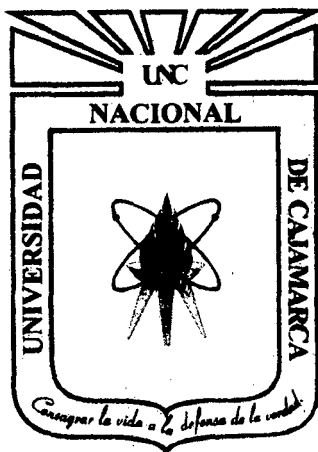


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

SEDE – JAÉN

ESTADO SITUACIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA CALLE AYACUCHO DEL SECTOR MORRO SOLAR –JAÉN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR: Ing°. Wilder Max Narro Martos

BACHILLER: Edwin Gilberto Requejo Toro

Jaén, Cajamarca – Perú

2013

DEDICATORIA

A mis padres Gilberto y Esmeria, y a mi hermano Johny por su apoyo, comprensión y tolerancia que me brindaron durante todo el tiempo empleado en la realización de la Tesis y así poder concluir satisfactoriamente.

EDWIN

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a Dios por darme una oportunidad más en mi vida, a mi Asesor Ing. Wilder Max Narro Martos, y a todos mis amigos quienes me apoyaron para alcanzar uno de mis más anhelados objetivos.

EDWIN

ÍNDICE

Contenido	Página
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	ix
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes teóricos de la investigación.....	1
1.2. Bases Teóricas.....	3
1.3. Definición de términos básicos.....	32
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
2.1. Localización.....	33
2.2. Ubicación temporal.....	36
2.3. Tipo de investigación.....	36
2.4. Materiales y equipos.....	36
2.5. Operacionalización de las variables.....	37
2.6. Diseño metodológico.....	39
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
3.1. Resultados.....	48
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	55
CAPÍTULO V. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS A.....	59
ANEXOS B.....	62
ANEXOS C.....	66
ANEXOS D.....	69
ANEXOS E.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Beneficios del concreto.....	5
Tabla 2. MR recomendado por tipo de vía.....	8
Tabla 3: Niveles de Severidad de los tipos de deterioro.....	24
Tabla 4: Valores comunes de tasas de crecimiento.....	28
Tabla 5: Valores de factor de carril.....	29
Tabla 6. Definición Conceptual de las variables.....	37
Tabla 7. Definición Operacional de las variables Antigüedad, Mantenimiento y Tránsito.....	38
Tabla 8. Definición Operacional de la variable Deterioro.....	39
Tabla 9. Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de los datos.....	40
Tabla 10. Cantidad de N° EALS según su nivel de tráfico.....	48
Tabla 11. Niveles de severidad del deterioro según su porcentaje de ocurrencia...	50
Tabla 12. Vida útil del pavimento.....	51
Tabla 13. Mantenimiento del pavimento.....	52
Tabla 14. Resistencia a la compresión del concreto.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Vida útil de un pavimento.....	3
Figura 2. Elementos de un pavimento de concreto.....	6
Figura 3. Grietas en esquina.....	9
Figura 4. Grietas longitudinales.....	10
Figura 5. Grietas transversales.....	11
Figura 6. Grietas en los extremos de los pasadores.....	12
Figura 7. Grietas en bloque.....	13
Figura 8. Grietas en pozos y sumideros.....	14
Figura 9. Separación de juntas longitudinales.....	14
Figura 10. Separación de juntas longitudinales.....	15
Figura 11. Despostillamiento de juntas.....	16
Figura 12. Descascaramiento.....	17
Figura 13. Desintegración de pavimento.....	17
Figura 14. Escalonamiento de juntas.....	19
Figura 15. Levantamiento localizado del pavimento.....	20
Figura 16. Descenso de la berma.....	23
Figura 17. Separación entre la berma y el pavimento.....	23
Figura 18. Ubicación Geográfica de la Región Cajamarca y la Provincia de Jaén.....	33
Figura 19. Ubicación Geográfica del Distrito de Jaén.....	34
Figura 20. Ubicación Catastral de la Calle Ayacucho – Sector Morro Solar.....	35
Figura 21. Deterioro en la cuadra 02.....	41
Figura 22. Deterioro en la cuadra 05.....	41
Figura 23. Conteo vehicular en la estación 02.....	42
Figura 24. Conteo vehicular en la estación 01.....	43
Figura 25. Ensayo no destructivo en la cuadra 02.....	44
Figura 26. Ensayo no destructivo en la cuadra 04.....	44
Figura 27. Cantidad de N° EALS según su nivel de tráfico.....	49
Figura 28. Porcentajes de ocurrencia para cada nivel de severidad.....	50
Figura 29. Comparación del f'c del pavimento.....	55

RESUMEN

En todo el Perú, es práctica común que los pavimentos de concreto, una vez contruidos son olvidados y abandonados a su suerte, esto se complica cuando se menciona que la Municipalidad Provincial de Jaén no cuenta con un plan de mantenimiento vial ya sea por desinterés de las autoridades o por la falta de optimización de recursos que permita tomar las acciones preventivas o correctivas más adecuadas. El objetivo de la investigación fue determinar el estado situacional actual del pavimento rígido de la calle Ayacucho de la ciudad de Jaén en función a la antigüedad, mantenimiento y tránsito vehicular. La metodología usada es de tipo no experimental porque se observa los fenómenos tal y como se dan en el contexto natural. La recolección de datos se realizó entre enero y marzo del 2013, mediante visitas a campo para el reconocimiento de los tipos de deterioro y el conteo vehicular; visitas a la municipalidad para adquirir información sobre la construcción de dicha calle. Se registraron 11 tipos de deterioro en 65 casos encontrados. Se contabilizó 11,175 vehículos: 9,267 vehículos livianos y 1,908 vehículos pesados. Referente al mantenimiento vial, solo se registró trabajos de mantenimiento rutinario; además, se hace mención que las cuadras 01 y 02 han sido construidas en 1999, y las cuadras 03 hasta la 06 en 2012. Con el esclerómetro se determinó que las resistencias del concreto en promedio utilizado son mayores a 210 Kg/cm². Se determinó que los niveles de tráfico y los niveles de severidad del deterioro del pavimento rígido son altos.

Palabras clave: Deterioro, Pavimento Rígido, Antigüedad, Tránsito, Resistencia.

ABSTRACT

In the whole Peru, it is a common practice that the concrete pavements, once constructed they are forgotten and left his luck, this is complicated when there is mentioned that the Provincial Municipality of Jaen does not possess a plan of road maintenance already be for disinterest of the authorities or for the lack of optimization of resources that allows to take the most suitable preventive or corrective actions. The objective of this research was to determine the current situational state rigid pavement Sector Ayacucho Street in Morro Solar Jaén city according to ancient, maintenance and traffic. The methodology used is of not experimental type because the phenomena are observed as they are given in the natural context. Data collection was conducted between January and March 2013, through field visits to the recognition of impairment types and vehicle count, visits to the Municipality to acquire information about the construction of this road. There were 11 types of impairment in 65 cases found. 11175 vehicles were counted: 9267 light vehicles and 1908 heavy vehicles. Regarding road maintenance, only routine maintenance records also referred to the blocks 01 and 02 have been built in 1999, and the block 03 to the 06 in 2012. With sclerometer it decided that the resistance of the concrete average used is greater than 210 Kg/cm². They determined that traffic levels and levels of severity of rigid pavement deterioration are high.

Keywords: Deterioration, Rigid Pavement, Antiquity, Transit, Resistance.

INTRODUCCIÓN

En todo el Perú, es práctica común que los pavimentos de concreto o de cualquier otro tipo, una vez construidos son olvidados y abandonados a su suerte. Basta con recorrer por la ciudad para darnos cuenta que dichas estructuras se encuentran totalmente agrietadas, sin que las autoridades locales hagan algo al respecto; y si lo hacen, ejecutan mal la reparación sin ningún tipo de criterio técnico, o en el peor de los casos, dejan los trabajos inconclusos, lo cual origina un deterioro más rápido en dicha zona por el paso de los vehículos y por la presencia de lluvias que originan el bombeo de la base y sus componentes.

En la actualidad, en la ciudad de Jaén se observan indicadores de deterioro en pavimentos tanto en aquellos que superan su tiempo de vida útil para las cuales fueron diseñados como en los construidos en los últimos años. Cabe resaltar que la Municipalidad Provincial de Jaén no cuenta con un plan de mantenimiento vial ya sea por desinterés de las autoridades o por la falta de optimización de recursos que permita tomar de inmediato las acciones preventivas o correctivas más adecuadas. También es cierto que los gobiernos locales, carecen de archivos que permitan hacer un seguimiento detallado del estado del pavimento de las calles de la ciudad de Jaén.

El problema de esta investigación estuvo referido a la determinación de ¿Cuál es el estado situacional del pavimento rígido de la Calle Ayacucho del Sector Morro Solar de la ciudad de Jaén?

En tal sentido, se puede mencionar como hipótesis que el pavimento rígido en la calle Ayacucho del Sector Morro Solar refleja un alto nivel de deterioro debido a la Antigüedad, falta de Mantenimiento e incremento del Tránsito Vehicular.

Como objetivo se planteó la determinación el estado situacional del pavimento rígido de la calle Ayacucho del Sector Morro Solar de la ciudad de Jaén. Para ello, los objetivos específicos fueron: identificar los tipos de deterioro en el pavimento rígido de la calle Ayacucho del Sector Morro Solar; identificar los diferentes factores que determinan el estado del pavimento rígido de la calle Ayacucho del Sector Morro Solar; relacionar los niveles de deterioro con los diferentes factores que determinan el estado del pavimento rígido de la calle Ayacucho del Sector Morro Solar.

Asimismo, esta investigación se realizó porque se requiere mejorar el estado de transitabilidad vehicular y peatonal, y es de suma importancia para el desarrollo urbano de la ciudad; existen algunos estudios a nivel nacional e internacional que son referentes para la presente investigación.

Los beneficiarios de esta investigación es la Municipalidad Provincial de Jaén para fiscalizar a detalle la ejecución de proyectos de esta índole, y los estudiantes e investigadores para ampliar esta investigación en otros ámbitos. Además, permitirá tomar decisiones y medidas adecuadas, y llevar un correcto control

sobre la calidad respecto a la construcción y mantenimiento de pavimentos rígidos para evitar que estas estructuras se continúen deteriorando.

El estudio se realizó en el Sector Morro Solar, distrito de Jaén, provincia de Jaén, entre los meses de enero hasta marzo del 2013. El universo de la investigación comprendieron las 06 cuadras de la calle Ayacucho del Sector Morro Solar en la ciudad de Jaén. Como limitaciones se tiene que esta investigación está enfocada solamente al estudio del estado situacional de la calle Ayacucho en tal sentido los resultados no deben compararse con pavimentos de otras calles.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes teóricos de la investigación

1.1.1. Antecedentes internacionales

ASOCEM (2007), menciona que los pavimentos urbanos de concreto se proyectan, diseñan y construyen para prestar servicio, en un determinado número de años a los cuales se conoce como vida útil de la obra. Ellos pueden quedar parcial o totalmente fuera de servicio si se presentan solicitaciones destructivas y no son tratadas oportunamente. Entre las solicitaciones que pueden contribuir a la destrucción de los pavimentos urbanos de concreto se encuentran aquellas debidas al tránsito; a las condiciones del medio ambiente; a un inadecuado comportamiento de las juntas o a fallas en la sub rasante.

ASOCEM (2007), sostiene que el tránsito puede causar daños superficiales o estructurales. El medio ambiente, especialmente las condiciones de humedad y temperatura, puede producir expansión y contracción no previstas en el diseño del pavimento, con el consiguiente agrietamiento o rotura del concreto. El agua del manto freático, o de las precipitaciones pluviales, puede provocar zonas de bajo soporte, expulsión del material de sub rasante y la consiguiente rotura del concreto.

Ruíz (2011), sostiene que los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos en la ciudad de Sangolquí, Ecuador son la inexistencia de un correcto y adecuado control de calidad en su diseño, construcción y operación, debido a que se deja de lado ciertos parámetros necesarios para que un pavimento rígido cumpla eficientemente con su vida útil. Además considero que no se tomaron en cuenta las variables topográficas y climáticas, los procesos de reparación que no han sido ejecutados técnicamente afectando de manera directa en la resistencia y transferencia de carga de las losas adyacentes.

1.1.2. Antecedentes nacionales

Un estudio realizado por Timaná (2004), sobre el estado actual de los pavimentos de concreto en la ciudad de Piura, Perú menciona que los diferentes tipos de deterioros encontrados son producto de las lluvias frecuentes en épocas de verano, de un deficiente procedimiento constructivo y de la inexistencia de un plan de mantenimiento vial.

1.1.3. Antecedentes locales

Un estudio de investigación realizado por el ing. Centurión (2009), sobre la calidad de los pavimentos rígidos en la ciudad de Cajamarca, Perú periodo 2004-2005, menciona que el deterioro del pavimento rígido se debe a que no cumple con el espesor de losa, tamaño máximo de agregados y la resistencia del concreto; por lo cual sugiere a la Municipalidad Provincial de Cajamarca tener un mayor control de los procesos constructivos y de los materiales usados con el fin de evitar el deterioro de las calles antes de cumplir con la vida útil.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Pavimento. Es la estructura formada por un conjunto de capas sobre el suelo de fundación de un camino, destinada a facilitar y hacer más confortable y seguro el tránsito de vehículos. Además, el pavimento debe garantizar un comportamiento tanto funcional como un estructural, tal como se muestra en la Figura 1 (Becerra 2012).

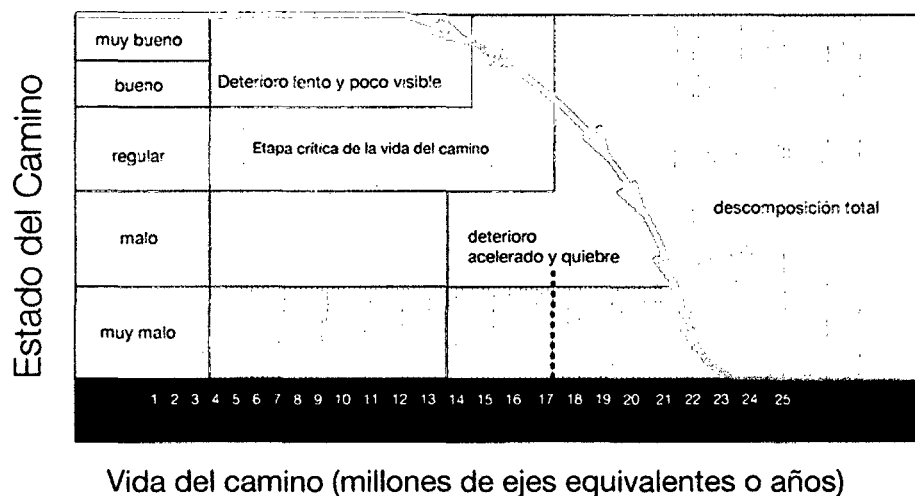


Figura 1. Vida útil de un pavimento (Becerra 2012).

Luego de su construcción, el pavimento presenta un muy buen estado y satisface plenamente a los usuarios. Con el tiempo y por la acción asociada del tránsito y el clima empieza un desgaste, lento y poco visible pero constante, donde el pavimento va debilitándose. Durante esta etapa, que se mantiene por varios años, el pavimento presenta un buen estado hasta que aparecen los primeros indicadores de deterioro (DURAVIA 2012).

Si durante el período en el que el pavimento presenta un estado entre bueno y regular no se realiza ningún tipo de mantenimiento, preventivo o correctivo, se corre el riesgo de que aparezca, en un plazo relativamente breve, una pronunciada aceleración del deterioro y un rápido descenso del nivel de servicio. Esto se debe a que se pasa de fallas de tipo funcional a problemas de tipo estructural, más difíciles y costosas de corregir como la aplicación de refuerzos o rehabilitaciones importantes. Por esta razón es importante contar con herramientas que permitan predecir la evolución del deterioro del pavimento (DURAVIA 2012).

1.2.2. Características del Pavimento de concreto. Los pavimentos de concreto son reconocidos como una solución vial debido a que siendo competitivos en términos de costos de construcción, destacan además por su larga vida, por su resistencia y por ser ecológicamente amigables. Entre sus principales fortalezas se deben considerar sus menores costos de mantenimiento y el menor costo de operación vehicular. Un aspecto adicional es el referido a la balanza comercial peruana. Siendo el asfalto un derivado del petróleo, y el Perú un país que en su balanza comercial lo importa, los pavimentos de asfalto no utilizan insumos 100% nacionales mientras que los de concreto sí lo hacen (DURAVIA 2012).

Además, existen beneficios adicionales en términos de seguridad vial y cuidado del medio ambiente mostrado en la Tabla 1, que deben tenerse en cuenta al momento de evaluar qué alternativa elegir.

Tabla 1: Beneficios del concreto

Beneficios	Concreto
Seguridad Vial	Reduce el salpiqueo de agua superficial (no se ahuella, no se empoza). Mejor adherencia superficial: textura rugosa para mejor adherencia entre pavimento y neumático.
	Mayor Visibilidad: <ul style="list-style-type: none"> • 3 veces más reflejante que el asfalto. • Ahorros en costos de iluminación en vías urbanas hasta un 30% de energía.
	Planicidad Superficial: Conserva textura superficial por más tiempo.
Cuidado del Medio Ambiente	Ahorro de combustible en camiones puede ir de 0.8% a 6.9% vs. asfalto.
	Se reducen las emisiones de dióxido de carbono y otras.
	Requiere de 3 a 5 veces menos energía en su construcción, mantenimiento y rehabilitación.
	Es 100% reciclable.
	Reduce el efecto de calor urbano, por su color y propiedades reflectoras.

Fuente: DURAVIA 2012

1.2.3. Tipos de Pavimentos de concreto.

1.2.3.1. Pavimento de concreto simple con juntas. Este tipo de pavimentos se requiere realizar juntas de contracción transversal que varían entre 3,5 y 6,0 m. Las juntas inducen el agrietamiento propio del comportamiento del concreto por las tensiones originadas por los cambios de temperatura y humedad. Estos pavimentos son los que mejor se adaptan a nuestra realidad. Recomendamos no exceder los 4,5 m y no diseñar pavimentos con periodos de diseño menores a 20 años (DURAVIA 2012).

1.2.3.2. Pavimento de concreto armado con barras transversales. La carpeta de rodadura es de concreto reforzado con mallas de acero, las que permiten incrementar la distancia entre juntas llegando a valores entre 7,5 y 9,0 m. Aunque tiene refuerzo moderado de acero siempre se espera que se produzcan fisuras controladas dentro de los paños (DURAVIA 2012).

1.2.3.3. Pavimentos de concreto continuamente reforzados: Las tensiones son controladas por una armadura de acero. Se espera la aparición de fisuras controladas a lo largo de todo el pavimento, distanciadas entre 0,6 y 2,0 m. Estos pavimentos son especificados para periodos de diseño mayores a 30 años, por lo que es común apreciarlos en otras realidades como las de Estados Unidos y Europa (DURAVIA 2012).

1.2.4. Elementos del pavimento de concreto

A continuación, en la Figura 2, se detalla los principales elementos de los pavimentos de concreto.

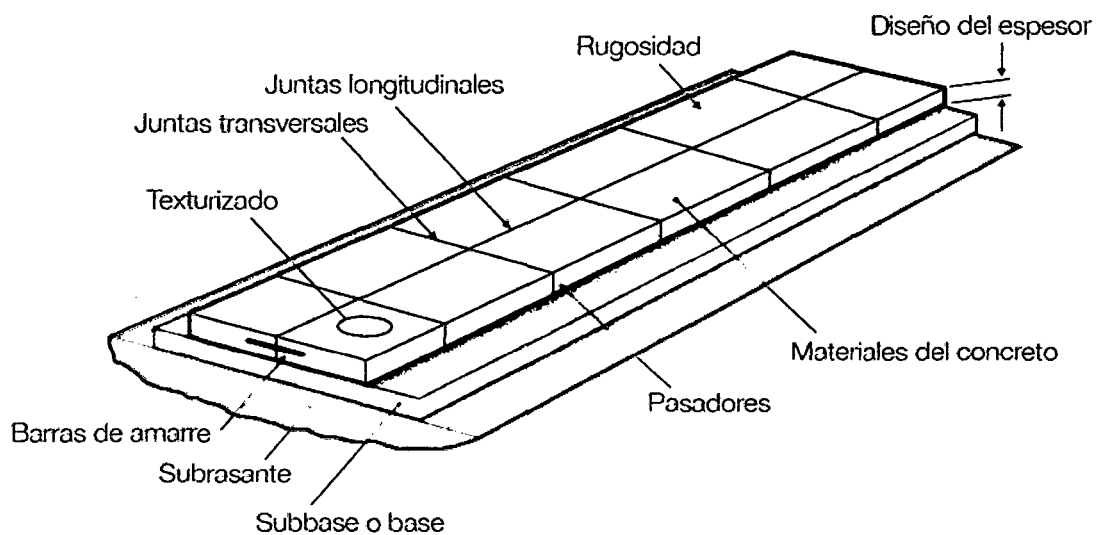


Figura 2. Elementos de un pavimento de concreto (DURAVIA 2012)

1.2.4.1. Capas. Los pavimentos de concreto cuentan con una serie de capas que se sostienen desde la subrasante hasta la carpeta de rodadura. La calidad de los materiales que conforman las capas va mejorando a medida que se aproximan a la carpeta de rodadura (DURAVIA 2012).

1.2.4.2. Subrasante. Es el suelo de cimentación del pavimento pudiendo ser suelo natural, debidamente perfilado y compactado, o material de préstamo, cuando el suelo natural es deficiente o por requerimiento del diseño geométrico de la vía a proyectar (DURAVIA 2012).

1.2.4.3. Subbase. Es la capa que está apoyada sobre la subrasante compuesta por materiales granulares de buena gradación, su empleo implica una mejora en la capacidad de soporte de suelo que se traduce en una reducción del espesor de carpeta de rodadura. Sin embargo, el impacto no es significativo. El empleo de materiales granulares entre la subrasante y la carpeta de rodadura se debe entender desde el punto de vista de protección de la subrasante ante la pérdida de finos y para hacer más homogéneo el soporte donde se colocará la carpeta de rodadura de concreto (DURAVIA 2012).

1.2.4.4. Base. En el caso de los pavimentos de asfalto es común que se contemple material de base adicional. En el caso de los pavimentos de concreto no es común pero podría darse el caso en situaciones extremas. Constituye entonces la capa intermedia entre la subbase y la carpeta de rodadura. Utiliza materiales granulares de excelente gradación (DURAVIA 2012).

1.2.4.5. Carpeta de rodadura. Está conformada por mezcla de concreto hidráulico. Los métodos de diseño especifican diseños de mezcla con Módulo de Rotura a la Flexión (MR) superiores a 42 Kg/cm², o su equivalente a $f'c = 280$ Kg/cm². Aunque las metodologías de diseño podrían evaluar pavimentos de concreto con MR mayores a 50 kg/cm², lo mejor es no superar esta medida ya

que las losas se vuelven muy rígidas. Además, los altos contenidos de cementante utilizados en mezclas de concreto de este tipo traen consigo problemas de contracción y fisuración por contracción plástica que pueden evitarse (DURAVIA 2012).

Tabla 2. MR recomendado por tipo de vía

Tipo de vía	MR recomendado (Kg/cm ²)
Autopistas	48
Urbanas principales	45
Urbanas secundarias	42

Fuente: DURAVIA 2012

Los Valores de Módulo de Rotura a la Flexión entre 50 y 55 son comunes para pavimentos de aeropuertos.

1.2.4.6. Las juntas. Por la naturaleza misma del concreto es necesario controlar la fisuración y permitir el movimiento relativo entre paños adyacentes mediante el empleo de juntas. Las juntas son cortes longitudinales y transversales que tienen el rol de inducir fisuras por contracción del concreto, aislar el movimiento de los paños de elementos ajenos al pavimento, como buzones por ejemplo, y ser incluso parte del procedimiento constructivo del pavimento (DURAVIA 2012).

1.2.4.7. Texturizado. El objetivo de texturizar la superficie del concreto es entregarle al pavimento las cualidades necesarias que logren el contacto neumático – carpeta de rodadura que permitan el tránsito de los vehículos en

condiciones seguras. El micro texturizado es el que se logra aplicando una llana húmeda sobre la superficie del pavimento; en cambio el macro texturizado se logra mediante herramientas mecánicas como peines con cerdas metálicas o aparatos más sofisticados que pueden ser incorporados en el tren de pavimentado (DURAVIA 2012).

1.2.5. Tipos de deterioro en pavimento de concreto

1.2.5.1. **Grietas de Esquina.** Este tipo de deterioro genera un bloque de forma triangular en la losa; se presenta generalmente al interceptar las juntas transversal y longitudinal, describiendo un ángulo mayor que 45° , con respecto a la dirección del tránsito. En la Figura 3, se detalla las características de una grieta en esquina (Gutiérrez y colaboradores 2006).

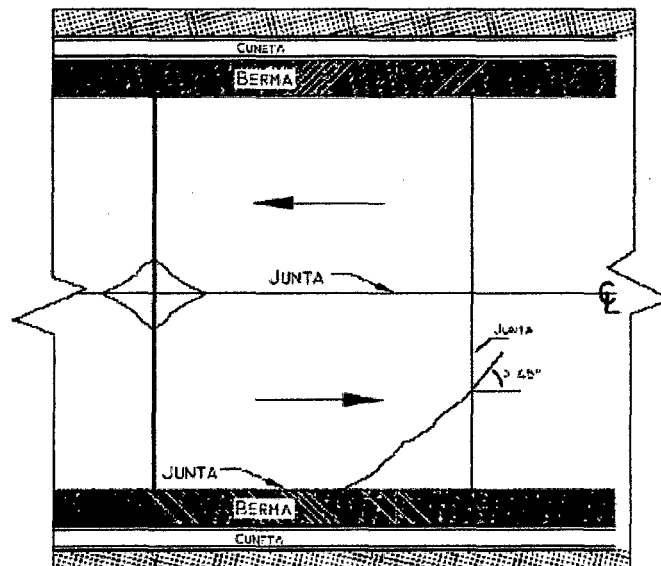


Figura 3. Grietas en esquina

1.2.5.2. Grietas longitudinales. Grietas predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, pero la intersección se produce a una distancia mucho mayor que la mitad de la longitud de la losa. En la Figura 4, se muestra las características de una grieta longitudinal (Gutiérrez y colaboradores 2006).

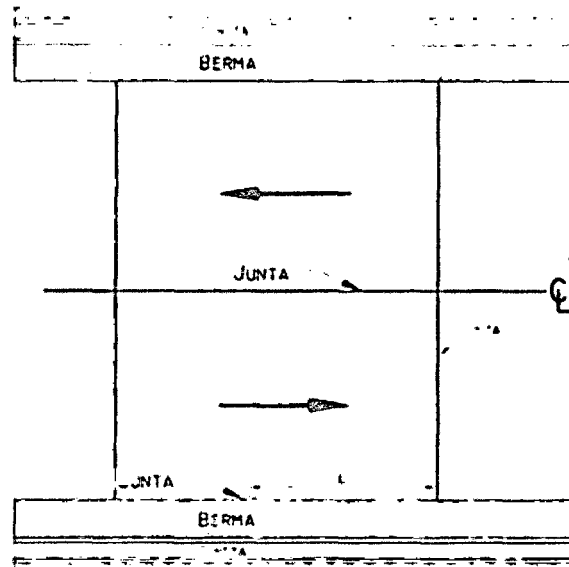


Figura 4. Grietas longitudinales

1.2.5.3. Grietas transversales. Grietas que se presentan perpendiculares al eje de circulación de la vía. Pueden extenderse desde la junta transversal hasta la junta longitudinal, siempre que la intersección con la junta transversal esté a una distancia del borde mayor que la mitad del ancho de la losa y la intersección con la junta longitudinal se encuentra a una distancia inferior que la mitad del largo de la losa. En la Figura 5, se detalla las características de una grieta transversal (Gutiérrez y colaboradores 2006).

En la mayoría de situaciones, éstas se deben al asentamiento de la base o la subrasante, losas de longitud excesiva, junta de contracción aserrada o formada

tardíamente, espesor de la losa insuficiente para soportar las solicitaciones, gradiente térmico que origina alabeos, problemas de drenaje o cargas excesivas (Gutiérrez y colaboradores 2006).

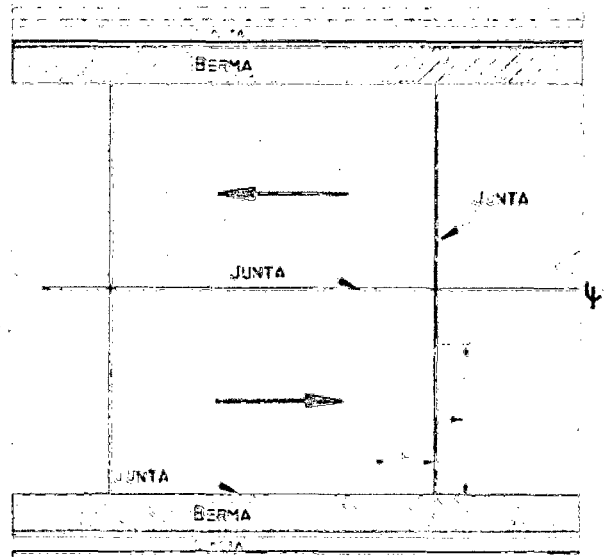


Figura 5. Grietas transversales

1.2.5.4. Grietas en los extremos de los pasadores. Cercanas al extremo de los pasadores o dovelas. Pueden ser ocasionadas por la mala ubicación de los pasadores o por su movimiento durante el proceso constructivo, el detalle se visualiza en la Figura 6. Este tipo de daño se presenta en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado (Gutiérrez y colaboradores 2006).

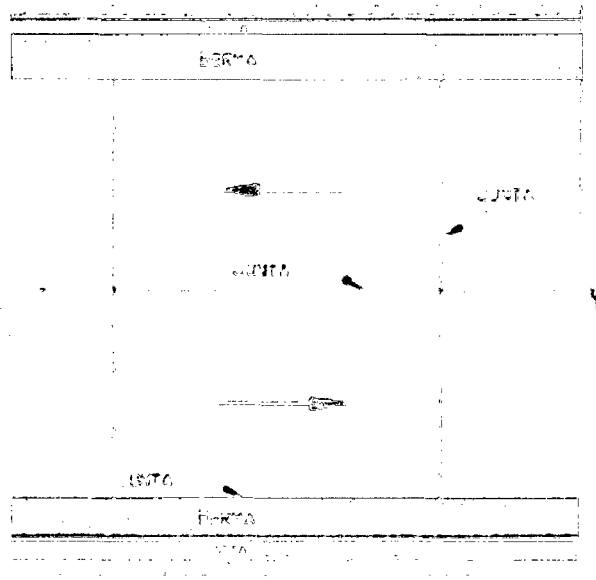


Figura 6. Grietas en los extremos de los pasadores

1.2.5.5. Grietas en bloque. Aparecen por la unión de grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la placa. Este grupo también comprende las grietas en "Y". En la Figura 7, se muestra las características de una grieta en bloque. La fracturación múltiple, puede ser causada por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto), el equivocado diseño estructural y las condiciones de soporte deficiente. Es la evolución final del proceso de fisuración, que comienza formando una malla más o menos cerrada; el tránsito y la continua flexión de las losas aceleran la subdivisión en bloques más pequeños; favoreciendo el despostillamiento de sus bordes (Gutiérrez y colaboradores 2006).

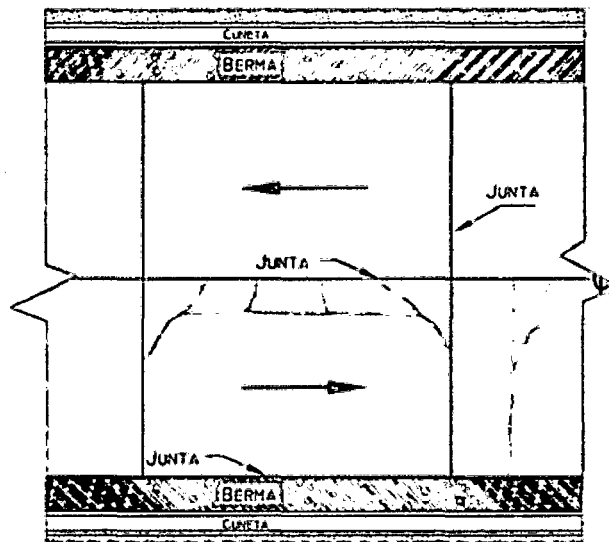


Figura 7. Grietas en bloque

1.2.5.6. Grietas en pozos y sumideros. Se presentan como una clasificación independiente, debido a que son grietas que están directamente relacionadas con la presencia del pozo o del sumidero. En la Figura 8, se detalla las características de una grieta en pozos y sumideros (Gutiérrez y colaboradores 2006).

En la mayoría de situaciones, las causas se atribuye a la variación en la distribución de esfuerzos debida a la presencia de pozos o sumideros, éstos se convierten en una zona vulnerable a la aparición de grietas derivadas de la geometría irregular de la zona adyacente al pozo que no permite una buena distribución de esfuerzos por lo que éstas deben ser lo más regulares posible, cuando hay formas irregulares, las placas se deben reforzar (Gutiérrez y colaboradores 2006).

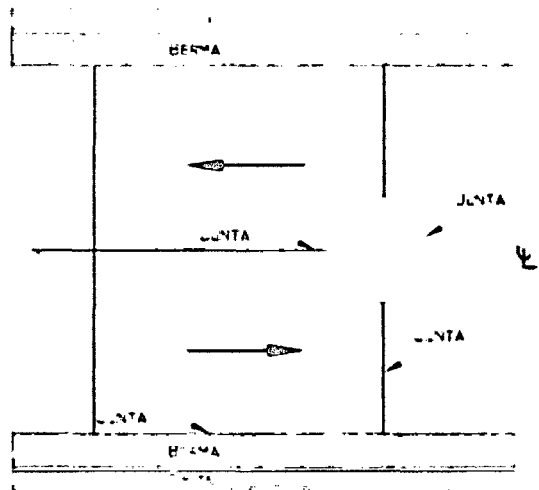


Figura 8. Grietas en pozos y sumideros

1.2.5.7. Separación de Juntas Longitudinales. Corresponde a una abertura en la junta longitudinal del pavimento. En la Figura 9, se detalla las características de la separación de juntas longitudinales (Gutiérrez y colaboradores 2006).

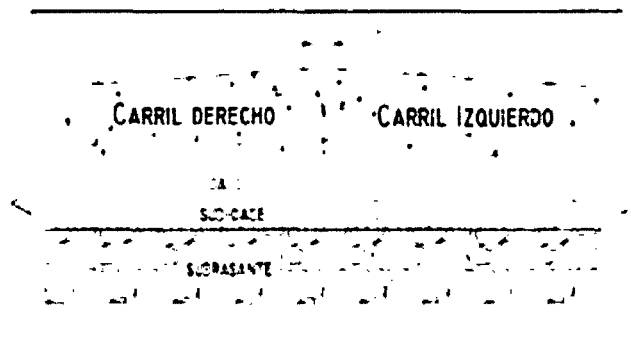


Figura 9. Separación de juntas longitudinales

1.2.5.8. Deterioro del sello. Desprendimiento o rompimiento del sello de las juntas longitudinales o transversales, que permite la entrada de materiales incompresibles e infiltración de agua superficial. Se considera como deterioro del sello cualquiera de los siguientes defectos: extrusión del sello, endurecimiento, pérdida de adherencia entre el sello y la losa, pérdida parcial o total del sello e incrustación de materiales ajenos y crecimiento de vegetación. En la Figura 10, se

detalla los diferentes modos de deterioro del sello, en la figura de la izquierda existe un desconfinamiento del sello por falta de adherencia y en la figura de la derecha existe una pérdida progresiva del sello (Gutiérrez y colaboradores 2006).

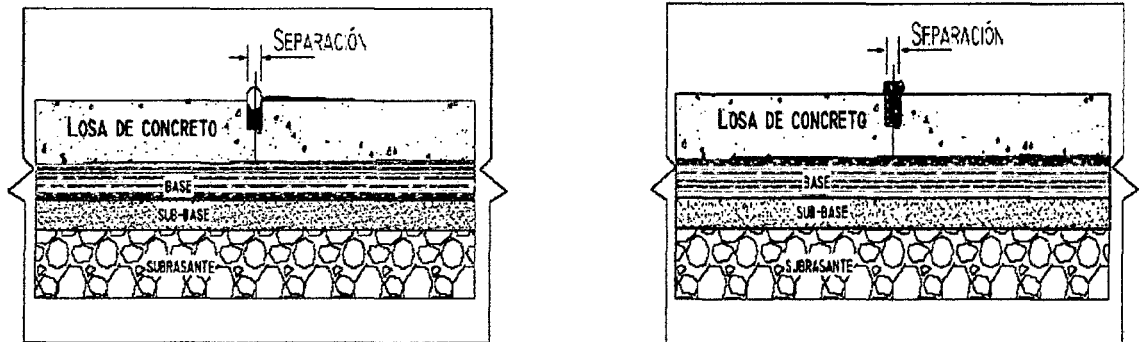


Figura 10. Separación de juntas longitudinales

1.2.5.9. Despostillamiento de juntas. Desintegración de las aristas de una junta (longitudinal, transversal), con pérdida de trozos, que puede afectar hasta 0,15m a lado y lado de la junta. En la Figura 11, se muestra las características del despostillamiento de juntas (Gutiérrez y colaboradores 2006):

Los despostillamientos generalmente son consecuencia de debilitamiento de los bordes de la junta debido a defectos constructivos, desintegración del concreto, por mala calidad del material; por la presencia de material incompresible en la junta, el cual al expandirse genera concentración de esfuerzos y la posterior falla ante el paso de vehículos. Además, por mal procedimiento de corte de la junta o aplicación de cargas antes de conseguir la resistencia mínima recomendada del concreto (Gutiérrez y colaboradores 2006).

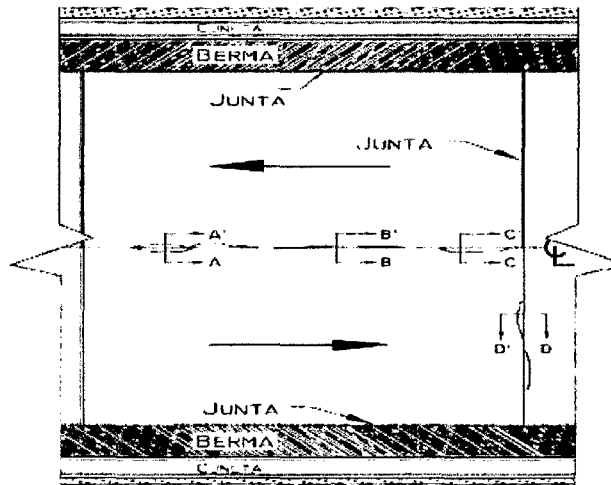


Figura 11.Despostillamiento de juntas

1.2.5.10. Descascaramiento. Es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto. En la Figura 12, se muestra las características del descascaramiento (Gutiérrez y colaboradores 2006).

Los descascaramientos generalmente son consecuencia de un exceso de acabado del concreto fresco colocado, produciendo la exudación del mortero y agua, dando lugar a que la superficie del concreto resulte muy débil frente a la retracción. Las fisuras capilares pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie, posibilitando un levantamiento de material superficial que progresa tanto en profundidad como en área. También pueden observarse manifestaciones de descascaramiento en pavimentos con refuerzo, cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie (Gutiérrez y colaboradores 2006).

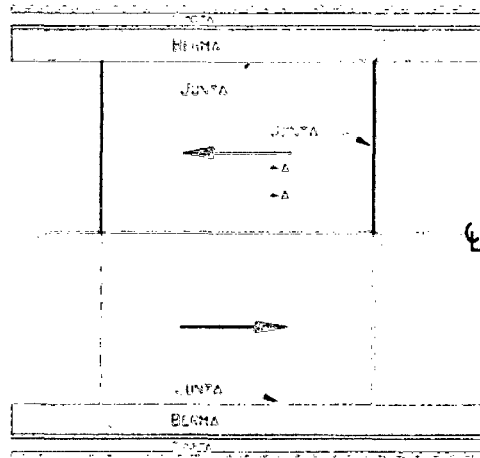


Figura 12.Descascaramiento

1.2.5.11. Desintegración. Consiste en pérdida constante de agregado grueso en la superficie, debido a la progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena-cemento del concreto, provocando una superficie con pequeñas cavidades. En la Figura 13, se muestra las características de la desintegración (Gutiérrez y colaboradores 2006).

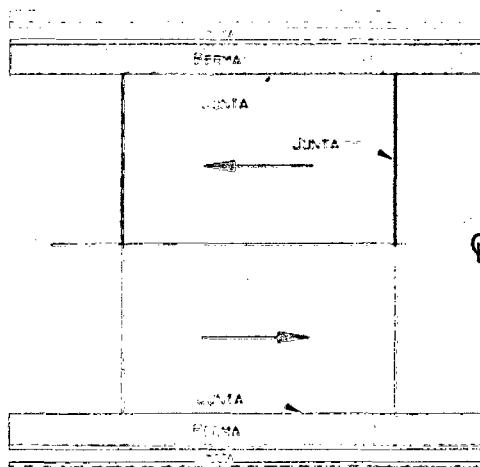


Figura 13.Desintegración de pavimento

1.2.5.12. Baches. Desintegración de la losa de concreto y la remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares que incluso puede dejar expuesto el material de base. En su mayoría, el problema se agrava cuando

existe fundaciones y capas inferiores inestables, espesores del pavimento estructuralmente insuficientes; retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas, acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento (Gutiérrez y colaboradores 2006).

1.2.5.13. Pulimento. Carencia o pérdida de la textura superficial necesaria para que exista una fricción adecuada entre el pavimento y los neumáticos. Esta deficiencia es causada principalmente por el tránsito, que produce el desgaste superficial de los agregados, especialmente cuando la mezcla de concreto y/o agregados es de calidad deficiente y favorece la exposición de los mismos. La reducción de la fricción o resistencia al deslizamiento, puede alcanzar niveles de riesgo para la seguridad del tránsito. El pulimento de los agregados puede ser considerado cuando un examen visual revela que la rugosidad sobre la superficie es muy reducida y se presenta una superficie suave al tacto (Gutiérrez y colaboradores 2006).

1.2.5.14. Escalonamiento de Juntas longitudinales y transversales. Es una falla provocada por el tránsito que corresponde a un desnivel de la losa en su junta con respecto a una losa vecina. En la Figura 14, se detalla las características del escalonamiento de juntas (Gutiérrez y colaboradores 2006).

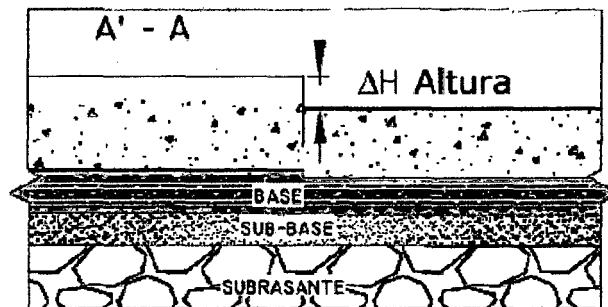


Figura 14. Escalonamiento de juntas.

1.2.5.15. Levantamiento Localizado. Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta ó una grieta, habitualmente el concreto afectado se quiebra en varios trozos. Éstas son causadas por falta de libertad de movimiento de las losas de concreto, la restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas (Gutiérrez y colaboradores 2006).

En la Figura 15, se muestra las características del levantamiento localizado. Otras causas que afecta al pavimento pueden ser mala colocación de barras de transferencia, presencia de un estrato de suelos expansivos a poca profundidad, variaciones térmicas cuando la longitud de las losas es excesiva y no cuenta con juntas de expansión o presentarse por la evolución de despostillamientos (Gutiérrez y colaboradores 2006).

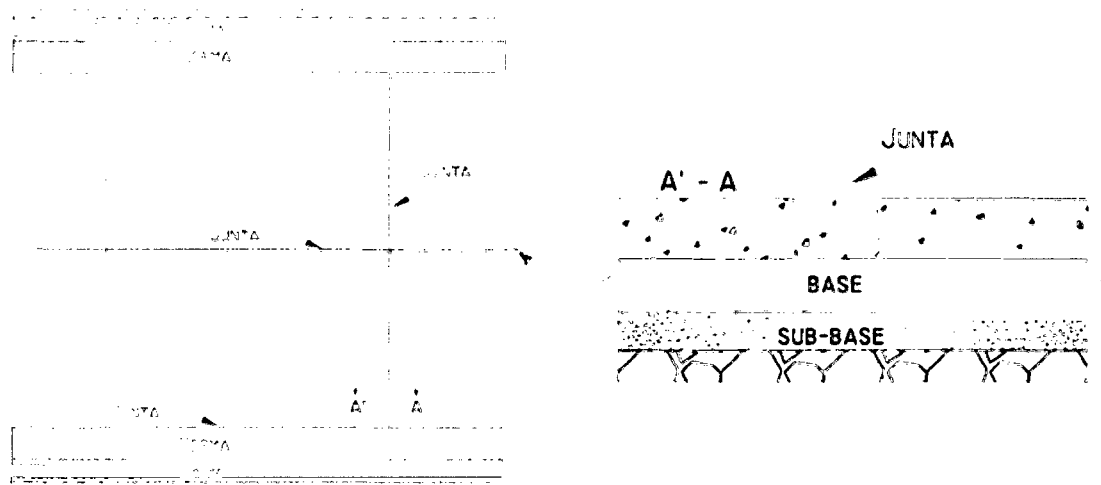


Figura 15. Levantamiento localizado del pavimento

1.2.5.16. Parches. Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parcheo por reparación de servicios públicos es una intervención que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo. Los tramos con parches disminuyen el nivel de servicio de la vía, al tiempo que pueden constituir indicadores, tanto de la intensidad de mantenimiento demandado por una determinada vía, como la necesidad de reforzar la estructura de la misma (Gutiérrez y colaboradores 2006).

En parches de concreto de pequeñas dimensiones, la retracción por fraguado puede separar el parche del concreto antiguo, si no se utiliza un epóxico como material de adhesión. En el caso de parches de concreto, si hubo reemplazo de por lo menos la mitad de una losa de concreto, el traspaso de carga entre el parche y la losa es insuficiente por falta de dovelas o barras de amarre y/o por defectos en el proceso constructivo (Gutiérrez y colaboradores 2006).

1.2.5.17. Hundimientos o Asentamientos. Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada; puede estar acompañado de agrietamiento significativo, debido al asentamiento de las losas. Este tipo de deformación permanente del pavimento, con o sin agrietamiento puede ocurrir cuando se produce asentamiento o consolidación en la subrasante, por ejemplo, en zonas contiguas a una estructura de drenaje o de retención donde puede ocurrir el asentamiento del material de relleno por deficiente compactación inicial o bien por movimiento de la propia estructura. También pueden ser originadas por deficiencias durante el proceso de construcción de losas (Gutiérrez y colaboradores 2006).

1.2.5.18. Fisuración por retracción o Tipo malla. Fisuras limitadas sólo a la superficie del pavimento. Frecuentemente, las grietas de mayores dimensiones se orientan en sentido longitudinal y se encuentran interconectadas por grietas más finas distribuidas en forma aleatoria (Gutiérrez y colaboradores 2006).

1.2.5.19. Fisuras ligeras de aparición temprana. Fisuras delgadas, que afectan únicamente la superficie de la losa, de longitud de 0,2 m a 1 m., la mayoría de las veces adquieren tendencia a ser paralelas entre sí y eventualmente con 45° de orientación con respecto al eje de la vía. Éstas aparecen en la superficie del concreto generalmente por contracción plástica del concreto, que aparece antes del fraguado final, por secado prematuro (Gutiérrez y colaboradores 2006).

1.2.5.20. Fisuración por durabilidad. Corresponde a una serie de grietas finas muy cercanas entre sí, que aparecen cerca de las juntas longitudinales, transversales y cerca de los bordes libres de las losas. Generalmente las fisuras por durabilidad aparecen en el concreto, debido a: ambientes alcalinos, reactividad álcali-sílice cuando los agregados son expuestos a cambios de temperatura, humedecimiento excesivo en el borde del pavimento sumado a exceso de cargas (Gutiérrez y colaboradores 2006).

1.2.5.21. Bombeo sobre juntas longitudinales o transversales. El bombeo es la expulsión de finos a través de las juntas o fisuras, ésta expulsión (en presencia de agua) se presenta por la deflexión que sufre la losa ante el paso de cargas. Al expulsar agua esta arrastra partículas de grava, arena, arcilla o limos generando la pérdida del soporte de las losas de concreto (Gutiérrez y colaboradores 2006).

1.2.5.22. Ondulaciones. Las ondulaciones son la deformación de la superficie, generadas por un inadecuado proceso de nivelación durante la construcción. Los niveles de severidad establecidos para las ondulaciones, están definidos con base en la molestia que puede generar la circulación sobre la vía. Además, la causa probable de las ondulaciones es un deficiente proceso constructivo de las losas de concreto que permitió la pérdida del nivel de referencia de la vía (Gutiérrez y colaboradores 2006).

1.2.5.23. Descenso de la berma. Diferencia de nivel entre la superficie de la losa respecto a la superficie de la berma, ocurre cuando alguna de las bermas sufre asentamientos. En su mayoría, esta falla se debe al asentamiento de la berma por

compactación insuficiente, en bermas no revestidas: por la acción del tráfico o erosión de la capa superficial por agua que escurre desde el pavimento hacia el borde externo de la losa o inestabilidad de la banca. En la Figura 16, se detalla este tipo de deterioro (Gutiérrez y colaboradores 2006).

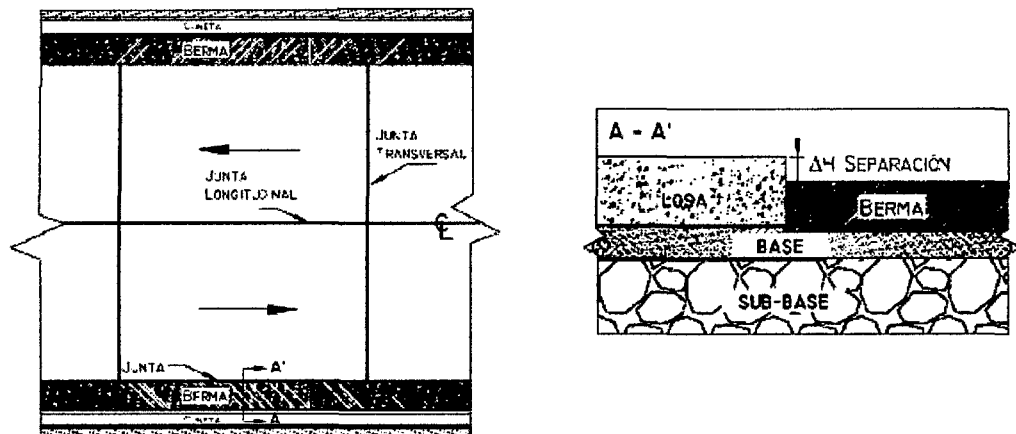


Figura 16. Descenso de la berma

1.2.5.24. Separación entre la berma y el pavimento. Incremento en la abertura de la junta longitudinal entre la berma y el pavimento. Esto se da a consecuencia del asentamiento con desplazamiento por compactación insuficiente o falta de compactación en la cara lateral del pavimento, escurrimiento de agua sobre la berma cuando existe un desnivel entre ella y el pavimento. En la Figura 17, se detalla este tipo de deterioro (Gutiérrez y colaboradores 2006).

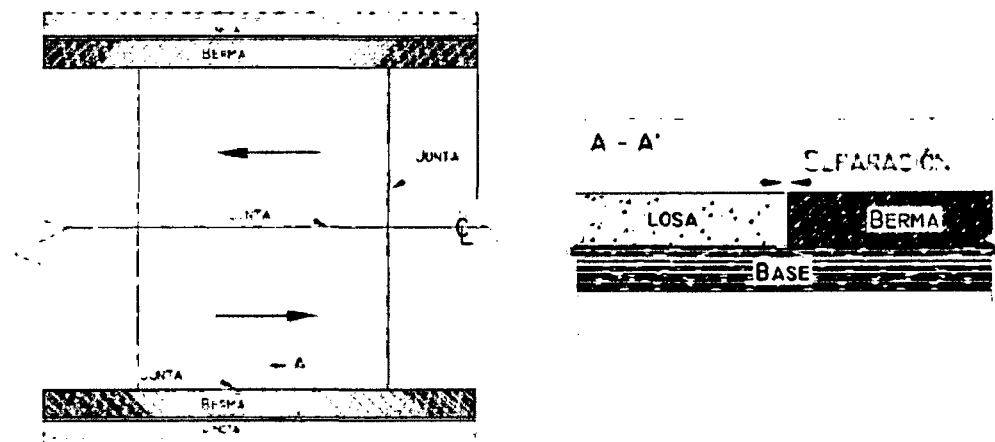


Figura 17. Separación entre la berma y el pavimento

1.2.6. Niveles de severidad de los tipos de deterioro

En la Tabla 3, se muestra los rangos de medición para cada nivel de severidad de cada tipo de deterioro (indicadores) presente en los pavimentos de concreto.

Tabla 3: Niveles de Severidad de los tipos de deterioro

Indicadores	Severidad		
	Baja	Media	Alta
Grietas longitudinales (m)	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
Grietas transversales (m)	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
Grietas de esquina (m)	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
Grietas en los extremos de los pasadores (m)	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
Grietas en bloque o múltiples (m ²)	Siempre altas		
Grietas en pozos y sumideros (m ²)	<3mm	3 - 10mm	>10mm
Separación de juntas (m)	<3 mm	3 - 25 mm	>25mm
Deficiencias de sellado (m)	L < 0.5m	0.5 - 2.0 m	> 2.0m
Despostillamiento (m)	a <5 cm	5 - 15 cm	>15cm
Descascaramientos (m ²)	Sin severidad		
Pulimento (m ²)	Fácilmente perceptible	El área pulimentada tiene un acabado mate	Apariencia de espejo
Desintegración (m ²)	Sin severidad		
Baches (m ²)	a <25 mm	25 - 50 mm	>50 mm
Escalonamiento de juntas (unidad)	h < 6 mm	6 - 13 mm	>13mm
Levantamiento localizado (m)	h <5mm	5 - 10mm	>10mm
Parches (m ²)	bueno	Daños leves y medios, asent<5mm	Daños severos, asent>5mm
Hundimientos (unidad)	No genera molestia (o rebote) al conductor	Genera poca molestia (o rebote) al conductor.	Causa reducción de velocidad.
Fisuramiento por retracción (m ²)	Sin descascarar	desc< 10%	desc> 10%

Fuente: Gutiérrez y colaboradores (2006)

Indicadores	Severidad		
	Baja	Media	Alta
Fisuras ligeras de aparición temprana (m2)	Sin descascarar	Con algunas zonas descascaradas	Agrietamiento y descascaramiento
Fisuración por durabilidad (m2)	Sin severidad		
Bombeo (m)	El agua es expulsada sin arrastrar finos.	Existe una pequeña cantidad de material bombeado en las juntas.	Existe una gran cantidad de material bombeado sobre el pavimento.
Ondulaciones (m2)	Genera un rebote leve al vehículo.	Genera rebote al vehículo con algo de incomodidad.	Genera un rebote excesivo al vehículo, requiere reducir velocidad.
Descenso de la berma (m)	$h < 10\text{mm}$	10 – 30 mm	> 30 mm
Separación entre la berma y el pavimento (m)	$a < 3\text{mm}$	3 - 10mm	>10mm

Fuente: Gutiérrez y colaboradores (2006)

1.2.7. Clasificación de las calles urbanas según el tránsito

1.2.7.1. Residencial Ligera. En la metodología original, Estas calles no son largas y se encuentran en áreas residenciales. Ellas pueden ser calles sin retorno o con retorno. Sirven para tráficos de aproximadamente 20 ó 30 lotes o casas. Los volúmenes de tráfico son bajos, menores de 200 vehículos por día (vpd), con tráfico diario promedio de camiones (ADTT por sus siglas en inglés) de 2 a 4 (en dos direcciones, excluyendo camiones de dos ejes y cuatro llantas) (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2010).

1.2.7.2. Residenciales. Estas calles soportan tráficos similares a las residenciales ligeras, más algún camión pesado ocasional. Estas calles soportan tráficos que sirven hasta 300 casas, así como para recolectar todo el tráfico residencial ligero dentro del área y distribuirlo en el sistema principal de calles. Los volúmenes de tráfico van de 200 a 1000 vpd, con aproximadamente 10 a 50 ADTT (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2010).

1.2.8. Influencia del tráfico

El Tráfico es una de las variables más significativas del diseño de pavimentos y sin embargo es una de las que más incertidumbre presenta al momento de estimarse. Es importante hacer notar que debemos contar con la información más precisa posible del tráfico para el diseño, y a que de no ser así podríamos tener diseños inseguros o con un grado importante de sobre diseño (CEMEX CONCRETOS 2010).

La metodología AASHTO considera la vida útil de un pavimento relacionada el número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de servicio final predeterminadas para el camino. El método AASHTO utiliza en su formulación el número de repeticiones esperadas de carga de Ejes Equivalentes, es decir, que antes de entrar a las formulas de diseño, debemos transformar los Ejes de Pesos Normales de los vehículos que circularan por el camino, en Ejes Sencillos Equivalentes de 18 kips (8,2 Ton) también conocidos como ESAL's (CEMEX CONCRETOS 2010).

Lo conducente es realizar los cálculos para el carril de diseño, seleccionado para estos fines por ser el que mejor representa las condiciones críticas de servicio de la calleo camino. Existen algunos factores que nos ayudan a determinar con precisión el tráfico que circulara por el carril de diseño. Los pavimentos de concreto, el AASHTO los diseña por fatiga. La fatiga la podemos entender como el número de repetición eso ciclos de carga y descarga que actúan sobre un elemento.

En realidad al establecer una vida útil de diseño, en realidad lo que estamos haciendo es tratar de estimar, en un periodo de tiempo, el número de repeticiones de carga a las que estará sometido el pavimento. La vida útil mínima con la que se debe diseñar un pavimento rígido es de 20 años, es común realizar diseños para 30, 40 o más de 50 años. Adicionalmente se deberá contemplar el crecimiento del tráfico durante su vida útil, que depende en gran medida del desarrollo económico – social de la zona en cuestión, del mejoramiento de las características del pavimento se puede generar tráfico atraído e igualmente se debe considerar la capacidad de tráfico de la vía (CEMEX CONCRETOS 2010).

$$Tvu = Tpa \times FCT$$

Donde: Tvu = Tráfico en la vida útil

Tpa = Tráfico durante el primer año

FCT = Factor de crecimiento del tráfico, que depende de la Tasa de Crecimiento Anual y de la Vida Útil.

1.2.8.1. Tasa de Crecimiento Anual. Dependiendo de muchos factores, tales como el desarrollo económico - social, la capacidad de la vía, etc. Es normal que el tráfico vehicular vaya aumentando con el paso del tiempo, hasta que llega a un punto tal de saturación en el que el tráfico se mantiene prácticamente sin crecer. Es conveniente prever este crecimiento del tráfico, tomando en consideración una tasa de crecimiento anual con la que se calcula un factor de crecimiento del tráfico. La tasa de crecimiento pudiera variar de acuerdo a los tipos de vehículos, pueden crecer más unos tipos que otros. A medida que un camino se va congestionando de tráfico su crecimiento se va haciendo más lento, este efecto debemos considerarlo pudiendo estimar una Tasa de Crecimiento Equivalente, para considerar las variaciones en el crecimiento durante la vida útil. Es

importante investigar adecuadamente la tasa de crecimiento apropiada para el caso en particular que se esté considerando. A continuación en la Tabla 4, se muestran algunos valores típicos de tasas de crecimiento, sin embargo estos pueden variar según el caso solamente durante 3 a 5 años (CEMEX CONCRETOS 2010).

Tabla 4: Valores comunes de tasas de crecimiento

Caso	Tasa de crecimiento %
Crecimiento normal	1 a 3
Vías completamente saturadas	0 a 1
Con Tráfico inducido	4 a 5
Alto crecimiento	mayor a 5

Fuente: CEMEX CONCRETOS (2010)

1.2.8.2. Factores determinantes para el cálculo. Los factores influyentes en el estado de un pavimentos son: El factor de crecimiento del tráfico, considera los años de vida útil más un número de años adicionales debidos al crecimiento propio de la vía; el factor de Sentido, que del total del tráfico que se estima para el diseño del pavimento deberá determinarse el correspondiente a cada sentido de circulación, esto se realiza mediante la introducción del Factor de Sentido, cuyos valores recomendados para un sentido de circulación es 1,0 y para doble sentido de circulación es 2,0 (CEMEX CONCRETOS 2010).

$$FCT = \frac{(1+g)^n - 1}{g}$$

Donde: FCT = Factor de crecimiento de trafico
g = Tasa de Crecimiento
n = Años de Vida Útil

El factor de Carril, es un coeficiente que nos permite estimar que tanto del tráfico en el sentido de diseño circula por el carril de diseño. En una vía de un solo carril en el sentido de circulación de diseño, obviamente el 100% del tráfico circulara por ese carril que al mismo tiempo será nuestro carril de diseño. Una vía con dos carriles en el sentido de diseño, dependiendo del tipo de camino: carretero o urbano, y de que tan saturada este la vía, pueda ser que sobre el carril de diseño circule entre un 50% a un 80% del tráfico en ese sentido. El AASHTO recomienda algunos valores en la Tabla 5, sin embargo no necesariamente deben utilizarse. Cabe mencionar que estos valores se asemejan más a trabajos en carreteras (CEMEX CONCRETOS 2010).

Tabla 5: Valores de factor de carril

Número de carriles	Factor de carril
1	1,00
2	0,80 a 1,00
3	0,60 a 0,80
4	0,50 a 0,75

Fuente: CEMEX CONCRETOS (2010)

El Factor de Equivalencia del Tráfico permite convertir el número de ejes de pesos normales a ejes equivalentes dependen del espesor del pavimento, de la carga del eje, del tipo de eje y de la serviciabilidad final que pretendemos para el pavimento. Es importante hacer notar que los ejes equivalentes se calculan de manera diferente para un pavimento rígido que para un flexible. Cuando se multiplica el tráfico por las diferentes factores de equivalencias, se obtienen los ESAL's (Ejes Sencillos Equivalentes). El tráfico pesado es el que mayor daño produce a los pavimentos por lo que deberá estimarse con la mayor precisión posible (CEMEX CONCRETOS 2010).

Como ejemplo podemos mencionar que el daño que produce una sola aplicación de carga de un camión semi-remolque de 36 ton. equivale al daño que producen 9,523 repeticiones de carga de un vehículo tipo automóvil. Otro factor importante es la sobrecarga, debemos conocer con la mayor certeza posible los pesos de los ejes de los vehículos que estarán circulando sobre el pavimento que estamos diseñando, ya que las sobrecargas generan un daño muy importante al pavimento y su crecimiento es de orden exponencial (CEMEX CONCRETOS 2010).

1.2.8.3. Niveles de Tráfico. La determinación del número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente, evaluado durante el período de diseño de proyecto permite analizar dichos niveles. Si el número de aplicaciones es menor de 10^4 ESAL's se considera Tráfico Ligero. Si el número de aplicaciones es mayor o igual a 10^4 ESAL's y menor de 10^6 ESAL's se considera como Tráfico Medio. Si el número de aplicaciones es mayor a 10^6 ESAL's se considera tráfico alto (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2010).

1.2.9. Mantenimiento de pavimentos urbanos

1.2.9.1. Mantenimiento rutinario. Requerido de manera continúa en todas las vías, independientemente de sus características o volumen del tráfico. Por ejemplo: barrido, corte de grass, limpieza de drenes y cunetas, mantenimiento de alcantarillas y mantenimiento de la señalización (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2010).

1.2.9.2. Mantenimiento recurrente. Requerido a intervalos pre establecidos durante el año, con una frecuencia que depende del volumen del tráfico. Por ejemplo: reparación de baches y bordes, sellado de grietas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2010).

1.2.9.3. Mantenimiento periódico. Requerido a intervalos de algunos años. Por ejemplo: sellado de toda la superficie, recapeos, reemplazo de pavimento asfáltico en áreas pequeñas, reposición de losas aisladas, reparación de bermas y señalización horizontal (pintado) y vertical (señales de tránsito), re-sellado de juntas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2010).

1.2.9.4. Mantenimiento urgente. Necesario para hacer frente a emergencias y problemas que requieren acción inmediata, cuando bloquean una vía. Por ejemplo: remoción de obstáculos, colocación de señales de peligro y trabajos diversos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2010).

La responsabilidad por la gestión del mantenimiento le corresponde a las Municipalidades y comprende principalmente cinco responsabilidades: Planeamiento del programa anual, incluyendo la previsión de los recursos y el presupuesto necesarios; disponer que los fondos sean asignados adecuadamente y decidir las prioridades; programar y autorizar los trabajos; responsabilizarse de que las cuadrillas involucradas en el mantenimiento lo hagan de manera adecuada y efectiva; monitorear la calidad y efectividad de las actividades de mantenimiento (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2010).

1.3. Definición de términos básicos

Antigüedad. Es la capacidad del pavimento para brindar un servicio por una cantidad de años considerando los cambios que puede sufrir por sucesos inesperados (DURAVIA 2012).

Mantenimiento de pavimentos.- Es el conjunto de tareas de limpieza, reemplazo y reparación que se realizan de manera regular y ordenada en una vía, para asegurar su buen funcionamiento y la prolongación de su vida de servicio (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2010).

Nivel de Severidad.- Es el grado con el que se evalúa las fallas y deficiencias que presenta los pavimentos rígidos en la trayectoria de la vía; esta evaluación se define a través de una severidad baja, media y alta. (Gutiérrez y colaboradores 2006).

Tránsito vehicular.- Es la capacidad de trasladarse de un punto a otro por vías públicas urbanas ya sea en corto o largo tiempo, esto se debe al volumen de tránsito que presente cada vía (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2010).

En la Figura 18, se muestra en la vista izquierda la ubicación de la Región Cajamarca en el Mapa Geográfico del Perú; en la vista derecha, la Provincia de Jaén en el Mapa Geográfico de Cajamarca.

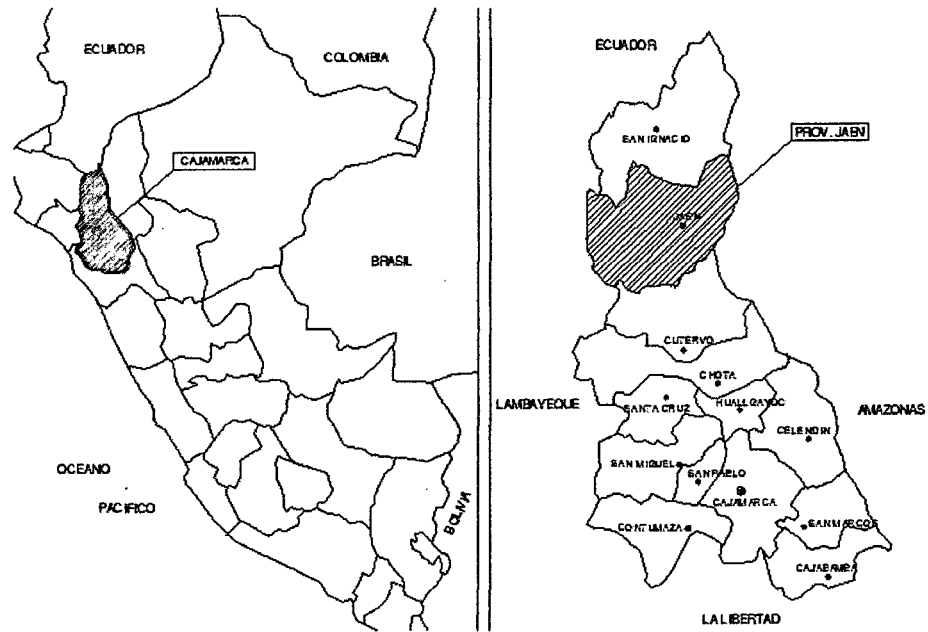


Figura 18. Ubicación Geográfica de la Región Cajamarca y la Provincia de Jaén

En la Figura 19, se muestra la ubicación del Distrito de Jaén en el Mapa Geográfico de la Provincia de Jaén.

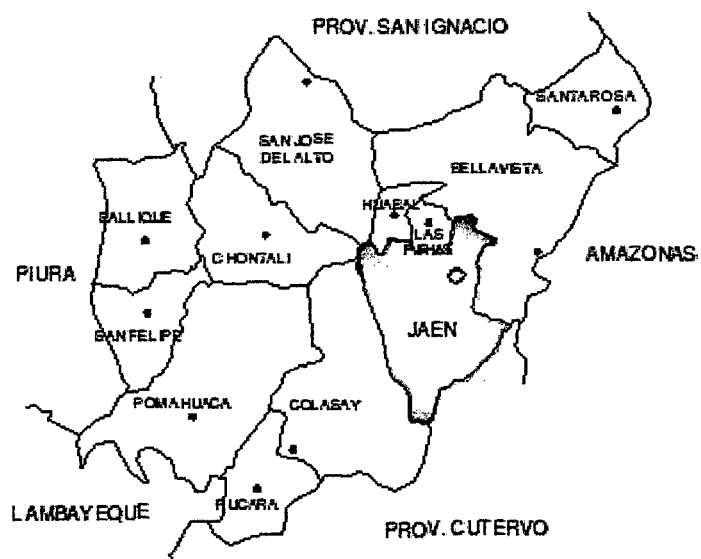


Figura 19. Ubicación Geográfica del Distrito de Jaén

En la Figura 20, se muestra la ubicación de la Calle Ayacucho en el Plano Catastral de la Ciudad de Jaén.

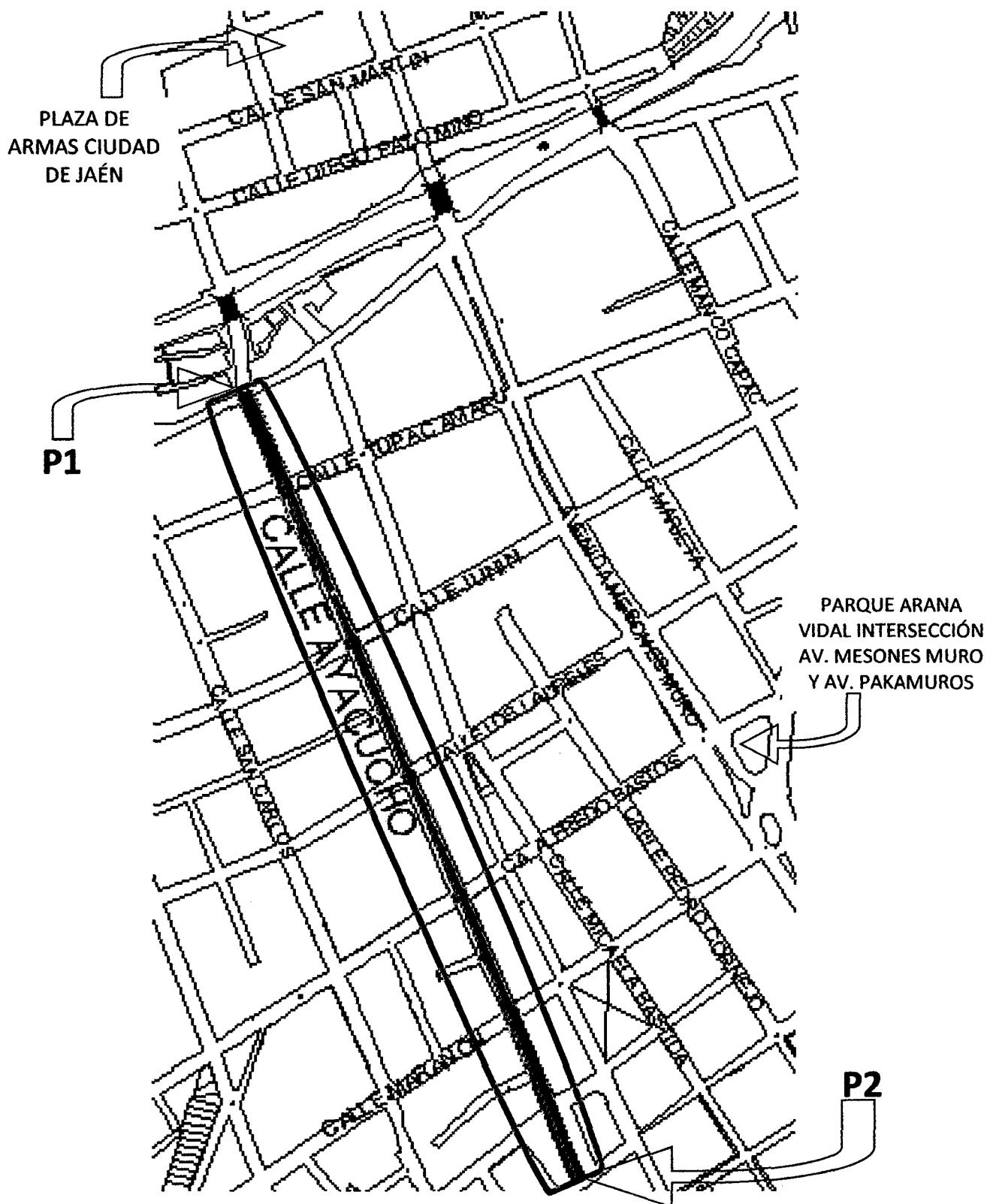


Figura 20. Ubicación Catastral de la Calle Ayacucho – Sector Morro Solar

2.2. Ubicación temporal

El presente estudio se realizó durante los meses de enero y marzo del 2013, que climatológicamente son meses de frecuentes precipitaciones en la ciudad de Jaén.

2.3. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo No Experimental porque no se han manipulado debidamente las variables, es decir en la investigación no experimental se observa los fenómenos tal y como se dan en el contexto natural, para después analizarlo y poder describir las condiciones del deterioro del pavimento rígido en función a su antigüedad, mantenimiento y tránsito vehicular.

Kerlinger (2002), señala “La investigación no experimental es cualquier investigación en la cual resulta impensable manipular variables o asignar definitivamente a los sujetos o a las condiciones. La investigación es transeccional o transversal y su diseño es descriptivo comparativo”.

2.4. Materiales y equipos

El objeto de estudio de la investigación es la calle Ayacucho del Sector Morro Solar que comprende 06 cuadras con pavimento rígido.

Los materiales y equipos que se emplearon son:

- Wincha Stanley de 5m Serie 30-615.
- Cámara Digital Canon Powershot, serie SX230 HS de 12.1 megapíxeles.
- Esclerómetro Sholits Americano.

2.5. Operacionalización de las variables

Las variables en estudio son el deterioro del pavimento rígido, antigüedad del pavimento rígido, mantenimiento del pavimento rígido y tránsito vehicular en el Sector. La operacionalización de las variables se puede establecer y definir de manera conceptual y operacional. Por lo tanto, en la Tabla 6, se muestra la definición conceptual de las variables, en la Tabla 7, se muestra la definición operacional de las variables de Antigüedad, Mantenimiento y Tránsito Vehicular, y en la Tabla 8, se detalla la definición operacional de la variable Deterioro.

Tabla 6. Definición Conceptual de las variables

Variab les	Definición conceptual
Deterioro del Pavimento Rígido	Los daños en pavimentos rígidos se definen como grietas, deterioro en juntas, deterioro superficial y otros, los cuales presentan su definición, nivel de severidad, la forma de medición, sus posibles causas, su evolución probable y reparaciones que pueden realizarse.
Antigüedad del Pavimento Rígido	Es la capacidad del pavimento para brindar un servicio por una cantidad de años considerando los cambios que puede sufrir por sucesos inesperados.
Mantenimiento del Pavimento Rígido	Es el conjunto de tareas de limpieza, reemplazo y reparación que se realizan de manera regular y ordenada en una vía, para asegurar su buen funcionamiento y la prolongación de su vida de servicio.
Tránsito vehicular en el Sector	Es la capacidad de trasladarse de un punto a otro por vías públicas urbanas ya sea en corto o largo tiempo, esto se debe al volumen de tránsito que presente cada vía.

Tabla 7. Definición Operacional de la variable Deterioro

Variables	Definición operacional			
	Indicadores	Índice/ítem		
		Severidad		
		Baja	Media	Alta
Grietas longitudinales (m)	a<3mm	3 - 10mm	>10mm	
Grietas transversales (m)	a<3mm	3 - 10mm	>10mm	
Grietas de esquina (m)	a<3mm	3 - 10mm	>10mm	
Grietas en los extremos de los pasadores (m)	a<3mm	3 - 10mm	>10mm	
Grietas en bloque o múltiples (m2)	Siempre altas			
Grietas en pozos y sumideros (m2)	<3mm	3 - 10mm	>10mm	
Separación de juntas (m)	<3 mm	3 - 25 mm	>25mm	
Deficiencias de sellado (m)	L < 0.5m	0.5 - 2.0 m	> 2.0m	
Despostillamiento (m)	a <5 cm	5 - 15 cm	>15cm	
Descascaramientos (m2)	Sin severidad			
Deterioro del Pavimento Rígido	Pulimento (m2)	Fácilmente perceptible	El área pulimentada tiene un acabado mate	Apariencia de espejo
	Desintegración (m2)	Sin severidad		
	Baches (m2)	a <25 mm	25 - 50 mm	>50 mm
	Escalonamiento de juntas (unidad)	h < 6 mm	6 - 13 mm	>13mm
	Levantamiento localizado (m)	h <5mm	5 - 10mm	>10mm
	Parches (m2)	bueno	Daños leves y medios, asent<5mm	Daños severos, asent>5mm
	Hundimientos (unidad)	No genera molestia (o rebote) al conductor	Genera poca molestia (o rebote) al conductor.	Causa reducción de velocidad.
	Fisuramiento por retracción (m2)	Sin descascarar	desc< 10%	desc> 10%
	Fisuras ligeras de aparición temprana (m2)	Sin descascarar	Con algunas zonas descascaradas	Agrietamiento y descascaramiento
	Fisuración por durabilidad (m2)	Sin severidad		
	Bombeo (m)	El agua es expulsada sin arrastrar finos.	Existe una pequeña cantidad del material bombeado en las juntas.	Existe una gran cantidad de material bombeado sobre el pavimento.
	Ondulaciones (m2)	Genera un rebote leve al vehículo.	Genera rebote al vehículo con algo de incomodidad.	Genera un rebote excesivo al vehículo, requiere reducir velocidad.
	Descenso de la berma (m)	h < 10mm	10 - 30 mm	> 30 mm
	Separación entre la berma y el pavimento (m)	a<3mm	3 - 10mm	>10mm

Tabla 8. Definición Operacional de las variables Antigüedad, Mantenimiento y Tránsito

Variables	Definición operacional	
	Indicadores	Índice/Ítem
Antigüedad del Pavimento Rígido	Menores a 2 años	Año de la construcción
	De 2 a 5 años	Año de la construcción
	De 5 a 10 años	Año de la construcción
	Mayores a 10 años	Año de la construcción
Mantenimiento del Pavimento Rígido	Mantenimiento rutinario	Estado de ejecución: SI o NO
	Mantenimiento recurrente	Estado de ejecución: SI o NO
	Mantenimiento periódico	Estado de ejecución: SI o NO
	Mantenimiento urgente	Estado de ejecución: SI o NO
Tránsito vehicular en el Sector	Volumen de Tráfico	Tráfico Ligero
		Tráfico Medio
		Tráfico Alto

2.6. Diseño metodológico

El estudio se realizó en función a tres fases definidas: Fase inicial de gabinete, fase de campo, fase final de gabinete. A continuación se detalla cada una de ellas.

2.6.1. Fase inicial de gabinete. Para determinar el tamaño de la muestra no se recurrió al análisis estadístico porque la unidad de análisis del presente estudio sólo fue las 06 cuadras de la calle Ayacucho del Sector Morro Solar del Distrito de Jaén, por lo que se estableció como población y muestra solamente dicha calle.

Cabe mencionar, que la temporalidad de este estudio fue transversal, es decir, se realizó una sola vez y con base a los objetivos sólo se describió el estado del pavimento de la calle en estudio. Con respecto a la fuente de datos para las

variables, se estableció como mixta porque el contexto donde se realizó los trabajos fue en campo y en gabinete. Las técnicas e instrumentos de recolección de datos se muestran en la Tabla 9, donde se detalla las variables, las fuentes de los datos, las técnicas y los instrumentos que se usaron.

Tabla 9. Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de los datos

Variables	Recolección de datos		
	Fuente de los datos	Técnica	Instrumento
Deterioro del Pavimento Rígido	Pavimento de la calle Ayacucho	Observación Directa	Formato de Inspección N° 08 y 09
Antigüedad del Pavimento Rígido	Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural - Municipalidad Provincial de Jaén	Análisis documental	Fichas Informativas
Mantenimiento del Pavimento Rígido	Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural - Municipalidad Provincial de Jaén	Análisis documental	Fichas Informativas
Tránsito Vehicular en el Sector	Pavimento de la calle Ayacucho	Observación Directa	Formato de Inspección del N° 01 al 07

2.6.2. Fase de campo. Para el análisis de cada variable se ha tomado procedimientos diferentes que a continuación se describen cada uno de ellos.

a) Para identificar los tipos de deterioro en la calle Ayacucho del Sector Morro Solar, en primer lugar se tuvo que revisar la información del Manual para la Inspección de Pavimentos Rígidos (Gutiérrez y colaboradores 2006) con referencia a los diferentes tipos de deterioros existentes para que luego, en las visitas a campo, se identifique si en dicha calle existe algún tipo de deterioro en la estructura del pavimento.

En segundo lugar, identificado el tipo de deterioro, se estableció el nivel de severidad en función a 03 rangos (baja, media y alta), para ello se utilizó la wincha stanley de 5m serie 30-615 que permitió medir dichos deterioros para

posteriormente categorizarla dentro de esos rangos y con la cámara digital canon powershot, serie SX230 HS de 12.1 megapíxeles se registró la foto para evidenciar los deterioros observados. Esta información se llenó en los formatos de inspección N°08 y N°09 (Anexo D) donde se detalla la información obtenida de campo con algunas observaciones pertinentes. En la figura 21, se muestra la inspección de los tipos de deterioro presente en la cuadra 02; en la figura 22, se muestra la inspección de los tipos de deterioro presente en la cuadra 05.

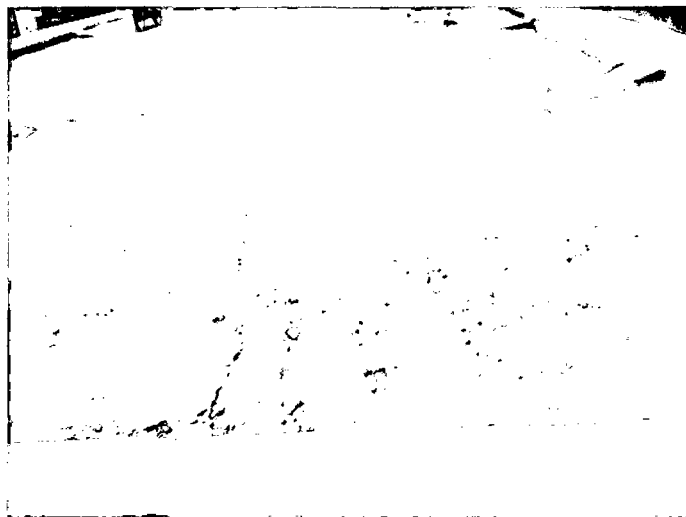


Figura 21. Deterioro en la cuadra 02.



Figura 22. Deterioro en la cuadra 05

b) Para la determinación del nivel de tránsito vehicular se trabajó en función al volumen de tránsito que presenta la calle Ayacucho del Sector Morro Solar. Por otro lado, para el conteo vehicular se ubicó dos estaciones de conteo, una entre las cuadras 01 y 02, y la otra entre las cuadras 03, 04, 05 y 06. El conteo se realizó desde las 6am hasta las 6pm durante 7 días; para lo cual se llenaron los formatos de clasificación vehicular del N°01 al N°07 (Anexo E) donde se detalló la información obtenida de campo. En la figura 23, se muestra los trabajos en conteo de tráfico en la estación 02 referida al estudio en las cuadras 03, 04, 05 y 06; en la figura 24, se muestra los trabajos en conteo de tráfico en la estación 01 referida al estudio en las cuadras 01 y 02.



Figura 23. Conteo vehicular en la estación 02.



Figura 24. Conteo vehicular en la estación 01

c) Para la obtención de los datos referentes a la antigüedad del pavimento rígido de la calle Ayacucho, se visitó las instalaciones de la Municipalidad Provincial de Jaén, exclusividad de la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural, y solicitar dicha información con la finalidad de establecer rango de años para este estudio. De igual manera, se solicitó información referida a que si se ha realizado algún tipo de mantenimiento después de terminada la construcción del pavimento de la calle en estudio.

d) Para obtener información acerca de la resistencia que tiene el concreto en toda la calle Ayacucho, se utilizó el equipo llamado Esclerómetro Sholits Americano, para un ensayo no destructivo llamado Método Estándar del Número de Rebotes en Concreto Endurecido (Norma Técnica A.S.T.M. C.805-97); en tal sentido, en cada cuadra se realizó dos ensayos, uno en cada carril. Este equipo mostró un dato por cada golpe que se le hizo al concreto, por lo que cada ensayo tuvo como mínimo doce golpes. En la figura 25, se muestra los trabajos en el ensayo con el esclerómetro en la cuadra 02; en la figura 26, se muestra los trabajos en el ensayo con el esclerómetro en la cuadra 04.

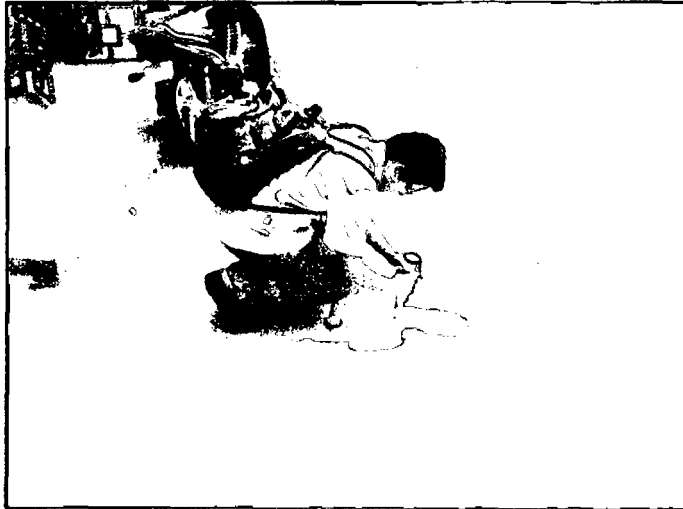


Figura 25. Ensayo no destructivo en la cuadra 02



Figura 26. Ensayo no destructivo en la cuadra 04

2.6.3. Fase final de gabinete. La fase final de gabinete consistió en el tratamiento y análisis de los datos de cada variable, los cuales se describieron a continuación:

a) Los datos obtenidos de campo referentes al conteo vehicular tanto de vehículos livianos como de pesados se agruparon según la estación de control de tráfico; la estación 01 ubicada en la intersección de la cuadra 01 y 02, y la estación 02 ubicada en la intersección de la cuadra 04 y 05.

Dichos datos diarios, mediante una sumatoria se convirtieron en datos semanales, es decir, cada vehículo tiene una cierta cantidad en la semana de conteo; a partir de ello, se determinó el índice promedio diario de cada vehículo y enseguida, con la ayuda de los factores de corrección vehicular que brinda el Ministerio de Transporte y Comunicaciones tanto para los vehículos livianos como para los pesados se calculó los índices medios diarios anuales (IMDa). En el caso de datos con decimales se procedió a redondearlo a números exactos. El enfoque de este estudio de tráfico (conteo vehicular) se refiere en determinar el N° EALS de cada estación y a partir de ello compararlo con los niveles de tráfico que brinda la Norma CE 010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Para determinar el N° EALS se necesitaron determinar varios datos como factor de dirección, factor de crecimiento, factor camión. El factor de dirección según el método AASHTO y según nuestro caso el valor es 0.50 ya que es una sola vía con dos direcciones. El factor de crecimiento se define mediante una ecuación que tiene como variables el periodo de años que según el método AASHTO el periodo de años es 20, y la tasa de crecimiento que se ha tomado como referencia del Plan de Conservación Vial del Consorcio Nororiental de Vialidad, donde indica que para la zona de Jaén dicha tasa es 4.50.

La determinación del factor camión se hizo para vehículo en función a la cantidad de ejes ya sean simples, tándem, tridem; dichas referencias se obtuvieron del método AASHTO. Con todos los datos calculados se determinó el N° EALS para cada estación.

b) Con los datos brindados de la Municipalidad Provincial de Jaén se tuvo que agrupar en base a cuatro tipos de mantenimientos, el rutinario, el recurrente, el periódico y el urgente; los cuales se describieron en función al porcentaje de ocurrencia. Estos tipos de mantenimiento tuvieron como referencia la Norma CE 010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

c) Los niveles de severidad en el deterioro de un pavimento son Bajo, Medio y Alto; por lo que los datos extraídos de campo se los agrupó en función a los niveles de severidad para cualquier tipo de deterioro, obteniendo información en base al porcentaje de ocurrencia que presentaron en toda la longitud de la calle. Tanto para las cuadras 01 y 02 como para las cuadras 03, 04, 05 y 06 se realizó un análisis estadístico descriptivo referente a la cantidad de repeticiones de cada nivel de severidad de cada tipo de deterioro. Cabe mencionar, que en los resultados se mostraron una comparación entre dichas cuadras en función a los niveles de severidad.

d) El tratamiento que se realizó a la variable antigüedad estuvo referido al año de la construcción ya que dicha información se recibió de la Municipalidad Provincial de Jaén. El año de construcción tanto de las cuadras 01 y 02 como de las 03, 04, 05 y 06 son diferentes por lo que su representación fue en función a su año de vida útil.

e) De los datos registrados de campo referente a la resistencia del concreto, se tuvo que realizar un análisis estadístico descriptivo, ya que se promedió la cantidad de golpe por ensayo, obteniendo un valor para cada ensayo. Cabe

mencionar, que la posición del equipo esclerómetro para cada ensayo estuvo en un ángulo $- 90^\circ$, es decir, la presión que hizo el operador sobre el equipo es hacia abajo.

Además, el esclerómetro presenta un ábaco donde cada valor se tuvo que ingresar ha dicho ábaco, se interceptó con la curva $- 90^\circ$ y se determinó un valor en función a la resistencia. Este nuevo valor, se multiplicó por un factor de conversión igual 0.07 y se obtuvo dicho valor en Kg/cm². Como la resistencia del concreto esta con relación a Kg/cm² entonces se obtuvo las resistencias para cada cuadra de la calle Ayacucho.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Tráfico según el N° EALS

La cantidad de N° EALS para las dos estaciones son diferentes. En la Tabla 10, se muestra los valores que se han determinado a partir del estudio de tráfico y la referencia al nivel que pertenece.

Tabla 10. Cantidad de N° EALS según su nivel de tráfico

N° EALS de cada estación		
Cuadras	N° EALS	Tráfico
01 Y 02	3,687,013.37	Alto
03, 04, 05 Y 06	2,512,054.59	Alto

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 27, se muestra los N° EALS para cada estación en comparación con los niveles de tráfico tanto ligero, medio y alto.

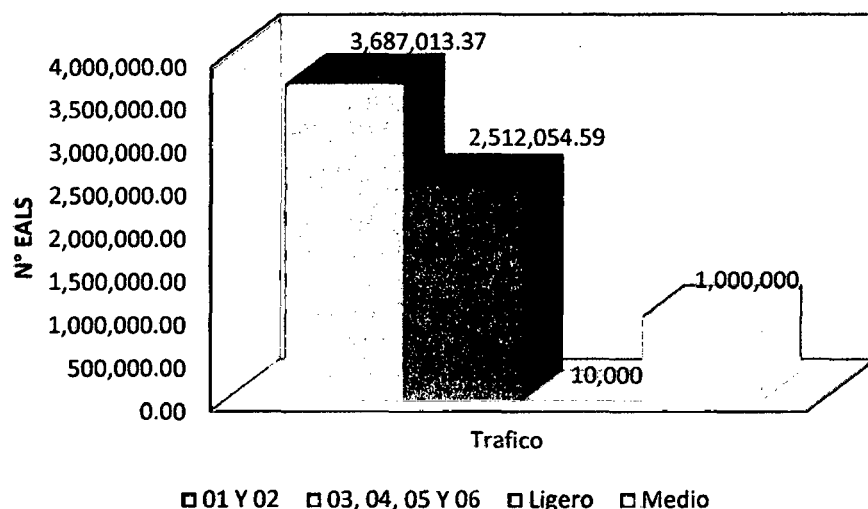


Figura 27. Cantidad de N° EALS según su nivel de tráfico

Tanto en la cuadra 01 y 02, como en la cuadra 03, 04, 05 y 06 se definió que el nivel de tráfico es alto ya que son mayores a 10^6 EALS con referencia a la Norma CE 010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones. Según CEMEX CONCRETOS (2010), menciona que el tráfico es una de las variables más significativas del diseño de pavimentos y sin embargo es una de las que más incertidumbre presenta al momento de estimarse; además, que el tráfico pesado es el que mayor daño produce a los pavimentos por lo que deberá calcularse con la mayor precisión posible. Tiene mucha relación con nuestro caso ya que este estudio presentó un alto volumen de vehículos pesados.

Debido a la importancia de tránsito vehicular que ha adquirido la construcción total de la calle Ayacucho, se puede evidenciar que la determinación del N° EALS sobrepasa el nivel alto de la Norma CE 010 Pavimentos Urbanos.

3.1.2. Severidad del deterioro del pavimento

Los niveles de severidad del deterioro del pavimento son diferentes. En la Tabla 11, se muestra dichos niveles tanto para las cuadras 01 y 02 como para las cuadras 03, 04, 05 y 06 en relación a su grado de ocurrencia.

Tabla 11. Niveles de severidad del deterioro según su porcentaje de ocurrencia

Cuadras	Porcentaje de ocurrencia		
	Bajo	Medio	Alto
01 Y 02	13.80%	20.70%	65.50%
03, 04, 05 Y 06	8.30%	30.60%	61.10%

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 28, se muestra los porcentajes de ocurrencia para cada nivel de severidad tanto para las cuadras 01 y 02 como para las cuadras 03, 04, 05 y 06.

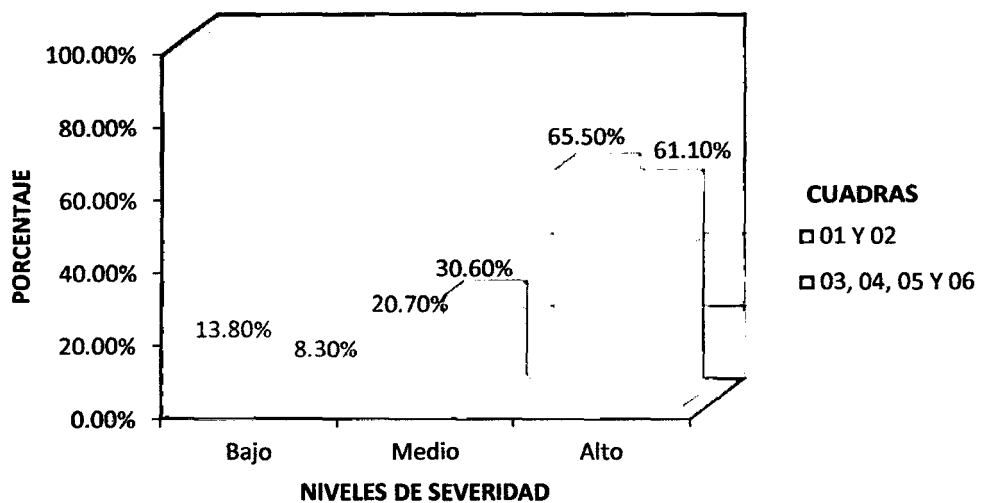


Figura 28. Porcentajes de ocurrencia para cada nivel de severidad

Tanto en la cuadra 01 y 02, como en la cuadra 03, 04, 05 y 06 se definió que el nivel de severidad es alto con un porcentaje de ocurrencia mayor al 60%.

Según Gutiérrez y colaboradores (2006) mencionan que existen 24 tipos de deterioro, en cambio, nuestro caso sólo determinó 11 tipos en 65 casos encontrados. Los distintos tipos de deterioro encontrados en la calle Ayacucho no han sido controlados desde un principio, por lo que al momento de realizar la visita a campo se observó niveles de deterioro alto.

3.1.3. Vida útil del pavimento

Con respecto a los años de vida útil de la construcción de las cuadras 01 y 02 como para las cuadras 03, 04, 05 y 06 se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Vida útil del pavimento

Cuadras	Año de la construcción	Años de vida útil
CDRA N° 01 Y 02	1999	14
CDRA N° 03, 04, 05 Y 06	2012	01

Fuente: Elaboración propia

Se constató que las cuadras 01 y 02 tienen muchos más años de vida que las cuadras 03, 04, 05 y 06 refiriéndonos a épocas de construcción diferentes. Según Mario Becerra (2012) en la Figura 1 establece que el pavimento se empieza a deteriorar a partir del año 12 después de su construcción, sin embargo, en el caso nuestro, se evidenció que el pavimento presentó un nivel alto de deterioro en las cuadras 03, 04, 05 y 06 en su primer año de vida útil. Por otro lado, las cuadras 01 y 02 cumple con la referencia establecida por Mario Becerra.

Si una calle presenta épocas de construcción diferentes entonces los tipos de deterioro deben presentar niveles distintos de severidad.

3.1.4. Mantenimiento del pavimento

El mantenimiento de un pavimento se realiza mediante cuatro procesos diferentes; en la Tabla 13, se muestra los porcentajes de ocurrencia de mantenimiento tanto en las cuadras 01 y 02 como en las cuadras 03, 04, 05 y 06.

Tabla 13. Mantenimiento del pavimento

Porcentaje de Ocurrencia de Mantenimiento del Pavimento.				
Cuadras	Rutinario	Recurrente	Periódico	Urgente
Cuadras 01 y 02	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Cuadras 03, 04, 05 y 06	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Se evidenció que tanto en las cuadras 01 y 02 como en las cuadras 03, 04, 05 y 06 solo han sido sometidos a mantenimientos rutinarios desde el año de su construcción hasta la actualidad. Según, la Norma CE 010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que el barrido, corte de grass, limpieza de drenes y cunetas, mantenimiento de alcantarillas y mantenimiento de la señalización cuentan como mantenimiento rutinario, sin embargo, en nuestro caso sólo se tuvo información del barrido y limpieza de cunetas como actividades de este tipo de mantenimiento.

La utilización de los 04 tipos de mantenimiento establecido por la Norma CE 010 Pavimentos Urbanos es primordial para mantener una adecuada transitabilidad vehicular y así evitar que los deterioros se propaguen.

3.1.5. Resistencia del concreto

La resistencia del concreto se determinó con el esclerómetro en un Ensayo no Destructivo; en la Tabla 14, se muestra las resistencias in situ tanto en las cuadras 01 y 02 como para las cuadras 03, 04, 05 y 06.

Tabla 14. Resistencia a la compresión del concreto

Calidad del concreto	Cuadras de la Calle Ayacucho					
	1	2	3	4	5	6
Resistencia a la compresión (f'c)	350.00	218.75	292.25	273.00	273.00	292.25
MEDIA	283.21					
DESV. ESTANDAR	42.40					

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 29, se hace una comparación de las resistencias a la compresión del concreto obtenidas in situ tanto para las cuadras 01 y 02 como para las cuadras 03, 04, 05 y 06.

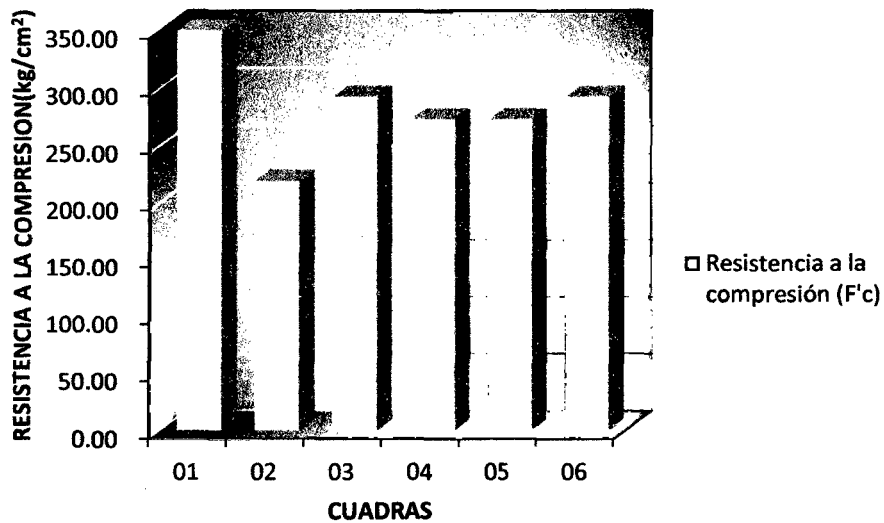


Figura 29. Comparación del f'c del pavimento

Según DURAVIA (2012) en la Tabla 2, menciona que los métodos de diseño especifican diseños de mezcla con Módulo de Rotura a la Flexión (MR) superiores a 42 Kg/cm², o su equivalente a $f'c = 280$ Kg/cm²; en cambio nuestro caso, al determinar la media y la desviación estándar de las resistencias obtenidas se pudo verificar que la Calle Ayacucho cumple con las especificaciones mostradas por Duravia ($f'c$ mayor a 280 kg/cm²) con apoyo del Esclerómetro Sholits Americano en un Ensayo no Destructivo llamado Método Estándar del Número de Rebotes en Concreto Endurecido (Norma Técnica A.S.T.M. C.805-97).

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

- El pavimento rígido de la calle Ayacucho del Sector Morro Solar de la ciudad de Jaén muestra condiciones de severidad de deterioro alta ya que supera el 60% de ocurrencia en los casos encontrados, siendo el tipo de falla más recurrente el de grietas en bloque. Además, los tipos de deterioro identificados son grietas de esquina (02), despostillamiento (02), hundimientos (06), levantamiento localizado (01), grietas en bloque (14), desintegración (06), grietas longitudinales (06), grietas transversales (10), fisuras ligeras de aparición temprana (02) y fisuramiento por retracción (10).
- En el pavimento rígido de la calle Ayacucho se evidenció la falta de mantenimiento vial del tipo: recurrente, periódico y urgente; siendo estos muy importantes para una adecuada transitabilidad en el pavimento rígido.
- El tránsito vehicular en la calle Ayacucho mostró un nivel alto de tráfico, el cual se determinó en función a la cantidad de N° EALS calculado del estudio de tráfico.

CAPÍTULO V. RECOMENDACIONES

- En vista que el nivel de deterioro en la calle Ayacucho es alta, se recomienda que durante el proceso constructivo de construcción de cualquier calle, se lleve un control adecuado de calidad de todos los factores involucrados con la finalidad que cumpla con vida útil para la cual ha sido diseñado y no se presenten inconvenientes al momento cuando se finalice dicha obra.
- Con la determinación del alto nivel de tránsito vehicular en la calle Ayacucho, se recomienda que en los estudios preliminares tanto en el perfil técnico como en el expediente técnico de un proyecto de pavimentación se tome una alta importancia al estudio de tráfico, ya que ello garantizará la continuidad del servicio que brinde el pavimento cuando se construya.
- Tomando en consideración que la falta de mantenimiento ha sido un factor influyente para que el pavimento de la calle Ayacucho se continúe deteriorando y no garantice una transitabilidad adecuada, se recomienda que de manera inmediata se defina un plan de mantenimiento vial por parte de la Municipalidad Provincial de Jaén con la finalidad que se pueda controlar y subsanar los diferentes tipos de deterioro que se presentan en las calles a lo largo de su vida útil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación de Productores de Cemento. 2007. Guía para el reconocimiento de fallas en pavimentos rígidos: Consideraciones Generales. (en línea). Lima, PE. Consultado 14 ene. 2013. Disponible

en http://www.asocem.org.pe/bivi/re/dt/PAV/fallas_pavimentos_rigidos.pdf

Becerra, MR. 2012. Análisis Comparativo de las Alternativas de Pavimentación. (en línea). Guayaquil, EC. Consultado 24 ene. 2013. Disponible en http://www.hormigonfihp.org/Ecuador/pdf/Comparacion_tecnica_y_economica.pdf

CEMEX Concretos. 2010. Pavimentos de Concreto Cemex: Diseño: Método del diseño AASHTO. (en línea). Ciudad de México, ME. Consultado 24 ene. 2013. Disponible en <http://www.cemexmexico.com/concretos/files/manualDePavimentos2010.pdf>

Centurión, MA. 2009. Calidad de los pavimentos rígidos en la ciudad de Cajamarca, período 2004 – 2005. Cajamarca, PE. Consultado 08 jul. 2013.

Gutiérrez, FA; Ovalles, FA; Patiño, GA. 2006. Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras: Manual de inspección visual para Pavimentos Rígidos. (en línea). Bogotá D.C., CO. Consultado 14 ene. 2013. Disponible en http://www.invias.gov.co/invias/hermesoft/portallG/home_1/recursos/informacion_institucional/documentos/25042008/docu_publicaciones3.pdf

Kerlinger, FN; Lee, HB. 2002. Investigación del comportamiento. Métodos de Investigación en Ciencias Sociales. 4ª edición. McGraw Hill, México. 810 p.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2010. Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE. 010 Pavimentos urbanos. (en línea). Lima, PE. Gráfica Apolo. Consultado 24 ene. 2013. Disponible en http://www.ampeperu.gob.pe/documentos/NormasTecnicasAprobadasComisionPermaneteRNR/CE.010%20PAVIMENTOS_URBANOS.pdf

Pavimentos Duravía. 2012. El pavimento de concreto. (en línea). Lima, PE. Consultado 23 ene. 2013. Disponible en <http://www.duravia.com.pe/wp-content/uploads/COLECCIONABLE-DURAVIA-V.2.pdf>

Ruíz, CA. 2011. Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos. (en línea). Sangolquí, EC. Consultado 14 ene. 2013. Disponible en <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3033/1/T-ESPE-030924.pdf>

Timaná, J. 2004. Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo: Ejemplo de aplicación a un problema específico de la ciudad de Piura. (en línea). Piura, PE. Consultado 24 ene. 2013. Disponible en http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_102_181_62_940.pdf

ANEXOS A

Datos de tráfico y proyecciones

La clasificación vehicular tiene como referencia al Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Existen dos estaciones de conteo.

Tabla A.1. Conteo vehicular de la cuadra 01 y 02

DESCRIP. DE VEHICULOS	SAB. 02	DOM. 03	LUN. 04	MAR. 05	MIE. 06	JUE. 07	VIE. 08	TOTAL SEMANAL
AUTOS	91	102	91	98	103	99	92	676
STATIO WAGONS	128	141	161	183	157	101	213	1084
PICK UP	382	430	417	399	419	397	448	2892
PANEL	36	36	53	61	26	22	12	246
COMBI	106	116	106	107	115	106	134	790
CAMION 2E	150	163	151	168	167	178	149	1126
CAMION 3E	1	1	0	5	0	0	0	7

Tabla A.2. Conteo vehicular de la cuadra 03, 04, 05 y 06

DESCRIP. DE VEHICULOS	SAB. 02	DOM. 03	LUN. 04	MAR. 05	MIE. 06	JUE. 07	VIE. 08	TOTAL SEMANAL
AUTOS	101	114	80	60	89	117	103	664
STATIO WAGONS	70	83	71	58	63	73	79	497
PICK UP	152	171	154	399	419	179	161	1635
PANEL	78	22	40	61	26	33	23	283
COMBI	66	66	57	107	115	26	61	498
MICRO	1	0	0	1	0	0	0	2
CAMION 2E	90	117	106	114	87	79	157	750
CAMION 3E	2	1	0	5	3	2	1	14
CAMION 4E	0	0	0	0	1	0	0	1
SEMITRAILER 2S3	1	0	1	0	1	1	0	4
SEMITRAILER 3S3	1	1	0	0	0	1	2	5
TRAILER 2T2	0	0	0	0	0	1	0	1

Los factores de variación mensual de tráfico fueron tomados del promedio de factores desde el 2000 al 2010, donde los datos son: Fc vehículos ligeros: Fc = 1,0820; Fc vehículos pesados: Fc = 1,1161.

Tabla A.3. Calculo de IMDa de la cuadra 01 y 02

DESCRIP. DE VEHICULOS	TOTAL SEMANAL	IMDs	Fc	IMDa
AUTOS	676	97	1.0820	105
STATIO WAGONS	1084	155	1.0820	168
PICK UP	2892	413	1.0820	447
PANEL	246	35	1.0820	38
COMBI	790	113	1.0820	122
CAMION 2E	1126	161	1.1161	180
CAMION 3E	7	1	1.1161	1

Tabla A.4. Calculo de IMDa de la cuadra 03, 04, 05 y 06

DESCRIP. DE VEHICULOS	TOTAL SEMANAL	IMDs	Fc	IMDa
AUTOS	664	95	1.0820	103
STATIO WAGONS	497	71	1.0820	77
PICK UP	1635	234	1.0820	253
PANEL	283	40	1.0820	43
COMBI	498	71	1.0820	77
MICRO	2	0	1.0820	0
CAMION 2E	750	107	1.1161	119
CAMION 3E	14	2	1.1161	2
CAMION 4E	1	0	1.1161	0
SEMITRAILER 2S3	4	1	1.1161	1
SEMITRAILER 3S3	5	1	1.1161	1
TRAILER 2T2	1	0	1.1161	0

Calculo de N° EALS

Tasa de crecimiento = 4,50%, referenciada del Plan de Conservación Vial - Consorcio Nororiental de Vialidad.

Periodo de diseño = 20 años

Factor de crecimiento = 31,37

Para la determinación del factor camión para cada vehículo se emplearon los ábacos presentes del Método AASHTO 2003.

Tabla A.5. Calculo de IMDa de la cuadra 03, 04, 05 y 06

DESCRIP. DE VEHICULOS	IMDa	factor de dirección	N° vehículos al año	factor de crecimiento	factor camión	N° EALS
AUTOS	105	0.5	19162.5	31.37	0.0001	39.60
STATIO WAGONS	168	0.5	30660	31.37	0.0001	63.36
PICK UP	447	0.5	81577.5	31.37	0.0011	2,697.48
PANEL	38	0.5	6935	31.37	0.0011	229.32
COMBI	122	0.5	22265	31.37	0.0011	736.23
CAMION 2E	180	0.5	32850	31.37	3.5600	3,668,762.41
CAMION 3E	1	0.5	182.5	31.37	2.5300	14,484.97

Tabla A.6. Calculo de IMDa de la cuadra 03, 04, 05 y 06

DESCRIP. DE VEHICULOS	IMDa	factor de dirección	N° vehículos al año	factor de crecimiento	factor camión	N° EALS
AUTOS	103	0.5	18797.5	31.37	0.0001	38.85
STATIO WAGONS	77	0.5	14052.5	31.37	0.0001	29.04
PICK UP	253	0.5	46172.5	31.37	0.0011	1,526.76
PANEL	43	0.5	7847.5	31.37	0.0011	259.49
COMBI	77	0.5	14052.5	31.37	0.0011	464.67
MICRO	0	0.5	0	31.37	3.5600	0.00
CAMION 2E	119	0.5	21717.5	31.37	3.5600	2,425,459.59
CAMION 3E	2	0.5	365	31.37	2.5300	28,969.94
CAMION 4E	0	0.5	0	31.37	2.3000	0.00
SEMITRAILER 2S3	1	0.5	182.5	31.37	5.3300	30,515.77
SEMITRAILER 3S3	1	0.5	182.5	31.37	4.3300	24,790.48
TRAILER 2T2	0	0.5	0	31.37	9.9500	0.00

El N° EALS acumulado para la cuadra 01 y 02 es 3 687 015,37

El N° EALS acumulado para la cuadra 03, 04, 05 y 06 es 2 512 054,59

ANEXOS B

Niveles de severidad por tipo de deterioro

Para cada tipo de deterioro se ha determinado su porcentaje de ocurrencia en función a la cantidad de repeticiones. Tablas que se muestran a continuación:

Tabla B.1. Tipo de deterioro - Parches

CUADRAS	SEVERIDAD PREDOMINANTE	PORCENTAJE DE OCURRENCIA
01 Y 02	BAJO	66.67%
03, 04, 05 Y 06	NO SE IDENTIFICO NINGUNO	

Tabla B.2. Tipo de deterioro – Grietas de esquina

CUADRAS	SEVERIDAD PREDOMINANTE	PORCENTAJE DE OCURRENCIA
01 Y 02	ALTO	100.00%
03, 04, 05 Y 06	NO SE IDENTIFICO NINGUNO	

Tabla B.3. Tipo de deterioro – Despostillamiento

CUADRAS	SEVERIDAD PREDOMINANTE	PORCENTAJE DE OCURRENCIA
01 Y 02	MEDIO	100.00%
03, 04, 05 Y 06	NO SE IDENTIFICO NINGUNO	

Tabla B.4. Tipo de deterioro – Hundimientos

CUADRAS	SEVERIDAD PREDOMINANTE	PORCENTAJE DE OCURRENCIA
01 Y 02	ALTO	66.67%
03, 04, 05 Y 06	NO SE IDENTIFICO NINGUNO	

Tabla B.5. Tipo de deterioro – Levantamiento localizado

CUADRAS	SEVERIDAD PREDOMINANTE	PORCENTAJE DE OCURRENCIA
01 Y 02	ALTO	100.00%
03, 04, 05 Y 06	NO SE IDENTIFICO NINGUNO	

Tabla B.6. Tipo de deterioro – Grietas en bloque

CUADRAS	SEVERIDAD PREDOMINANTE	PORCENTAJE DE OCURRENCIA
01 Y 02	ALTO	100.00%
03, 04, 05 Y 06	ALTO	100.00%

Tabla B.7. Tipo de deterioro – Desintegración

CUADRAS	SEVERIDAD PREDOMINANTE	PORCENTAJE DE OCURRENCIA
01 Y 02	ALTO	80.00%
03, 04, 05 Y 06	BAJO	100.00%

Tabla B.8. Tipo de deterioro – Fisuras ligeras de aparición temprana

CUADRAS	SEVERIDAD PREDOMINANTE	PORCENTAJE DE OCURRENCIA
01 Y 02	NO SE IDENTIFICO NINGUNO	
03, 04, 05 Y 06	MEDIO	50.00%

Tabla B.9. Tipo de deterioro – Fisuramiento por retracción

CUADRAS	SEVERIDAD PREDOMINANTE	PORCENTAJE DE OCURRENCIA
01 Y 02	NO SE IDENTIFICO NINGUNO	
03, 04, 05 Y 06	ALTO	50.00%

Tabla B.10. Tipo de deterioro – Grietas longitudinales

CUADRAS	SEVERIDAD PREDOMINANTE	PORCENTAJE DE OCURRENCIA
01 Y 02	NO SE IDENTIFICO NINGUNO	
03, 04, 05 Y 06	ALTO	50.00%

Tabla B.11. Tipo de deterioro – Grietas transversales

CUADRAS	SEVERIDAD PREDOMINANTE	PORCENTAJE DE OCURRENCIA
01 Y 02	NO SE IDENTIFICO NINGUNO	
03, 04, 05 Y 06	ALTO	70.00%

En las figuras B.1 y B.2, se presentan los resúmenes de porcentajes de ocurrencia por tipo de deterioro tanto para las cuadras 01 y 02 como para las cuadras 03, 04, 05 y 06.

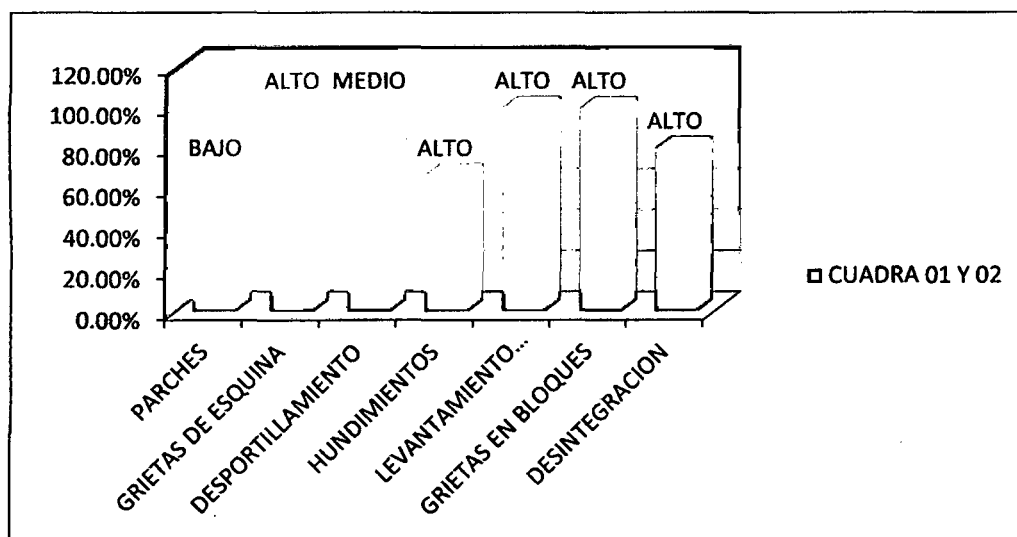


Figura B.1. Porcentajes de ocurrencia cuadras 01 y 02

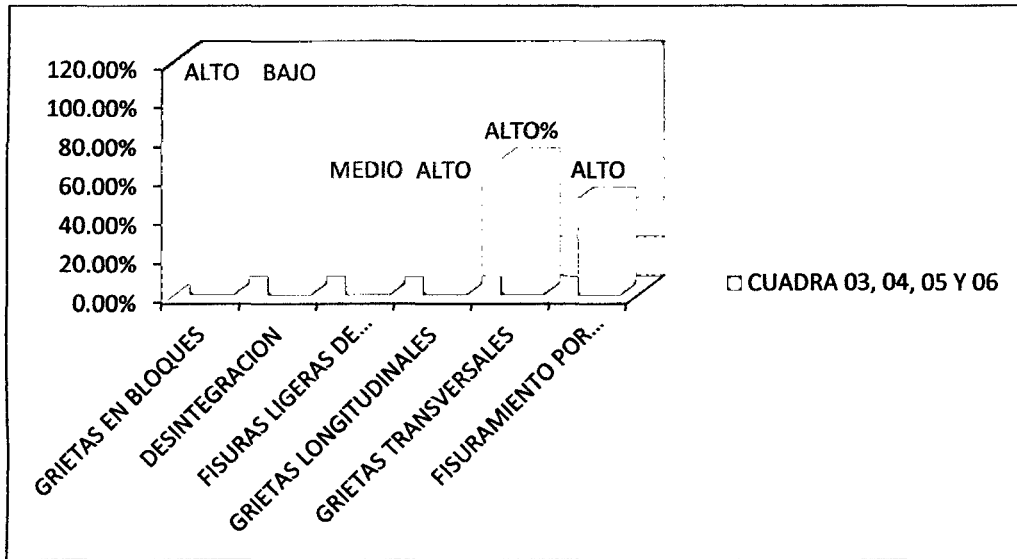


Figura B.2. Porcentajes de ocurrencia cuadras 03, 04, 05 y 06

En la Tabla B.12, se muestra los acumulativos por cada nivel de severidad tanto para las cuadras 01 y 02 como para las cuadras 03, 04, 05 y 06.

Tabla B.12. Acumulativos de niveles de severidad

CUADRAS	CANTIDAD DE SEVERIDAD			TOTAL
	BAJO	MEDIO	ALTO	
01 Y 02	4	6	19	29
03, 04, 05 Y 06	3	11	22	36

ANEXOS C

Ensayos no destructivos con esclerómetro

Tabla C.1. Ensayo no destructivo en las cuadras 01 y 02

**METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO
(A.S.T.M. C 805-97)**

MATERIAL : CONCRETO SIMPLE OBRA : Tesis para titulación UBICACIÓN : DISTRITO: JAÉN. PROVINCIA: JAÉN. REGIÓN: CAJAMARCA. NORMA TECNICA : A.S.T.M. C 805 - 87. SOLICITANTE : Edwin Gilberto Requejo Toro	RESPONSABLE : Bach. Edwin Gilberto Requejo Toro OPERADOR : E.G.R.T. FECHA : 25 DE MARZO 2013
---	---

LOSA MACIZA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CDRA 01 LADO DERECHO		39 VALIDO
		30 VALIDO
		32 VALIDO
		39 VALIDO
		41 VALIDO
		34 VALIDO
		35 VALIDO
		38 VALIDO
	29	NO VALIDO
		33 VALIDO
	29	NO VALIDO
		34 VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	36
DESVIACION ESTANDAR :	3.6

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	350 Kg/cm ²
--	---------------------------

LOSA MACIZA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CDRA 01 LADO IZQUIERDO	29	NO VALIDO
		33 VALIDO
		36 VALIDO
		33 VALIDO
		35 VALIDO
		32 VALIDO
	29	NO VALIDO
		35 VALIDO
		36 VALIDO
		36 VALIDO
		39 VALIDO
		40 VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	36
DESVIACION ESTANDAR :	2.5

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	350 Kg/cm ²
--	---------------------------

LOSA MACIZA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CDRA 02 LADO DERECHO		24 VALIDO
		25 VALIDO
		26 VALIDO
		29 VALIDO
		NO VALIDO
		31 VALIDO
		30 VALIDO
		31 VALIDO
		29 VALIDO
		26 VALIDO
		29 VALIDO
		25 VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28
DESVIACION ESTANDAR :	2.6

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	228 Kg/cm ²
--	---------------------------

LOSA MACIZA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CDRA 02 LADO IZQUIERDO	40	NO VALIDO
		31 VALIDO
		25 VALIDO
		26 VALIDO
		27 VALIDO
	21	NO VALIDO
		25 VALIDO
		25 VALIDO
		27 VALIDO
		23 VALIDO
		26 VALIDO
		30 VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27
DESVIACION ESTANDAR :	2.4

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	210 Kg/cm ²
--	---------------------------

Tabla C.2. Ensayo no destructivo en las cuadras 03 y 04

**METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO
(A.S.T.M. C 805-97)**

MATERIAL : CONCRETO SIMPLE

RESPONSABLE : Bach. Edwin Gilberto Requejo Toro

OBRA : Tesis para titulación

OPERADOR : E.G.R.T.

UBICACIÓN : DISTRITO: JAÉN. PROVINCIA: JAÉN. REGION: CAJAMARCA.

FECHA : 25 DE MARZO 2013

NORMA TECNICA : A.S.T.M. C 805 - 97.

SOLICITANTE : Edwin Gilberto Requejo Toro

LOSA MACIZA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CDRA 03 LADO DERECHO	32	VALIDO
	34	VALIDO
	33	VALIDO
	34	VALIDO
	32	VALIDO
	33	VALIDO
	32	VALIDO
	32	VALIDO
	32	VALIDO
	33	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO

LOSA MACIZA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CDRA 03 LADO IZQUIERDO	35	VALIDO
	33	VALIDO
	32	VALIDO
	34	VALIDO
	30	VALIDO
	35	VALIDO
	33	VALIDO
	32	VALIDO
	32	VALIDO
	31	VALIDO
	35	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	32
DESVIACION ESTANDAR :	1.0

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	33
DESVIACION ESTANDAR :	1.8

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	287
	Kg/cm ²

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	298
	Kg/cm ²

LOSA MACIZA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CDRA 04 LADO DERECHO	32	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	34	VALIDO
	30	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	32	VALIDO

LOSA MACIZA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CDRA 04 LADO IZQUIERDO	32	VALIDO
	35	VALIDO
	33	VALIDO
	34	VALIDO
	33	VALIDO
	30	VALIDO
	32	VALIDO
	31	VALIDO
	32	VALIDO
	31	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	30
DESVIACION ESTANDAR :	1.8

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	32
DESVIACION ESTANDAR :	1.6

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	259
	Kg/cm ²

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	287
	Kg/cm ²

Tabla C.3. Ensayo no destructivo en las cuadras 05 y 06

**METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO
(A.S.T.M. C 805-97)**

MATERIAL : CONCRETO SIMPLE

RESPONSABLE : Bach. Edwin Gilberto Requejo Toro

OBRA : Tesis para titulación

OPERADOR : E.G.R.T.

UBICACIÓN : DISTRITO: JAÉN. PROVINCIA: JAÉN. REGION: CAJAMARCA.

FECHA : 26 DE MARZO 2013

NORMA TECNICA : A.S.T.M. C 805 - 97.

SOLICITANTE : Edwin Gilberto Requejo Toro

LOSA MACIZA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CDRA 05 LADO DERECHO	31	VALIDO
	30	VALIDO
	32	VALIDO
	34	VALIDO
	33	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	27	VALIDO
	29	VALIDO
	27	VALIDO

LOSA MACIZA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CDRA 06 LADO IZQUIERDO	32	VALIDO
	33	VALIDO
	32	VALIDO
	35	VALIDO
	34	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	32	VALIDO
	31	VALIDO
	32	VALIDO
	34	VALIDO
	31	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	30
DESVIACION ESTANDAR :	2.1

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	32
DESVIACION ESTANDAR :	1.4

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	259	Kg/cm ²
--	-----	--------------------

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	287	Kg/cm ²
--	-----	--------------------

LOSA MACIZA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CDRA 06 LADO DERECHO	32	VALIDO
	35	VALIDO
	34	VALIDO
	32	VALIDO
	32	VALIDO
	36	VALIDO
	35	VALIDO
	32	VALIDO
	32	VALIDO
	36	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO

LOSA MACIZA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CDRA 06 LADO IZQUIERDO	32	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	33	VALIDO
	32	VALIDO
	28	NO VALIDO
	32	VALIDO
	34	VALIDO
	33	VALIDO
	31	VALIDO
	33	VALIDO
	36	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	33
DESVIACION ESTANDAR :	1.9

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	32
DESVIACION ESTANDAR :	1.6

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	298	Kg/cm ²
--	-----	--------------------

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	287	Kg/cm ²
--	-----	--------------------

ANEXOS D

Tabla D.1. Formato de inspección para las cuadras 01 y 02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA



**FORMATO N°08 PARA LA INSPECCION
 DETERIORO DE PAVIMENTO RIGIDO**

DESCRIPCION: En este formato N° 08 se muestra la progresiva, el tipo y nivel de severidad de cada deterioro que se presenta en la cuadra N° 01 y 02 de la calle Ayacucho. Además se detalla el número de la foto y algunas aclaraciones referente al tipo de deterioro. En caso de observaciones, se detalla al final de la inspección.

SECTOR: MORRO SOLAR
 NOMBRE DE LA CALLE: AYACUCHO CDRA. 01 Y 02

FECHA: 04 DE FEBRERO DEL 2013
 LEVANTADO POR: EDWIN GILBERTO REQUEJO TORO

PROGRESIVA	Numero de Losa		TIPO DE DETERIORO	NIVELES DE SEVERIDAD			Foto	ACLARACIONES TECNICAS
	N°	Camil		Bajo	Medio	Alto		
0+005	1	D	PARCHES	X			001	ASIMETRIA DEL PARCHES
0+020	5	D	GRIETAS DE ESQUINA			X	002	PRESENCIA DE BACHES
0+024	7	D	DESPORTILLAMIENTO		X		003	
0+045	10	D	PARCHES	X			004	
0+045	10	D	DESPORTILLAMIENTO		X		004	PRESENCIA DE BACHES
0+076	14	D	PARCHES	X			005	
0+078	15	I	PARCHES			X	006	
0+078	15	I	HUNDIMIENTOS		X		007	
0+080	16	D	LEVANTAMIENTO LOCALIZADO			X	008	LOSA TOTALMENTE DETERIORADA
0+088	17	D	GRIETAS DE ESQUINA			X	009	PRESENCIA DE BACHES
0+100	20	D	PARCHES		X		010	
0+100	20	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	010	
0+100	20	D	HUNDIMIENTOS			X	010	LOSA TOTALMENTE DETERIORADA
0+108	21	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	011	
0+108	21	I	HUNDIMIENTOS		X		012	PRESENCIA DE CHARCOS DE AGUA
0+120	23	D	DESINTEGRACION			X	013	
0+128	25	D	HUNDIMIENTOS			X	014	PRESENCIA DE CHARCOS DE AGUA
0+154	28	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	015	LOSA TOTALMENTE DETERIORADA
0+158	29	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	016	LOSA TOTALMENTE DETERIORADA
0+160	29	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	017	LOSA TOTALMENTE DETERIORADA
0+160	29	I	HUNDIMIENTOS			X	018	PRESENCIA DE CHARCOS DE AGUA
0+172	31	I	DESINTEGRACION			X	019	
0+178	32	D	DESINTEGRACION		X		020	SUPERFICIE CON HUMEDAD
0+184	33	D	DESINTEGRACION			X	021	SUPERFICIE CON HUMEDAD
0+184	33	D	PARCHES	X			021	
0+188	34	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	022	SUPERFICIE CON HUMEDAD
0+190	35	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	023	SUPERFICIE CON HUMEDAD
0+198	37	D	DESINTEGRACION			X	024	
0+206	39	D	HUNDIMIENTOS			X	025	

Observaciones:
 LA PRESENCIA DE LLUVIAS DIAS ANTERIORES HA GENERADO QUE LA SUPERFICIE PRESENTE HUMEDAD.
 LA PRESENCIA DE LOS PARCHES SE HA DADO POR LA INSTALACION DEL NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO.

Numero de calzadas: 01
 Numero de camiles por calzada: 02

PR Inicial: 0+000
 PR Final: 0+213.26

Tabla D.2. Formato de inspección para las cuadras 03 hasta la 06



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA



FORMATO N°09 PARA LA INSPECCION
DETERIORO DE PAVIMENTO RIGIDO

DESCRIPCION: En este formato N° 09 se muestra la progresiva, el tipo y nivel de severidad de cada deterioro que se presenta en la cuadra N° 03, 04, 05 y 06 de la calle Ayacucho. Además se detalla el número de la foto y algunas aclaraciones referente al tipo de deterioro. En caso de observaciones, se detalla al final de la inspección.

SECTOR: MORRO SOLAR
 NOMBRE
 DE LA CALLE: AYACUCHO CDRA. 03, 04, 05 y 06

FECHA: 01 DE FEBRERO DEL 2013
 LEVANTADO POR: EDWIN GILBERTO REQUEJO TORO

PROGRESIVA	Numero de Losa		TIPO DE DETERIORO	NIVELES DE SEVERIDAD			Foto	ACLARACIONES TECNICAS
	N°	Carril		Bajo	Medio	Alto		
0+014	3	D	FISURAS LIGERAS DE APARICION TEMPRANA	X			026	
0+030	5	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	027	
0+040	7	D	DESINTEGRACION	X			028	
0+050	9	I	FISURAMIENTO POR RETRACCION		X		029	
0+080	13	D	GRIETAS LONGITUDINALES		X		030	
0+084	14	D	FISURAMIENTO POR RETRACCION	X			031	
0+088	15	D	GRIETAS TRANSVERSALES		X		032	
0+100	18	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	033	
0+108	20	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	034	
0+110	21	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	035	
0+120	23	I	GRIETAS EN BLOQUE			X	036	
0+152	31	D	FISURAS LIGERAS DE APARICION TEMPRANA		X		037	
0+170	35	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	039	
0+174	36	I	FISURAMIENTO POR RETRACCION		X		041	
0+180	37	I	GRIETAS TRANSVERSALES		X		042	
0+182	38	D	FISURAMIENTO POR RETRACCION			X	043	
0+190	40	D	FISURAMIENTO POR RETRACCION			X	044	
0+202	43	D	GRIETAS TRANSVERSALES			X	045	
0+206	44	I	GRIETAS LONGITUDINALES			X	046	
0+231	50	I	FISURAMIENTO POR RETRACCION			X	048	
0+236	52	D	GRIETAS TRANSVERSALES			X	049	
0+242	54	D	FISURAMIENTO POR RETRACCION			X	050	
0+268	58	D	GRIETAS LONGITUDINALES			X	052	
0+285	61	D	GRIETAS TRANSVERSALES			X	053	
0+298	64	I	FISURAMIENTO POR RETRACCION		X		054	
0+313	68	D	GRIETAS LONGITUDINALES		X		055	
0+324	70	D	GRIETAS LONGITUDINALES			X	056	
0+336	73	I	GRIETAS TRANSVERSALES			X	057	
0+344	75	D	GRIETAS TRANSVERSALES			X	058	
0+356	78	D	FISURAMIENTO POR RETRACCION		X		059	
0+368	81	D	GRIETAS TRANSVERSALES			X	061	
0+381	84	D	GRIETAS EN BLOQUE			X	062	
0+392	87	D	FISURAMIENTO POR RETRACCION			X	063	
0+400	89	I	GRIETAS TRANSVERSALES		X		064	
0+410	91	I	GRIETAS LONGITUDINALES		X		065	
0+450	99	I	GRIETAS TRANSVERSALES			X	066	

Observaciones:
 LA PRESENCIA DE LLUVIAS DIAS ANTERIORES HA GENERADO QUE LA SUPERFICIE PRESENTE HUMEDAD.
 LA CONSTRUCCION DE ESTAS CUADRAS SE HAN EJECUTADO DESPUES DE LA INSTALACION DEL NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO

Numero de calzadas: 01
 Numero de carriles por calzada: 02

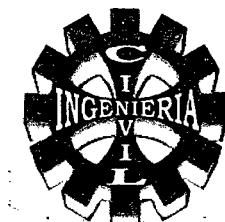
PR Inicial: 0+000
 PR Final: 0+466.28

ANEXOS E

Tabla E.1. Formato de inspección de Conteo Vehicular 02-02-13



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA



FORMATO N° 01 DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

DESCRIPCION: En este formato N° 01 se establece dos estaciones de conteo vehicular, la primera esta en la cuadra 01 y 02, la segunda esta en la cuadra 03, 04, 05 Y 06. Además hacen mención los tipos de vehiculos tanto livianos como pesado que existen y la cantidad de cada uno de ellos en los horarios de conteo.

CIUDAD: JAEN
 NOMBRE DE LA CALLE: AYACUCHO

SECTOR: MORRO SOLAR

FECHA: 02 DE FEBRERO DEL 2013
 LEVANTADO POR: EDWIN GILBERTO REQUEJO TORO

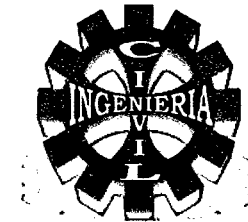
ITEM	DESCRIPCION	HORARIO DE INSPECCION		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
		Mañana	Tarde			PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
01	CDRA. 01 Y 02	X		40	82	201	26	50	0	0	0	80	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			X	51	46	181	10	56	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	CDRA. 03, 04, 05 Y 06	X		65	40	101	10	38	1	0	0	59	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
			X	36	30	51	68	28	0	0	0	31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Tabla E.2. Formato de inspección de Conteo Vehicular 03-02-13



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA

FORMATO N° 02 DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



DESCRIPCION: En este formato N° 02 se establece dos estaciones de conteo vehicular, la primera esta en la cuadra 01 y 02, la segunda esta en la cuadra 03, 04, 05 Y 06. Además hacen mención los tiempos de vehiculos tanto livianos como pesado que existen y la cantidad de cada uno de ellos en los horarios de conteo.

CIUDAD: JAEN
 NOMBRE DE LA CALLE: AYACUCHO

SECTOR: MORRO SOLAR

FECHA: 03 DE FEBRERO DEL 2013

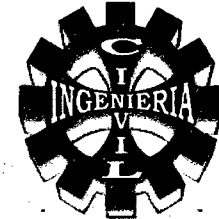
LEVANTADO POR: EDWIN GILBERTO REQUEJO TORO

ITEM	DESCRIPCION	HORARIO DE INSPECCION		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
		Mañana	Tarde			PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
01	CDRA. 01 Y 02	X		44	62	210	20	55	0	0	0	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			X	58	79	220	16	61	0	0	0	81	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	CDRA. 03, 04, 05 Y 06	X		69	43	89	16	44	0	0	0	67	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
			X	45	40	82	6	22	0	0	0	50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla E.3. Formato de inspección de Conteo Vehicular 04-02-13



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 FACULTAD DE INGENIERIA



FORMATO N° 03 DE CLASIFICACION VEHICULAR
 ESTUDIO DE TRAFICO

DESCRIPCION: En este formato N° 03 se establece dos estaciones de conteo vehicular, la primera esta en la cuadra 01 y 02, la segunda esta en la cuadra 03, 04, 05 Y 06. Además hacen mención los tipos de vehiculos tanto livianos como pesado que existen y la cantidad de cada uno de ellos en los horarios de conteo.

CIUDAD: JAEN SECTOR: MORRO SOLAR FECHA: 04 DE FEBRERO DEL 2013
 NOMBRE DE LA CALLE: AYACUCHO LEVANTADO POR: EDWIN GILBERTO REQUEJO TORO

ITEM	DESCRIPCION	HORARIO DE INSPECCION		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
		Mañana	Tarde			PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
01	CDRA. 01 Y 02	X		38	78	216	39	59	0	0	0	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			X	53	83	201	14	47	0	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	CDRA. 03, 04, 05 Y 06	X		51	38	94	23	26	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			X	29	33	60	17	31	0	0	0	56	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla E.4. Formato de inspección de Conteo Vehicular 05-02-13



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA



FORMATO N° 04 DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

DESCRIPCION: En este formato N° 04 se establece dos estaciones de conteo vehicular, la primera esta en la cuadra 01 y 02, la segunda esta en la cuadra 03, 04, 05 Y 06. Además hacen mención los tipos de vehículos tanto livianos como pesado que existen y la cantidad de cada uno de ellos en los horarios de conteo.

CIUDAD: JAEN
 NOMBRE DE LA CALLE: AYACUCHO

SECTOR: MORRO SOLAR

FECHA: 05 DE FEBRERO DEL 2013

LEVANTADO POR: EDWIN GILBERTO REQUEJO TORO

ITEM	DESCRIPCION	HORARIO DE INSPECCION		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
		Mañana	Tarde			PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
01	CDRA. 01 Y 02	X		39	90	224	36	56	0	0	0	92	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			X	59	93	175	25	51	0	0	0	76	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	CDRA. 03, 04, 05 Y 06	X		40	32	96	17	35	1	0	0	74	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			X	20	26	64	0	25	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla E.5. Formato de inspección de Conteo Vehicular 06-02-13



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA



FORMATO N° 05 DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

DESCRIPCION: En este formato N° 05 se establece dos estaciones de conteo vehicular, la primera esta en la cuadra 01 y 02, la segunda esta en la cuadra 03, 04, 05 Y 06. Además hacen mención los tiempos de vehículos tanto livianos como pesado que existen y la cantidad de cada uno de ellos en los horarios de conteo.

CIUDAD: JAEN
 NOMBRE DE LA CALLE: AYACUCHO

SECTOR: MORRO SOLAR

FECHA: 06 DE FEBRERO DEL 2013

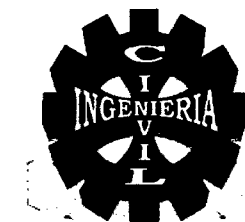
LEVANTADO POR: EDWIN GILBERTO REQUEJO TORO

ITEM	DESCRIPCION	HORARIO DE INSPECCION		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
		Mañana	Tarde			PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
01	CDRA. 01 Y 02	X		46	75	212	15	57	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			X	57	82	207	11	58	0	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	CDRA. 03, 04, 05 Y 06	X		50	43	110	19	45	0	0	0	60	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0
			X	39	20	40	4	20	0	0	0	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla E.6. Formato de inspección de Conteo Vehicular 07-02-13



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA



FORMATO N° 06 DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

DESCRIPCION: En este formato N° 06 se establece dos estaciones de conteo vehicular, la primera esta en la cuadra 01 y 02, la segunda esta en la cuadra 03, 04, 05 Y 06. Además hacen mención los tipos de vehículos tanto livianos como pesado que existen y la cantidad de cada uno de ellos en los horarios de conteo.

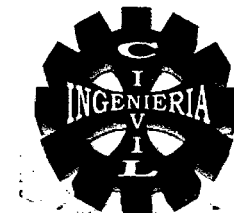
CIUDAD: JAEN SECTOR: MORRO SOLAR FECHA: 07 DE FEBRERO DEL 2013
 NOMBRE DE LA CALLE: AYACUCHO LEVANTADO POR: EDWIN GILBERTO REQUEJO TORO

ITEM	DESCRIPCION	HORARIO DE INSPECCION		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
		Mañana	Tarde			PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
01	CDRA. 01 Y 02	X		45	62	208	14	61	0	0	0	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			X	54	39	189	8	45	0	0	0	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	CDRA. 03, 04, 05 Y 06	X		57	44	86	18	16	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			X	60	29	93	15	10	0	0	0	37	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0

Tabla E.7. Formato de inspección de Conteo Vehicular 08-02-13



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA



FORMATO N° 07 DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

DESCRIPCION: En este formato N° 07 se establece dos estaciones de conteo vehicular, la primera esta en la cuadra 01 y 02, la segunda esta en la cuadra 03, 04, 05 Y 06. Además hacen mención los tiempos de vehiculos tanto livianos como pesado que existen y la cantidad de cada uno de ellos en los horarios de conteo.

CIUDAD: JAEN
 NOMBRE DE LA CALLE: AYACUCHO

SECTOR: MORRO SOLAR

FECHA: 08 DE FEBRERO DEL 2013

LEVANTADO POR: EDWIN GILBERTO REQUEJO TORO

ITEM	DESCRIPCION	HORARIO DE INSPECCION		AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
		Mañana	Tarde			PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
		01	CDRA. 01 Y 02			X		42		85	208	4	69	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0
			X	50	128	240	8	65	0	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	CDRA. 03, 04, 05 Y 06	X		53	33	86	11	31	0	0	0	78	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	
			X	50	46	75	12	30	0	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	