

Estudio del estado de los Puentes en la Carretera Central en su travesía por la provincia de Matanzas.

Study of the state of Bridges in the Central Highway in their journey through the province of Matanzas.



Ing. Yordanis Cuba Cepero
Ingeniero Civil
Empresa Constructora de Obras de Ingenierías No. 34. Cárdenas, Matanzas. Cuba
Teléfono: 619792 / 679683
E-mail: ecoing34@gecma.co.cu



Dr. Ing. Luis R. González Arestuche
Jefe Grupo de Negocios y Mercadotecnia de la Empresa de Proyectos de
Arquitectura e Ingeniería (EMPAI). Matanzas. Cuba
Profesor Titular Ingeniería Civil. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.
Matanzas. Cuba
Teléfono: 29-1802 / 29-1824 ext. 204
E-mail: Luis-Gonzalez@empai.co.cu

Recibido: 09-01-12

Aceptado: 28-02-12

RESUMEN:

La Carretera Central es considerada una de las Siete Maravillas de la Ingeniería Civil en Cuba, según selección realizada en 1997 por la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba-UNAICC. Con el paso de los años, estudiosos de esa obra refuerzan su criterio de que fue el primer megaproyecto realizado en Cuba, por la complejidad de su ejecución y porque atravesó la isla por su centro.

Considerando que uno de los territorios atravesados por esta importante vía, es la provincia de Matanzas, y que desde su puesta en explotación, a finales de la década del 20' del siglo pasado, han sido escasas las acciones de conservación (mantenimiento, rehabilitación y adaptación), es que se decide actualizar el estado de los puentes localizados en esta importante vía y a su vez proponer acciones de carácter general para la gestión de su rehabilitación.

Palabras clave: Conservación de Puentes, Puentes/Diagnóstico, Puentes de Carreteras

ABSTRACT:

The Central Highway is considered one of the Seven Wonders of Civil Engineering in Cuba, according to selection made in 1997 by the National Union of Architects and Construction Engineers of Cuba UNAICC.

Over the years, students of this work reinforce its view that the first mega-project was carried out in Cuba, by the complexity of its execution time, and it crossed the island at its center.

Where as one of the territories traversed by this important way, is the province of Matanzas, and from their operations, to the late 20 'of the last century have been few conservation actions (maintenance, rehabilitation and adaptation), is that you decide to upgrade the status of the bridges located in this important way and in turn suggest general actions to manage their rehabilitation.

Keywords: Conservation of Bridges, Bridges / Diagnosis, Highway Bridges

Introducción:

La necesidad de actualizar el estado de los puentes de la Carretera Central en la provincia de Matanzas, partiendo de la última inspección, realizada en el año 2000 por especialistas de la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería (EMPAI) de Matanzas, bajo el auspicio y sustento del Centro Provincial de Vialidad-CPV perteneciente al Ministerio del Transporte, encargado del control en la explotación y conservación de las vías del interés nacional, como la que se estudia. Así, con este estudio, se pretende establecer el incremento o no del deterioro que presenta cada uno de sus puentes.

Estas obras constituyen un eslabón importante para garantizar la circulación de vehículos por esta vía, vital aún para la transportación de cargas y pasajeros. Estas estructuras con más de ochenta años de sobreexplotación, se presentan con un alto estado de deterioro según estudios. Lo anterior implica que en un momento determinado, con el auge en nuestra economía previsto para los próximos años, se requiera de los diseños para la rehabilitación o intervención en los mismos. Como resultado, se propondrán cuáles serían de esas estructuras, las que tendrían que ser sometidas de manera priorizada, a investigaciones de mayor envergadura, para determinar el estado estructural en su capacidad para seguir admitiendo las cargas en circulación. Así se podrá alertar sobre la necesidad de intervención, en los puentes con deterioro más alto, a fin de prolongar su explotación.

Por otra parte se alcanzó la actualización del Inventario Nacional de Puentes para el caso en estudio.

Desarrollo:

Antecedentes y tendencias actuales en la conservación de puentes.

Es objetivo principal de la conservación de puentes, conseguir que las estructuras estén en buen estado y ofrezcan condiciones de seguridad para el tráfico. Cuando un puente cruza un curso de agua, esta debe correr libremente en todos sus niveles, sin dañar ni al puente ni a su propio cauce [1].

Es normal que con el paso del tiempo los puentes existentes sufran el deterioro de sus componentes por la acción de las cargas, impactos de vehículos, el clima, elementos contaminantes, entre otras razones. A estas situaciones inevitables, se le suman hoy, las acciones del ser humano, que con el uso inadecuado y el escaso mantenimiento que se les aplica a las obras civiles, contribuyen de manera inconsciente a su deterioro y envejecimiento. Con la reparación y adaptación de los puentes se obtiene un aumento o recuperación de la capacidad portante de los mismos y en consecuencia estos podrán llegar al final de la vida útil prevista.

El rango de posibilidades es tan amplio en la cantidad de daños, que no es posible aplicar una sola metodología para solucionar las patologías estudiadas en ese momento, lo que hace necesario entonces adaptarse a la magnitud propia de cada caso; para lo cual se realizan diagnósticos inmediatos, hasta casos en los que se realizan análisis y ensayos específicos debido a la complejidad del problema.

La magnitud de los daños que puede presentar un puente y su complejidad, motivan que las actividades de inspección, diagnóstico y de intervención no sean tan simples de seleccionar. Dentro del trabajo para la detección de patologías en puentes se tienen que desarrollar tareas que permitan un sistema de reparación fiable y competitiva frente a los sistemas tradicionales.

Los programas de mantenimiento de puentes deben concretarse desde la etapa de diseño para preservar las inversiones en las estructuras, así como para proveer niveles constantes de seguridad y comodidad a los usuarios de la vía. El mantenimiento rutinario por lo general alcanza estos objetivos, en tanto que las reparaciones de mayor envergadura se deben plantear y programar de acuerdo a la información obtenida de las inspecciones.

Las situaciones anteriormente expresadas arrojan que durante la explotación de este tipo de obra civil, aparecen patologías en las estructuras, las cuales fueron objeto de estudio de este trabajo.

Situación actual de la conservación de puentes en Latinoamérica.

Al nivel mundial los puentes representan el 30% de la inversión en redes viarias y proporcionan conexiones esenciales que requieren una gran atención. La sociedad impone, cada vez, mayores exigencias socioeconómicas a las redes de carreteras, por ejemplo el aumento de la capacidad para asimilar cargas de los puentes, a la vez que exista una reducción en el impacto que las carreteras ejercen sobre el medio ambiente [2, 3].

Es preciso destacar que la calidad y la duración de las reparaciones de estructuras dependen de la correcta evaluación y de un acertado diagnóstico del problema, basados en adecuados procedimientos de inspección. Numerosos organismos al nivel mundial como la PCA, NMAB, SHRP, ACI, ASTM, NACE Internacional, RILEM y CEB [4], han venido trabajando consistentemente para documentar el tema, las inspecciones se han venido realizando de diferentes formas, causando en algunas oportunidades inadecuadas reparaciones y excesivos gastos económicos en la rehabilitación, motivado fundamentalmente por la falta de capacitación, y en otros casos, de la documentación y experiencia necesarias, esta última en los especialistas encargados de realizar este importante trabajo.

Uno de los últimos programas más ambiciosos, de estos, fue implantado en 1992 en una primera fase, con la cooperación del Directorio Danés de Carreteras. Este programa lleva como nombre Sistema de Puentes de México (SIPUMEX), es un sistema que permite contar del inventario con la totalidad de los puentes de la Red de Carreteras en el que se incluyen las características, ubicación y estado físico, lo que permitiría efectuar una priorización de las necesidades de mantenimiento y reparación; con lo que se logra una optimización de los recursos necesarios para asumir estos trabajos [5].

En la actualidad, diversos sistemas de administración de puentes (SAP) se han implantado en diferentes administraciones de carreteras de todo el mundo. Es de conocimiento general, que estos sistemas tienen bases de datos y procesos de evaluaciones similares, basados en la veracidad y objetividad con la que la información de campo se reúne y se evalúa. En nuestra área varios son los países que poseen un SAP implantado, en algunos casos de ellos con asesoramiento de países desarrollados como EUA, Dinamarca y Japón; como ejemplo podemos citar Colombia [6] y Chile [7].

Como se puede observar existen también Sistemas de Gestión de Puentes que constituyen una poderosa herramienta, para llevar a cabo tareas de planificación económica, basada en la realidad física de los puentes. Además de la planificación económica, se prevé una gran cantidad de información técnica para llevar a vías de efecto el mantenimiento y rehabilitación de los puentes en estudio.

Situación actual de la conservación de puentes en Cuba.

En Cuba el patrimonio de los puentes representa aproximadamente un 20 % del valor del patrimonio vial; existen puentes con más de 100 años en servicio y otros con más de 50 o 70 años, que requieren ser conservados, para continuar realizando sus funciones, eliminando el deterioro en ellos y en los más nuevos, para impedir que sigan dañándose y alcancen la durabilidad esperada [9].

A partir de 1990, año de inicio del período especial, la actividad de conservación vial experimentó un notable descenso, pero a partir del año 1994 se inicia una recuperación que llevó implícita la aplicación de una nueva política vial, además de que se adoptaron formas organizativas y métodos financieros diferentes. Se crearon los Centros Provinciales de Vialidad, los intendentes municipales, se impartieron conferencias, cursos y talleres para la preparación del personal, se elaboraron metodologías para realizar el inventario de puentes, el sistema de inspección y evaluación de los puentes, así como el manual para la conservación. En los casos necesarios se han aplicado en la conservación los criterios del comité de expertos [9].

Alrededor del año 1997 se propone un modelo para la Gestión Integral de Puentes- G.I.P [10], que contempla dos niveles: nacional y territorial. La Gestión Central, asumirá la toma de decisiones sobre las acciones de conservación de todos los puentes de la red principal de carreteras del país, entendiéndose vías de interés nacional, así como supervisará los trabajos de campo realizados por la Gestión Territorial. Esta última a su vez, quedará encargada del inventario, las inspecciones y evaluaciones para clasificar las obras, detectar y evaluar los daños [10]. Para cumplir estos propósitos se elaboró un Sistema de Administración de Puentes (SAP), el cual parte de la realización, completamiento y la actualización del inventario; se apoya en una base de datos formada por diferentes tablas que interactúan entre sí; el software se ha realizado en lenguaje Visual Fox Pro 6.0 [11].

Después de haber presentado, de manera breve, la situación actual en cuanto a la conservación de puentes en nuestro país se puede expresar que para realizar una buena Gestión de Puentes, lo primero que se necesita es conocer el número de estos y su estado, es decir, realizar un inventario vial de los mismos. En segundo lugar, recopilar información: materiales con los que están construidos, época de su construcción y actuaciones posteriores, tipología y forma, administración a la que pertenece, su estado de conservación, definir sus daños y/o deterioros de forma tipificada, para arribar al Catálogo de Daños como el ya mencionado. Solo de esa forma podrán disminuirse los efectos negativos, partiendo de los escasos recursos humanos y económicos para establecer prioridades y actuar de forma ordenada y coherente.

Patologías de las estructuras en general y de los puentes.

Desde los inicios del empleo del hormigón armado, a mediados del siglo XIX, los edificios, las carreteras, los canales, los puentes, las presas y tantas otras obras civiles en hormigón simple, armado o pretensado han resistido las más variadas sobrecargas y acciones del medio ambiente [12].

No obstante el hormigón pudiera ser considerado un material prácticamente eterno, siempre que reciba un mantenimiento sistemático y programado; hay construcciones que presentan manifestaciones patológicas de significativa intensidad e incidencia, acompañadas de elevados costos para su rehabilitación.

Se observa en general ante estas manifestaciones patológicas una actitud inconsecuente, que conduce en unos casos a simples reparaciones superficiales, y en otros a demoliciones y adaptaciones injustificadas. Ninguno de los dos extremos es recomendable, principalmente con la existencia hoy en día

de conocimientos tecnológicos y gran cantidad de técnicas y productos, desarrollados específicamente para solucionar problemas patológicos.

Los problemas patológicos sólo se manifiestan durante la construcción o después de la ejecución propiamente dicha, última etapa de la fase de producción. Normalmente ocurre con mayor incidencia en la etapa de uso. Ciertos problemas como por ejemplo los resultantes de las reacciones álcali-árido, solo aparecen con intensidad después de más de 6 años [12].

Después de haber hecho una caracterización de cómo pueden manifestarse los fenómenos patológicos en las estructuras se puede plantear según diversos estudios, que los problemas o fenómenos típicos de acuerdo al origen de la acción o según similitud de la respuesta de las estructuras son los siguientes [12]: corrosión de armaduras; acción de las cargas exteriores, procesos mecánicos; acción de los cambios de humedad y temperatura; acciones que generan desintegración del hormigón; acciones inducidas; fallas típicas del proceso constructivo y; acciones sísmicas.

Causas que originan patologías en las estructuras de puentes.

En general los puentes suelen deteriorarse por el escurrimiento natural de una corriente, por los vehículos que la utilizan o por otras causas naturales, tales como el clima, elementos contaminantes, movimientos sísmicos, crecidas, corrosión, pudrición e impactos [13].

Los escurrimientos naturales habituales y con mayor razón, las grandes crecidas, son los que más comúnmente producen más daños a los puentes de nuestro país. Es natural que ocurran socavaciones en torno a las cimentaciones, erosión de los taludes de los terraplenes de acceso y otras fallas similares. La socavación de las cimentaciones muchas veces se traduce en asentamientos que generan grietas y fisuras, aunque en no muy pocos casos conlleva al colapso parcial o total de la estructura [13].

El tránsito de vehículos provoca importantes daños en lo que son los impactos a las barandas y parapetos del puente y los que se producen en vigas y losas, motivados fundamentalmente por gálibos insuficientes o altura de los vehículos por encima de la establecida, en el caso de pasos superiores. La circulación de los vehículos propiamente, deteriora el pavimento de la estructura produciendo desgaste, ahuecamientos, fisuras, alabeos, baches, asentamientos y otros. Asimismo, se deterioran las juntas de expansión [13].

El medio ambiente, es decir, las variaciones térmicas, la humedad del aire las precipitaciones, los ambientes marinos, entre otras, provocan la corrosión en vigas y losas como elementos fundamentales de la superestructura, además de presentarse también en cabezales y columnas que conforman las pilas y estribos, Lo que obliga a efectuarse periódicamente el mantenimiento de estos elementos. De igual manera los hormigones agrietados o con fisuras sufren la corrosión de las armaduras; por este mismo proceso se desprenden trozos de hormigón de recubrimiento quedando el acero expuesto con lo que se acentúa el proceso de corrosión. Este proceso es especialmente acelerado en las armaduras o cables pretensados en los hormigones post y pretensados, con el problema que la corrosión del acero bajo tensión puede producir el colapso del elemento estructural

Los efectos señalados son especialmente notorios en los puentes más antiguos, muchos de los cuales tiene 35, 40 o más años de servicio, en su mayoría obsoletos, pues no cubren los requerimientos básicos de seguridad y capacidad portante para las actuales cargas de diseño que circulan por los puentes de carreteras en otros países y en Cuba.

A continuación se muestra la Tabla 1.1 donde se reflejan los fenómenos patológicos más comunes presentes en los puentes de carretera de la región central de Cuba, inspeccionados en el año 1994 [10].

Tabla 1.1

Fenómeno patológico	Ocurrencia	% de incidencia atendiendo al total de puentes inspeccionados (493)
Corrosión	317	64
Impactos	168	34
Juntas de tablero defectuosas	77	16
Socavación en pilas y estribos	57	12
Asentamiento en los accesos al puente (aproxos)	55	11

Es evidente que en la muestra analizada, el fenómeno de la corrosión es el que se manifiesta con mayor agudeza: 317 obras para un 64 % de incidencia.

Sobre el proyecto de la Carretera Central

El 15 de julio de 1925 el Congreso aprobó la ejecución de la Carretera Central comenzándose de inmediato los estudios de campo y el 27 de septiembre de 1926 se celebró la primera subasta a la que concurren varias firmas nacionales y extranjeras pero se declaró desierta por no convenir ninguno de los intereses del Estado. La segunda subasta se celebró el 30 noviembre y se les adjudicaron a las Empresas Compañía Cubana de Contratistas y Warren Brothers Company.

En esta obra se siguieron los siguientes criterios técnicos: se llevaba el terraplén hasta el nivel deseado, para lo cual se consolidaba con un cilindro de tres ruedas y un peso no menor de 10 toneladas, el material que no resistiera la consolidación se retiraba y sustituía por piedra picada y gravilla. Sobre esa subrasante se colocaba a mano una base Telford de 20 cm con rajón y arriba una capa de rajoncillo de 10 cm, cilindrándose posteriormente.

Una vez terminada la base de Telford - Macadam se procedía a fundir sobre ella una placa de hormigón de 30 cm de espesor en proporción de 1:2 1/2:5 y en caso de considerarse necesario se colocaba acero de refuerzo.

La superficie de rodamiento se lograba con hormigón bituminoso y en los lugares de tránsito intenso se extendía sobre la base de hormigón una capa de arena de 3 cm y después se colocaban *adoquines de granito* y las juntas selladas con un derretido de mortero hidráulico.

En toda la carretera se siguieron los más modernos controles de calidad sobre los agregados, el cemento y el asfalto, tanto para el pavimento como para las obras de fábrica menores y mayores.

En la medida de lo posible, la Carretera siguió el antiguo trazado de los Caminos Reales y mantuvo el ancho de faja de 20 metros (25 varas) con lo cual minimizaron las expropiaciones. El total construido fue de 1 139 kilómetros, con un ancho de 6,0 metros y en todo el trayecto tenía una base de hormigón hidráulico. El costo total de la carretera pagado a los contratistas por certificaciones fue de 107 millones 12 mil pesos, pero después de añadirle los gastos incurridos por la Secretaría de Obras Públicas en

Ing. Yordanis Cuba Cepero, Dr. Ing. Luis R. González Arestuche. Estudio del estado de los Puentes en la Carretera Central en su travesía por la provincia de Matanzas.

estudios, proyectos, gastos de supervisión y control de la ejecución de la obra, se considera que llegó a 111,0 millones de pesos, resultando un costo unitario de 97 429,0 pesos por Km [14].



Niveladora tirada por caballos, usadas en la construcción de la Carretera Central

Sobre los puentes en la Carretera Central

En la construcción de la Carretera Central, entre los años 1927 y 1930, se siguió el criterio de salvar las luces que tuvieran entre 40,0 y 90,0 metros con puentes de acero. Estos eran mucho mejores que los de principios del siglo, pues tenían doble vía de circulación y usaban como pavimento, adoquines de granito sobre una losa de hormigón armado. De ellos se hicieron varios en el tramo de Santa Clara a Jatibonico, los más complejos e importantes, y algunos resultaron destruidos por el Ejército Rebelde en la campaña de Las Villas en diciembre de 1958.

Todas las obras de fábrica de hormigón armado construidas en la Carretera Central se proyectaron por el Ing. Armando Macías López, del Negociado de Caminos y Puentes.

La Secretaría de Obras Públicas adoptó en su diseño el pliego de condiciones para estructuras de acero aprobado por la American Society of Civil Engineers, en febrero de 1920, por ser el más moderno y el que mejor respondía a los requerimientos del tránsito en carretera central. En cuanto a la clasificación del tránsito, se adoptó para el cálculo de los puentes, la clase "A" de dicho pliego de condiciones, considerando que debían de soportar un tránsito con carga tipo H-20, o sea un camión de 20 toneladas.

Los puentes metálicos fueron calculados por el especialista norteamericano Ing. J. A. L. Waddell, basándose también en las cargas H-20 citadas al tratar las obras de fábricas de hormigón armado. Se utilizaron para luces mayores de 90 pies (27,4 m), habiéndose empleado para luces menores, en general, las estructuras de hormigón armado. En la provincia de Matanzas se construyeron dos puentes metálicos.

Para los fines de la subasta y para la mejor organización de los trabajos, se dividió la longitud total de la Carretera Central en 32 secciones que se agruparon en 6 divisiones. La empresa "Compañía Cubana de Contratistas" formada por Arellano y Mendoza con algunos socios accionistas, se encargó de la División 3 y las secciones 8 a la 13 correspondientes a la provincia de Matanzas. También de la 13 a la 17 que cruzaba Las Villas, con un total de 342,0 Km. El resto, de la sección 1 a la 7 y de la 18 a la 32, fueron contratados a la empresa norteamericana Warren Brothers Company.

Las defensas de cables de protección en los terraplenes, siempre que los mismos excedían los 3,0 metros de altura, se construyeron defensas de cables para protección de los vehículos contra las caídas fuera de dichos terraplenes, formadas por postes de hormigón hidráulico, convenientemente armado para darle la resistencia necesaria, que sostienen dos hileras de cables de acero. Este sistema de defensas se adoptó por ser las que en aquel momento habían demostrado ser más seguras y eficaces.

Los cruces a nivel fueron debido a las 49 líneas ferroviarias de servicios públicos y 37 de centrales azucareros y de industrias particulares, cruzaban a nivel, por distintos puntos. Una razón de seguridad pública aconsejaba que todos los cruces a nivel fueran suprimidos. El Negociado de Caminos y Puentes, hizo un estudio muy detenido de cada uno de los cruzamientos recomendado en cada caso la solución más favorable. En algunos casos fue posible suprimir la línea sin perjuicio para la entidad explotada.

De acuerdo con el contrato de la carretera central los contratistas estaban obligados a conservar la base de hormigón y la superficie de desgaste. Por otra parte al Estado le correspondía la limpieza de los paseos, la apertura y limpieza de las cunetas, la pintura de las estructuras de acero y la conservación de las estructuras de hormigón. Se formaron cuadrillas de 12 ó 13 personas encargadas de no menos de 35 Km de carretera para cada una.[15]

Puentes en la travesía de la Carretera Central por la provincia de Matanzas

Este trabajo recoge el estado en se encuentran los puentes de la Carretera Central en su travesía por la provincia de Matanzas. En el registro nacional de carreteras está clasificada como Carretera Central N-1. Consta de veintinueve (29) puentes con longitud total mayor o igual de 10,0 m. Dos de ellos son de armadura metálica, el resto de hormigón armado pero para diferentes tipologías, según aparece en la siguiente tabla [16].

Puentes de la Carretera Central en su travesía por la provincia de Matanzas

Municipio	Denominación del puente	Tramo	Tipo de Puente	Código del Puente	Longitud (metros)
Matanzas	El Palenque	Ceiba Mocha-Matanzas	Hormigón	2000115-03	11,00
Matanzas	San Agustín	Ceiba Mocha-Matanzas	Armadura Metálica	2000115-05	39,00
Matanzas	San Benigno 2	Ceiba Mocha-Matanzas	Hormigón	2000115-15	10,30
Matanzas	Chirimoya	Entrada a Matanzas	Hormigón	2000115-25	30,50
Matanzas	Quintanales	Vocacional-Matanzas	Hormigón	5047801-03	11,00
Matanzas	Gelpi	Matanzas-Limonar	Hormigón	2000116-01	61,30

Limonar	Canímar	Matanzas-Limonar	Armadura Metálica	2000116-04	103,10
Limonar	Elevado de Limonar	Limonar	Tablero de losa	2000117-01	65,40
Limonar	Km-51 (Coronado)	Limonar-Coliseo	Viga y diafragma	2000117-03	31,00
Jovellanos	Elevado Coliseo	Entrada de Coliseo	Hormigón	2000117-05	73,60
Jovellanos	Coabalito	Coliseo- Jovellanos	Hormigón	2000117-08	12,00
Jovellanos	Burenes	Coliseo- Jovellanos	Hormigón	2000118-01	18,00
Jovellanos	Elevado Jovellanos	Jovellanos	Hormigón	2000118-02	280,00
Jovellanos	Experimental	Jovellanos-Perico	Hormigón	2000118-05	10,53
Jovellanos	Canal de Roque	Jovellanos-Perico	Hormigón	2000118-10	50,00
Perico	Elevado de Quintana	Perico-Colon	Hormigón	2000118-12	74,00
Colón	La Represa 2	Perico-Colón	Hormigón	2000119-02	11,80
Colón	La Represa 1	Perico-Colón	Hormigón	2000119-03	14,50
Colón	El Vidrio	Perico-Colón	Hormigón	2000119-06	14,80
Colón	Km-99- Elevado Sergio González.	Perico-Colón	Hormigón	2000119-07	99,40
Colón	Estrella 1	Perico-Colón	Hormigón	2000119-18	10,40
Colón	Río Bermejo	Colón	Hormigón	2000119-22	14,60
Colón	Km-107 Río Cochino (salida de Colón)	Salida de Colón	Hormigón	2000120-01	42,60

Colón	Km-113 ((Sobre Río Piedras)	Colón-Arabos	Hormigón	2000120-12	41,25
Colón	Km-118 (Canal, Cercanías CPA Chilena)	Colón-Arabos	Hormigón	2000120-17	46,80
Colón	Km-121 (Canal)	Colón-Arabos	Hormigón	2000120-18	33,15
Los Arabos	Elevado Los Arabos	Entrada a Los Arabos	Hormigón	2000120-23	74,40
Los Arabos	Arabos	Salida de Los Arabos	Hormigón	2000121-01	11,60
Los Arabos	Fe del Valle	Arabos- Límite con Villa Clara en Cascajal	Hormigón	2000121-02	11,25

Antes de iniciar la inspección de los mismos, se realizaron trabajos en el gabinete, los cuales partieron de los registros e informaciones localizados en el Centro Provincial de Vialidad-CPV del Ministerio de Transporte en Matanzas. Se realizó el estudio de cada uno de los expedientes únicos de estas 29 obras, resultantes del trabajo anterior de 2000-2001, realizado por especialistas de la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería-EMPAI del Ministerio de la Construcción en Matanzas, según contrato con el CPV. Se recopilaron datos de los mismos, para proceder entonces a la actualización de la situación en su estado ante la explotación para cada uno de los puentes en estudio.

El trabajo de campo, es decir, el de inspección, se llevó a efectos por el autor de este trabajo de diploma y su tutor. Para esta inspección fueron aplicados en toda su extensión, los procedimientos propuestos por el Dr. Ing. Luis R. González Arestuche en el Capítulo 7 – Procedimientos durante la inspección de un puente, de su obra *Experiencias y Métodos para la conservación de puentes de carretera en la República de Cuba*. Así, partiendo de métodos sistemáticos, organizados y eficaces fueron inspeccionados todos los elementos del puente.

Específicamente, el propósito de esta investigación, es actualizar el deterioro para las estructuras que componen los puentes de la Carretera Central en Matanzas, es que se utilizan los aspectos relativos al Levantamiento de los daños, codificados entre los números 53 y 66 del Modelo 6.3- Inventario Nacional de Puentes. Hojas para la evaluación de campo, que se presenta a continuación de este párrafo. [10].

LEVANTAMIENTO DE LOS DAÑOS

53. En los accesos: _____
54. En pilas: _____
55. En estribos: _____
56. En cabezales: _____
57. En vigas principales: _____
58. En la carpeta de rodamiento: _____
59. En losa del tablero: _____
60. En pretiles o barandas: _____
61. En apoyos: _____

- 62. En juntas: _____
- 63. En aletones: _____
- 64. En muros de retorno: _____
- 65. En el cauce principal: _____
- 66. En las márgenes del cauce: _____

Participantes en la evaluación de campo:

Nombre y apellidos:	Firma:
_____	_____
_____	_____

Fecha en que se llena el modelo: _____

En síntesis, la inspección consideró:

- La verificación del incremento o no de los daños, partiendo de los resultados de la anterior inspección realizada en 2000.
- La observación visual y organoléptica fue la base del trabajo de inspección.
- Los daños se captaron con una cámara fotográfica de alta resolución.

En cuanto a la forma y realización:

- El inicio del recorrido fue en Ceiba Mocha, muy cerca del límite de la provincia de Mayabeque con Matanzas.
- El final, cerca de San Pedro de Mayabón, antes del límite con la provincia de Villa Clara.
- La imagen general del puente se tomó siempre en el sentido del recorrido, es decir, en la dirección de occidente a oriente.
- En varias obras fue preciso aplicar entrevistas a residentes cercanos, con el objetivo de completar informaciones, sobre posibles fechas de nuevas intervenciones realizadas y sobre el comportamiento del régimen hidráulico durante las avenidas de los últimos diez años, para corrientes de carácter permanente.

Seguidamente el resumen del estado de dos de estas obras:

01. El Palenque de 11,0 m de longitud, presenta grietas longitudinales y hundimientos. El acceso del lado hacia Mocha, presenta más daños que el otro. Grietas a 45° en las dos pilas centrales. En un estribo se

encuentra una ceiba la cual afectó al mismo. Recape excesivo y se manifiestan agrietamientos en el pavimento asfáltico. Sus elementos tienen acero expuesto y pérdida de sección; existe presencia de humedad en la losa del tablero por cuenta de tierra e hierba que se localiza en ambos lados de la acera. Los pretiles se encuentran en buen estado, excepto los del lado izquierdo hacia Matanzas, que presentan golpes severos. El cauce está obstruido, lleno de vegetación y existe presencia de basura y arbustos en el mismo. No hay corriente de agua permanente.

02. San Agustín de 39,0 m de longitud sus elementos tienen pérdida de sección, por oxidación, en las uniones. Al chapear los taludes se arroja esa basura hacia abajo del puente obstruyendo el cauce. Juntas en mal estado. Grietas del pavimento por hundimiento en el aproche. Los elementos metálicos se encuentran en buen estado pero sin pintura y por la misma los dos largueros centrales, es decir a ambos lados tienen corrosión excesiva, al igual que la cubierta se encuentra dañada por impactos de vehículos que circulan por esta vía, con un galibo mayor que el permisible. Existen elementos del puente que no fueron reparados y realineados en la última intervención realizada. Se comprueba que se estrema el puente cuando pasan vehículos pesados. Presencia de hierba en el estribo del lado de Matanzas. Presencia de tubería que está bien asegurada. Hundimiento en menor proporción en los accesos. Los márgenes están llenos de vegetación. Evidencia de humedad en los estribos debido a las deficiencias en las juntas. En puntos localizados del tablero la losa está dañada debajo de la acera donde existe tierra y hierba. Tiene agua permanente y según vecinos del lugar, el nivel de agua sube unos dos metros, en relación al nivel de aguas normales, es decir, que llega hasta un camino por debajo de una de las márgenes.

El estudio de estas obras en explotación, concluye significando que: las reparaciones que se han estado aplicando por el personal caminero en coordinación con los intendentes municipales, no tiene control alguno de la calidad. Por la razón anterior resulta deficiente el resultado, amén de que en el mayor de los casos, se trabaja en las zonas a vistas por el conductor o transeúnte y no en toda la extensión dañada.

Por otra parte, aunque no constituyen parte del objeto de esta investigación (sólo los de longitud mayor a 10,0 metros: puentes), se pudo comprobar en una muestra seleccionada que las obras de fábrica menores, sobre todo las que están entre 6,0 y 10,0 metros de longitud, van teniendo las mismas deficiencias y problemas que los puentes estudiados en esta investigación.

Muestra representativa del resultado de las inspecciones realizadas en 2000-2001 vs 2011.

El informe original de esta investigación es muestra del copioso trabajo de campo realizado. Por la extensión admitida para publicaciones de este tipo, nos impide volcar todo el resultado obtenido. Por ello se seleccionan dos ejemplos que abarcan soluciones que conformaron el catálogo tipológico oficial original para este mega-proyecto (Carretera Central) en la travesía por la provincia de Matanzas:

- Puente de losa de hormigón armado. El Palenque [17]
- Puente de armaduras metálicas. Río San Agustín [18]





La base del resultado para la evaluación está en la comparación de los estados en las dos fechas asumidas, según se muestra para los años 2000-2001 y 2011:

Puente de losa de hormigón armado. El Palenque.





Puente de armaduras metálicas. Río San Agustín.

2000-2001	2011
	
	



Conclusiones:

- 1 Se alcanzó con este trabajo la actualización del estado de los puentes en la travesía de la Carretera Central por la provincia de Matanzas.
- 2 Se proponen acciones generales para la rehabilitación, reparación, reconstrucción o adaptación de estas obras ingenieras atendiendo a las nuevas exigencias del tráfico, enfatizándose en las inmediatas para los puentes con daños más severos.
- 3 Se crea la información escrita y gráfica que permitirá actualizar, los soportes para bases de datos, del dominio de la institución encargada de la conservación para esta vía de interés nacional.
- 4 Se informan los resultados a funcionarios del Centro Provincial de Vialidad-CPV; estos a su vez serán los encargados de transmitirlos a decisores de la provincia, con la intención de que se planifiquen las acciones generales para la intervención en los puentes de esta vía, de modo tal que se pueda prolongar su explotación, utilizando de manera adecuada los recursos disponibles.

Recomendaciones

1. Cumplir con lo estipulado por las normativas internacionales, de que para puentes en explotación, además del reconocimiento ordinario, deben realizarse inspecciones por personal especializado reconocido, en un tiempo que no debe exceder los 4-5 años.
2. Establecer por el CNV (para este caso, en que esta vía resulta de su interés), un sistema riguroso que controle los trabajos correspondientes al mantenimiento ordinario y a cualquier otra acción de conservación.
3. Extender este tipo de estudio a estructuras que están en el rango de los 6,0 y 10,00 m (consideradas hasta este momento como obras de fábrica menores), que incluso todas en el caso de la travesía de esta vía por Matanzas, tienen una tipología similar a las que están en el rango de 10,0 a 16,0 m.
4. Pasar de inmediato a los estudios y soluciones para la reparación o reconstrucción de las estructuras de puentes más dañadas y, que en años próximos pudiesen alcanzar fallos generalizados, como son los casos de: puente sobre río Canímar, paso inferior del FFCC Central en el nuevo trazado que asumió la Carretera Central, en Limonar; puente en Coronado, elevado de Coliseo, elevado de Jovellanos y puente en río Cochino, Colón.

Entregar al CPV en soporte digital el resultado de esta investigación, con toda la información soporte, de modo tal que se actualicen los expedientes únicos para estas 29 obras, así como para que se informe a instancias superiores en lo que proceda, de modo tal que se programen las acciones que promuevan el cumplimiento inmediato de la recomendación anterior.

Referencias bibliográficas:

1. Carreteras, A.M.I.d.C.d., Ed. (1994). Conservación de Estructuras y de los Elementos de Control de Tráfico. Madrid.
2. AIPCR, P.X.C.M.d.I.C., (1999). Puentes de carretera Kuala Lumpur, Association mondiale de la Route (AIPCR), World Road Association (PIARC): 11-12. .
3. *Seminario Internacional PIARC Chile 2011. "PTLA: Solución fronteriza para el transporte de carga"*. Chile 2011 [cited; Available from: [www.ptla.cl/ file/file_104_piarc%202011%20ptla.pdf](http://www.ptla.cl/file/file_104_piarc%202011%20ptla.pdf)].
4. Autores, C.d., Ed. (1997). MANUAL DE INSPECCION, EVALUACION Y DIAGNOSTICO DE CORROSION EN ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO. Río de Janeiro, Brasil, Abril de 1997. .
5. Flores Sánchez, J., *Conservación de Puentes Carreteros. México*. 2003.
6. Colombia, I.N.d.V.d.y.D., Dirección de Carreteras del Ministerio del Transporte. (1997). Manual del Usuario. 3. Inspección Principal. C. Ministerio del Transporte, Instituto nacional de Vías. 3. .
7. Contador, M.c., *LA CONSERVACION DE PUENTES EN CHILE*. 1999. Volume, 1-10 DOI.
9. Hernández, G.T., *LA CONSERVACION DE LOS PUENTES EN CUBA EN EL PERIODO 1995-2002 Y SU DESARROLLO FUTURO*. 2003. Volume, 1-2 DOI:.
10. Arestuche, L.R.G., *EXPERIENCIAS Y METODOS PARA LA CONSERVACION DE PUENTES DE CARRETERA EN LA REPUBLICA DE CUBA*. La Habana. 1998.

Ing. Yordanis Cuba Cepero, Dr. Ing. Luis R. González Arestuche. *Estudio del estado de los Puentes en la Carretera Central en su travesía por la provincia de Matanzas.*

11. Arestuche, L.R.G., *Inspección y Conservación de Puentes y Bases para la creación de un Sistema de Administración de Puentes (SAP)*. 2004. Volume, pp 9-10 DOI: .
12. Autores, C.d., Ed.), *Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón. Sao Paulo, Proyecto de Difusión Tecnológica. Red Rehabilitar*. 2003.
13. GOBIERNO DE CHILE, M.D.O.P., DIRECCION DE VIALIDAD (2000). MANUAL DE CARRETERAS. .
14. Toraya, J.d.I.C., *500 Años de Construcciones en Cuba*. Servicios Gráficos y Editoriales, 2001.
15. Toraya, L.J.d.I.C., *Las 7 Maravillas de la Ingeniería civil en Cuba*. 2006.
16. Centro Nacional de Vialidad Matanzas. Inventario Nacional de Puentes Provincia Matanzas.
17. Centro Nacional de Vialidad Matanzas. Inventario Nacional de Puentes Provincia Matanzas Puente "Palenque" (expediente del puente).
18. Centro Nacional de Vialidad Matanzas. Inventario Nacional de Puentes Provincia Matanzas Puente "San Agustín" (expediente del puente).
19. Centro Nacional de Vialidad Matanzas. Inventario Nacional de Puentes Provincia Matanzas Puente "Coronado" (expediente del puente).