**Simposio Internacional de Construcciones de la Convención CCI-UCLV 2021**

**Tema 4. Ingeniería vial y obras del transporte**

**Indicaciones sobre la evaluación de la infraestructura de carreteras para Cuba**

**Indications on the evaluation of the infrastructure of highways for Cuba**

**Dr. René García Depestre1, Ms.C. Laura Dávila Medina2 y Ms.C. José Alba Moya3**

1-Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, [renegd@uclv.edu.cu](mailto:renegd@uclv.edu.cu)

2-Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, [lmedina@uclv.edu.cu](mailto:lmedina@uclv.edu.cu)

3-Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, [albam@uclv.cu](mailto:albam@uclv.cu)

**RESUMEN**

El desarrollo socio-económico de un territorio debe contar con una infraestructura de carreteras, que permita la circulación vehicular de manera segura, cómoda y fluida, ello se garantiza con una gestión de conservación sistemática, la que en muchos casos está fundamentada en la experiencia de los técnicos y dirigida no siempre a los lugares de mayores efecto. La gestión de la conservación de la red vial parte de aplicar procedimientos de evaluación que permitan proponer la acción de conservación pertinente. Dada la cantidad y variedad de los procedimientos y métodos existentes en el mundo y Cuba, para la evaluación de la infraestructura de carreteras se realizó la presente investigación que tiene como objetivo, compilar indicaciones sobre la evaluación de la infraestructura de carreteras para Cuba, con vista a uniformar criterios, facilitar el trabajo de los técnicos e ingenieros dedicados a la gestión de la conservación, y poder recomendar un uso adecuado a los recursos financieros y materiales necesarios para dicha actividad.

**Palabras claves:** infraestructura de carreteras, gestión de la conservación, procedimiento, evaluación, indicaciones.

***ABSTRACT***

*The socio-economic development of a territory should have an infrastructure of highways that allows the vehicular circulation in a sure, comfortable and flowing way, it is guaranteed it with a management of systematic conservation, the one that is based in the experience of the technicians in many cases and not always directed to the places of more effect. The management of the conservation of the highways network leaves of applying evaluation procedures that allow to propose the action of pertinent conservation. Given the quantity and variety of the procedures and existent methods in the world and Cuba, for the evaluation of the infrastructure of highways were carried out the present investigation that has as objective, to compile indications on the evaluation of the infrastructure of highways for Cuba, with view to standardize approaches, to facilitate the work of the technicians and engineers dedicated to the management of the conservation, and to be able to recommend an appropriate use to the financial resources and necessary materials for this activity.*

***Key words:*** *infrastructure of highways, management of the conservation, procedure, evaluation, indications.*

**INTRODUCCIÓN**

Cuba cuenta con una extensa infraestructura de carreteras que supera los 71 000 km, con un patrimonio aproximado superior a 100 mil millones de pesos para una densidad vial de 0,645 Km/Km2 de superficie, ello indica ser un país con adecuada densidad vial según sus características geográficas. Este indicador conduce a que en la actualidad se construyan muy pocas carreteras y que exista la necesidad de incrementar la gestión de conservación. Los fondos que anualmente se dedican a esta actividad en Cuba son inferiores al 0,5% del Producto Interno Bruto (PIB), insuficientes a los recomendados por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), por tal motivo el financiamiento aprobado y disponible debe ser dirigidos hacia donde originen mayor efectividad, perfeccionando la gestión de conservación y las tecnologías de su construcción, para incidir en la infraestructura de carreteras alargando al máximo su vida útil, para que contribuyan de buena manera al desarrollo económico y social del país, con una circulación fluida, segura y cómoda.

La circulación por la infraestructura de carreteras existente, necesita de acciones de conservación sistemáticas, las que en muchos casos se planifican basado en la experiencia de los técnicos y dirigidas no siempre a los lugares de mayores efectos, por ello es importante que el proceso de conservación comience con la evaluación de la infraestructura hasta la propuesta de acciones pertinentes acorde a los resultados.

Los tipos de pavimentos existentes en Cuba se clasifican atendiendo a los criterios de Hernández & Payne (1994), y Orta (2019), en: flexible, rígido, articulados y caminos de tierra o terraplenes, cuya estructura se define como el conjunto de capas dispuestas en orden creciente de calidad hacia la superficie, denominadas sub-base, base y superficie, apoyada sobre la explanación.

Dada la variedad de métodos de evaluación superficial de la infraestructura de carreteras pavimentadas existentes en el mundo y Cuba, se realizó la presente investigación que tiene como objetivo compilar indicaciones sobre la evaluación de la infraestructura de carreteras para Cuba, acorde a los tipos de infraestructura de carretera existentes y de esta manera facilitar el trabajo de los técnicos e ingenieros dedicados a la actividad de conservación vial, además de darle un uso adecuado a los recursos financieros y materiales.

**METODOLOGÍA**

Para lograr el propósito de la investigación se utilizaron métodos teóricos y empíricos tales como: el método histórico lógico, analítico sintético e inductivo deductivo y técnicas de recolección de información en empresas y especialistas vinculados con la actividad de conservación de la infraestructura de carreteras de Cuba.

Es práctica internacional por sus excelentes resultados el empleo de inspecciones visuales, esto es un examen planificado y sistémico de los elementos de la carretera, para determinar los deterioros presentes en el momento de la inspección y obtener evaluaciones objetivas y de allí, proponer acciones de conservación que respondan a las necesidades de las carreteras.

Toda evaluación del estado de la red de carreteras requiere de datos de inventario, al menos de forma rudimentaria. Los mismos, en su más amplia acepción, contienen información acerca de la extensión de la red de carreteras, tipos de pavimento, geometría, niveles de tráfico, condiciones ambientales, etc. En esencia, encierra información de lo que ahora existe, lo que junto a lo normado sobre las actividades de conservación y construcción ejecutadas, constituyen una valiosa herramienta para la evaluación.

En Cuba existe el inventario de la infraestructura de carreteras administradas por el Ministerio de Transporte, el que se utiliza en la labor cotidiana del Centro Provincial de Vialidad (CPV) de cada territorio y se actualiza periódicamente.

Los pasos básicos en un inventario incluyen la selección de los datos que serán incluidos, la determinación de las secciones de control (tramos homogéneos), los métodos de referencia a emplear, el registro y organización en una base de datos. La red de carreteras se debe dividir en ramas o tramos, secciones y unidades.

1. Rama o tramo, parte identificable de la red, que es una sola entidad y tiene una función distinta. Por ejemplo, vías individuales, áreas de estacionamiento, autopistas, carreteras, caminos o calles y áreas de distribución, estas son ramas o tramos separados de la red de carreteras. La forma más fácil de identificar estas ramas o tramos es el sistema de nombres usados por la administración.
2. Sección, división de una rama; con características consistentes a lo largo de su área o longitud, composición estructural, historia de construcción, tráfico, condición de la superficie y otros.
3. Unidad de muestra, componente más pequeña de la red de carreteras. Cada sección es dividida en unidades según el propósito de la inspección visual, con una longitud depende del emplazamiento de la carretera, el tipo de carretera, el interés de la evaluación, el financiamiento disponible y otros factores.

Evaluar todas las unidades muestrales de una carretera requiere un excesivo costo y tiempo, por lo que se puede aplicar procedimientos estadísticos que permite determinar de forma aleatoria cuantas y cuales unidades inspeccionar, sin perder confiabilidad en los resultados.

Una evaluación global de la carretera contiene todas las partes componentes dentro de la faja de emplazamiento, siendo determinante y fundamental la evaluación del pavimento, por tener la mayor significación dentro de la infraestructura de carreteras, al ser esta la superficie sobre la que se desplazan los vehículos.

La práctica internacional plantea que una evaluación de la red de carreteras se apoya en un catálogo de deterioros, el que tiene como función tipificar los defectos y que todos los evaluadores lo hagan con criterio uniforme. Este documento acorde al tipo de pavimento enumera los deterioros o desperfectos, la descripción de los mismos, las posibles causas, la intervención posible, la evaluación que incluye la forma de medir el desperfecto, y su severidad.

Estos tipos de pavimentos identificados en Cuba requieren de obras de conservación, que se realizan para subsanar los deterioros progresivos y normales originados por la explotación, y la acción de la naturaleza o el hombre, con el objetivo de mantener la vía en el estado en que fue construida.

Los trabajos de conservación vial, según se plantea en la **NRMC 83:2007. Carreteras. Trabajos de Conservación y Reconstrucción vial. Clasificación;** que se realizan durante el proceso de explotación de las vías pueden ser:

**Obras de conservación.** Obras en las que los materiales y equipos utilizados, subsanen de modo temporal o definitivo, los deterioros progresivos y normales originados por el intemperismo y por el uso de la vía.

* Obras de mantenimiento

Obras de conservación preventiva, que se realizan ininterrumpida y permanentemente, y tienen como objetivo el de todos los elementos de la vía para evitar su deterioro prematuro. Las actividades fundamentales que se desarrollan en este tipo de obra son:

* Inspección permanente del estado de los elementos de la vía
* Sellado de grietas
* Chapea y poda de árboles
* Limpieza de obras de fábrica mayores y menores
* Limpieza del cauce en obras de fábrica mayores y menores
* Pintura y mantenimiento de señales de tránsito (horizontal y vertical)
* Revisión de los aparatos de apoyo en general y mantenimiento de los metálicos en puentes y pasos a desnivel
* Pintura de puentes, pasos a desnivel y defensas
* Limpieza y recogida de objetos o elementos ajenos a la vía
* Siembra de hierba.
* Obras de reparación (corriente, media y capital)

Obras que tienen como objetivo subsanar las destrucciones que sufren las construcciones viales durante su explotación.

* Obras de reparación corriente. Obras que tienen como objetivo, subsanar las deformaciones pequeñas y aisladas de todos los elementos que componen las construcciones viales, que se ocasionan durante su explotación, considerándose en estas obras, la demolición de las zonas afectadas teniendo en cuenta en primer lugar la superficie del pavimento. Estos trabajos se realizarán permanentemente.
* Obras de reparación media. Obras que se ejecutan, cuando existe la necesidad de restituir la capa de desgaste a toda la superficie en algunos tramos de la vía o en toda la longitud de ésta (recape o refuerzo). Tienen en consideración, además, reparaciones de mediana complejidad en los restantes elementos que componen las construcciones viales.
* Obras de reparación capital. Obras mediante las cuales se ejecuta la restitución de la resistencia del pavimento de la vía, en correspondencia con su clasificación geométrica original, si este es acorde con la intensidad de tránsito prevista, para la categoría de la vía dada. Se considera ésta, la principal reparación del pavimento, pues se sustituyen simultáneamente las capas que lo integran con el propósito de incrementar la capacidad estructural del pavimento sin modificar las características geométricas de la vía.

Las actividades fundamentales que se desarrollan en las reparaciones son:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Reparación corriente** | **Reparación media** | **Reparación capital** |
| -Bacheo | -Recrecimiento de paseos | -Restitución de pavimentos |
| -Rectificación de paseos | -Rectificación de taludes | -Cambio de elementos en obras de fábricas |
| -Alineación de cunetas | -Limpieza de subdrenaje |
| -Reparación de cercas | -Reparación de puentes |
| -Reposición de barreras | -Reparación de aproches |  |
| -Reposición de barandas | -Reparación de embocaduras |  |
| -Reparación de obras de fábricas |  |
| -Recape o refuerzo |  |

Además, pueden ejecutarse reparaciones de mayor complejidad en los restantes elementos que componen las construcciones viales, teniendo en cuenta los parámetros correspondientes a la categoría de la vía en explotación.

* Obras de reconstrucción.

Toda obra que conlleve cambios geométricos y en el diseño del pavimento para nuevas velocidades, cargas por eje y número de repeticiones de ejes equivalentes.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se indican los métodos de evaluación de la infraestructura de carreteras para Cuba, recomendando en los tipos de pavimentos donde no está definido, cual procedimiento utilizar al conocer el probado efecto a nivel internacional y condiciones de aplicación.

1. **Evaluación global**

Cuando es necesario realizar una evaluación global de la carretera, rama o tramo, sección u unidad, se emplea el procedimiento denominado Inspección Somera (IS), la que debe hacerse preferentemente una vez al año y a un ritmo más frecuente en las carreteras más importantes. En este tipo de inspección los aspectos a evaluar se reparten en cuatro grupos.

* La calzada (un parámetro a evaluar sobre la escala de cinco niveles)
* Los elementos laterales (seis parámetros a evaluar sobre la escala de tres niveles. Deformación en paseos, erosión en paseos, aterramiento en cunetas, erosión en cunetas, obstáculo u obstrucción en explanación y suciedad/vegetación en explanación)
* La señalización y las barreras de seguridad (un parámetro a evaluar sobre la escala de tres niveles)
* Las obras de fábrica: alcantarillas, puentes, pequeñas obras como muros de contención, etc. (tres parámetros a evaluar sobre una escala de tres niveles).

Si la calificación en la calzada es de 3, 4 o 5, se debe hacer una Inspección Visual Detallada (IVD) para definir los trabajos de conservación requeridos. Si la conservación concierne a los “otros” elementos o a las obras de fábricas y a los puentes, se deben prever las actividades de conservación sin recurrir a una Inspección Visual Detallada.

La inspección se realiza generalmente caminando a pie a lo largo de la rama o tramo, sección u unidad a inspeccionar. El inspector utiliza el catálogo de deterioros y el procedimiento de inspección para enjuiciar los distintos parámetros.

En caso de ser necesario realizar una Inspección Visual Detallada (IVD) en la inspección los deterioros se evalúan según la escala de valores de cinco niveles. El estado de un pavimento se puede evaluar a partir de: la amplitud de la degradación, expresada por el porcentaje de la superficie dañada y la gravedad de la degradación. La gravedad de la degradación se puede considerar de tres niveles: ligera (L), moderada (M) y grave (G).

Los deterioros a evaluar en la superficie de la calzada en una IVD son: roderas (r-1), ondulaciones (r-2), depresiones (r-3), grietas transversales (r-4a), grietas longitudinales (r-4b), grietas en mallas (r-4c), baches (r-5), destrucción de orillas (r-6), peladura (r-7a) y peine (r-7b). En degradaciones lineales (roderas, grietas longitudinales y transversales, destrucción de orilla) el observador estima la longitud afectada con relación a la longitud total de la parte inspeccionada.

En los defectos "bidimensionales" (ondulaciones, depresiones, grietas en malla, baches, peladura, y peine) el observador estima la superficie afectada con relación a la superficie total de la parte inspeccionada.

Las degradaciones puramente superficiales tales como los depósitos de arcilla y la subida de ligante son cuantificables en términos de gravedad.

Debido a la influencia de la superficie del pavimento en la explotación de la carretera, es práctica internacional realizar la evaluación de la superficie de rodadura en los distintos tipos de pavimentos independiente de los elementos componentes de la carretera.

1. **Evaluación en pavimentos flexibles**

El Índice de Calificación Visual (ICV) da respuesta a la gran variedad de deterioros manejados en la versión del CNV, la poca disponibilidad de tiempo y limitación de personal calificado para la realización de inspecciones visuales y evaluación del estado de las vías, se consideran en el ICV los 13 deterioros más frecuentes en las carreteras de Cuba, en cuatro grupos o familias, empleando.

El catálogo incluye el uso de niveles de severidad, los mismos están condicionados por la posibilidad real de intervención, como en el país las técnicas de intervención son limitadas se ha preferido identificar los niveles de severidad con un determinado trabajo de conservación. Se ha utilizado el término leve para aquellos deterioros que existen, pero su magnitud no amerita por el momento una intervención directa, y los términos bajo, medio y alto de acuerdo al trabajo de reparación necesario:

En la descripción de cada deterioro se relacionan: código, nombre, descripción, causas más probables en las condiciones del país, niveles de severidad, posible intervención y unidad de medida.

El procedimiento establece una escala para la evaluación cualitativa de cero a cien denominado ICV, esta puntuación se obtiene al restar de la calificación máxima el Valor de Deducción (VD). El valor de VD se obtiene de una expresión matemática que tiene en cuenta el tipo y la severidad del deterioro, así como el porcentaje del área deteriorada. De igual forma existe una escala que califica el estado del pavimento y recomienda las acciones de mantenimiento o rehabilitación promedio para esta calificación (tabla 1). Es necesario enfatizar que las acciones señaladas son una recomendación general para efectos de planificación y ayuda en la toma de decisiones.

**Tabla 1 Sistema de calificación del ICV.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ICV** | **Calificación** | **Acción de conservación sugerida** |
| 90 – 100 | Excelente | No actuar (mantenimiento) |
| 80 – 90 | Bueno | Acciones de relleno y sellado (mantenimiento) |
| 60 – 80 | Regular | Bacheos aislados (reparación corriente) |
| 50 – 60 | Malo | Recape o refuerzo (reparación media) |
| 40 – 50 | Malo | Sustitución de capa de rodadura (reparación capital) |
| 0 – 40 | Muy Malo | Reconstrucción |

1. **Evaluación en pavimentos rígidos**

La mayoría de los procedimientos de evaluación de la superficie de los pavimentos flexibles tienen su versión para pavimentos rígidos, el Catálogo de Deterioros del CNV contiene la relación de los deterioros posibles, con calificaciones no bien definidas para la evaluación, por esta razón se considera utilizar el *Pavement Condition Index* (PCI, por sus siglas en inglés) en el territorio nacional, en una primera etapa, hasta que sea propuesto un método nacional para este tipo de pavimento, al ser la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos flexibles y rígidos (Andrade, 2018).

La selección de este procedimiento se fundamenta por la efectividad del mismo y que está generalizado internacionalmente, la versión recomendada es la adaptada a las condiciones de Colombia país con clima cálido, el procedimiento contiene 19 deterioros, todos los que se presentan en este tipo de pavimento en el país y parte de un catálogo de deterioros con código, nombre, descripción, nivel de severidad, medida y opciones de reparación.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de una inspección visual y de la condición del pavimento, en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada daño presentado. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima. La escala de calificación del estado del pavimento y la acción de conservación se aprecia en la tabla 2.

**Tabla 2 Clasificación de PCI**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **PCI** | **Clasificación** | **Acción de conservación sugerida** |
| 100-85 | Excelente | No actuar (mantenimiento) |
| 85-70 | Muy Bueno | Acciones de relleno y sellado (mantenimiento) |
| 70-55 | Bueno | Bacheos aislados (reparación corriente) |
| 55-40 | Regular | Recape o refuerzo (reparación media) |
| 40-25 | Malo | Sustitución de capa de rodadura (reparación capital) |
| 25-10 | Muy Malo | Sustitución de la estructura de pavimento (reparación capital) |
| 10-0 | Fallado | Reconstrucción (cambio de la estructura de pavimento) |

1. **Evaluación en pavimentos articulados**

El catálogo de deterioro del CNV del MITRANS contiene deterioros para este tipo de pavimento, pero no abarca todos los encontrados en el territorio ni en la literatura internacional, y tampoco tiene un procedimiento de evaluación detallado, por lo que luego de la búsqueda efectuada se propone un método de probada efectividad en Colombia, además de considerar la similitud de clima con el de Cuba.

El catálogo de daños de los pavimentos articulados fue elaborado con base en las observaciones directas de campo, en diversos tipos de estructuras de pavimentos articulados. A los distintos daños encontrados en el trabajo de campo se les realizó su respectiva identificación, descripción, posibles causas, forma de medición, símbolo, niveles de severidad, medidas generales de reparación, además esquemas y fotos del daño para facilitar su interpretación. El catálogo identifica 14 deterioros, divididos en cinco familias (Higueras & Pacheco, 2010).

Los cálculos se vinculan al área afectada y permite hallar el índice de condición del pavimento articulado, se fundamenta en determinar cómo un deterioro repercute negativamente en los parámetros de tipo funcional y estructural, teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión. Por tal razón, se desarrollaron dos índices: Índice de Condición Funcional (ICF) e Índice de Condición Estructural (ICE), y a partir de ellos se determina el Índice de Condición del Pavimento (ICP), que califica el estado del tramo en estudio en: muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno. Por último, se explican las recomendaciones de los tipos de intervención que deban efectuarse en el tramo en cuestión (ver tabla 3).

**Tabla 3 Clasificación de pavimentos articulados (ICP)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ICP** | **Calificación** | **Acción de conservación sugerida** |
| 5 | Muy bueno | Daños que no afectan la circulación (Mantenimiento) |
| 4 | Bueno | Daños en etapa de iniciación (reparación corriente) |
| 3 | Regular | Daños en etapas avanzadas (reparación media) |
| 2 | Malo | Daños en etapas muy desarrolladas (reparacion capital) |
| 1 | Muy malo | Deterioros irreversibles. (reconstrucción) |

1. **Evaluación en caminos de tierra o terraplén**

A partir de un estudio desarrollado se propone una metodología para la conservación de caminos de tierra o terraplenes, que parte de la determinación de los deterioros posibles en este tipo de vías en la región central del país, los que no difieren de los declarados a nivel internacional. Para poder evaluar el estado de la superficie de rodamiento el conductor o el inspector recorra el camino con una velocidad constante, la cual puede ser igual a la velocidad de diseño del camino, en el cual se pueda percibir cambios relacionados con la disminución de la velocidad y ver si son pequeños o significativos.

El estado de la superficie de rodamiento se va a regir, por niveles de severidad y una puntuación de acuerdo con la percepción del conductor. Los niveles escogidos son: Muy Malo (MM), Malo (M), Regular (R), Bueno (B) y Muy Bueno (MB) asignándole un puntaje al igual que para el resto de los deterioros; sección transversal inadecuada, estado del sistema de drenaje, cantidad de baches, polvo y desplazamiento de agregados.

Para realizar la evaluación de la unidad inspeccionada en el camino de tierra se suman los valores obtenidos en cada uno de los deterioros y la evaluación del camino en general es el promedio de las calificaciones de las unidades evaluadas.

Con el valor final obtenido se procede a evaluar las necesidades de conservación en la tabla 4, la cual está conformada por una escala que va del cero al cien, dividida en ciertas fracciones que representan las posibles condiciones en las que se pueden encontrar los caminos de tierra.

**Tabla 4 Clasificación de los caminos de tierras**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Estado** | **Calificación** | **Acción de conservación sugerida** |
| 100-90 | Muy Bueno | Mantenimiento rutinario preventivo |
| 90-80 | Bueno | Mantenimiento periódico |
| 80-70 | Regular | Reparación corriente |
| 70-60 | Reparacion media |
| 60-50 | Reparación capital |
| 50-40 | Rehabilitación |
| 30-20 | Malo | Reconstrucción |
| 20-0 | Muy Malo |

1. **Procedimiento general para las evaluación de la infraestructura de carreteras**

Finalmente se propone una secuencia de pasos lógicos para la evaluación de la infraestructura de carreteras independientemente al tipo de pavimento, que abarca desde la información general, hasta la inspección sistemática, que permita formular y justificar acciones de conservación, consistente en:

* Información general
* Caracterización técnica de la infraestructura de carretera
* Inspección visual
* Evaluación de las necesidades de conservación
* Ejecución de actividades de conservación a aplicar según el grado de deterioro. Control de calidad
* Conclusiones y plan de conservación
* Inspección sistemática detallada de la red de carretera

**CONCLUSIONES**

* De la revisión bibliográfica se asegura la que existen métodos a nivel internacional y nacional para la evaluación en carreteras pavimentadas, destacándose los métodos ASTM D 6433-99 o Índice de Condición del Pavimento (PCI, EE. UU.), Guía para la realización de la inspección visual de firmes (España), Evaluación Superficial y Rango de Pavimento (PASER, EE. UU.) y Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAL, Perú), entre otros, todos se pueden clasificar de métodos de carácter objetivos que parten de un catálogo de deterioros, generalmente tienen versiones para diferentes tipos de pavimentos.
* Conocimiento y empleo en Cuba de evaluación de carreteras mediante las inspecciones visuales, inventario de la infraestructura de carreteras, tramificación de la red de carreteras, clasificación de los tipos de pavimentos, normativas para clasificar las acciones de conservación en carreteras, catálogos de deterioros y procedimientos para la evaluación de carreteras con pavimento flexible, dificultades con los procedimientos para otros tipos de pavimentos.
* Se compila en una guía los procedimientos para la evaluación en carreteras pavimentadas en Cuba, en los diferentes tipos de pavimentos existentes. Evaluaciones globales de las carreteras pavimentadas se recomienda el empleo de la Inspección Somera (IS) y en caso necesario la Inspección Visual Detallada (IVD), los diferentes procedimientos según el tipo de pavimento a evaluar. Pavimento flexible, Índice de Calificación Visual (ICV), pavimento rígido *Pavement Condition Index* (PCI, por sus siglas en inglés), pavimentos articulados Índice de Condición del Pavimento (ICP) y la metodología para la conservación de caminos de tierra o terraplenes. Todos con su catálogo de deterioros.
* Se propone un orden lógico para la evaluación de la infraestructura de carreteras independientemente al tipo de pavimento.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Andrade, A. *Mejora de la gestión de mantenimiento de pavimentos urbanos en la ciudad de Valencia a través de la predicción de su deterioro.* Tesis de maestría en planificación y gestión en ingeniería civil. Universidad Politécnica de Valencia, España, 2018.

Ayuso, G. *Conservación de Carreteras* 2014. Editorial Universitaria Felix Varela, La Habana, Cuba (imporeso). ISBN 978-959-1623-2.

Hernández, S., & Payne, C. *Catálogo de desperfectos en pavimentos* 1994. Ministerio de Transporte, Cuba.

Higueras, C. & Pacheco, O. *Patología de pavimentos articulados. Revista Ingenieras. Universidad de Medellín,* 2010. V9(No17): p.75-94. ISBN: 1692-3324.

Keith, R. *Pavement Surface Condition Rating Manual* 1992. Washington State Transportation Center University of Washington.

Orta, P. *Tecnología de Pavimentación de Carreteras* 2009. Editorial Samuel Feijoo. Universidad Central “Marta Abreuˮ de Las Villas, Cuba (digital). ISBN: 978-959-312-111-8.

Rodríguez, L., & Payne, C. *Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles* 2000. Ministerio de Transporte, Cuba.

Ruiz, G. *Guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en México* 2014. Dirección General de servicios Técnicos. Secretaría de Comunicaciones y Transporte

Zaldívar, E. *Catálogo de deterioros para pavimentos flexibles y evaluación basado en la inspección visual*. CILA, 2008. La Habana.

Vásquez, L. *Pavement Condition Index (PCI). Para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras* 2002. Ingeniería de pavimentos ingepav, Universidad Nacional de Colombia.