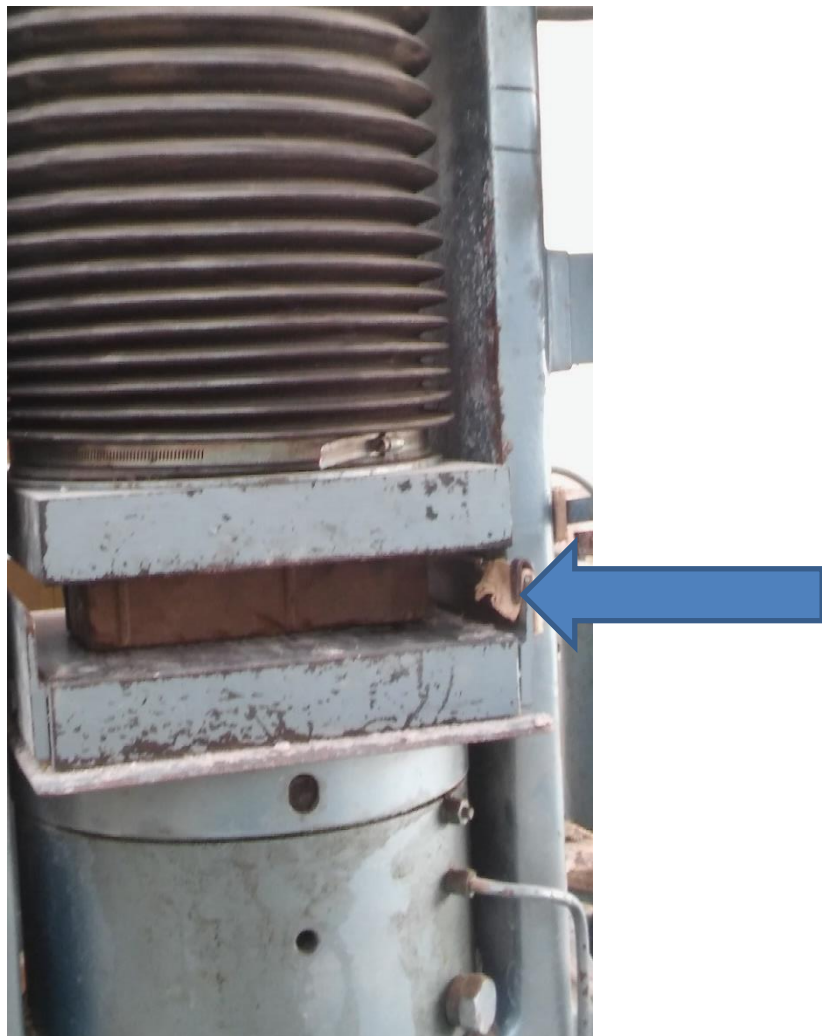
**FOTO 07:** Fracturamiento en la Calle Arana Vidal



**FOTO 08:** Erosión Total del Pavimento en la Calle Raymondi



**FOTO 09:** Tipo de Adoquín de Concreto Utilizado en la Pavimentación de las Calles en Estudio



**FOTO 11:** Realizando el Ensayo a la Compresión de la Muestra de Adoquín de Concreto



## ANEXO 02: ENSAYOS A LA COMPRESIÓN DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO

**TESIS :** FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS EN LA CIUDAD DE JAEN

**TIPO DE MUESTRA :** ADOQUINES DE CONCRETO

**TESISTA :** BACH. JOSE ALEX ADRIANO CASTILLO

**ASESOR :** ING. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

**LABORATORIO :** UNC

**FECHA DE FABRICACIÓN :** 03/07/2007

**FECHA DE ENSAYO :** 31/08/2017

| N° DE ENSAYO         | CÓDIGO  | EDAD (días) | CARGA DE ROTURA (Kg) | f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) | L (cm) | b (cm) | RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------------|---------|-------------|----------------------|---------------------------|--------|--------|--|
| 1                    | ZC - 01 | 3712        | 60500                | 210                       | 25.00  | 12.50  | 193.60                                   |
| 2                    | ZC - 02 | 3712        | 59500                | 210                       | 25.00  | 12.50  | 190.40                                   |
| 3                    | ZC - 03 | 3712        | 59000                | 210                       | 25.00  | 12.50  | 188.80                                   |
| 4                    | ZC - 04 | 3712        | 60000                | 210                       | 25.00  | 12.50  | 192.00                                   |
| 5                    | ZC - 05 | 3712        | 60200                | 210                       | 25.00  | 12.50  | 192.64                                   |
|                      |         |             |                      |                           |        |        | 957.44                                   |
| Resistencia Promedio |         |             |                      |                           |        |        | 191.49                                   |

ANEXO 03: ESTUDIO DE SUELOS

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA  
PROYECTO DE TESIS**

**PROYECTO**

**FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS  
URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN, DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN -  
CAJAMARCA**

**UBICACIÓN**

**DISTRITO Y PROVINCIA JAEN - REGION CAJAMARCA**

***JAEN, 05 DE MAYO DEL 2017***



**TECNISU F&F S.R.L.**  
**TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS**  
 PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688896 - JAEN

**LIMITE DE ATTERBERG**

**ASTM D-4318 - MTC - E - 111**

**PROYECTO :** FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
**UBICACIÓN :** DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA  
**FECHA :** 05 DE MAYO DEL 2017  
**CALICATA :** C - 03 - CALLE ANTONIO RAYMONDI CDRA 07

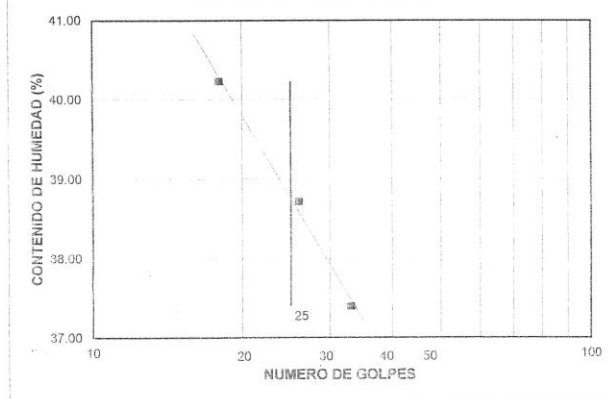
**LIMITE LIQUIDO**

| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | --- |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|-----|-----|-----|
|                                  | 0.00 - 1.50 |       |       | --- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  |             |       |       |     |     |     |
| Número de golpes                 | 20          | 27    | 34    | --- | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 131         | 299   | 134   | --- | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 55.25       | 58.52 | 61.30 | --- | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 42.21       | 44.93 | 47.07 | --- | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 13.75       | 14.19 | 13.97 | --- | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 13.04       | 13.59 | 14.23 | --- | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 28.46       | 30.74 | 33.10 | --- | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 45.82       | 44.21 | 42.99 | --- | --- | --- |

**LIMITE PLASTICO**

| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | --- |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                  | 0.00 - 1.50 |     |     | --- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  |             |     |     |     |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 304         | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 21.48       | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 19.76       | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 13.51       | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 1.72        | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 6.25        | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 27.52       | --- | --- | --- | --- | --- |

**GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO**



| MUESTRA |       |
|---------|-------|
| M - 1   | ---   |
| L.L.    | 44.74 |
| L.P.    | 27.52 |
| I.P.    | 17.22 |

| CLASIFICACION |      |           |
|---------------|------|-----------|
| MUESTRA       | SUCS | AASHTO    |
|               | CL   | A - 7 - 6 |

Observaciones:  
 Registro INDECOPÍ N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Rocío Recarte Roldán  
 TECNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lopez  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688896 - JAEN

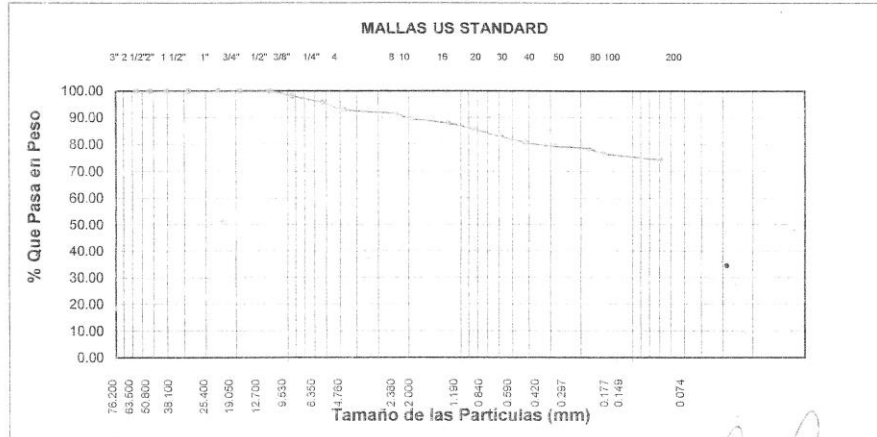
### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

**PROYECTO** : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
**UBICACIÓN** : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA  
**FECHA** : 05 DE MAYO DEL 2017  
**LUGAR** : ANTONIO RAYMONDI CDRA 07

CALIGATA N°: C - 03      MUESTRA N°: M - 1      PROFUNDIDAD : 0.00 - 1,50 m.

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                               |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|--|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |  |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  | CL, arcillas inorgánicas de mediana plasticidad. |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 2"             | 50.80 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 1 1/2"         | 38.10 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 1"             | 25.40 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 3/4"           | 19.05 |               |                    |                      |            |                  | L.L. : 44.74                                     |
| 1/2"           | 12.70 |               |                    |                      | 100.00     |                  | L.P. : 27.52                                     |
| 3/8"           | 9.53  | 4.28          | 1.88               | 1.88                 | 98.12      |                  | I.P. : 17.22                                     |
| 1/4"           | 6.35  | 5.34          | 2.35               | 4.23                 | 95.77      |                  | CLASIFICACION                                    |
| N° 04          | 4.76  | 6.19          | 2.72               | 6.95                 | 93.05      |                  | AASHTO : A - 7 - 6 0                             |
| N° 08          | 2.38  | 3.65          | 1.61               | 8.56                 | 91.44      |                  |  |
| N° 10          | 2.00  | 3.79          | 1.67               | 10.22                | 89.78      |                  |  |
| N° 16          | 1.19  | 4.21          | 1.85               | 12.08                | 87.92      |                  | OBSERVACIONES:                                   |
| N° 20          | 0.84  | 5.18          | 2.28               | 14.35                | 85.65      |                  |  |
| N° 30          | 0.59  | 6.31          | 2.77               | 17.13                | 82.87      |                  |  |
| N° 40          | 0.42  | 4.77          | 2.10               | 19.23                | 80.77      |                  |  |
| N° 50          | 0.30  | 3.21          | 1.41               | 20.64                | 79.36      |                  |  |
| N° 80          | 0.18  | 1.89          | 0.83               | 21.47                | 78.53      |                  |  |
| N° 100         | 0.15  | 4.22          | 1.86               | 23.32                | 76.68      |                  |  |
| N° 200         | 0.07  | 5.16          | 2.27               | 25.59                | 74.41      |                  |  |
| <N° 200        |       | 169.21        | 74.41              | 100.00               | 0.00       |                  |  |
| Peso Inicial   |       | 227.41        |                    |                      |            |                  |  |



Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Av. Benavente Rod. 1  
 TECNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Loza  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688896 - JAEN

### REGISTRO DE PERFORACIONES

PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
UBICACION : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA  
PERFORACION : C - 03 - CALLE ANTONIO RAYMONDI CDRA 07  
FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017

| COTA (m) | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLO | NATURALEZA DEL TERRENO  | MUESTRAS | OBSERVAC. |
|----------|-----------------|---------|---|----------|-----------|
|          | 0.00            |         | Material conformado por arcillas inorganicas de color beige oscuro oscuro de consistencia semi dura de mediana a baja plasticidad.<br>L.L : 44.74<br>L.P : 27.52<br>I.P : 17.22 | M - 1    |           |
|          | 1.50            |         |   |          |           |

Registro INDECOPI N° 00064082

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Abián Becerra Red.*  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lozas*  
CIP: 76297



# TECNIBU P&P S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 165292 - JAEN

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

WTC - E - 132

**LUGAR** : ANTONIO RAYMONDI CDRA 07  
**PROYECTO** : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN, PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA  
**UBICACION** : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA  
**MATERIAL** : SUB RASANTE  
**FECHA** : 05 DE MAYO DEL 2017      **CALICATA** : C - 03      **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50m.

#### C.B.R.

| MOLDE N°                             | 2         |        | 3         |        | 8         |        |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
|                                      | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA                |           |        |           |        |           |        |
| CONDICION DE MUESTRA                 | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)        | 10,346    | 10,421 | 10,351    | 10,454 | 10,280    | 10,482 |
| PESO DEL MOLDE (g)                   | 5,820     | 5,820  | 5,960     | 5,960  | 6,050     | 6,050  |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g)            | 4,526     | 4,601  | 4,391     | 4,494  | 4,230     | 4,432  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)                | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.11      | 2.15   | 2.05      | 2.1    | 1.97      | 2.07   |
| CAPSULA N°                           | 60        | 50     | 40        | 30     | 21        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)      | 103.92    | 111.80 | 111.56    | 117.81 | 107.45    | 125.11 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)        | 92.32     | 96.20  | 98.74     | 103.38 | 96.88     | 107.34 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)           | 11.6      | 13.68  | 12.82     | 14.43  | 10.57     | 17.77  |
| PESO DE CAPSULA (g)                  | 19.96     | 19.24  | 20.69     | 25.30  | 31.21     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)               | 72.36     | 78.96  | 78.05     | 78.08  | 65.67     | 84.93  |
| HUMEDAD (%)                          | 16.03%    | 17.33% | 16.43%    | 18.48% | 16.10%    | 20.92% |
| DENSIDAD SECA                        | 1.82      | 1.83   | 1.76      | 1.77   | 1.70      | 1.71   |

#### EXPANSION

|  | HORA | TIEMPO | DIAL  | EXPANSION |       | DIAL | EXPANSION |       | DIAL | EXPANSION |       |
|--|------|--------|-------|-----------|-------|------|-----------|-------|------|-----------|-------|
|  |      |        |       | mm.       | %     |      | mm.       | %     |      | mm.       | %     |
|  |      |        |       |           |       |      |           |       |      |           |       |
|  |      | 0 hrs  | 0.000 |           |       | 0.00 |           |       | 0.00 |           | 0.000 |
|  |      | 24 hrs | 7.132 | 7.132     | 6.132 | 7.62 | 7.619     | 9.55  | 8.13 | 8.134     | 6.99  |
|  |      | 48 hrs | 7.205 | 7.205     | 6.195 | 7.76 | 7.757     | 9.67  | 8.21 | 8.213     | 7.06  |
|  |      | 72 hrs | 7.366 | 7.366     | 6.334 | 7.82 | 7.822     | 9.726 | 8.40 | 8.402     | 7.22  |
|  |      | 96 hrs | 7.510 | 7.510     | 6.457 | 8.02 | 8.020     | 9.896 | 8.57 | 8.569     | 7.37  |

#### PENETRACION

| PENETRACION<br>puls. | CARGA<br>ESTANDAR<br>(lbs/2.54 <sup>2</sup> ) | MOLDE N° 2 |     |                       |       | MOLDE N° 3 |     |                       |      | MOLDE N° 8 |     |                       |   |
|----------------------|---|------------|-----|-----------------------|-------|------------|-----|-----------------------|------|------------|-----|-----------------------|---|
|                      |   | CARGA      |     | CORRECCION            |       | CARGA      |     | CORRECCION            |      | CARGA      |     | CORRECCION            |   |
|                      |   | Lectura    | lbs | lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | Lectura    | lbs | lbs/pulg <sup>2</sup> | %    | Lectura    | lbs | lbs/pulg <sup>2</sup> | % |
| 0.020                |   | 5.60       | 66  | 22.00                 |       | 4.10       | 46  | 16.00                 |      | 2.60       | 30  | 10.00                 |   |
| 0.040                |   | 11.60      | 138 | 45.00                 |       | 8.50       | 99  | 33.00                 |      | 5.10       | 60  | 20.00                 |   |
| 0.080                |   | 17.40      | 204 | 68.00                 |       | 12.60      | 147 | 49.00                 |      | 7.40       | 87  | 29.00                 |   |
| 0.080                |   | 22.80      | 267 | 89.00                 |       | 18.40      | 212 | 64.00                 |      | 9.70       | 114 | 38.00                 |   |
| 0.100                | 1000  | 28.50      | 333 | 111.00                | 11.10 | 20.50      | 240 | 80.00                 | 8.00 | 12.30      | 144 | 48.00                 |   |
| 0.200                | 1500  | 46.40      | 543 | 181.00                |       | 33.30      | 380 | 130.00                |      | 20.00      | 234 | 78.00                 |   |
| 0.300                |   | 69.30      | 800 | 230.00                |       | 42.50      | 498 | 166.00                |      | 25.40      | 297 | 99.00                 |   |
| 0.400                |   | 88.20      | 798 | 266.00                |       | 49.20      | 576 | 192.00                |      | 29.50      | 345 | 115.00                |   |
| 0.500                |   | 71.30      | 834 | 278.00                |       | 31.30      | 360 | 120.00                |      | 30.80      | 360 | 120.00                |   |

Registro de OFICINA N° 09954652

TECNIBU P&P S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Edwin Saez Rivas  
 TECNICO LABORATORISTA

TECNIBU P&P S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Domingo Flores Lopez  
 OCP: 75292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

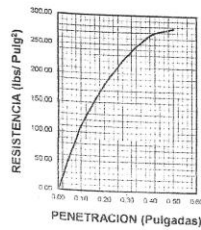
PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 978125517 - RPM: 688896 - JAEN

LUGAR : ANTONIO RAYMONDI CDRA 07  
 PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
 UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 CALICATA : C - 03      FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017      PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50m

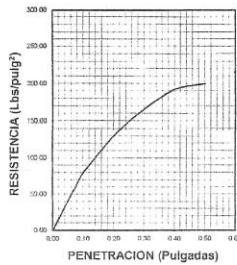
| DATOS DEL PROCTOR                     |       |
|---------------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.82  |
| Humedad Optima (%)                    | 16.03 |

| DATOS DEL C.B.R.             |       |
|------------------------------|-------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 11.10 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 6.45  |

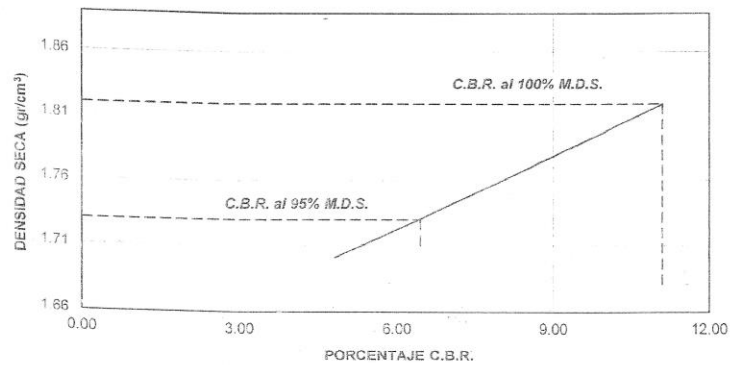
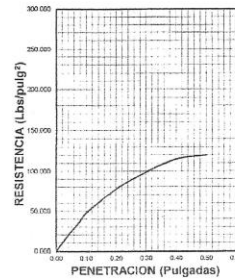
56 GOLPES



25 GOLPES



12 GOLPES



TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICO EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. M. Becerra Rodas  
 TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICO EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozad  
 CIF: 76292



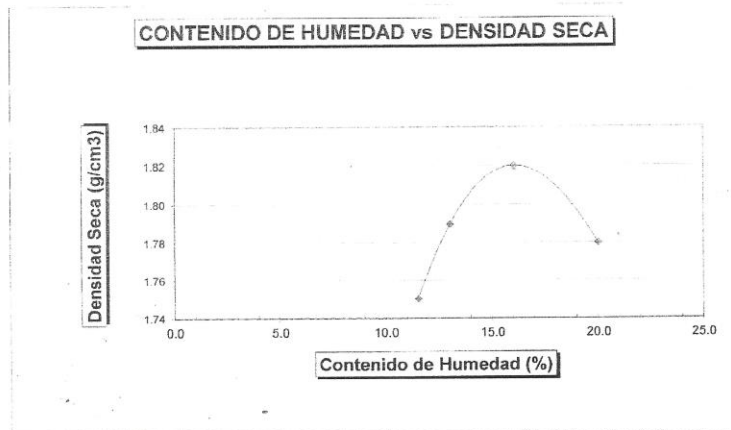
# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: \*688886 - JAEN

|                                |  |       |                 |                           |                  |
|--------------------------------|--|-------|-----------------|---------------------------|------------------|
| PROYECTO                       | : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN |       |                 |                           |                  |
| UBICACIÓN                      | : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA                                     |       |                 |                           |                  |
| MATERIAL PARA                  | : ESTUDIO  |       |                 |                           |                  |
| <b>PROCTOR MODIFICADO</b>      |  |       | TERRENO NATURAL |                           |                  |
|                                |  |       | FECHA:          | 05 DE MAYO DEL 2017       |                  |
|                                |  |       | CALICATA:       | C - 03 - ANTONIO RAYMONDI |                  |
| MOLDE N°                       | :  |       |                 |                           |                  |
| VOLUMEN                        | :  | 2135  | cm <sup>3</sup> | ---                       | pie <sup>3</sup> |
| METODO DE COMPACTACION         | : AASHTO T - 180 D   |       |                 |                           |                  |
| - Peso Suelo Húmedo + Molde    | (g)  | 6605  | 6758            | 6950                      | 7014             |
| - Peso de Molde                | (g)  | 2445  | 2445            | 2445                      | 2445             |
| - Peso Suelo Húmedo Compactado | (g)  | 4163  | 4313            | 4505                      | 4569             |
| - Peso Volumétrico Húmedo      | (g)  | 1.95  | 2.02            | 2.11                      | 2.14             |
| - Recipiente N°                |  | 4     | 6               | 7                         | 9                |
| - Peso de Suelo Húmedo + Tara  | (g)  | 56.58 | 54.85           | 59.64                     | 60.21            |
| - Peso de Suelo Seco + Tara    | (g)  | 52.35 | 49.95           | 53.48                     | 52.41            |
| - Tara                         | (g)  | 15.64 | 12.10           | 15.06                     | 13.42            |
| - Peso de Agua                 | (g)  | 4.23  | 4.93            | 6.16                      | 7.80             |
| - Peso de Suelo Seco           | (g)  | 38.71 | 37.85           | 38.42                     | 38.99            |
| - Contenido de agua            | (%)  | 11.5  | 13.0            | 16.03                     | 20.0             |
| - Peso Volumétrico Seco        | (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.75  | 1.79            | 1.82                      | 1.78             |

Máxima Densidad Seca : 1.82 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad : 16.03 %



Registro INDECOPRI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Fabian Secerra Rodas  
 TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292





# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 888886 - JAEN

| CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL   |        |  |  |  |
|--|--------|--|--|--|
| PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA |        |  |  |  |
| CUIDAD DE JAEN   |        |  |  |  |
| UBICACIÓN DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA                       |        |  |  |  |
| LUGAR : ANTONIO RAYMONDI CDRA 07   |        |  |  |  |
| FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017  |        |  |  |  |
| Muestra N°   | M - 1  |  |  |  |
| Km.  |        |  |  |  |
| Profundidad (m)  |        |  |  |  |
| N° Recipiente  | 5      |  |  |  |
| 1- Peso Suelo Húmedo + Recipiente  | 42.78  |  |  |  |
| 2- Peso Suelo Seco + Recipiente  | 38.69  |  |  |  |
| 3- Peso del Agua   | 4.09   |  |  |  |
| 4- Peso Recipiente   | 13.18  |  |  |  |
| 5- Peso Suelo Seco   | 25.51  |  |  |  |
| 6- Porcentaje de Humedad   | 16.03% |  |  |  |

Registro INDECOPÍ N° 00084082

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*[Signature]*  
Ing. Rocío Rojas  
AUTORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*[Signature]*  
Ing. Ernesto Flores Loza  
CIP: 75294



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

**PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS**  
**CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO**  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: \*688896 - JAEN

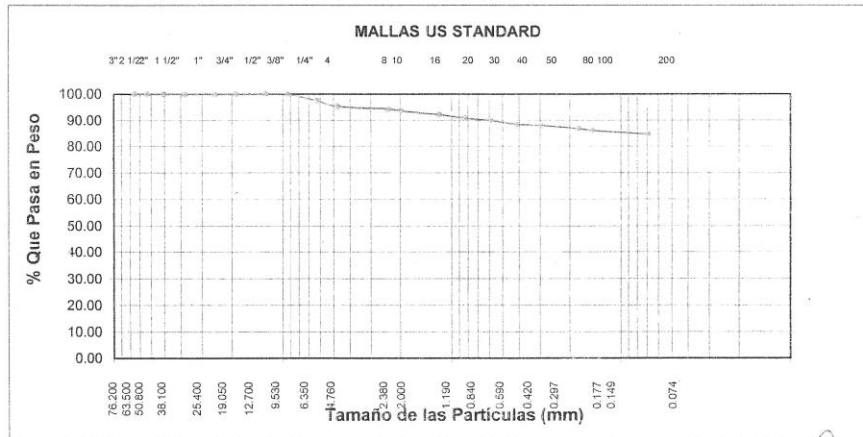
### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

**MTC - E 204**

**PROYECTO** : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
**UBICACIÓN** : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA  
**FECHA** : 05 DE MAYO DEL 2017  
**LUGAR** : ZARUMILLA

**CALICATA N°: C - 05      MUESTRA N°: M - 1      PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.**

| Abertura Malla | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                                  |  |
|----------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---|--|
| Pulg.          | mm.           |                    |                      |            |                  |   |  |
| 3"             | 76.20         |                    |                      |            |                  |   |  |
| 2 1/2"         | 63.50         |                    |                      |            |                  | <b>MH, limos inorgánicos, suelos finos de mica.</b> |  |
| 2"             | 50.80         |                    |                      |            |                  |   |  |
| 1 1/2"         | 38.10         |                    |                      |            |                  |   |  |
| 1"             | 25.40         |                    |                      |            |                  |   |  |
| 3/4"           | 19.05         |                    |                      |            |                  | L.L. :            50.58                             |  |
| 1/2"           | 12.70         |                    |                      |            |                  | L.P. :            29.15                             |  |
| 3/8"           | 9.53          |                    |                      | 100.00     |                  | I.P. :            21.43                             |  |
| 1/4"           | 6.35          | 5.34               | 2.44                 | 2.44       | 97.56            | CLASIFICACION                                       |  |
| N° 04          | 4.76          | 4.70               | 2.15                 | 4.59       | 95.41            | AASHTO :      A - 7 - 6 0                           |  |
| N° 08          | 2.38          | 2.10               | 0.96                 | 5.55       | 94.45            |   |  |
| N° 10          | 2.00          | 1.66               | 0.76                 | 6.31       | 93.69            |   |  |
| N° 16          | 1.19          | 3.05               | 1.39                 | 7.71       | 92.29            | <b>OBSERVACIONES:</b>                               |  |
| N° 30          | 0.59          | 2.05               | 0.94                 | 9.97       | 90.03            |   |  |
| N° 40          | 0.42          | 3.16               | 1.45                 | 11.41      | 88.59            |   |  |
| N° 50          | 0.30          | 1.20               | 0.55                 | 11.96      | 88.04            |   |  |
| N° 80          | 0.18          | 2.69               | 1.23                 | 13.19      | 86.81            |   |  |
| N° 100         | 0.15          | 1.44               | 0.66                 | 13.85      | 86.15            |   |  |
| N° 200         | 0.07          | 3.06               | 1.40                 | 15.25      | 84.75            |   |  |
| <N° 200        |               | 185.32             | 84.75                | 100.00     | 0.00             |   |  |
| Peso Inicial   | 218.66        |                    |                      |            |                  |   |  |



REGISTRO INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*[Signature]*  
**Abdón Becerra Rod.**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*[Signature]*  
**Ing. Ernesto Flores Loza.**  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: \*688898 - JAEN

### LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

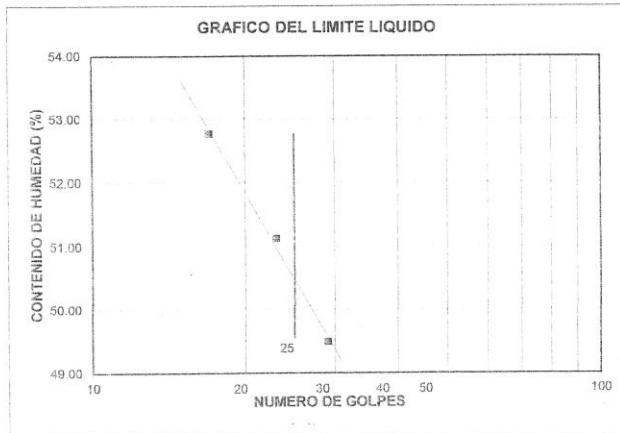
PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
 UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA  
 FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017  
 CALICATA : C - 05 - CALLE ZARUMILLA

#### LIMITE LIQUIDO

| CALICATA N° - MUESTRA N°         | M - 1       |       |       | --- |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|-----|-----|-----|
|                                  | 0.00 - 1.50 |       |       | --- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  |             |       |       |     |     |     |
| Número de golpes                 | 17          | 23    | 29    | --- | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 1           | 3     | 7     | --- | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 53.15       | 58.91 | 61.62 | --- | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 39.15       | 44.25 | 46.19 | --- | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 12.66       | 15.48 | 15.06 | --- | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 14.00       | 14.66 | 15.43 | --- | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 26.49       | 28.77 | 31.13 | --- | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 52.85       | 50.96 | 49.57 | --- | --- | --- |

#### LIMITE PLASTICO

| CALICATA N° - MUESTRA N°         | M - 1       |     |     | --- |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                  | 0.00 - 1.50 |     |     | --- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  |             |     |     |     |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 9           | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 19.49       | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 18.12       | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 13.42       | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 1.37        | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4.70        | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 29.15       | --- | --- | --- | --- | --- |



| MUESTRA |       |     |
|---------|-------|-----|
|         | M - 1 | --- |
| L.L.    | 50.58 | --- |
| L.P.    | 29.15 | --- |
| I.P.    | 21.43 | --- |

| CLASIFICACION |      |             |
|---------------|------|-------------|
| MUESTRA       | SUCS | AASHTO      |
| M - 1         | MH   | A - 7 - 6 0 |

Observaciones:

Registro INDECOPÍ N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Tania Escobar Roca  
 TECNICO LABORATORISTA


TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lopez  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688896 - JAEN

| REGISTRO DE PERFORACIONES   |                 |   |   |          |           |  |
|---|-----------------|---|---|----------|-----------|--|
| PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN |                 |   |   |          |           |  |
| UBICACION : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA                                       |                 |   |   |          |           |  |
| PERFORACION : C - 05 - CALLE ZARUMILLA  |                 |   |   |          |           |  |
| FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017   |                 |   |   |          |           |  |
| COTA (m)  | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLO   | NATURALEZA DEL TERRENO  | MUESTRAS | OBSERVAC. |  |
|   | 0.00            |  | Material conformado por limos inorganicos de color marron oscuro de consistencia semi dura de elevada plasticidad.<br>L.L : 50.58<br>L.P : 29.15<br>I.P : 21.43 | M - 1    |           |  |
|   | 1.50            |   |   |          |           |  |

Registro INDECOPÍ N° 00054062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Abian Becerra Roda*  
TECNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ernesto Flores Loza*  
Ing. Ernesto Flores Loza  
CIP: 76392



**TECNIBU P&F S.A.L.**  
**TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS**  
 PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1662 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 968866 - JAEN

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

**LUGAR** : CALLE ZARUMILLA  
**PROYECTO** : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN.  
 PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA  
**UBICACIÓN** : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA  
**MATERIAL** : SUB RASANTE  
**FECHA** : 05 DE MAYO DEL 2017      **CALICATA** : C-05      **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50m.

**C.B.R.**

| MOLDE N°                       | 7         |        | 21        |        | 10        |        |
|--------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
|                                | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA          |           |        |           |        |           |        |
| CONDICION DE MUESTRA           | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)  | 9,688     | 9,765  | 9,868     | 9,968  | 9,560     | 9,760  |
| PESO DEL MOLDE (g)             | 5,029     | 5,029  | 5,348     | 5,348  | 5,210     | 5,210  |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g)      | 4,659     | 4,736  | 4,520     | 4,620  | 4,350     | 4,550  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)          | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)        | 2.17      | 2.21   | 2.11      | 2.16   | 2.03      | 2.12   |
| CAPSULA N°                     | 90        | 100    | 14        | 17     | 20        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMED (g) | 117.61    | 116.97 | 207.71    | 125.78 | 99.20     | 129.74 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)  | 102.07    | 98.98  | 190.63    | 107.10 | 85.05     | 107.34 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)     | 15.54     | 17.99  | 17.08     | 18.68  | 14.15     | 22.4   |
| PESO DE CAPSULA (g)            | 29.71     | 20.02  | 112.58    | 29.02  | 19.38     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)         | 72.36     | 78.96  | 78.05     | 78.08  | 65.67     | 84.93  |
| HUMEDAD (%)                    | 21.48%    | 22.78% | 21.88%    | 23.92% | 21.55%    | 26.37% |
| DENSIDAD SECA                  | 1.79      | 1.8    | 1.73      | 1.74   | 1.67      | 1.68   |

**EXPANSION**

| HORA | TIEMPO | DIAL  | EXPANSION |       | DIAL  | EXPANSION |       | DIAL  | EXPANSION |       |
|------|--------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
|      |        |       | mm.       | %     |       | mm.       | %     |       | mm.       | %     |
|      | 0 hrs  | 0.000 |           |       | 0.00  |           |       | 0.00  |           | 0.000 |
|      | 24 hrs | 9.132 | 9.132     | 7.852 | 9.70  | 9.704     | 8.34  | 10.21 | 10.205    | 8.77  |
|      | 48 hrs | 9.305 | 9.305     | 9.001 | 9.82  | 9.820     | 8.44  | 10.33 | 10.334    | 8.89  |
|      | 72 hrs | 3.446 | 3.446     | 6.122 | 9.91  | 9.912     | 8.523 | 10.40 | 10.402    | 8.94  |
|      | 96 hrs | 9.561 | 9.561     | 8.228 | 10.03 | 10.033    | 8.827 | 10.57 | 10.566    | 9.09  |

**PENETRACION**

| PENETRACION<br>mm. | CARGA<br>ESTÁNDAR<br>(lbs/pulg²) | MOLDE N° 7       |                  |                         |      | MOLDE N° 21      |                  |                         |      | MOLDE N° 10      |                   |                         |      |
|--------------------|----------------------------------|------------------|------------------|-------------------------|------|------------------|------------------|-------------------------|------|------------------|-------------------|-------------------------|------|
|                    |                                  | CARGA<br>lectura | CORRECCION<br>DS | CORRECCION<br>lbs/pulg² | %    | CARGA<br>lectura | CORRECCION<br>DS | CORRECCION<br>lbs/pulg² | %    | CARGA<br>lectura | CORRECCION<br>lbs | CORRECCION<br>lbs/pulg² | %    |
| 3.020              |                                  | 3.80             | 4.5              | 15.00                   |      | 2.80             | 33               | 11.00                   |      | 1.50             | 19                | 6.00                    |      |
| 3.040              |                                  | 7.70             | 30               | 36.00                   |      | 5.30             | 66               | 22.00                   |      | 3.30             | 39                | 13.00                   |      |
| 3.060              |                                  | 11.30            | 43               | 44.00                   |      | 8.30             | 96               | 32.00                   |      | 4.90             | 57                | 19.00                   |      |
| 3.080              |                                  | 14.90            | 174              | 59.00                   |      | 10.30            | 128              | 42.00                   |      | 6.40             | 75                | 25.00                   |      |
| 3.100              | 1000                             | 18.50            | 217.5            | 72.50                   | 7.25 | 13.80            | 159              | 53.00                   | 5.30 | 7.90             | 93                | 31.00                   | 3.10 |
| 3.200              | 1000                             | 30.36            | 364              | 119.00                  |      | 22.10            | 258              | 86.00                   |      | 13.10            | 153               | 51.00                   |      |
| 3.300              |                                  | 38.50            | 459              | 150.00                  |      | 28.20            | 330              | 110.00                  |      | 16.40            | 192               | 64.00                   |      |
| 3.400              |                                  | 44.60            | 523              | 174.00                  |      | 32.50            | 381              | 127.00                  |      | 19.00            | 222               | 74.00                   |      |
| 3.500              |                                  | 48.40            | 543              | 181.00                  |      | 34.10            | 399              | 133.00                  |      | 20.00            | 234               | 78.00                   |      |

Revisado: 05/05/2017 11:00:05

TECNIBU P&F S.A.L.  
 SERVICIOS DE INGENIERIA DE SUELOS  
 Calle Sucre 1662 - Pueblo Nuevo - Jaen

TECNIBU P&F S.A.L.  
 SERVICIOS DE INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Loza  
 CIP: 76293



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

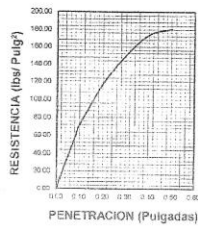
PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 978125517 - RPM: 655896 - JAEN

LUGAR : CALLE ZARUMILLA  
PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA  
MATERIAL : SUB RASANTE  
CALICATA : C-05      FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017      PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50m

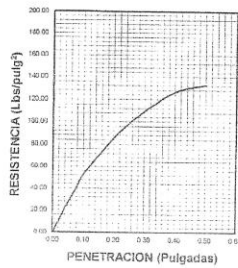
| DATOS DEL PROCTOR             |       |
|-------------------------------|-------|
| Densidad Máxima ( $gr/cm^3$ ) | 1.79  |
| Humedad Optima (%)            | 21.48 |

| DATOS DEL C.B.R.             |      |
|------------------------------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 7.25 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 4.25 |

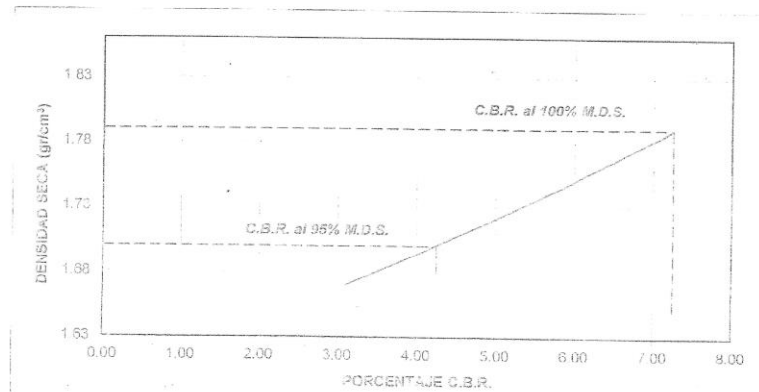
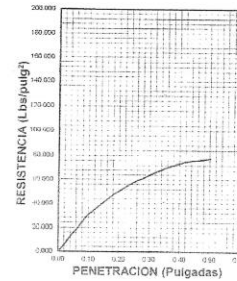
56 GOLPES



25 GOLPES



12 GOLPES



TECNISU F&F S.R.L.  
INGENIERIA DE SUELOS  
Calle Sucer  
Pueblo Nuevo

INGENIERO EN SUELOS  
Ing. Ernesto Flores Loza  
CIR: 75292



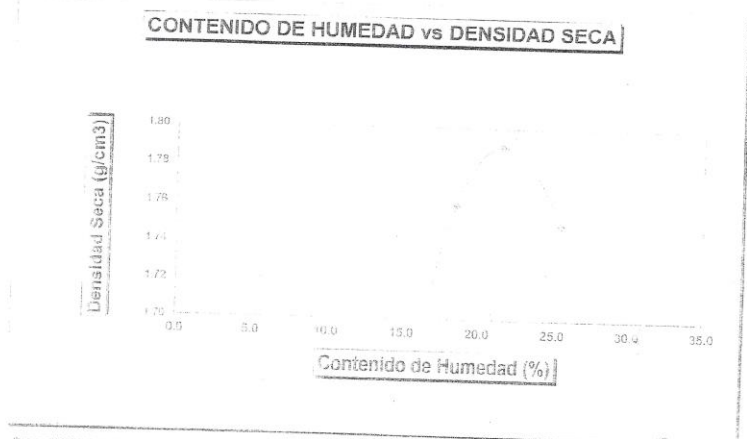
**TECNIBU F&F S.R.L.**  
**TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS**  
 PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 168859 - JAEN

PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
 UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA  
 MATERIAL PARA : ESTUDIO

**PROCTOR MODIFICADO**

|                        |                              |                              |                 |       |                  |       |
|------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|-------|------------------|-------|
| MOLDE N°               |                              | TERRENO NATURAL              |                 |       |                  |       |
| VOLUMEN                |                              | FECHA: 05 DE MAYO DEL 2017   |                 |       |                  |       |
| METODO DE COMPACTACION |                              | CALICATA: C - 05 - ZARUMILLA |                 |       |                  |       |
|                        |                              | 2135                         | cm <sup>3</sup> | ---   | pie <sup>3</sup> |       |
|                        |                              | AASHTO T - 180 D             |                 |       |                  |       |
| -                      | Peso Suelo Húmedo + Molde    | (g)                          | 6736            | 6907  | 7078             | 7142  |
| -                      | Peso de Molde                | (g)                          | 2445            | 2445  | 2445             | 2445  |
| -                      | Peso Suelo Húmedo Compactado | (g)                          | 4291            | 4462  | 4633             | 4697  |
| -                      | Peso Volumétrico Húmedo      | (g)                          | 2.01            | 2.09  | 2.17             | 2.20  |
| -                      | Recipiente N°                |                              | 131             | 134   | 299              | 304   |
| -                      | Peso de Suelo Húmedo + Tara  | (g)                          | 83.38           | 84.89 | 67.09            | 68.86 |
| -                      | Peso de Suelo Seco + Tara    | (g)                          | 56.16           | 56.95 | 57.74            | 57.63 |
| -                      | Tara                         | (g)                          | 13.75           | 13.97 | 14.19            | 13.51 |
| -                      | Peso de Agua                 | (g)                          | 7.20            | 7.94  | 9.35             | 11.23 |
| -                      | Peso de Suelo Seco           | (g)                          | 42.41           | 42.98 | 43.55            | 44.12 |
| -                      | Contenido de agua            | (%)                          | 17.0            | 18.5  | 21.48            | 25.5  |
| -                      | Peso Volumétrico Seco        | (g/cm <sup>3</sup> )         | 1.72            | 1.76  | 1.79             | 1.75  |

Máxima Densidad Seca : 1.79 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad : 21.48 %



TECNIBU F&F S.R.L.  
 INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Susana Rojas  
 TECNICO LABORATORISTA

TECNIBU F&F S.R.L.  
 INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Susana Flores Jozad  
 CIP: 753293



**TECNIBU FOF S.R.L.**  
**TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS**

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688896 - JAEN

| CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  |        |  |  |  |
|---|--------|--|--|--|
| PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN |        |  |  |  |
| UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA                                    |        |  |  |  |
| LUGAR : CALLE ZARUMILLA   |        |  |  |  |
| FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017   |        |  |  |  |
| Muestra N°  | M - 1  |  |  |  |
| Km.   |        |  |  |  |
| Profundidad (m)   |        |  |  |  |
| N° Recipiente   | 10     |  |  |  |
| 1- Peso Suelo Húmedo + Recipiente   | 43.64  |  |  |  |
| 2- Peso Suelo Seco + Recipiente   | 38.05  |  |  |  |
| 3- Peso del Agua  | 5.59   |  |  |  |
| 4- Peso Recipiente  | 12.03  |  |  |  |
| 5- Peso Suelo Seco  | 26.02  |  |  |  |
| 6- Porcentaje de Humedad  | 21.48% |  |  |  |

Registro INDECOPI N° 02264062

TECNIBU FOF S.R.L.  
INGENIERIA DE SUELOS  
*[Firma]*  
Ing. Encarna Rodas  
LABORISTA

TECNIBU FOF S.R.L.  
INGENIERIA DE SUELOS  
*[Firma]*  
Ing. Ernesto Flores Lucas  
CIP: 76294





# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1662 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 1688996 - JAEN

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

**MTC - E 204**

**PROYECTO** : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN

**UBICACIÓN** : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA

**FECHA** : 05 DE MAYO DEL 2017

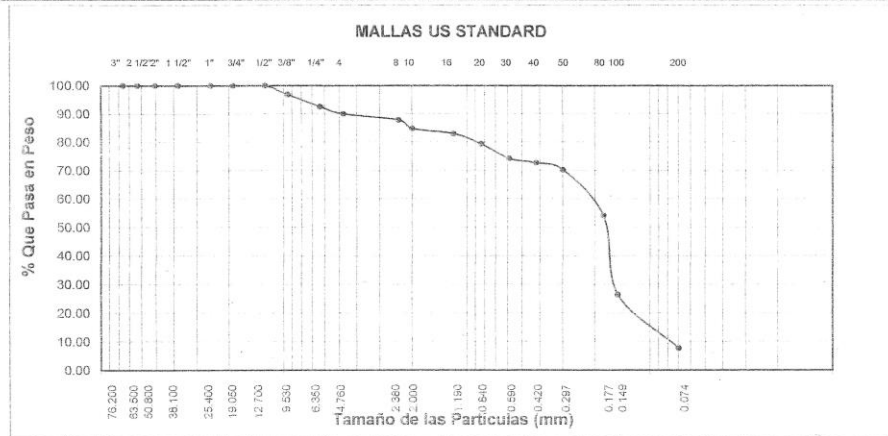
**LUGAR** : CALLE UNION (MIRAFLORES)

**CALICATA N°:** C-04

**MUESTRA N°:** M-1

**PROFUNDIDAD:** 0.00 - 1.50 mts.

| Abertura Malla | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS              |
|----------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|---------------------------------|
| Pulg.          | mm.           |                    |                      |            |                  |                                 |
| 3"             | 76.20         |                    |                      |            |                  |                                 |
| 2 1/2"         | 63.50         |                    |                      |            |                  | SW-SM, arenas con grava y limo. |
| 2"             | 50.80         |                    |                      |            |                  |                                 |
| 1 1/2"         | 38.10         |                    |                      |            |                  |                                 |
| 1"             | 25.40         |                    |                      |            |                  |                                 |
| 3/4"           | 19.05         |                    |                      |            |                  | LL. : 24.37                     |
| 1/2"           | 12.70         |                    |                      | 100.00     |                  | L.P. : 21.76                    |
| 3/8"           | 9.53          | 2.65               | 3.18                 | 96.82      |                  | I.P. : 2.61                     |
| 1/4"           | 6.35          | 3.47               | 4.16                 | 92.66      |                  | CLASIFICACION                   |
| N° 04          | 4.76          | 2.16               | 2.59                 | 90.07      |                  | AASHTO : A-3 (0)                |
| N° 08          | 2.38          | 1.80               | 2.16                 | 87.91      |                  |                                 |
| N° 10          | 2.00          | 2.57               | 3.08                 | 84.82      |                  |                                 |
| N° 16          | 1.19          | 1.51               | 1.81                 | 83.01      |                  |                                 |
| N° 20          | 0.84          | 3.03               | 3.64                 | 79.38      |                  | OBSERVACIONES:                  |
| N° 30          | 0.59          | 4.25               | 5.10                 | 74.28      |                  |                                 |
| N° 40          | 0.42          | 1.24               | 1.49                 | 72.79      |                  |                                 |
| N° 50          | 0.30          | 2.08               | 2.50                 | 70.29      |                  |                                 |
| N° 80          | 0.18          | 13.44              | 16.12                | 54.17      |                  |                                 |
| N° 100         | 0.15          | 23.02              | 27.62                | 26.55      |                  |                                 |
| N° 200         | 0.07          | 15.69              | 18.82                | 7.73       |                  |                                 |
| <N° 200        |               | 6.44               | 7.73                 | 0.00       |                  |                                 |
| Peso Inicial   | 83.35         |                    |                      |            |                  |                                 |



Registro INDECOPI N° 00054062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. *[Firma]*  
 2018a Boqueron Rodc.  
 TECNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. *[Firma]*  
 Ing. Ernesto Flores Loza.  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: \*688896 - JAEN

### LIMITES DE ATTERQUEO

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN

UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA

FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017

CALICATA : C - 04 - CALLE UNION (MIRAFLORES)

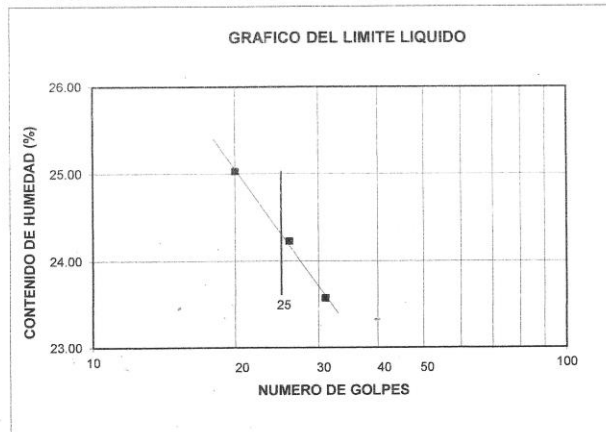
### LIMITE LIQUIDO

| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | --- |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|-----|-----|-----|
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |       |       | --- |     |     |
| Número de golpes                 | 20          | 26    | 31    | --- | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 2           | 10    | 3     | --- | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 39.77       | 40.16 | 46.41 | --- | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 34.66       | 34.69 | 40.50 | --- | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.28       | 12.03 | 15.48 | --- | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 5.11        | 5.47  | 5.91  | --- | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 20.38       | 22.66 | 25.02 | --- | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 25.07       | 24.14 | 23.62 | --- | --- | --- |

### LIMITE PLASTICO

| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | --- |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| PROFUNDIDAD (m)                  | 0.00 - 1.50 |     |     | --- |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 9           | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 19.24       | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 18.20       | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 13.42       | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 1.04        | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 4.78        | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 21.76       | --- | --- | --- | --- | --- |

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



| MUESTRA |       |     |
|---------|-------|-----|
|         | M - 1 | --- |
| L.L.    | 24.37 | --- |
| L.P.    | 21.76 | --- |
| I.P.    | 2.61  | --- |

| CLASIFICACION |       |         |
|---------------|-------|---------|
| MUESTRA       | SUCS  | AASHTO  |
|               | SW-SM | A - 3 0 |

Observaciones:

Registro INDECOPI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Abián Decerra And.*  
 TÉCNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ernesto Flores Lozac*  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 988896 - JAEN

### REGISTRO DE PERFORACIONES

PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
 UBICACION : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA  
 PERFORACION : C - 04 - CALLE UNION (MIRAFLORES)  
 FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017

| COTA (m) | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLO | NATURALEZA DEL TERRENO   | MUESTRAS | OBSERVAC. |
|----------|-----------------|---------|--|----------|-----------|
|          | 0.00            |         | Material conformado por arenas muy finas de con gravas y finos de color beige oscuro de consistencia suelta de leve plasticidad. C<br>L.L : 24.37<br>L.P : 21.76<br>I.P : 2.61 | M - 1    |           |
|          | 1.50            |         |  |          |           |

Registro INDECOPÍ N° 00084062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Fabian Escobar Redc.  
 TECNICO LABORATORISTA

*[Handwritten Signature]*  
**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Loza  
 CIP: 76292



# TECNIBU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688896 - JAEN

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

MTC - E - 132

LUGAR : CALLE UNION (MIRAFLORES)  
 PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN, PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA  
 UBICACION : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017 CALICATA : C - 04 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m.

### C.B.R.

| MOLDE N°                             | 7         |        | 21        |        | 10        |        |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
|                                      | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA                |           |        |           |        |           |        |
| CONDICION DE MUESTRA                 | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)        | 9,388     | 9,463  | 9,583     | 9,668  | 9,295     | 9,500  |
| PESO DEL MOLDE (g)                   | 5,029     | 5,029  | 5,348     | 5,348  | 5,210     | 5,210  |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g)            | 4359      | 4434   | 4235      | 4340   | 4085      | 4290   |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)                | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.03      | 2.07   | 1.98      | 2.03   | 1.91      | 2      |
| CAPSULA N°                           | 90        | 100    | 14        | 17     | 20        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMED (g)       | 107.57    | 106.01 | 196.87    | 114.95 | 90.09     | 117.95 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)        | 102.07    | 98.98  | 190.63    | 107.10 | 85.05     | 107.34 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)           | 5.5       | 7.03   | 6.24      | 7.85   | 5.04      | 10.61  |
| PESO DE CAPSULA (g)                  | 29.71     | 20.02  | 112.58    | 29.02  | 19.38     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)               | 72.36     | 78.96  | 78.05     | 78.08  | 65.67     | 84.93  |
| HUMEDAD (%)                          | 7.60%     | 8.90%  | 7.99%     | 10.05% | 7.67%     | 12.49% |
| DENSIDAD SECA                        | 1.89      | 1.9    | 1.83      | 1.84   | 1.77      | 1.78   |

### EXPANSION

| HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION   |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|------|--------|------|-------------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|      |        |      | mm.         | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|      |        |      | NO REGISTRA |   |      |           |   |      |           |   |

### PENETRACION

| PENETRACION<br>pulg. | CARGA<br>ESTANDAR<br>(lbs/pulg <sup>2</sup> ) | MOLDE N° 7       |       |                                     | MOLDE N° 21 |                  |      | MOLDE N° 10                         |       |                  |     |                                     |      |
|----------------------|---|------------------|-------|-------------------------------------|-------------|------------------|------|-------------------------------------|-------|------------------|-----|-------------------------------------|------|
|                      |   | CARGA<br>Lectura | lbs   | CORRECCION<br>lbs/pulg <sup>2</sup> | %           | CARGA<br>Lectura | lbs  | CORRECCION<br>lbs/pulg <sup>2</sup> | %     | CARGA<br>Lectura | lbs | CORRECCION<br>lbs/pulg <sup>2</sup> | %    |
| 0.020                |   | 11.80            | 138   | 46.00                               |             | 8.50             | 99   | 33.00                               |       | 5.10             | 60  | 20.00                               |      |
| 0.040                |   | 24.40            | 295   | 95.00                               |             | 17.70            | 207  | 69.00                               |       | 10.50            | 123 | 41.00                               |      |
| 0.060                |   | 35.80            | 417   | 139.00                              |             | 25.90            | 303  | 101.00                              |       | 15.40            | 180 | 60.00                               |      |
| 0.080                |   | 46.90            | 549   | 183.00                              |             | 34.10            | 399  | 133.00                              |       | 20.30            | 237 | 79.00                               |      |
| 0.100                | 1000  | 58.60            | 685.5 | 228.50                              | 22.85       | 42.60            | 498  | 166.00                              | 16.60 | 25.40            | 297 | 99.00                               | 9.90 |
| 0.200                | 1600  | 95.40            | 1116  | 372.00                              |             | 69.50            | 813  | 271.00                              |       | 41.30            | 483 | 161.00                              |      |
| 0.300                |   | 121.30           | 1419  | 473.00                              |             | 88.20            | 1032 | 344.00                              |       | 52.60            | 615 | 205.00                              |      |
| 0.400                |   | 140.50           | 1644  | 548.00                              |             | 102.10           | 1194 | 398.00                              |       | 61.00            | 714 | 238.00                              |      |
| 0.500                |   | 146.40           | 1713  | 571.00                              |             | 106.40           | 1245 | 415.00                              |       | 63.50            | 744 | 248.00                              |      |

Registro INDECOPRI N° 00064382

TECNIBU F&F S.R.L.  
 INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Soledad Rojas  
 TECNICO LABORATORISTA

TECNIBU F&F S.R.L.  
 INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIR: 73292



# TECNIBU F&P S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

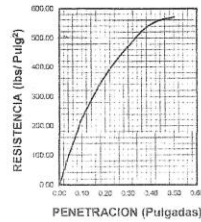
PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1882 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 888886 - JAEN

LUGAR : CALLE UNION (MIRAFLORES)  
PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
UBICACION : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA  
MATERIAL : SUB RASANTE  
CALICATA : C - 04      FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017      PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50m

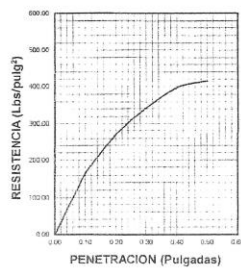
| DATOS DEL PROCTOR             |      |
|-------------------------------|------|
| Densidad Máxima ( $gr/cm^3$ ) | 1.89 |
| Humedad Optima (%)            | 7.60 |

| DATOS DEL C.B.R.             |       |
|------------------------------|-------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 22.85 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 13.22 |

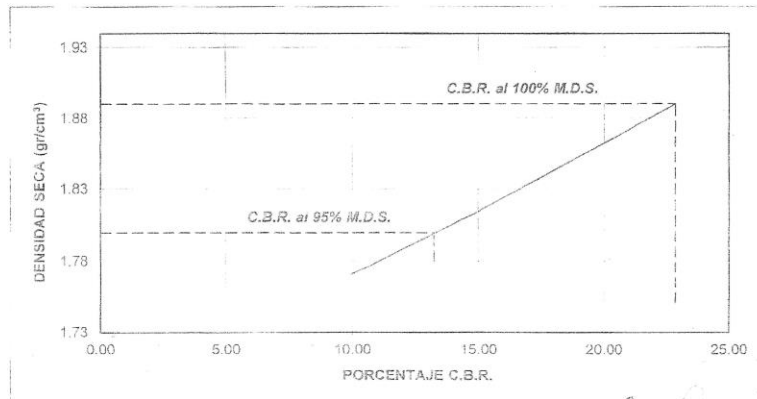
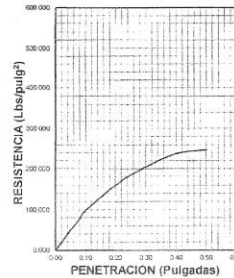
56 GOLPES



25 GOLPES



12 GOLPES



TECNIBU F&P S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
Ing. Oscar Rodas  
LABORATORIO

TECNIBU F&P S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
Ing. Ernesto Flores Loza  
CIP: 75292



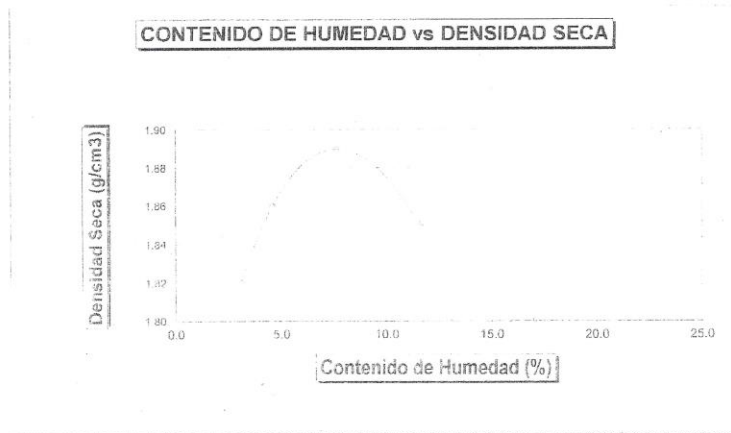
# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: \*688896 - JAEN

|                                |  |                  |                            |       |                  |
|--------------------------------|--|------------------|----------------------------|-------|------------------|
| PROYECTO                       | : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN |                  |                            |       |                  |
| UBICACIÓN                      | : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA                                     |                  |                            |       |                  |
| MATERIAL PARA                  | : ESTUDIO  |                  |                            |       |                  |
| <b>PROCTOR MODIFICADO</b>      |  |                  | TERRENO NATURAL            |       |                  |
|                                |  |                  | FECHA: 05 DE MAYO DEL 2017 |       |                  |
|                                |  |                  | LICATA: C - 04 - LA UNION  |       |                  |
| MOLDE N°                       | :  |                  |                            |       |                  |
| VOLUMEN                        | :  | 2135             | cm <sup>3</sup>            | ---   | pie <sup>3</sup> |
| METODO DE COMPACTACION         | :  | AASHTO T - 180 D |                            |       |                  |
| - Peso Suelo Húmedo + Molde    | (g)  | 6459             | 6608                       | 6779  | 6843             |
| - Peso de Molde                | (g)  | 2445             | 2445                       | 2445  | 2445             |
| - Peso Suelo Húmedo Compactado | (g)  | 4014             | 4163                       | 4334  | 4398             |
| - Peso Volumétrico Húmedo      | (g)  | 1.88             | 1.95                       | 2.03  | 2.06             |
| - Recipiente N°                |  | 2                | 4                          | 6     | 7                |
| - Peso de Suelo Húmedo + Tara  | (g)  | 50.95            | 54.03                      | 52.83 | 57.93            |
| - Peso de Suelo Seco + Tara    | (g)  | 49.85            | 52.35                      | 49.95 | 53.48            |
| - Tara                         | (g)  | 14.28            | 15.64                      | 12.10 | 15.06            |
| - Peso de Agua                 | (g)  | 1.10             | 1.68                       | 2.88  | 4.45             |
| - Peso de Suelo Seco           | (g)  | 35.57            | 36.71                      | 37.85 | 38.42            |
| - Contenido de agua            | (%)  | 3.1              | 4.6                        | 7.60  | 11.6             |
| - Peso Volumétrico Seco        | (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.82             | 1.86                       | 1.89  | 1.85             |

Máxima Densidad Seca : 1.89 gr/cm<sup>3</sup>  
 Óptimo Contenido de Humedad : 7.50 %



Registro INDECOPI N° 00054082

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. María Socorro Rojas  
 LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozad  
 CIP: 73292



**TECNISU F&F S.R.L.**  
**TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS**

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125917 - RPM: 688896 - JAEN

| CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL   |       |  |  |  |  |
|--|-------|--|--|--|--|
| PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA |       |  |  |  |  |
| CIUDAD DE JAEN   |       |  |  |  |  |
| UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA                     |       |  |  |  |  |
| LUGAR : CALLE LA UNION (MIRAFLORES)  |       |  |  |  |  |
| FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017  |       |  |  |  |  |
| Muestra N°   | M - 1 |  |  |  |  |
| Km.  |       |  |  |  |  |
| Profundidad (m)  |       |  |  |  |  |
| N° Recipiente  | 38    |  |  |  |  |
| 1- Peso Suelo Húmedo + Recipiente  | 41.15 |  |  |  |  |
| 2- Peso Suelo Seco + Recipiente  | 39.21 |  |  |  |  |
| 3- Peso del Agua   | 1.94  |  |  |  |  |
| 4- Peso Recipiente   | 13.70 |  |  |  |  |
| 5- Peso Suelo Seco   | 25.51 |  |  |  |  |
| 6- Porcentaje de Humedad   | 7.60% |  |  |  |  |

Registro INDECOP N° 00054082

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
TECNICO LABORATORISTA

*[Handwritten Signature]*  
TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Loza*  
CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 1688896 - JAEN

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

**MTC - E 204**

**PROYECTO** : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN

**UBICACIÓN** : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA

**FECHA** : 05 DE MAYO DEL 2017

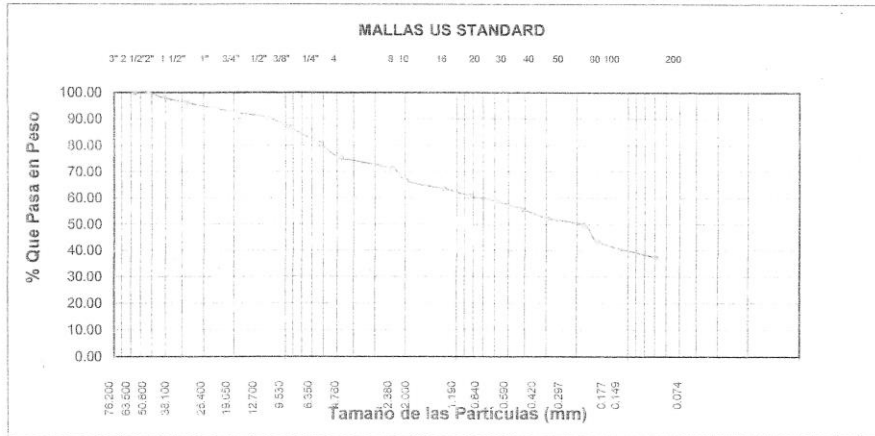
**LUGAR** : CALI UNIVERSIDAD

**CALICATA N°:** C - 01

**MUESTRA N°:** M - 1

**PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50 m.

| Abertura Malla |       | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS   |
|----------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|--|
| Pulg.          | mm.   |               |                    |                      |            |                  |  |
| 3"             | 76.20 |               |                    |                      |            |                  |  |
| 2 1/2"         | 63.50 |               |                    |                      | 100.00     |                  |  |
| 2"             | 50.80 | 4.26          | 2.02               | 2.02                 | 97.98      |                  | SC, arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla.                  |
| 1 1/2"         | 38.10 | 3.59          | 1.70               | 3.71                 | 96.29      |                  |  |
| 1"             | 25.40 | 5.10          | 2.41               | 6.13                 | 93.87      |                  | L.L. : 32.22   |
| 3/4"           | 19.05 | 3.15          | 1.49               | 7.62                 | 92.38      |                  | L.P. : 19.66   |
| 1/2"           | 12.70 | 4.16          | 1.97               | 9.59                 | 90.41      |                  | I.P. : 12.56   |
| 3/8"           | 9.53  | 7.54          | 3.57               | 13.16                | 86.84      |                  | CLASIFICACION  |
| 1/4"           | 6.35  | 13.19         | 6.24               | 19.40                | 80.60      |                  | AASHTO : A - 6 ( 1 )   |
| N° 04          | 4.76  | 10.88         | 5.15               | 24.55                | 75.45      |                  |  |
| N° 08          | 2.38  | 8.74          | 4.14               | 28.68                | 71.32      |                  |  |
| N° 10          | 2.00  | 9.88          | 4.68               | 33.36                | 66.64      |                  |  |
| N° 16          | 1.19  | 6.54          | 3.10               | 36.45                | 63.55      |                  | OBSERVACIONES:<br>Con presencia de grava de tamaño maxmo 2" en 25% |
| N° 20          | 0.84  | 5.75          | 2.72               | 39.17                | 60.83      |                  |  |
| N° 30          | 0.59  | 4.23          | 2.00               | 41.18                | 58.82      |                  |  |
| N° 40          | 0.42  | 6.26          | 2.96               | 44.14                | 55.86      |                  |  |
| N° 50          | 0.30  | 7.14          | 3.38               | 47.52                | 52.48      |                  |  |
| N° 80          | 0.18  | 5.98          | 2.83               | 50.35                | 49.65      |                  |  |
| N° 100         | 0.15  | 13.42         | 6.35               | 56.70                | 43.30      |                  |  |
| N° 200         | 0.07  | 12.36         | 5.85               | 62.55                | 37.45      |                  |  |
| <N° 200        |       | 79.14         | 37.45              | 100.00               | 0.00       |                  |  |
| Peso Inicial   |       | 211.31        |                    |                      |            |                  |  |



**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

**Abian Becerra Rod.**  
 TECNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

**Ing. Arnaldo Flores Loza**  
 CIP: 76292





# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1692 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 9688696 - JAEN

### LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN

UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA

FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017

CALICATA : C-01 - CALLE UNIVERSIDAD

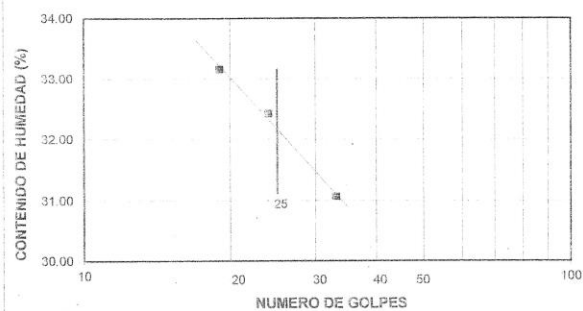
#### LIMITE LIQUIDO

| CALICATA N° - MUESTRA N°         | M - 1       |       |       | --- |  |  |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|-----|--|--|
|                                  | 0.00 - 1.50 |       |       | --- |  |  |
| PROFUNDIDAD (m)                  |             |       |       |     |  |  |
| Número de golpes                 | 33          | 24    | 19    |     |  |  |
| 1. Recipiente N°                 | 5           | 7     | 10    |     |  |  |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 46.39       | 51.59 | 51.96 |     |  |  |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 38.51       | 42.67 | 42.00 |     |  |  |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 13.18       | 15.06 | 12.03 |     |  |  |
| 5. Peso del agua (gr)            | 7.88        | 8.92  | 9.96  |     |  |  |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 25.33       | 27.61 | 29.97 |     |  |  |
| 7. Humedad (%)                   | 31.11       | 32.31 | 33.23 |     |  |  |

#### LIMITE PLASTICO

| CALICATA N° - MUESTRA N°         | M - 1       |  |  | --- |  |  |
|----------------------------------|-------------|--|--|-----|--|--|
|                                  | 0.00 - 1.50 |  |  | --- |  |  |
| PROFUNDIDAD (m)                  |             |  |  |     |  |  |
| 1. Recipiente N°                 | 2           |  |  |     |  |  |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 18.48       |  |  |     |  |  |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 17.79       |  |  |     |  |  |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.28       |  |  |     |  |  |
| 5. Peso del agua (gr)            | 0.69        |  |  |     |  |  |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 3.51        |  |  |     |  |  |
| 7. Humedad (%)                   | 19.66       |  |  |     |  |  |

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



| MUESTRA |       |     |
|---------|-------|-----|
|         | M-1   | --- |
| L.L.    | 32.22 | --- |
| L.P.    | 19.66 | --- |
| I.P.    | 12.56 | --- |

| CLASIFICACION |      |        |   |
|---------------|------|--------|---|
| MUESTRA       | SUCS | AASHTO |   |
| M-1           | SC   | A - 6  | 1 |

Observaciones:

Registro INDECOP1 N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. *[Signature]*  
 Ing. *[Signature]*  
 TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Loza  
 CIP: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688896 - JAEN

| REGISTRO DE PERFORACIONES   |                 |         |  |          |           |  |
|---|-----------------|---------|--|----------|-----------|--|
| PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN<br>UBICACION : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA<br>PERFORACION : C - 01 - CALLE UNIVERSIDAD<br>FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017 |                 |         |  |          |           |  |
| COTA (m)  | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLO | NATURALEZA DEL TERRENO   | MUESTRAS | OBSERVAC. |  |
|   | 0.00            |         | Material conformado por arenas arcillosas de color beige de consistencia semi suelta de mediana a baja plasticidad.<br>L.L : 32.22<br>L.P : 19.66<br>I.P : 12.56 | M - 1    |           |  |
|   | 1.50            |         |  |          |           |  |

Registro INDECOPI N° 00064032

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Albina Becerra Rosca*  
 TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

*Ing. Ernesto Flores Lozada*  
 CIP: 76292



**TECNIBU F&F S.R.L.**  
**TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS**  
 PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1852 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 1688996 - JAEN

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO**

MTC - E - 132

**LUGAR** : CALLE UNIVERSIDAD  
**PROYECTO** : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN, PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA  
**UBICACIÓN** : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA  
**MATERIAL** : SUB RASANTE  
**FECHA** : 05 DE MAYO DEL 2017      **CALICATA** : C - 01      **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50m.

**C.B.R.**

| MOLDE N°                       | 1         |        | 5         |        | 9         |        |
|--------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
|                                | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA          |           |        |           |        |           |        |
| CONDICION DE MUESTRA           | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)  | 9,760     | 9,837  | 9,667     | 9,772  | 9,533     | 9,739  |
| PESO DEL MOLDE (g)             | 5,230     | 5,230  | 5,265     | 5,265  | 5,290     | 5,290  |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g)      | 4,530     | 4,607  | 4,402     | 4,507  | 4,243     | 4,449  |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)          | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)        | 2.11      | 2.15   | 2.05      | 2.1    | 1.98      | 2.08   |
| CAPSULA N°                     | 90        | 100    | 14        | 17     | 20        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEC (g) | 101.78    | 110.33 | 201.15    | 119.23 | 93.69     | 122.60 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)  | 92.32     | 98.98  | 190.63    | 107.10 | 85.05     | 107.34 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)     | 9.46      | 11.35  | 10.52     | 12.13  | 8.64      | 15.26  |
| PESO DE CAPSULA (g)            | 19.96     | 20.02  | 112.58    | 29.02  | 19.38     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)         | 72.36     | 78.96  | 78.05     | 78.08  | 65.67     | 84.93  |
| HUMEDAD (%)                    | 13.07%    | 14.37% | 13.48%    | 15.54% | 13.16%    | 17.97% |
| DENSIDAD SECA                  | 1.67      | 1.88   | 1.81      | 1.82   | 1.75      | 1.76   |

**EXPANSION**

| HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|------|--------|------|-----------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|      |        |      | mm.       | % |      | mm.       | % |      | mm.       | % |
|      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
|      |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |

**PENETRACION**

| PENETRACION (mm) | CARGA ESTANDAR (lbs/pulg²) | MOLDE N° 1 |       |            |       | MOLDE N° 5 |      |            |       | MOLDE N° 9 |     |            |   |
|------------------|----------------------------|------------|-------|------------|-------|------------|------|------------|-------|------------|-----|------------|---|
|                  |                            | CARGA      |       | CORRECCION |       | CARGA      |      | CORRECCION |       | CARGA      |     | CORRECCION |   |
|                  |                            | Lectura    | lbs   | lbs/pulg²  | %     | Lectura    | lbs  | lbs/pulg²  | %     | Lectura    | lbs | lbs/pulg²  | % |
| 0.020            |                            | 11.00      | 120   | 43.00      |       | 7.90       | 93   | 31.00      |       | 4.60       | 54  | 18.00      |   |
| 0.040            |                            | 22.90      | 267   | 89.00      |       | 16.70      | 195  | 65.00      |       | 9.70       | 114 | 38.00      |   |
| 0.080            |                            | 33.30      | 390   | 130.00     |       | 24.40      | 285  | 95.00      |       | 14.40      | 169 | 56.00      |   |
| 0.080            |                            | 43.80      | 513   | 171.00     |       | 31.30      | 372  | 124.00     |       | 19.00      | 222 | 74.00      |   |
| 0.100            | 1000                       | 54.70      | 640.6 | 213.50     | 21.35 | 39.70      | 465  | 155.00     | 15.30 | 23.80      | 278 | 100.00     |   |
| 0.200            | 1600                       | 89.20      | 1044  | 348.00     |       | 64.90      | 759  | 253.00     |       | 38.50      | 459 | 150.00     |   |
| 0.300            |                            | 113.30     | 1326  | 442.00     |       | 82.30      | 963  | 321.00     |       | 48.70      | 570 | 190.00     |   |
| 0.400            |                            | 131.30     | 1536  | 512.00     |       | 95.40      | 1116 | 372.00     |       | 56.70      | 663 | 221.00     |   |
| 0.500            |                            | 136.90     | 1602  | 534.00     |       | 99.50      | 1164 | 388.00     |       | 59.00      | 690 | 230.00     |   |

Registro INDECOPI N° 10065402

TECNIBU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 PAVILAN Becerra Rodas  
 TECNICO LABORATORISTA

TECNIBU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozano  
 C.I.R. 75292



**TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS**  
 PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1682 - PUEBLO NUEVO - CEL. 978125817 - RPM: 688886 - JAEN

LUGAR : CALLE UNIVERSIDAD  
 PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
 UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 CALICATA : C - 01      FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017      PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50m

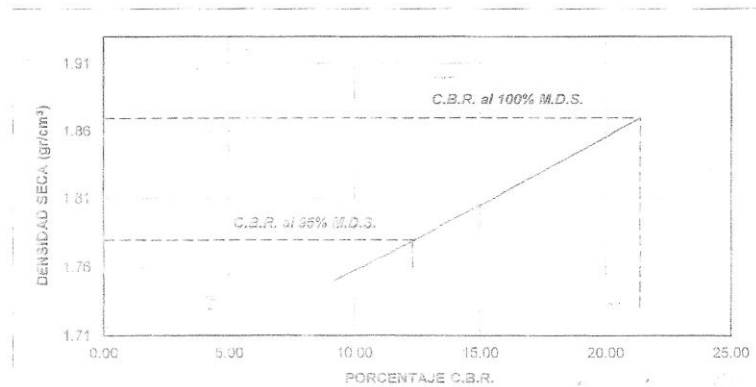
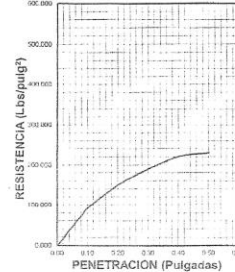
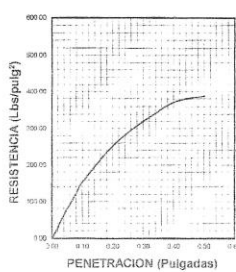
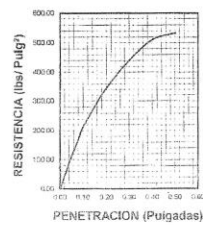
| DATOS DEL PROCTOR                     |       |
|---------------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.87  |
| Humedad Optima (%)                    | 13.08 |

| DATOS DEL C.B.R.             |       |
|------------------------------|-------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 21.35 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 12.30 |

**56 GOLPES**

**25 GOLPES**

**12 GOLPES**



RODRIGO RIVERA S.R.L.  
 TECNICO EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Rocío Rocas  
 TECNICO LABORATORISTA

RODRIGO RIVERA S.R.L.  
 TECNICO EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesta Flores Loza  
 CIP: 76292



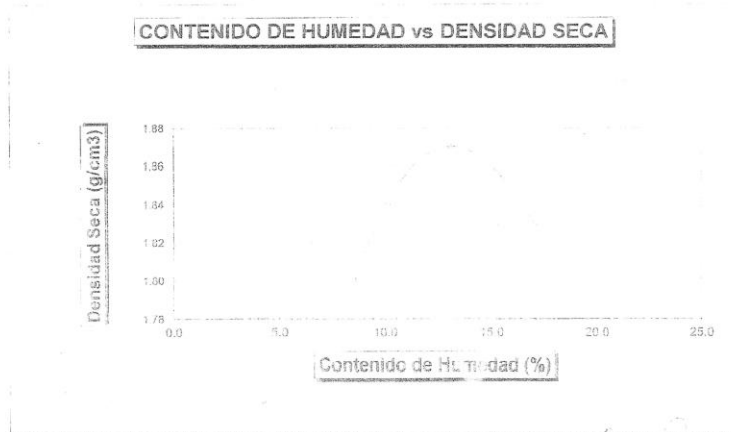
# TECNIBU P&S S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1692 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 888896 - JAEN

|   |   |       |       |       |
|---|---|-------|-------|-------|
| PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN |   |       |       |       |
| UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA                                    |   |       |       |       |
| MATERIAL PARA : ESTUDIO   |   |       |       |       |
| <b>PROCTOR MODIFICADO</b>   |   |       |       |       |
| TERRENO NATURAL   |   |       |       |       |
| FECHA: 05 DE MAYO DEL 2017  |   |       |       |       |
| CALICATA: C - 01 - UNIVERSIDAD  |   |       |       |       |
| MOLDE N° :  |   |       |       |       |
| VOLUMEN :   | 2135 cm <sup>3</sup> --- pie <sup>3</sup> |       |       |       |
| METODO DE COMPACTACION :  | AASHTO T - 180 D                          |       |       |       |
| - Peso Suelo Humedo + Molde (g)   | 6608                                      | 6779  | 6950  | 7014  |
| - Peso de Molde (g)   | 2445                                      | 2445  | 2445  | 2445  |
| - Peso Suelo Humedo Compactado (g)  | 4183                                      | 4334  | 4505  | 4569  |
| - Peso Volumétrico Humedo (g)   | 1.95                                      | 2.03  | 2.11  | 2.14  |
| - Recipiente N°   | 2   | 5     | 10    | 1     |
| - Peso de Suelo Humedo + Tara (g)   | 52.90                                     | 54.21 | 56.76 | 53.63 |
| - Peso de Suelo Seco + Tara (g)   | 49.85                                     | 50.46 | 51.59 | 47.66 |
| - Tara (g)  | 14.28                                     | 13.18 | 12.03 | 12.66 |
| - Peso de Agua (g)  | 3.05                                      | 3.75  | 5.17  | 5.97  |
| - Peso de Suelo Seco (g)  | 35.57                                     | 37.28 | 39.56 | 35.00 |
| - Contenido de agua (%)   | 8.6                                       | 10.1  | 13.08 | 17.1  |
| - Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> )  | 1.80                                      | 1.84  | 1.87  | 1.83  |

Máxima Densidad Seca : 1.87 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad : 13.08 %



Reserva INDOCORP N° 00284623

TECNIBU P&S S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Cecilia Rodas  
 TECNICO LABORISTA

TECNIBU P&S S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Porco Lozada  
 OPI: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 978125517 - RPM: 688896 - JAEN

| CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL   |        |  |  |  |
|--|--------|--|--|--|
| PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA |        |  |  |  |
| CIUDAD DE JAEN   |        |  |  |  |
| UBICACIÓN DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA                       |        |  |  |  |
| LUGAR : UNIVERSIDAD  |        |  |  |  |
| FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017  |        |  |  |  |
| Muestra N°   | M - 1  |  |  |  |
| Km.  |        |  |  |  |
| Profundidad (m)  |        |  |  |  |
| N° Recipiente  | 3      |  |  |  |
| 1- Peso Suelo Húmedo + Recipiente  | 42.02  |  |  |  |
| 2- Peso Suelo Seco + Recipiente  | 38.95  |  |  |  |
| 3- Peso del Agua   | 3.07   |  |  |  |
| 4- Peso Recipiente   | 15.48  |  |  |  |
| 5- Peso Suelo Seco   | 23.47  |  |  |  |
| 6- Porcentaje de Humedad   | 13.08% |  |  |  |

Registro INDECOPI N° 00354062

TECNISU F&F S.R.L.  
INGENIERIA DE SUELOS  
*[Signature]*  
Ing. Saeera Rodas  
LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
INGENIERIA DE SUELOS  
*[Signature]*  
Ing. Binesto Flores Lozada  
CIP: 76293



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: \*688896 - JAEN

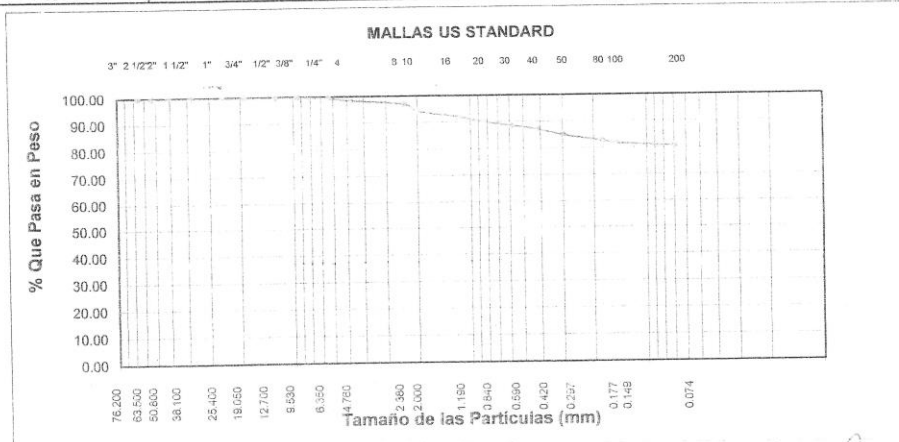
### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

**PROYECTO** : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
**UBICACIÓN** : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA  
**FECHA** : 05 DE MAYO DEL 2017  
**LUGAR** : ALFONSO APANA VIDAL

**CALICATA N°:** C - 02      **MUESTRA N°:** M - 1      **PROFUNDIDAD:** 0.00 - 1.50 m.

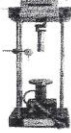
| Abertura Malla | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificaciones | CLASIFICACION SUCS                               |  |
|----------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------|--|--|
| Pulg.          | .mm.          |                    |                      |            |                  |  |  |
| 3"             | 76.20         |                    |                      |            |                  | CH, arcillas inorgánicas de plasticidad elevada. |  |
| 2 1/2"         | 63.50         |                    |                      |            |                  |  |  |
| 2"             | 50.80         |                    |                      |            |                  |  |  |
| 1 1/2"         | 38.10         |                    |                      |            |                  |  |  |
| 1"             | 25.40         |                    |                      |            |                  |  |  |
| 3/4"           | 19.05         |                    |                      |            |                  | L.L. : 51.99                                     |  |
| 1/2"           | 12.70         |                    |                      |            |                  | L.P. : 28.82                                     |  |
|                |               |                    |                      |            |                  | I.P. : 25.17                                     |  |
| 3/8"           | 9.53          |                    |                      | 100.00     |                  | CLASIFICACION                                    |  |
| 1/4"           | 6.35          | 1.35               | 0.50                 | 99.50      |                  | AASHTO : A - 7 - 6 ( 0 )                         |  |
| N° 04          | 4.76          | 2.88               | 1.06                 | 98.44      |                  |  |  |
| N° 08          | 2.38          | 4.10               | 1.51                 | 96.94      |                  |  |  |
| N° 10          | 2.00          | 7.09               | 2.61                 | 94.33      |                  |  |  |
| N° 16          | 1.19          | 6.13               | 2.25                 | 92.07      |                  | OBSERVACIONES:                                   |  |
| N° 20          | 0.84          | 5.37               | 1.98                 | 90.10      |                  |  |  |
| N° 30          | 0.59          | 4.01               | 1.47                 | 88.62      |                  |  |  |
| N° 40          | 0.42          | 3.65               | 1.34                 | 87.28      |                  |  |  |
| N° 50          | 0.30          | 6.16               | 2.27                 | 85.02      |                  |  |  |
| N° 80          | 0.18          | 5.94               | 2.18                 | 82.83      |                  |  |  |
| N° 100         | 0.15          | 2.74               | 1.01                 | 81.82      |                  |  |  |
| N° 200         | 0.07          | 3.03               | 1.11                 | 80.71      |                  |  |  |
| <N° 200        |               | 219.44             | 80.71                | 100.00     | 0.00             |  |  |
| Peso Inicial   |               | 271.89             |                      |            |                  |  |  |



Registro INDECOPRI N° 00064062

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Abian Becerra Reda*  
 TECNICO LABORATORISTA

**TECNISU F&F S.R.L.**  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ing. Ernesto Flores Lozano*  
 CIP: 76293



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 688896 - JAEN

### LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
 UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA  
 FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017  
 CALICATA : C - 02 - CALLE ALFONSO ARANA VIDAL

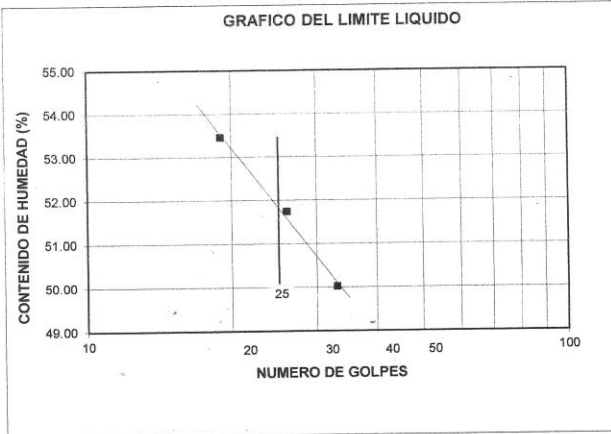
#### LIMITE LIQUIDO

| MUESTRA N°                       | M - 1       |       |       | --- |     |     |
|----------------------------------|-------------|-------|-------|-----|-----|-----|
|                                  | 0.00 - 1.50 |       |       | --- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  |             |       |       |     |     |     |
| Número de golpes                 | 19          | 26    | 33    | --- | --- | --- |
| 1. Recipiente N°                 | 2           | 9     | 131   | --- | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 55.70       | 57.77 | 61.21 | --- | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 41.26       | 42.68 | 45.37 | --- | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.28       | 13.42 | 13.75 | --- | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 14.44       | 15.09 | 15.84 | --- | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 26.98       | 29.26 | 31.62 | --- | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 53.54       | 51.58 | 50.10 | --- | --- | --- |

#### LIMITE PLASTICO

| MUESTRA N°                       | M - 1       |     |     | --- |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                  | 0.00 - 1.50 |     |     | --- |     |     |
| PROFUNDIDAD (m)                  |             |     |     |     |     |     |
| 1. Recipiente N°                 | 64          | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2. Peso suelo húmedo + Tara (gr) | 21.38       | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3. Peso suelo seco + Tara (gr)   | 20.02       | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4. Peso de la Tara (gr)          | 14.95       | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5. Peso del agua (gr)            | 1.36        | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6. Peso del suelo seco (gr)      | 5.07        | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7. Humedad (%)                   | 26.82       | --- | --- | --- | --- | --- |

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



| MUESTRA |       |     |
|---------|-------|-----|
|         | M - 1 | --- |
| L.L.    | 51.99 | --- |
| L.P.    | 26.82 | --- |
| I.P.    | 25.17 | --- |

| CLASIFICACION |      |             |
|---------------|------|-------------|
| MUESTRA       | SUCS | AASHTO      |
|               | CH   | A - 7 - 6 0 |

Observaciones:

Registro INDECOPÍ N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Abián Decerra Rodríguez  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 76292





# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: \*688896 - JAEN

### REGISTRO DE PERFORACIONES

PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
UBICACION : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA  
PERFORACION : C - 02 - CALLE ALFONSO A. NA VIDAL  
FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017

| COTA (m) | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLO | NATURALEZA DEL TERRENO   | MUESTRAS | OBSERVAC. |
|----------|-----------------|---------|--|----------|-----------|
|          | 0.00            |         | Material conformado por arcillas inorganicas de color marron oscuro de consistencia semi dura de elevada plasticidad.<br>L.L : 51.99<br>L.P : 26.82<br>I.P : 25.17 | M - 1    |           |
|          | 1.50            |         |  |          |           |

Registro INDECOPI N° 00064052

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*[Signature]*  
Fabian Becerra Roda  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*[Signature]*  
Ernesto Flores Lozaq  
CIP: 76292



# TECNIBU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 975125517 - RPM: 689896 - JAEN

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO

MTC - E - 122

**LUGAR** : ALFONSO ARANA VIDAL  
**PROYECTO** : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN, PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA  
**UBICACIÓN** : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA  
**MATERIAL** : SUB RASANTE  
**FECHA** : 05 DE MAYO DEL 2017      **CALICATA** : C - 02      **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50m.

#### C.B.R.

| MOLDE N°                             | 6         |        | 11        |        | 13        |        |
|--------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
|                                      | 56        |        | 25        |        | 12        |        |
| N° DE GOLPES POR CAPA                |           |        |           |        |           |        |
| CONDICION DE MUESTRA                 | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA | SIN MOJAR | MOJADA |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)        | 10,977    | 11,054 | 10,928    | 11,033 | 10,819    | 11,020 |
| PESO DEL MOLDE (g)                   | 6,230     | 6,230  | 6,325     | 6,325  | 6,385     | 6,385  |
| PESO DEL SUELO HUMEDO (g)            | 4747      | 4824   | 4603      | 4708   | 4434      | 4635   |
| VOLUMEN DEL SUELO (g)                | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  | 2,143     | 2,143  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.22      | 2.25   | 2.15      | 2.2    | 2.07      | 2.16   |
| CAPSULA N°                           | 5         | 7      | 9         | 12     | 13        | 11     |
| PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)      | 109.25    | 118.70 | 116.73    | 119.31 | 102.45    | 131.09 |
| PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)        | 92.56     | 99.46  | 98.41     | 99.38  | 87.25     | 107.34 |
| PESO DE AGUA CONTENIDA (g)           | 16.69     | 19.24  | 18.32     | 19.93  | 15.2      | 23.75  |
| PESO DE CAPSULA (g)                  | 20.20     | 20.50  | 20.36     | 21.30  | 21.58     | 22.41  |
| PESO DE SUELO SECO (g)               | 72.36     | 78.96  | 78.05     | 78.08  | 65.67     | 84.93  |
| HUMEDAD (%)                          | 23.07%    | 24.37% | 23.47%    | 25.53% | 23.15%    | 27.96% |
| DENSIDAD SECA                        | 1.80      | 1.81   | 1.74      | 1.75   | 1.66      | 1.69   |

#### EXPANSION

| HORA | TIEMPO | DIAL   | EXPANSION |        | DIAL  | EXPANSION |       | DIAL  | EXPANSION |       |
|------|--------|--------|-----------|--------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
|      |        |        | mm.       | %      |       | mm.       | %     |       | mm.       | %     |
|      | 0 hrs  | 0.000  |           |        | 0.00  |           |       | 0.00  |           | 0.000 |
|      | 24 hrs | 13.122 | 13.122    | 11.283 | 13.71 | 13.710    | 11.79 | 14.21 | 14.205    | 12.21 |
|      | 48 hrs | 13.305 | 13.305    | 11.44  | 13.87 | 13.865    | 11.92 | 14.31 | 14.306    | 12.30 |
|      | 72 hrs | 13.469 | 13.469    | 11.58  | 13.92 | 13.921    | 11.97 | 14.58 | 14.578    | 12.53 |
|      | 96 hrs | 13.571 | 13.571    | 11.67  | 14.12 | 14.122    | 12.14 | 14.72 | 14.720    | 12.66 |

#### PENETRACION

| PENETRACION<br>pulg. | CARGA<br>ESTANDAR<br>(lbs/pulg <sup>2</sup> ) | MOLDE N° 6       |     |                                     |      | MOLDE N° 11      |     |                                     |      | MOLDE N° 13      |     |                                     |   |
|----------------------|---|------------------|-----|-------------------------------------|------|------------------|-----|-------------------------------------|------|------------------|-----|-------------------------------------|---|
|                      |   | CARGA<br>Lectura | lbs | CORRECCION<br>lbs/pulg <sup>2</sup> | %    | CARGA<br>Lectura | lbs | CORRECCION<br>lbs/pulg <sup>2</sup> | %    | CARGA<br>Lectura | lbs | CORRECCION<br>lbs/pulg <sup>2</sup> | % |
| 0.020                |   | 3.10             | 36  | 12.00                               |      | 2.30             | 27  | 9.00                                |      | 1.30             | 15  | 5.00                                |   |
| 0.040                |   | 6.40             | 75  | 25.00                               |      | 4.60             | 54  | 19.00                               |      | 2.60             | 30  | 11.00                               |   |
| 0.080                |   | 9.50             | 111 | 37.00                               |      | 6.90             | 81  | 27.00                               |      | 4.10             | 48  | 16.00                               |   |
| 0.080                |   | 12.60            | 147 | 49.00                               |      | 9.00             | 105 | 35.00                               |      | 5.40             | 63  | 21.00                               |   |
| 0.100                | 1000  | 15.60            | 183 | 61.00                               | 6.10 | 11.30            | 132 | 44.00                               | 4.40 | 5.70             | 78  | 26.00                               |   |
| 0.200                | 1500  | 25.40            | 297 | 99.00                               |      | 18.50            | 216 | 72.00                               |      | 11.80            | 126 | 42.00                               |   |
| 0.300                |   | 32.30            | 378 | 129.00                              |      | 23.30            | 273 | 91.00                               |      | 13.80            | 162 | 54.00                               |   |
| 0.400                |   | 37.40            | 438 | 146.00                              |      | 27.20            | 318 | 108.00                              |      | 15.90            | 186 | 62.00                               |   |
| 0.500                |   | 39.20            | 459 | 153.00                              |      | 28.20            | 330 | 110.00                              |      | 16.70            | 195 | 65.00                               |   |

Registro INEGROPI N° 00054682

TECNIBU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

José María Becerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNIBU F&F S.R.L.  
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

José Ernesto Flores Lora  
 CIP: 762993



**TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS**  
 PAVIMENTOS - CONCRETO - ASPALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1692 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: \*688996 - JAEN

LUGAR : ALFONSO ARANA VIDAL  
 PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN  
 UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA  
 MATERIAL : SUB RASANTE  
 CALICATA : C - 02      FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017      PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50m

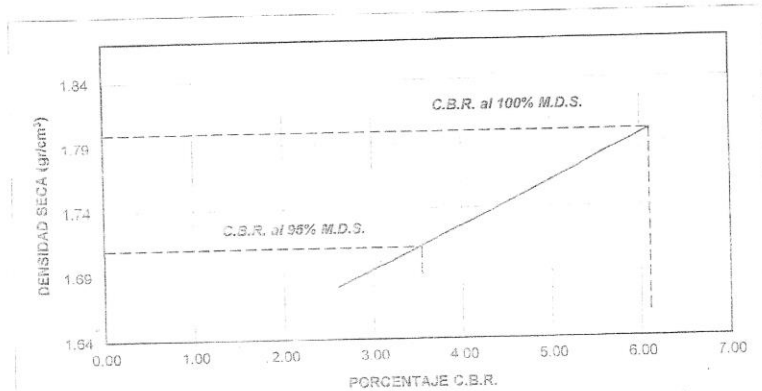
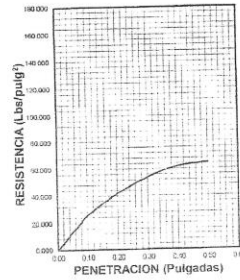
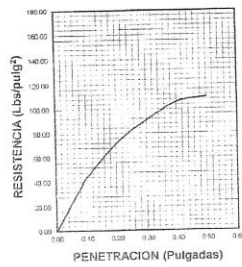
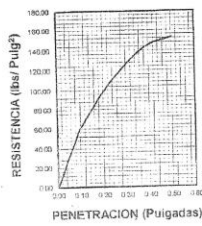
| DATOS DEL PROCTOR                     |       |
|---------------------------------------|-------|
| Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.80  |
| Humedad Optima (%)                    | 23.07 |

| DATOS DEL C.B.R.             |      |
|------------------------------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 6.10 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)  | 3.54 |

**56 GOLPES**

**25 GOLPES**

**12 GOLPES**



ALFONSO ARANA VIDAL  
 TECNICO EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Eusebio Rodas  
 TECNICO EN INGENIERIA DE SUELOS

ALFONSO ARANA VIDAL  
 TECNICO EN INGENIERIA DE SUELOS  
 Ing. Ernesto Flores Lozada  
 CIP: 75292



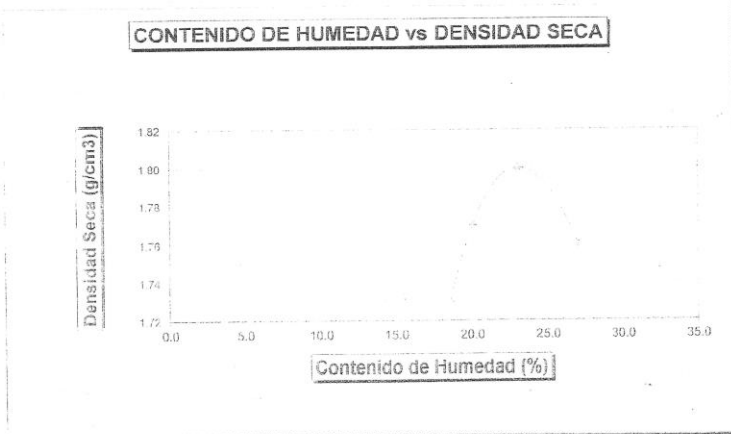
# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: 988896 - JAEN

|   |                      |                                |                 |       |                  |
|---|----------------------|--------------------------------|-----------------|-------|------------------|
| PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA CIUDAD DE JAEN |                      |                                |                 |       |                  |
| UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA                                    |                      |                                |                 |       |                  |
| MATERIAL PARA : ESTUDIO   |                      |                                |                 |       |                  |
| <b>PROCTOR MODIFICADO</b>   |                      | TERRENO NATURAL                |                 |       |                  |
|   |                      | FECHA: 05 DE MAYO DEL 2017     |                 |       |                  |
|   |                      | CALICATA: C - 02 - ARANA VIDAL |                 |       |                  |
| MOLDE N°  | :                    |                                |                 |       |                  |
| VOLUMEN   | :                    | 2135                           | cm <sup>3</sup> | —     | pie <sup>3</sup> |
| METODO DE COMPACTACION  |                      | AASHTO T - 180 D               |                 |       |                  |
| - Peso Suelo Humedo + Molde   | (g)                  | 6822                           | 6993            | 7185  | 7227             |
| - Peso de Molde   | (g)                  | 2445                           | 2445            | 2445  | 2445             |
| - Peso Suelo Humedo Compactado  | (g)                  | 4377                           | 4548            | 4740  | 4782             |
| - Peso Volumétrico Húmedo   | (g)                  | 2.05                           | 2.13            | 2.22  | 2.24             |
| - Recipiente N°   |                      | 4                              | 9               | 13    | 12               |
| - Peso de Suelo Húmedo + Tara   | (g)                  | 69.16                          | 60.23           | 65.50 | 63.97            |
| - Peso de Suelo Seco + Tara   | (g)                  | 52.35                          | 52.41           | 56.11 | 53.12            |
| - Tara  | (g)                  | 15.64                          | 13.42           | 15.41 | 12.99            |
| - Peso de Agua  | (g)                  | 6.81                           | 7.82            | 9.39  | 10.85            |
| - Peso de Suelo Seco  | (g)                  | 36.71                          | 38.99           | 40.70 | 40.13            |
| - Contenido de agua   | (%)                  | 18.6                           | 20.1            | 23.07 | 27.0             |
| - Peso Volumétrico Seco   | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.73                           | 1.77            | 1.80  | 1.76             |

Máxima Densidad Seca : 1.80 g/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad : 23.07 %



Registro INDECOP N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.  
 INGENIEROS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 \_\_\_\_\_  
 Fabian Secerra Rodas  
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
 INGENIEROS EN INGENIERIA DE SUELOS  
 \_\_\_\_\_  
 Ing. Ernesto Torres Lozano  
 CIR: 76292



# TECNISU F&F S.R.L.

## TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS  
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO  
CALLE SUCRE N° 1662 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: \*688888 - JAEN

| CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL   |        |  |  |  |
|--|--------|--|--|--|
| PROYECTO : FALLAS Y CAUSAS EN LOS PAVIMENTOS ARTICULADOS DE LAS VIAS URBANAS DE LA |        |  |  |  |
| CIUDAD DE JAEN   |        |  |  |  |
| UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA                     |        |  |  |  |
| LUGAR : ALFONSO ARANA VIDAL  |        |  |  |  |
| FECHA : 05 DE MAYO DEL 2017  |        |  |  |  |
| Muestra N°   | M - 1  |  |  |  |
| Km.  |        |  |  |  |
| Profundidad (m)  |        |  |  |  |
| N° Recipiente  | 1      |  |  |  |
| 1- Peso Suelo Húmedo + Recipiente  | 42.64  |  |  |  |
| 2- Peso Suelo Seco + Recipiente  | 37.02  |  |  |  |
| 3- Peso del Agua   | 5.62   |  |  |  |
| 4- Peso Recipiente   | 12.66  |  |  |  |
| 5- Peso Suelo Seco   | 24.36  |  |  |  |
| 6- Porcentaje de Humedad   | 23.07% |  |  |  |

Registro INDECOPRI N° 00054062

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Fabian Becerra Rodas*  
Fabian Becerra Rodas  
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
*Ernesto Flores Luzad*  
Ernesto Flores Luzad  
CIP: 75292

# Registro de la Propiedad Industrial

## Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00064062



La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 017019-2010/DSD - INDECOPI de fecha 04 de Noviembre de 2010, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación TECNISU F&F S.R.L. TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo adjunto

Distingue : Servicios de construcción de obras; supervisión de obras, a saber, control de pavimentos de carreteras; control de compactación de rellenos de suelos; supervisión (dirección) de obras de construcción civil

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0426196-2010

Titular : TECNISU F & F S.R.L.

País : Perú

Vigencia : 04 de Noviembre de 2020

Tomo : 321

Folio : 062

PATRICIA GAMBOA VILELA  
Directora  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI



TECNISU F&F S.R.L.  
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS  
INDEPENDIENTE - SECTOR - ORGANIZADO DE TIPO  
COMERCIAL - EMPRESAS - EMPRESAS DE SERVICIO Y LABORATORIO  
PERU, SUCURSAL EN LIMA - TEL: 477 11 11 - FAX: 477 11 11

ANEXO 04: PLANOS

PLANOS