

Revista

PAKBA L

Año 15 Agosto 2016 Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Chiapas

PUENTE MATUTE REMUS

OBRA EMBLEMÁTICA EN HONOR AL INGENIERO JORGE MATUTE REMUS



Ingeniería

issn 1665-4668



GUADALAJARA, JALISCO



DIRECTORIO

Dr. Carlos Eugenio Ruiz Hernández
Rector de la UNACH

Mtro. Hugo Armando Aguilar Aguilar
Secretario General-UNACH

Mtro. Roberto Sosa Rincón
Secretario Académico-UNACH

Lic. Erick Emmanuel Luis Gijón
Encargado de la Secretaría Administrativa-UNACH

Dr. Lisandro Montesinos Salazar
Director General de Planeación

Dra. María Eugenia Culebro Mandujano
Directora General de Investigación y Posgrado

Lic. Víctor Fabián Rumaya Ferrera
Director General de Extensión Universitaria

FACULTAD DE INGENIERÍA

Mtro. José Ernesto Castellanos Castellanos
Director

Mtro. Ricardo Gabriel Suárez Gómez
Secretario Académico

Comité Científico

M.I José Edgar Villalobos Enciso
Ingeniería Hidráulica y Ambiental

M.I Jorge Alfredo Aguilar Carboney
Prevención de Desastres Naturales

M.I José Francisco Grajales Marín
Construcción

Dr. Hipólito Hernández Pérez
Desarrollo y Didáctica de la Matemática Educativa

Dr. Martín Dagoberto Mundo Molina
Centro de Investigación-Facultad

Dr. Hugo Alejandro Guillen Trujillo
Centro de Eco tecnologías y Desarrollo Sustentable

Consejo Editorial

Mtro. José Ernesto Castellanos Castellanos

Dra. Patricia Elke Rodríguez Schaeffer
ICC. Marcela Aguilar Aquino

Dra. Patricia Elke Rodríguez Schaeffer
Directora de la Revista

ICC. Marcela Aguilar Aquino
LC Miguel Alejandro Espino Guzmán
Departamento Editorial

ICC. Marcela Aguilar Aquino
Formación y Diseño Editorial

Portada:

<http://archinect.com/echairimoralesarquitectos/project/puente-matute-remus>

*Diseño Gráfico Original:
V. de M. Villalobos Hernández*

CONTENIDO

Editorial	3
Sumario	4

Inspección por corrosión del túnel de avenamiento de San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Resultados preliminares <i>José Luis Pérez D., Eber A. Godínez D., Daniel Hernández Cruz, Enrique de Coss Gómez, Gabriel Castañeda Nolasco</i>	5
---	---

Evaluación técnica con equipos de alta rendimiento y ambiental, carretera Tuxtla Gutiérrez-Berriozábal, Chiapas <i>Humberto M. Sansebastián G., José A. Figueroa G., Edgar S. Ruiz Gómez, Luis G. de Jesús Nava C.</i>	13
---	----

Diagnóstico del alumbrado público con tecnología led de la plaza central 31 de marzo de San Cristóbal de las casas, Chiapas <i>Patricia E. Rodríguez, José E. Villalobos E., Juan C. Pérez, Francisco S. Téllez</i>	21
--	----

Evaluación del beneficio-costo de los proyectos de alcantarillado sanitario en comunidades pequeñas. <i>Julio C. Villatoro A., Fredy H. Caballero R., Arcadio Zebadúa Sánchez, Leopoldo Hernández Valencia</i>	26
---	----



EDITORIAL

Estimados Lectores..



La ingeniería en todas sus especialidades, se ha convertido en el bastión del desarrollo humano y, ha conducido con ingenio indeleble el surgimiento de ideas que se materializan en obras y productos que consecutivamente, se innovan para obtener mejores resultados, con el fin de brindarnos comodidades y una mejor calidad de vida. Por tal razón, se requieren espacios en los que podamos publicar trabajos e investigaciones, y a la vez compartir con colegas y compañeros éstos magníficos proyectos.

Esta edición No. 36 de la revista Pakbal, presenta al lector los trabajos de investigación realizados por los docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas.

El Comité Editorial agradece a los autores las contribuciones de sus artículos y al Comité Científico por su gran apoyo en la revisión de éstos.

Dra. Patricia Elke Rodríguez Schaeffer
Directora de la Revista Pakbal

SUMARIO

5

INSPECCIÓN POR CORROSIÓN DEL TÚNEL DE AVENAMIENTO DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS. RESULTADOS PRELIMINARES

José L. Pérez D. Eber A. Godínez D. Daniel Hernández C. Enrique de Coss G. Gabriel Castañeda N.

En este trabajo se presentan los primeros resultados derivados de la inspección preliminar del sistema acero-concreto del Túnel de Avenamiento de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

EVALUACIÓN TÉCNICA CON EQUIPOS DE ALTO RENDIMIENTO Y AMBIENTAL, CARRETERA TUXTLA GUTIÉRREZ-BERRIOZÁBAL, CHIAPAS.

Humberto M. Sansebastián G. José A. Figueroa G. Edgar S. Ruiz G. Email: Luis G. Nava C.

13

Se presentan los procedimientos para evaluar técnicamente las carreteras, por medio de equipos de alto rendimiento, y así determinar los requerimientos de conservación de éstas.

DIAGNÓSTICO DEL ALUMBRADO PÚBLICO CON TECNOLOGÍA LED DE LA PLAZA CENTRAL 31 DE MARZO DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS

Patricia E. Rodríguez S., José E Villalobos E., Juan C. Pérez., Francisco S. Tellez.

21

Se analizan las instalaciones de alumbrado público de la Plaza 31 de Marzo en la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, a través de un estudio lumínico.

EVALUACIÓN DEL BENEFICIO-COSTO DE LOS PROYECTOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN COMUNIDADES PEQUEÑAS.

Julio C. Villatoro A., Fredy H. Caballero R., Arcadio Zebadúa S., Leopoldo Hernández V.

26

Esta investigación consistió en identificar los proyectos de alcantarillado sanitario ubicados en distintas regiones en el estado de Chiapas, con el fin de obtener información relacionada al costo, número de habitantes y enfermedades que predominan en cada comunidad.

INSPECCIÓN POR CORROSIÓN DEL TÚNEL DE AVENAMIENTO DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS. RESULTADOS PRELIMINARES

..... José Luis Pérez Díaz¹, Eber Alberto Godínez Domínguez¹, Daniel Hernández Cruz¹, Enrique de Coss Gómez¹, Gabriel Castañeda Nolasco²

RESUMEN

El túnel de avenamiento de San Cristóbal las Casas, Chiapas se construyó hace más de 40 años, por el circulan no solo el agua de lluvia que la cuenca endorreica desfoga en la época de lluvias, sino también las aguas negras de dicha ciudad, por lo tanto está permanentemente sometido a la humedad y los gases corrosivos que se desprenden de estas aguas negras. En este trabajo se presentan los primeros resultados derivados de la inspección preliminar del sistema acero-concreto del Túnel de Avenamiento. La estrategia de inspección se realizó mediante un levantamiento detallado de la infraestructura del túnel, con la selección de zonas para conexión eléctricas del acero de refuerzo, ejecución de pruebas de carbonatación sobre áreas definidas y el Mapeo de Potenciales de Corrosión, congruente con la normatividad vigente, sobre una sección de área en la salida del túnel. Los resultados obtenidos con las mediciones en las conexiones eléctricas indican buena señal electroquímica, con baja actividad de corrosión del acero de refuerzo. En cuanto al análisis químico de carbonatación, la estructura presenta poca profundidad del frente carbonatado no superando los tres cm, esto verifica la buena calidad del concreto empleado en la entrada y salida del túnel. Además, estos resultados podrían ser de gran utilidad

para el planteamiento del estudio en el interior del túnel donde se tiene el mayor riesgo de deterioro y la ejecución de un proyecto enfocado en la protección, rehabilitación y reforzamiento de la estructura, sin afectar la integridad estructural y conservando la estética original.

Palabras clave: Inspección, túnel de avenamiento, corrosión, concreto, acero de refuerzo, potenciales de corrosión, carbonatación.

ABSTRACT

The drainage tunnel of San Cristobal de Las Casas, Chiapas was built over 40 years ago, and it is responsible of transporting both rainwater and sewage from this city. Therefore, it is permanently subjected to moisture and corrosive gases produced by sewage. In this paper the authors summarize the preliminary results of inspections devoted to assess the corrosion of the reinforced steel concrete structure of the tunnel. The inspection took place by selecting certain zones, a grid on one section of the tunnel exit, for the electrical connection between the reinforcing steel and the measurement instrumentation, for the corrosion potential test, besides the carbonation test, according with the current standards. The obtained results indicate a good electrochemical response or signal, with a low corrosion activity for the reinforced steel. Meanwhile, carbonation analysis presents low penetration for the carbonation front, in both entrance and exit of the tunnel, lower than three cm, indicating a good quality in the used materials during the concrete fabrication. Moreover, these results could be useful for the planning a deep study of the tunnel interior, where a higher risk of deterioration and in the execution of a project focused on the protection, rehabilitation and strengthening of the structure, without affecting the structural integrity and preserving the original status and esthetic.

¹Cuerpo Académico "Prevención de Desastres", Facultad de Ingeniería- UNACH. Email: nizado2@gmail.com

²Cuerpo Académico "Componentes y Condicionantes de la Vivienda", Facultad de Arquitectura- UNACH.

Keywords: Tunnel inspection, drainage tunnel, corrosion, concrete, reinforcing steel, corrosion potential, carbonation.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más importantes para el mantenimiento de la integridad estructural de las obras civiles de un país como túneles, puentes, muelles, presas, carreteras, etc., es la corrosión del acero de refuerzo en el concreto. Este estudio tiene como propósito principal, analizar el deterioro del Túnel de Avenamiento de concreto reforzado, a través de una inspección visual de la estructura, esto mediante la localización de zonas de trabajo para el monitoreo implementando técnicas electroquímicas y complementado con estudios de carbonatación. La primera estrategia de inspección corresponde analizar la entrada y salida de la estructura del túnel donde se llevan a cabo reacciones de deterioro diferentes que en el interior del túnel, donde se tiene información documentada por inspecciones anteriores del mayor daño por corrosión. La estrategia del estudio de campo en su primera etapa es trabajar las técnicas de mapeo de potenciales de corrosión con base en los criterios establecidos en la norma ASTM C876 (ASTM C876, 1991; ACI 222R, 1996), y el análisis químico de la carbonatación del concreto. La finalidad es de realizar propuestas que contribuyan a corregir oportunamente los daños causados por la corrosión del acero de refuerzo y deterioro del concreto de la estructura.

METODOLOGÍA

La metodología de inspección consiste en evaluar y diagnosticar un túnel de concreto reforzado en su medio de servicio, para lo cual en primera instancia se realiza un examen visual detallado del túnel, posteriormente se localiza el acero de refuerzo de la estructura, continuándose con la medición de técnicas electroquímicas empleando mapeo de potenciales de corrosión (ASTM C876), y estudios químicos de carbonatación en las zonas más representativas. Estos procedimientos y avances del proyecto se detallan siguiendo los lineamientos que corresponden a una inspección de obra en general ^[1,2]:

1. Elaboración de una ficha o antecedentes de la

estructura y del medio ambiente en base a información documental y/o visita previa.

2. Examen visual y general de la estructura
3. Levantamiento de daños
4. Selección de zonas para examen visual detallado de la estructura y elaboración del Plan de Muestreo
5. Selección de las técnicas de ensayo, medición y análisis más apropiadas
6. Selección de zonas para la realización de ensayos, mediciones y análisis físico-químicos en el concreto, armadura y en el medio ambiente circundante
7. Ejecución de mediciones, ensayos y análisis físico-químicos en el concreto y el acero de refuerzo

Estos procedimientos relacionados con la inspección de una estructura de concreto armado desde el punto de vista de corrosión pueden implicar una labor bastante sencilla o en algunos casos muy complicada dependiendo de los factores del medio de servicio. Por lo tanto se siguen los lineamientos marcados por manuales y guías^[3,4,5] que nos ayudan evaluar el proceso de este tipo de deterioro en estructuras de concreto armado como sigue:

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

Antecedentes de la estructura: En 1973 se autorizó la construcción del túnel de San Cristóbal de las Casas Chiapas para evitar las inundaciones que desde el año 1592 sufre esta ciudad, varias de ellas severas como las ocurridas en los años 1921, 1932, 1973, 2000, 2001. La última inundación del año 2010 fue muy severa debido a las altas precipitaciones provocadas por el Huracán Matthew. El túnel ha recibido dos supervisiones para revisar su deterioro, una en 1985, otra en el año 2000 y la última reciente en febrero del 2011 (Mayorga, 2011).

Actualmente el túnel de avenamiento de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, es una de las obras con mayor importancia en los altos de Chiapas, pues se emplea para el desfogue de las aguas pluviales del valle de Jovel provenientes de los ríos Fogótico, Amarillo y Río San Cristóbal (influyente del túnel). Estos recogen las aguas de los arroyos Chamula, La Tibia, San Felipe y Navajuelos; que al discurrir por la ciudad son contaminados por descargas de aguas negras de las colonias asentadas en sus márgenes. Las especificaciones técnicas del túnel y algunos datos

de la cuenca y de materiales se enlistan a continuación en la Tabla I:

Tabla I. Especificaciones, datos de la cuenca y materiales (Mayorga, 2011).

Longitud	4,280 m
Ancho base portales	4.40 m
Salida altura centro	3.10 m
Gasto máximo drenado	68 m ³ /s
Pendiente	0.007
Elevación entrada	2190.00 m.s.n.m.
Elevación salida	2160.04 m.s.n.m.
Área cuenca drenada	258 km ² .
Materiales	Se sabe poco, los agregados pétreos fueron traídos de Río Blanco, Veracruz.

Levantamiento de datos generales de la estructura:

Se procedió hacer el levantamiento en el lugar de la obra, localizada en San Cristóbal de Las Casas. La ubicación de la entrada del túnel es: Latitud 16° 42' 36" (Norte) y Longitud 92° 38' 55.1" (Oeste), con elevación de 2123 m.s.n.m., y la ubicación de la salida del túnel es: Latitud 16° 40' 46.12" (Norte) y Longitud 92° 40' 24.45" (Oeste), con elevación de 2089 m.s.n.m., (figura 1, 2). El ángulo de Esviaje, que forma el eje de la obra del camino con la normal al eje del camino es de 22° 16' 00".



Figura 1. Vista general en planta de la Entrada y Salida del Túnel



Figura 2. Georeferenciación y medición en la Salida Túnel

Levantamiento de daños: Existen antecedentes de inspección al túnel en el año 2000, donde Obras Públicas de San Cristóbal de Las Casas dictaminó que el único deterioro que presenta el túnel de Avenamiento es la degradación en la capa superficial del concreto a 30 años de su construcción.

Posteriormente la última inspección registrada al túnel fue realizada el 4 de Febrero de 2011. Según Relatoría de comisión por SAPAM, se reportó que en la supervisión ocular realizada, se encontraron cuatro fisuras relevantes, un bache de 12 centímetros de profundidad y otras 180 fisuras con características similares menos relevantes; se observó 03 fisuras transversales con mantenimiento o reparadas. Se agrega que en la boca norte del Túnel a los primeros 50 m., se pueden apreciar que las fisuras están más cercanas entre sí, del lado poniente pudiendo ser un factor la zona de explotación de laja. Pero Protección civil cuantifica 410 "fisuras" y en apreciación se piensa que tomaron en cuenta "las juntas frías", esto es la unión en el colado de los concretos a lo que se debe esperar el dictamen de los especialistas para no caer en especulaciones. En conclusión si se atienden estas fisuras de no más de dos centímetros de profundidad en relación al espesor del concreto de las paredes del túnel se considera que la vida útil de la estructura será por muchos años más (Mayorga, 2011).

Actualmente en visitas más recientes en el 2013 y 2015 se realizó una inspección en la entrada del túnel observándose el concreto en buen estado aparente en la parte frontal y los aleros. En el interior cerca de la entrada se observaron escurrimientos e infiltraciones de agua a través de fisuras y oquedades en el interior

de la masa del concreto. El desarrollo de este deterioro sobre las paredes de concreto del túnel provoca el escurrimiento y lixiviación del hidróxido de calcio y otros componentes, el cual puede generar un posible daño por corrosión del acero de refuerzo. En la figura 3, se observan manchas de diferentes tamaños sobre la parte superior y lateral de los elementos de la estructura.

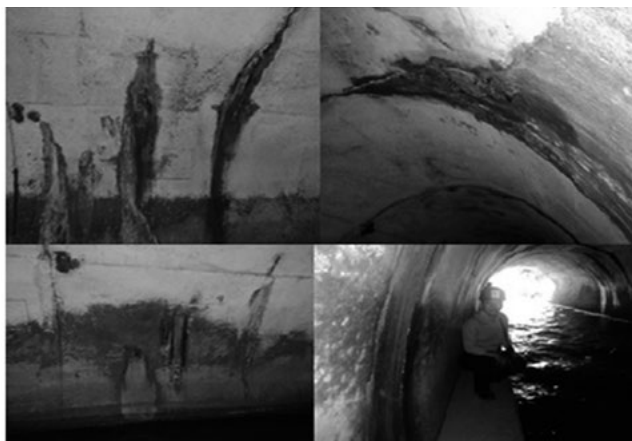


Figura 3. Inspección del interior en la entrada del Túnel

Selección de zonas para examen visual detallado de la estructura: En la entrada del túnel de Avenamiento se observa la parte frontal y los aleros a ambos lados hechos de concreto reforzado (figura 4), en la parte inferior del lado derecho a la entrada del túnel (visto de frente), existe una grada o banqueta de concreto de 0.5 de ancho y peralte de 0.5 m, que protege la tubería de Agua potable, de 6 in., de \varnothing . La pendiente del talud de aleros es de 0.5:1. El área de los aleros y parte frontal tienen las dimensiones siguientes: aleros de 15x6 m, frente de 4.4x3.5 m.



Figura 4. Vista de la infraestructura de Entrada del Túnel

En la salida del Túnel de Avenamiento se observa la parte frontal y los aleros a ambos lados hechos de concreto reforzado (figura 5), en la parte inferior del lado izquierdo en la salida del túnel (visto de frente), existe una grada o banqueta de concreto de 0.5 m, de ancho y peralte de 0.5 m, que protege la tubería (6 in., de \varnothing), de Agua Potable procedente del manantial de La Kist suministrado por gravedad al sistema de tanques del Durasnal, obra que realizó Conagua en 1997. La pendiente del talud de aleros es de 1.5:1. El área de los aleros y parte frontal tienen las dimensiones siguientes: aleros de 15x6.1 m, frente de 4.4x3.5 m, y dos áreas trapezoidales frontales de base mayor 3.85 m, base menor de 0.7 m, y altura de 6 m.



Figura 5. Vista de la infraestructura de Salida del Túnel

Selección de las técnicas de ensayo, medición y análisis más apropiadas: La técnica se seleccionó de acuerdo a las fases de monitoreo, que para la primera etapa se analizará la termodinámica de corrosión del acero de refuerzo embebido en el concreto mediante la técnica electroquímica de potenciales de corrosión, empleando dos sensores de Cobre/Sulfato de Cobre, dos Multímetros de alta impedancia. El ensayo químico se seleccionó para determinar y analizar el avance de la carbonatación dentro del concreto. Se utilizaron reactivos para preparar la solución de indicador ácido-base y atomizador.

Potenciales de Corrosión (E^{corr}): La medición consiste en la determinación de la diferencia de potencial eléctrico entre el acero de refuerzo y un electrodo de referencia externo, que se coloca sobre la superficie del concreto, (figura 6).

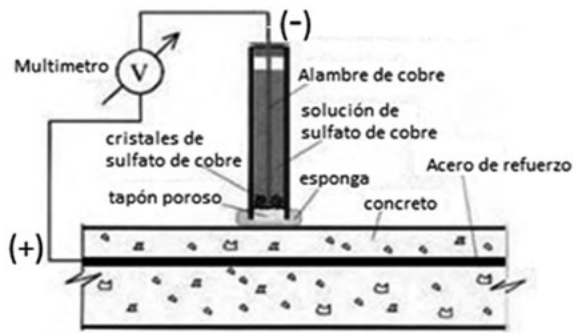


Figura 6. Esquema de medición de Potenciales de Corrosión

El electrodo de referencia normalmente empleado es el de cobre-sulfato de cobre (Cu/CuSO_4). Para asegurar un buen contacto eléctrico entre el electrodo de referencia y el concreto se utiliza una esponja húmeda. Cualquier multímetro de alta impedancia es válido para realizar mediciones. El instrumento debe tener una precisión mínima de ± 1 mV. La conexión de la terminal positiva (+) de un voltímetro de alta impedancia interna se conecta al acero de refuerzo (varilla corrugada) que es el electrodo de trabajo, y la otra terminal negativa o común (-) al electrodo de referencia posicionado sobre el concreto. El criterio de evaluación se realiza en base a los criterios establecidos por la norma ASTM C-876, Tabla II.

Tabla II. Interpretación de resultados norma ASTM C 876-91[6]

Potenciales de corrosión (Ecorr)	Riesgo de daño (%)
< -200	10% de probabilidad de corrosión
-200 a -350	Cierta incertidumbre
> -350	90% de probabilidad de corrosión

Medición de la profundidad de Carbonatación: Consiste en determinar el avance de la carbonatación en el concreto por el método de vía húmeda empleando una solución de indicador ácido-base (fenolftaleína) [7].

Los instrumentos de medición empleados son la escala milimétrica y vernier, además de herramientas de extracción como taladros o cincel y marro. La solución indicadora ácido-base: fenolftaleína (1g fenolftaleína + 49 g alcohol + 50 g Agua).

Selección de zonas para la realización de ensayos, mediciones y análisis físico-químicos en el concreto, armadura y en el medio ambiente circundante: La

selección del lugar está condicionada por el tipo de ensayo y accesibilidad de los equipos en el sitio donde se extraerán testigos como núcleos, porciones de material en polvo y porciones de concreto. Al término del trabajo de extracción se realiza la reparación con mortero de cemento-arena. La prueba de carbonatación se realizó en sitios estratégicos de la estructura sobre los aleros de la entrada y salida del túnel y uno en la pared frontal de entrada y parte superior de salida del túnel.

Mallado para Potenciales de Corrosión (Ecorr): Para realizar esta actividad se propone un mallado en la entrada y salida del túnel. Las distancias de cada nodo puede variar desde 0.5m, 1.0m y 1.5m, como indica la figura siguiente no. 5. El complemento es tener cercas la conexión eléctrica con el acero de refuerzo, la cual se localizó a 8 cm de profundidad del alero derecho en la entrada del Túnel, y en la parte superior con varillas expuestas al ambiente, las cuales se limpiaron para su posterior uso en la medición de potenciales de corrosión (figura 7).

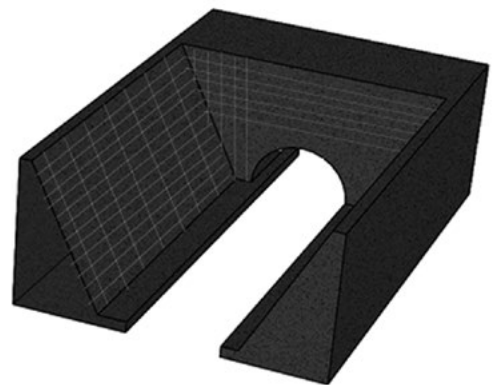


Figura 7. Mallado propuesto para Mapeo de Potenciales de Corrosión en la salida del Túnel

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA EJECUCIÓN DE MEDICIONES Y PRUEBAS QUÍMICAS PRELIMINARES

Se realizaron las primeras pruebas de continuidad eléctrica en el lugar y ubicación del acero de refuerzo para el contacto eléctrico con el electrodo de referencia. Se tomaron varias lecturas con el sensor de Cobre-sulfato de cobre (Cu/CuSO_4) y el Multímetro de alta impedancia. Las conexiones en la salida del

Túnel se localizaron externamente, y se probaron con éxito listos para su uso posterior en la medición electroquímica (figura 8,9).



Figura 8. Acero de refuerzo localizado a 8 cm de profundidad sobre alero de entrada del Túnel



Figura 9. Localización del acero de refuerzo externo, y prueba en el lugar mediante el sensor Cu/CuSO4 y Multímetro de Alta Impedancia



Figura 10. Medición de potenciales en el lugar mediante el sensor Cu/CuSO4 y Multímetro de Alta Impedancia

Los resultados de la medición sobre el alero del túnel, los potenciales más negativos fueron principalmente en la parte inferior. Nótese que los valores más críticos no sobrepasan el intervalo de -194 a -110 mV (figura 11). Analizando los resultados obtenidos sobre el alero, se puede puntualizar que la zona de mayor problema que presenta los potenciales más negativos, se encuentra en la parte inferior donde existe contacto del elemento de concreto con la banqueta y las aguas pluviales contaminadas. Los potenciales más nobles se observaron en la parte superior de la estructura no superando el intervalo de -25 mV a $+59$ mV, conforme aumenta la altura.

Medición de Potencial: Las medidas de potencial informan sobre la probabilidad de corrosión de la armadura de una estructura de concreto, por lo tanto se realizó un mapeo de potenciales de corrosión sobre un alero del Túnel de Avenamiento. Se eligió el alero de salida por la accesibilidad para las mediciones (figura 10). La medición consistió en tomar lecturas del potencial de corrosión (ASTM C876) del acero de refuerzo del concreto (Alero del Túnel), mediante el empleo de electrodos de referencia de cobre/sulfato de cobre (Cu/CuSO4). Estas mediciones sirvieron para establecer el área de cambio de potencial mediante un mapeo completo de potenciales (ACI 222R, 1996).

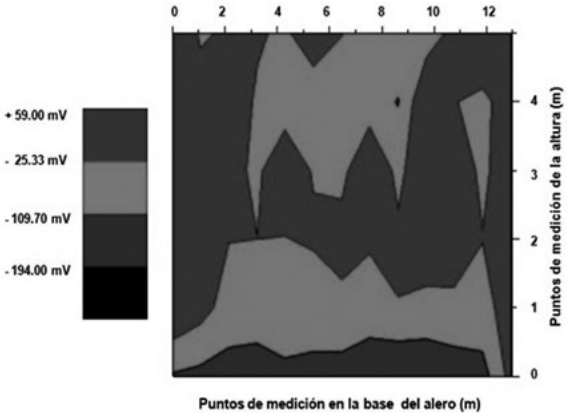


Figura 11. Mapa de Potenciales de Corrosión correspondiente al alero de salida del Túnel

Medición del frente de Carbonatación: Se tienen resultados de la prueba de carbonatación en la entrada y salida del Túnel. Se eligió las fronteras, partes externas e internas de los aleros superiores así como en el borde de la entrada y salida del túnel. Las muestras se obtuvieron mediante herramienta o equipo básico de marro y cincel. Los ensayos se realizaron mediante un atomizador y una solución reactiva de fenoltaleína con rango de viraje entre 8 y 11 del sistema ácido-base (figura 12).

El procedimiento fue cortar las esquinas de los vértices para obtener dos frentes de carbonatación. Los cortes se limpiaron quedando libre del polvo y después de 15 minutos de la aplicación de la solución reactiva se efectuó la medición mediante una escala milimétrica obteniéndose con precisión los valores máximos y mínimos del frente incoloro y la media aritmética (figura 13). Las lecturas reportadas no superan los 3 cm del frente carbonatado.



Figura 12. Pruebas de carbonatación en la entrada y salida del Túnel



Figura 13. Medición del frente carbonatado (zona incolora,) en la entrada y salida del Túnel

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue realizado en parte con recursos del Fondo para Elevar la Calidad de la Educación Superior (FECES) de la Secretaría de Educación Pública (SEP), Mayo 2015.

CONCLUSIONES

Las mediciones indican buena señal electroquímica. En cuanto al mapeo de potenciales en la gráfica de potenciales se observa que los registros de voltaje más negativos se presentaron en las partes inferiores (contacto con la banqueteta y agua pluvial contaminada). El riesgo de daño, de acuerdo con la Tabla II, es bajo.

En cuanto al análisis químico de carbonatación la estructura presenta poca profundidad del frente carbonatado no superando los 3 cm, esto verifica la buena calidad del concreto empleado en la entrada y salida del Túnel de Avenamiento.

Estos resultados en general solo indican una parte del problema por corrosión del Túnel de Avenamiento, que posiblemente en la parte interior se tenga la zona anódica y la causante del agrietamiento del sistema interno, esto de acuerdo con la inspección visual realizada en la parte interna de la entrada del Túnel e información registrada por inspecciones anteriores.

REFERENCIAS

- [1] Trocónis de Rincón, O.; Uller, L.; Alanis, I.; Helene, P.; O'Reilly, V. (1997). "Manual de Inspección, Evaluación y Diagnóstico de Corrosión en Estructuras de Hormigón Armado". Río de Janeiro. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. 195 Págs. 129-134.
- [2] Feliú, S y Andrade, C. (1989), "Manual de Inspección de Obras Dañadas por Corrosión de Armaduras". Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) y el Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción, Madrid España.
- [3] Helene, P. (1992). Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estructuras de Hormigón" 2da. Ed. São Paulo, PINI.
- [4] Repette, P. (1991) "Contribuição à Inspeção à Avaliação da Segurança de Estructuras Acabadas de Hormigón Armado" Porto Alegre. Dissertação (Maestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidad Federal do Río Granda do Sul.
- [5] ACI Comité 364. (1993) "Guide for Evaluation of Concrete Structure Prior to Rehabilitation". ACI Materials Journal.
- [6] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM C 876-91, (1991), "Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete". Philadelphia, USA.
- [7] Rilem CPC-18. (1998): "Measurement of Hardened Concrete Carbonation Depth". Materials and Structures, vol.21, No. 126.

EVALUACIÓN TÉCNICA CON EQUIPOS DE ALTO RENDIMIENTO Y AMBIENTAL, CARRETERA TUXTLA GUTIÉRREZ-BERRIOZÁBAL, CHIAPAS

Humberto M. Sansebastián García¹, José A. Figueroa Gallegos¹
Edgar S. Ruiz Gómez², Luis G. de Jesús Nava Coronel²

RESUMEN

Se presentan los procedimientos para evaluar técnicamente las carreteras por medio de equipos de Alto Rendimiento, y así determinar los requerimientos de conservación de estas.

Dicha evaluación proporciona datos más acertados por la tecnología con que cuenta, ahorra tiempo y por ende costos al realizar la auscultación, facilitando el trabajo a los encargados de esta.

Se realizó la evaluación del impacto ambiental por medio de la matriz de Leopold, determinando los efectos causados por el proyecto y proponiendo las medidas de mitigación.

Palabras claves: Alto Rendimiento, Auscultación, Cuasi, Evaluación, Mitigación.

ABSTRACT

Is presented them procedures to evaluate technically the roads by means of equipment of high performance, and thus determine them requirements of conservation of these. This assessment provides data more successful by the technology with that has, saves time and by ende costs to the make the auscultation, facilitating the work to them responsible of this.

Is conducted the evaluation of the impact environmental by means of the matrix of Leopold, determining the effects caused by the project and proposing them measures of mitigation.

Keywords: High performance, auscultation, quasi, evaluation, mitigation.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad y como ha venido ocurriendo en las últimas décadas, el desarrollo de tecnologías en los equipos para la conservación de carreteras se ha dado de una forma muy rápida, facilitando el trabajo a las dependencias encargadas, realizando las evaluaciones de manera más eficaz y eficiente. Así también, considerando la importancia de hacer un Estudio de Impacto Ambiental a la carretera en su estado de servicio.

Se analiza la utilización de equipos de Alto Rendimiento para realizar la auscultación de la carretera. Considerando el equipo Gerpho, ya que con la ayuda de su alta tecnología láser y/o infrarroja, ejecuta un escaneo transversal cuasi continuo y genera imágenes digitales en blanco y negro de alta resolución. Personal capacitado realiza el análisis de la información recabada, para dictaminar y comparar los datos obtenidos con las normas emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), determinando si está en buena, mala o regular condición la carretera, proponiendo los aspectos a mejorar, corregir o mantener.

Se determinaron los diferentes impactos ambientales provocados por la operación de la carretera, de acuerdo a la normatividad vigente, presentando propuestas de como mitigarlos en la flora y fauna.

¹ Profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas. Email: hmiguel@unach.mx; jalonsofg@gmail.com;

² Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería, Facultad de Ingeniería-UNACH. Email: ruizsebastian38@hotmail.com; luisnc_21@hotmail.com

METODOLOGÍA

Equipo de Alto Rendimiento para el Levantamiento de Deterioros, Índice Internacional de Rugosidad (IRI), Profundidad de Roderas (PR), Macro textura (MAC).

Las innovaciones tecnológicas en el mundo, han permitido construir equipos muy avanzados para la evaluación de pavimentos que permiten por ejemplo: realizar un levantamiento de las condiciones de la superficie de rodadura, recorriendo un tramo carretero a la velocidad de operación del mismo.

Tal es el caso del equipo denominado "Gerpho", que obtiene el estado superficial del pavimento a velocidad de operación, también se puede utilizar un vehículo configurando con los distintos equipos que existen para la evaluación superficial del pavimento, denominándose vehículo "multifunción" el cual es capaz de obtener levantamiento de deterioros, ver Figura 1.

Además de recolectar información referente a los deterioros del pavimento, este equipo permite recopilar los datos superficiales tales como: Índice Internacional de Rugosidad (IRI), Profundidad de Roderas (PR), Macro textura (MAC) e integrar una base de datos mediante un sistema que le permite almacenar y procesar en tiempo real la evaluación del pavimento. La recolección de la información se realiza mediante una exploración continua del tramo a velocidades de operación.

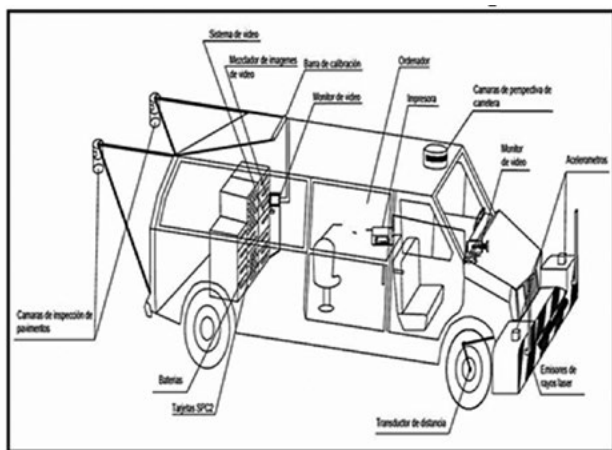


Figura 1. Características de un vehículo "multifunción" para auscultación de pavimentos.

A fin de obtener los parámetros antes mencionados, el vehículo está equipado con los instrumentos de medición que cumplen con la normativa vigente y, en su caso, con la calibración por parte de la dependencia.

Pavimentos

La auscultación de pavimentos, es aplicable a una red de carreteras a cargo de una Dependencia, que a través de un Sistema de Gestión determine las inversiones requeridas para conservarla en buen estado de operación, detecte prioridades de atención y realice la programación de los trabajos por ejecutar. La auscultación es por medio de equipos de tecnología reciente de Alto Rendimiento (que funcionan a velocidades de operación), para recabar información sobre las condiciones de servicio y estructurales de los pavimentos.

La evaluación de un pavimento, se aplica a un tramo específico de una carretera y tiene como objetivo determinar las condiciones de servicio, capacidad estructural y calidad de materiales, mediante equipo especializado y diversos procedimientos, a fin de determinar su estado de servicio o de funcionamiento.

Dictamen Técnico. Cuando sólo se requiere mejorar las condiciones de la superficie de rodadura de un tramo específico de una carretera, para resolver fallas de tipo funcional, se formula un Dictamen Técnico, aplicando estudios específicos orientados a confirmar que el origen de las fallas sólo afecta a la superficie de rodadura.

Drenaje y Sub drenaje

Se denomina drenaje a la captación, conducción y desalojo del agua superficial y del subsuelo por medios naturales o artificiales.

Auscultación. Para determinar el estado que guardan las obras de drenaje y sub drenaje, se realiza una inspección física detallada, en la que se observen todos aquellos detalles que pudieran afectar el sistema. Para ello se recurre a la utilización del formato que permite determinar los aspectos y condiciones de funcionalidad de las obras. Los aspectos por observar son entre otros: fisuras, grietas, deformaciones, aleros, cabezotes, indicios de socavación, azolves, obstrucciones, etcétera.

Evaluación. Se considera únicamente el nivel de azolvamiento de las cunetas y alcantarillas, mediante inspecciones directas en campo. Estas deben conducir de manera eficaz el agua proveniente de escurrimientos superficiales y subterráneos fuera de la carretera, tomando en cuenta los daños que aquella pueda causar a esta.

Las fallas en las obras de drenaje pueden resultar de difícil detección, ya que en muchos casos se trata de obras no accesibles y de funcionamiento ocasional.

Un sistema de drenaje con obstrucciones, pérdidas o roturas, puede resultar incluso perjudicial para el conjunto de las obras, como si estas no existieran, ya que por su ineficiencia pueden llegar a revertir su funcionamiento, provocando la entrada de agua en los lugares de donde se requiere evacuarla.

Con la finalidad de eliminar el agua proveniente de las avenidas, se diseñan las obras de drenaje vial, abarcando los tipos más comunes de alcantarillas de tubos (lámina corrugada, concreto), alcantarillas de cajones simples, dobles y triples y alcantarillas de arco. También obras de drenaje superficial como bajadas de agua, cunetas, disipadores de energía, sumideros, etc., así como obras de drenaje subterráneo como sub drenes, drenes longitudinales, sifones, etcétera.

Matriz de Leopold

Fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental. Este método consiste en un cuadro de doble entrada-matriz, en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos.

En este método se fijan como número de acciones posibles 100, 88 el número de factores ambientales, por lo que el número de interacciones posibles será de $88 \times 100 = 8,800$. Conviene destacar que de éstas son pocas las realmente importantes, pudiendo construir posteriormente una matriz reducida con las interacciones más relevantes, con lo cual resultará más cómodo operar, ya que no suelen pasar de 50.

Con respecto a la valoración de la Magnitud, esta es relativamente objetiva o empírica, puesto que se refiere al grado de alteración provocado por la ac-

ción sobre el factor medioambiental. Por otra parte, la puntuación de la Importancia es subjetiva, ya que implica atribución de peso relativo al factor afectado en el ámbito del proyecto.

En la tabla 1, se presenta una matriz de Leopold simplificada, para la fase de funcionamiento de un proyecto vial.

Tabla 1. Matriz simplificada de Leopold para un proyecto vial

CAUSA-EFECTO	E. Cambios Tráfico			F. Tráfico			G. Contaminación			H. Ruido		I. Accidentes			E V A L U A C I O N E S	
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b		c
	+	-	0	+	-	0	+	-	0	+	-	0	+	-		0
10. Usos terrestres																
a. Zona residencial	+3/2	+3/2	+6/5	+6/6	+6/5	+6/5										+30/36
b. Zona comercial	+5/7															+5/7
c. Zona industrial	+6/4	+5/3		+5/4	+6/4	+6/4										+28/19
d. Esparcimientos																
11. Servicios e infraestructura																
a. red vial	+6/7	+6/7	+5/7	+6/7	+8/8	+6/7										+37/43
b. suelo afectado																
c. Barrios																
12. Socioeconómicos																
a. Demografía																
b. Empleo		+7/4		+6/5		+6/4										+19/13
Evaluaciones	+24/25	+25/21	+19/12	+28/22	+20/17	+24/20										

De conformidad con el ejercicio de identificación cualitativa -vía esta matriz de causalidad- se tienen como impactos significativos -resaltados en negrita- los indicados a su vez en el cuadro. En principio, se admite que aquellas filas y columnas que aparezcan con mayor número de marcas o señales, corresponden a los factores y acciones de mayor relevancia.

En este sentido, puede indicarse -si bien el cómputo aritmético no es conceptualmente acertado- para aquellos valores mayores provenientes de las sumas de magnitudes e importancias por separado, corresponderán, según arreglo a filas o columnas, a los factores del medio mayormente afectados y las acciones que producen mayores impactos, respectivamente.

De conformidad con lo expresado, podrían ser destacadas como las acciones más importantes en la fase de funcionamiento de la carretera, el tráfico urbano e interurbano, como positivos, y el ruido por circulación de automotores, como negativo, ver Tabla 2.

Tabla 2. Impactos significativos en la Matriz de Leopold.

Casilla	Caracter	Efecto
10a / Ea	Positivo	Mejoramiento del tráfico urbano
10a / Eb	Positivo	Mejoramiento del tráfico interurbano
10a / Ha	Negativo	Incremento de ruido debido al tráfico
11a / Fb	Positivo	Aumento de la seguridad vial

Este análisis permite entonces identificar, aquellas acciones para las cuales es necesario diseñar medidas de mitigación, aquellos factores del medio más necesitado de atención, en razón de resultar mayormente afectados.

En síntesis, la Matriz de Leopold servirá, entre otros propósitos, a los de identificar interacciones factor ambiental–acción del proyecto; identificación del carácter benéfico o adverso del impacto producido; valoración preliminar de éstos; y todas las anteriores en fases temporales del proyecto, esto es: construcción; funcionamiento, explotación y/u operación; y abandono o desmantelamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando la evaluación de un pavimento se realiza en un tramo específico, se revisan sus condiciones de servicio y su capacidad estructural, para formular medidas de conservación que aumenten su nivel de servicio o corrijan alguna deficiencia.

Índice Internacional de Rugosidad (IRI). Se obtiene a partir de la acumulación del desplazamiento relativo entre las masas de la carrocería y la suspensión del modelo, cuando el vehículo circula por el perfil del camino en estudio. El propósito de este sistema es analizar la red por segmentos de 1 km., y establecer sus características de regularidad superficial realizando la medición del IRI para cada segmento.

Se observa en la Figura 2, el comportamiento del IRI es casi un 72% bueno, está por debajo de la línea de valor de rechazo, lo que indica que la calificación del IRI es aceptable, lo cual señala el parámetro de referencia en cuanto a la medición de la calidad de rodadura de la carretera es estable.

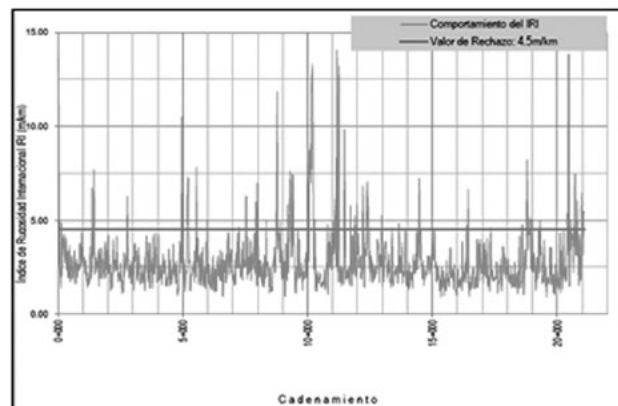


Figura 2. Gráfica del comportamiento del IRI.

Para medir la profundidad de la deformación permanente o “rodera” en México, se utiliza una regla metálica de aluminio con longitud de tres metros que se coloca en sentido transversal de la carretera, midiendo la profundidad de la rodera en la zona de mayor profundidad, con un micrómetro de Vernier en centímetros, con aproximación de un milímetro, el valor máximo de rodera utilizado para establecer que el pavimento ha fallado es de 2.5 cm.

En la Figura 3, se puede visualizar el comportamiento máximo y mínimo en la profundidad de rodadura: El máximo es de 25.56 mm., se encuentra en el tramo 1+640 km., en donde observamos según el valor de la SCT se pasó el rango de aceptación, la mínima se encuentra en el tramo 3+400 km., con una profundidad de rodadura de 1.68 mm.

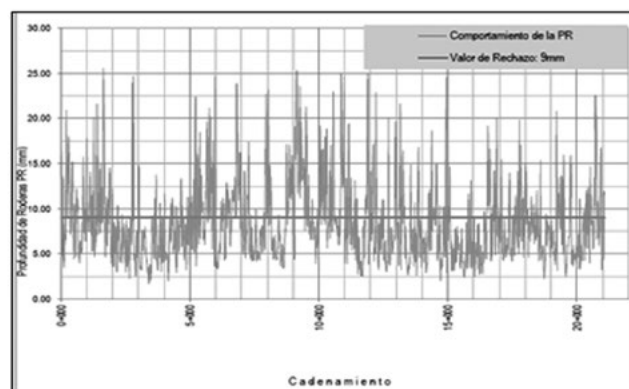


Figura 3. Gráfica del comportamiento PR.

La Macro Textura se refiere a la textura superficial del pavimento, proveniente del efecto conjunto de las partículas de los agregados pétreos que sobresalen de la superficie, también es importante para proporcionar canales de salida de agua en la interacción neumático-pavimento, evitando de esta forma que cause el efecto llamado “acuaplaneo”, además de que mejora la visibilidad y las propiedades ópticas del pavimento, al reducir las proyecciones del agua y producir una reflexión difusa.

En la Figura 4, del comportamiento de macro textura, se presenta una máxima del 96% y una mínima del 4% en función de la carretera, teniendo la vía en perfecta condiciones.

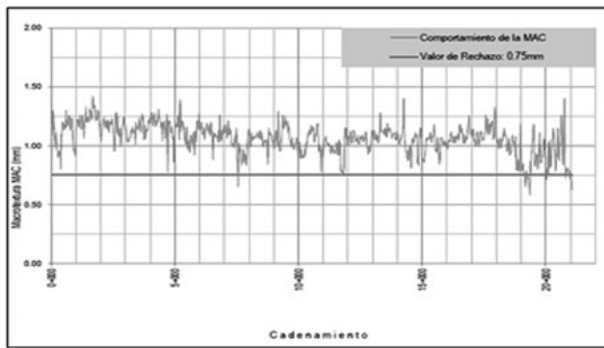


Figura 4. Gráfica del comportamiento del Deterioro.

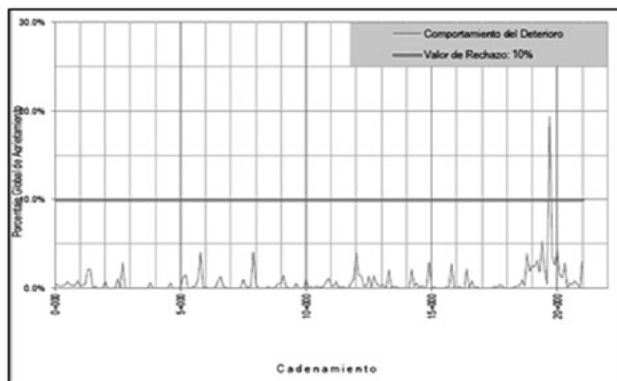


Figura 5. Gráfica del comportamiento del Deterioro.

Deterioro. En la Figura 5, el porcentaje global de agrietamiento es casi estable para todo el tramo carretero, excepto en el kilómetro 19+700, se tiene un incremento alto de 19.4% cuando el rango es del 10%.

Informe final de resultados

En carreteras de dos carriles de circulación (uno por sentido), las evaluaciones se deberán realizar únicamente en un carril. En carreteras de cuatro o más carriles, en el caso de corredores y básica libre se realizará en ambos sentidos, en los carriles de baja velocidad (extrema derecha). En el caso de autopistas se realizará por carril y por sentido. En todos los casos la medición se deberá realizar en la rodada derecha. El análisis estadístico de cada una de las bases de datos desarrolladas en el programa de trabajo (IRI, PR, MAC y DET) generado para cada una, la distribución de frecuencia, intervalos, límites, gráficas de los histogramas y polígonos de frecuencia relativa, frecuencia acumulada y relativa acumulada. Ver Figuras 6, 7, 8 y 9.

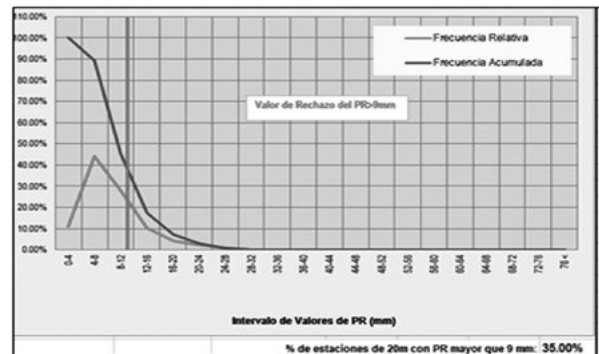


Figura 6. Distribución de frecuencia de la profundidad de rodadura.

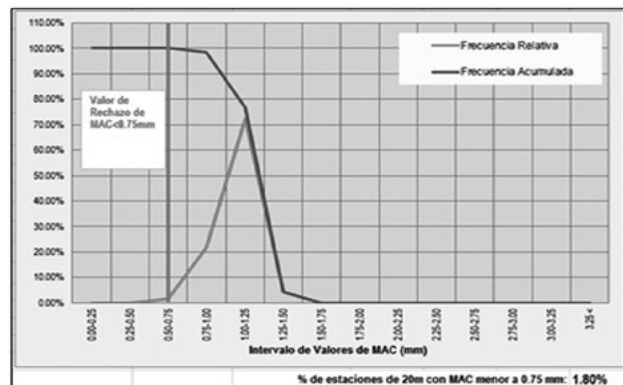


Figura 7. Distribución de frecuencias de macro textura y deterioro.

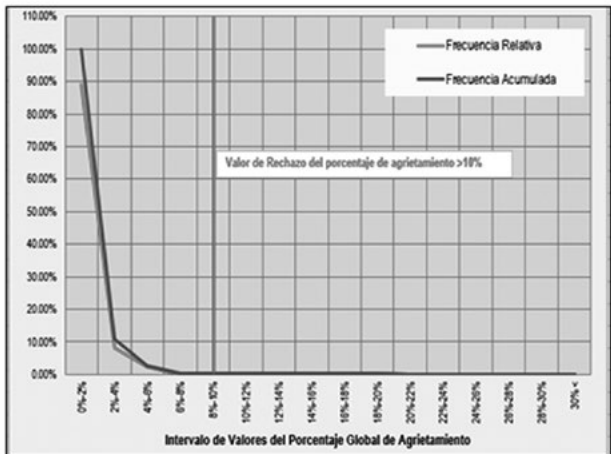


Figura 8. Intervalo de valores del porcentaje global de agrietamiento.

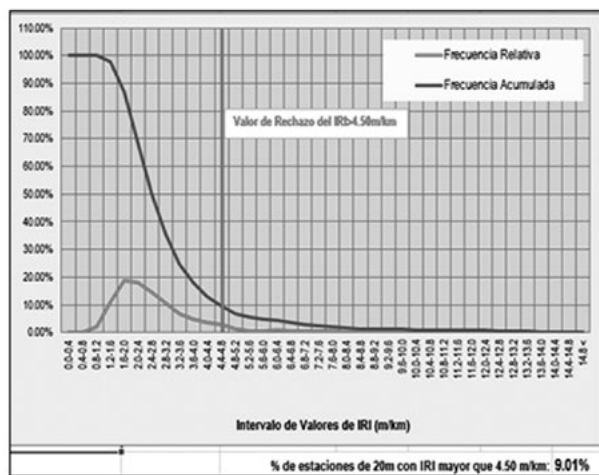


Figura 9. Distribución de frecuencia del IRI.

Calificación de la Evaluación del Impacto Ambiental, con la Matriz de Leopold.

Méritos

Obliga a considerar los posibles impactos de proyectos sobre diferentes factores ambientales.

Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental.

Permite la comparación de alternativas, desarrollando una matriz para cada opción.

Sirve como resumen de la información contenida en el informe de impacto ambiental.

Desventajas

El proceso de evaluación es subjetivo. No contempla metodología alguna para determinar la magnitud ni la importancia de un impacto.

No considera la interacción entre diferentes factores ambientales.

No distingue entre efectos a corto y largo plazo, aunque pueden realizarse dos matrices según dos escalas de tiempo.

Los efectos no son exclusivos o finales, existe la posibilidad de considerar un efecto dos o más veces.

Para elaborar esta matriz se han utilizado las siguientes cualificaciones, en función de la magnitud del impacto y de la importancia de éste.

Magnitud. Valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado extensión o escala. En la esquina superior izquierda de cada celda, se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la magnitud del posible impacto, (mínima = 1), delante de cada número se colocará el signo (-) si el impacto es perjudicial y (+) si es beneficioso.

Importancia. Valor de ponderación que da el peso relativo del potencial impacto. En la esquina inferior derecha colocar un número entre 1 y 10 para indicar la importancia del posible impacto. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio y la extensión o zona territorial afectada (por ejemplo regional frente a local). Ver Figura 10.

		Acciones del proyecto cuando se dan los posibles impactos ambientales.									
		Expropiaciones	Pavimentación	Construcciones y alteraciones	Tala de árboles	Utilización de recursos materiales	Pavimento	Luz	Ruido	Construcción de Vivienda	Transformación del suelo
Medio físico	suelo	-6 4	-7 3	-8 7	-8 8	+3 2	-8 9			-5 6	-31 37
	Aire			-2 3	-2 2	+3 2	-8 9			-2 3	-11 19
	Agua	-6 6	-5 6	-3 7	-2 4	-2 3	-2 2			-3 3	-21 25
	Clima	-2 1	-2 2	-3 2	3	-2 1				-2 2	-11 9
Medio biológico	Fauna	-7 7	-3 2	-5 8	-7 9	5 6	-2 6	-7 6	-8 7	-7 8	-41 59
	Flora	-8 6	-2 2	-9 8	-9 8	-7 7	-5 7	-3 1	-2 2	-7 8	-52 50
Medio humano	Uso del suelo	-8 7	-3 6	-9 9	-7 6	6 7				-6 7	-25 42
	Demografía						-7 9	-6 3	-9 9	-7 7	-29 28
	Tráfico, Visibilidad		9 10		2 6		-2 3	-2 2	-3 3	-6 7	-2 31
		-29 24	-14 32	-40 44	-37 47	10 32	-28 37	-18 12	-22 21	-45 51	223 300

Figura 10 Matriz de Leopold.

De acuerdo a la Evaluación del Impacto Ambiental del tramo carretero Tuxtla Gutiérrez-Berriozábal, Chiapas, por medio de la matriz de Leopold, se puede demostrar que las acciones del proyecto que causan mayor efecto en el medio ambiente son: desmontes, terraplenes, tala de árboles y construcción de viviendas. Mientras que los factores ambientales más perjudicados serán la fauna, la flora y el suelo.

El proyecto ya construido ha demostrado que tiene varios impactos ambientales, que han afectado a través de los años de servicio, por lo que deberán ser mitigables para no incrementar el daño al medio ambiente, por lo que se plantearán propuestas para reducirlos.

Desmontes y terraplenes

Quedará estrictamente prohibida la extracción de tierras y materiales, a menos que sean utilizados para la formación de una nueva plataforma.

Control sobre los volúmenes de tierras extraídos y restauración de éstos.

Acopiar las tierras en las zonas de menor vulnerabilidad y restauración de esas superficies posteriormente.

Reducir la superficie alterada en la medida posible, se minimizarán los volúmenes de tierra sobrante. Prohibición de la circulación de maquinaria en la orilla de la carretera.

En los trabajos de desmonte no utilizar maquinaria, hacerlo con personas para no afectar los terraplenes.

Tala de árboles

Minimizar la tala de árboles, especialmente los contemplados a los lados de la carretera.

Triturar los árboles talados, para reutilizarlos como abono en los taludes.

Evitar la tala de árboles que tengan nidos, especialmente en época de cría.

Construcción de viviendas.

Minimizar las construcciones de viviendas.

Concientizar a la población, ya que afectan con la sobrepoblación de la zona.

Evitar gastos innecesarios de agua.

No quemar productos contaminantes (químico, llantas, plásticos, etc.)

Suelo

Prevenir los incendios forestales que arrasan con toda la vegetación y animales.

No tirar basuras en las orillas de las carreteras.

No fumigar con insecticidas o herbicidas.

Fauna

Prohibir la caza de animales que se encuentran en peligro de extinción.

Colocar comederos dentro de los terrenos, lo cual ayudara que los animales no tengan que emigrar.

Colocar señalamiento donde haya cruces de animales.

No permitir el uso de señales iluminadas intermitentemente, ya que con ello no se garantiza la convivencia con la fauna.

Flora

Reforestar árboles que han sido talados, por la construcción de viviendas.

Podar los árboles que afecten a la carretera.

Reservar terrenos para parques y áreas verdes.

CONCLUSIONES

A través de la auscultación, se determinó que la Macro textura se encuentra en estado bueno, con el 98.20%.

En cuanto al Índice de Rugosidad Internacional, se encuentra en estado bueno, con el 71.96%.

Profundidad de rodadura se encuentra en un estado estable, con el 41.94%.

En cuanto al tramo en conjunto de Tuxtla Gutiérrez - Berriozábal, Chiapas, el tipo de carretera es "D" y la calificación fue de 80.17%, por lo que la carretera se encuentra operando de manera correcta.

Continuar con la misma conservación en: obras de drenaje, derecho de vía y señalamiento, para que mantener el mismo porcentaje de rango de aceptación, lo cual ayuda a que se tenga un funcionamiento adecuado.

A través del estudio de impacto ambiental se demostró las acciones que causan mayor efecto en el medio ambiente.

Los factores ambientales más perjudicados del tramo de estudio fueron: la fauna, flora, y el suelo.

Los que causan mayor efecto en el medio ambiente del tramo de estudio son: desmontes, terraplenes, tala de árboles, construcción de viviendas.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a la calificación, el único resultado que presento un mayor porcentaje del rango aceptable y no aceptable fue Profundidad de Roderas, esto es debido a los camiones pesados que provocan deterioros en la superficie de rodamiento (hundimiento).

Cuando la Profundidad de Roderas está en el segundo intervalo (aceptable), se hace una renivelación para restituir el índice de servicio (la carpeta de rodamiento), pero si se encuentra en el tercer intervalo (No aceptable), esto muestra una probable falla estructural del pavimento (capas inferiores), como en base, sub-base, etc.

Es importante hacer notar que el Sistema de Evaluación de Pavimentos, constituye una base fundamental, y proporciona datos que alimentarán a los constructores de carreteras.

Al construir una carretera se debe de tener antes un Estudio de Tránsito, el cual sirve para saber año con año los Índices de Servicio, con esto se puede trazar, conocer el tiempo en que la vía llegará a la falla estructural, pudiendo prever la conservación de esta, hasta cuando se requiera hacer una reconstrucción, por la estructura esté muy dañada.

Tratar de reducir las construcciones de viviendas que se encuentran aledañas a la carretera, para no afectar el hábitat de las especies de animales que existen en el lugar.

Tratar de reforestar las áreas que han sido talados o que han sido provocados por incendios, para que las diferentes especies de animales no se extingan del lugar.

Prohibir estrictamente la caza de animales, tala de árboles, y tirar basura cerca y dentro de la carretera.

Reservar terrenos para parques y áreas verdes, para tener más extensión de áreas protegidas.

FUENTES DE CONSULTA

- Aguilar Fernández, S. (1997) El reto del medio ambiente. Conflictos e intereses en la política medioambiental europea. España. Alianza Universal.
- Conesa Fernández – Vitorá – Vicente. (1995) Guía Metodología Para Evaluación del Impacto Ambiental. Segunda Edición. España. Ediciones Mundi - Prensa.
- Corro C. Santiago y Prado O. Guillermo. Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos, Incluyendo Carreteras de Altas Especificaciones. DISPAV-5-Versión 2.0. Instituto de Ingeniería de la UNAM.
- Figueroa Gallegos José Alonso. (2014) Apuntes de la materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Facultad de Ingeniería. UNACH.
- Zárate Aquino Manuel. (2014) Aspectos Importantes Derivados de la Utilización del Deflectómetro de Impactos HWD Aplicados para Conservación y Rehabilitación de Pavimentos. Presentación Power Point. UNAM.
- Instituto Mexicano del Transporte. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (1991) Catálogo de Deterioros en Pavimentos Flexibles de Carreteras Mexicanas. Publicación Técnica Núm. 21. México. IMT.
- Damián Hernández Sergio Alberto y Martínez Soto América. (1999) Catálogo de Impactos Ambientales y sus Medidas de Mitigación. Publicación Técnica No. 133. Sanfandila, Querétaro. México.
- Base de datos estadísticos del Gobierno de Chiapas. 2010. (www.chiapas.gob.mx). México. Mayo 2015.
- Instituto Nacional de Estadística, geográfica e Informática (INEGI). (2010) Principales Aspectos Socioeconómicos de Chiapas. México. Junio 2015.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. (www.semarnat.gob.mx). México. Marzo 2015.
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (www.semarnat.gob.mx). México. Marzo 2015.

DIAGNÓSTICO DEL ALUMBRADO PÚBLICO CON TECNOLOGÍA LED DE LA PLAZA CENTRAL 31 DE MARZO DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS

Patricia E. Rodríguez S.¹, José E Villalobos E¹, Juan C. Pérez ²,
Francisco S. Tellez²

RESUMEN

Se analizan las instalaciones de alumbrado público de la Plaza 31 de Marzo en la ciudad de San Cristóbal de las Casas (Chiapas), mediante un estudio lumínico cuya finalidad es de conocer la situación actual y calidad de las mismas. Una vez realizado el diagnóstico e identificadas las características funcionales y operativas del alumbrado público, se procede a proponer y evaluar medidas que ayuden a mitigar, prevenir y/o solucionar las problemáticas encontradas. Finalmente se llega a una serie de conclusiones y recomendaciones orientadas a la solución y mejoramiento del servicio del alumbrado público.

Palabras Claves: Calidad de las instalaciones, LED, Diagnóstico, Iluminación eficiente.

ABSTRACT

The study analyzes the lighting systems on the public square March 31st in San Cristobal de las Casas, Chiapas, by exploring the current situation and the quality of the lighting services. Once the diagnosis is completed, it will proceed to identify the functional and operational characteristics of the illumination. The paper proposes and evaluates measures that would help to mitigate, prevent and solve problems.

Finally, a number of conclusions and recommendations are proposed to help us to solve the problems on the lighting public system.

Keywords: Lighting Systems Quality, LED, Diagnosis, Efficiency illumination.

INTRODUCCIÓN

Todo lo que nos rodea funciona gracias a la energía, las industrias, los servicios, la iluminación de nuestros hogares y/o ciudades.

La posibilidad de prolongar el desenvolvimiento de la vida urbana nocturna va estrechamente ligada a la existencia de iluminación. Constituye así, un importante factor para la calidad de vida a la ciudadanía, además de que exista una gran dependencia energética, ya que hoy en día es una exigencia inevitable para que la vida urbana pueda desarrollarse en condiciones adecuadas.

El servicio de alumbrado público tiene como finalidad principal proporcionar una iluminación eficiente en las vías públicas (avenidas, calles, plazas, parques, jardines). Así pues, el alumbrado público debe propiciar el aprovechamiento de diversos beneficios, tales como: seguridad contra actos delictivos, disminución de accidentes nocturnos, embellecimiento de la ciudad, entre otros.

Esta situación, conduce a un propósito primordial, promover e inducir, con acciones y resultados, el uso eficiente de energía eléctrica, a través, de proyectos que permitan la vinculación entre la innovación tecnológica y el consumo de energía eléctrica, mediante la aplicación de tecnologías eficientes.

Por tal motivo, esta investigación pretende promover e impulsar la eficiencia energética a través de la conversión de los sistemas ineficientes de alumbrado público, con la finalidad de reducir el consumo energético y los contaminantes emitidos a la atmósfera.

¹Profesores de la Facultad de Ingeniería- Universidad Autónoma de Chiapas.

² Egresados, Facultad de Ingeniería – Universidad Autónoma de Chiapas

MÉTODOS

Para llevar a cabo el diagnóstico del alumbrado público, se realizó un recorrido en la Plaza 31 de Marzo, con el fin de identificar los detalles físicos y lumínicos, reconocimiento a fondo del área de estudio, con el objetivo de proporcionar una propuesta que se adecuara a las condiciones del lugar.

Para llevar a cabo este proceso de investigación, se realizó un censo de la plaza antes mencionada, requiriendo de la elaboración del plano arquitectónico del lugar, dentro del cual se especifican área y perímetro de la plaza; de la misma manera se describen las características actuales de las luminarias (condiciones físicas). Adicionalmente, fueron elaboradas tablas y listados con las condiciones mencionadas.

El estudio involucró el análisis de los diferentes tipos de luminarias presentes en la plaza y se efectuó el estudio de la flora, localizando la variedad de especies presentes.

Para el diagnóstico desarrollado, es relevante la priorización de los transeúntes, también una rigurosa identificación de los principales problemas que presenta la infraestructura del alumbrado público.

Una vez realizada la inspección de campo, en donde se identificaron los principales conflictos y deficiencias que presenta las instalaciones de alumbrado, se reconocieron una serie de problemas generales, a las cuales se les busco dar solución con la implementación de un sistema de alumbrado más eficiente; así mismo, se hizo una serie de propuestas y recomendaciones para proporcionar una mejor calidad en cuanto a las instalaciones y a la iluminación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizado el diagnóstico se reconocieron una serie de problemas que se anuncian a continuación:

Existen 20 soportes distribuidos a lo largo del parque sin tomar en cuenta la iluminación del quiosco. Cada soporte cuenta con 3 luminarias (Ver imagen 1).

Los defectos que se encontraron a las lámparas durante el recorrido consisten en: deterioros desde la pintura hasta la exposición del cableado (carecen de tapa de registro, pantalla fracturada, luminarias de lado, soportes oxidados, luminarias a la intemperie,

pantallas sucias, etc). Cabe mencionar que las luminarias, las cuales se utilizan son del tipo incandescentes que son dispositivos discontinuados y muy ineficientes, ya que más del 90% de la electricidad que utilizan la transforman en calor, mientras que la



Imagen 1: Difusores dañados. Fuente: elaboración propia del autor

energía restante es convertida en luz.

En el perímetro del quiosco (parte exterior), se encuentran 40 reflectores de piso de los cuales únicamente 11 se encuentran funcionando, estos reflectores son un riesgo para la ciudadanía, ya que al pasar cerca de ellas afecta la visión del transeúnte, debido a que el haz de luz va dirigida al cenit.

Además, que todas las luminarias de la plaza carecen de mantenimiento preventivo y correctivo.

El mal funcionamiento e inadecuado de iluminación pública genera repercusiones medioambientales, entre las cuales cabe destacar: alto consumo de energía, contaminación lumínica y generación de residuos.

Hoy en día, el alumbrado público es un problema bastante serio, ya que no se cuenta con personal especialista en esta materia por parte de los gobiernos estatales o municipales que son los encargados.

En base a los criterios generales que establece San Martín (2001), se estableció un sistema de alumbrado público adecuado y viable.

Se consideró un tipo de luminaria que estuviera dentro de los niveles lumínicos mínimos indicados en el marco legal, de la misma manera se deben mantener las características de calidad en las instalaciones y servicios de alumbrado.

Otro aspecto importante es, conservar la imagen

del parque particularmente, en los postes tipo ornamental (o similar), ya que se busca de esta manera que exista confort visual y seguridad.

Las características de iluminación van adecuadas a las necesidades de cada zona urbana, todo con base al tránsito de vehículos, las actividades de los peatones, el dinamismo que se desarrollan en la zona, así como las características ambientales, pues se busca minimizar los impactos al medio ambiente; así como, contribuir a un mejor desarrollo socio-ambiental.

Adicionalmente, se requiere cuidar detalles desde los niveles medio de iluminación; así como, la limitación del deslumbramiento para disminuir las molestias generadas por las intensidades de luz.

La luminaria tipo LED que se eligió es de color amarilla, igual que la existente, buscando de esta manera crear un ambiente acogedor por tratarse de un parque, ya que San Cristóbal de las Casas es una ciudad con clima templado; por lo que se requiere dar la impresión de calidez del lugar, eligiéndose un modelo con una temperatura de color de 4,000 K.

Considerando lo anterior, y después de revisar diferentes opciones que se adecuaran a los requerimientos lumínicos del parque, se optó por un sistema que se hallen dentro de la República Mexicana (ver imagen 2).

Por lo tanto, la propuesta elegida fue la siguiente: Micenas Gen2 LED, elaborada y distribuida por



Imagen 2: Luminaria Micenas Gen2 LED. Fuente: catálogo de Philips

parte de la empresa Philips.

Dentro de las principales ventajas que ofrecen estos dispositivos frente a las lámparas con tecnología convencional pueden destacarse dentro del catálogo de luminarias de Philips:

- Duración - la vida útil de los LEDs es muy superior a la del resto de fuentes de luz tradicionales.
- Tamaño - sus reducidas dimensiones permiten el desarrollo de soluciones con diseños compactos y fáciles de utilizar y mantener, al tiempo que facilitan un control preciso de la dirección del haz de luz en cada aplicación.
- Encendido inmediato - a diferencia de otras lámparas conocidas, en los LED se produce de forma instantánea.
- Posibilidad de regulación y control, incluyendo cambios y variaciones de color sin apenas limitación.
- Mínima irradiación de calor en la dirección de la luz, lo que los hacen muy adecuados como alternativa a otras fuentes de luz en ciertas aplicaciones.
- Excelente salida de luz y eficiencia energética.
- Cumple con los requerimientos fotométricos para áreas de iluminación como parques, caminos, fachadas, etc.

Después de analizar diversas propuestas sobre los tipos de luminaria que podrían ser considerados para llevar a cabo la tarea de mejorar las instalaciones y el servicio de alumbrado público, y al concluir el estudio correspondiente a la situación actual de la plaza, se muestran los resultados finales en las siguientes imágenes, elaboradas con el programa Sketchup, herramienta utilizada para renderizar, esquematizar y observar de qué manera se visualizaría la Plaza 31 de Marzo en San Cristóbal de las Casas, Chiapas (ver imagen 3).

En las imágenes se aprecian las características lumínicas con las que cuenta el modelo Micenas Gen2 tipo LED usado como propuesta para el nuevo alumbrado en la plaza mencionada anteriormente (ver imagen 4).

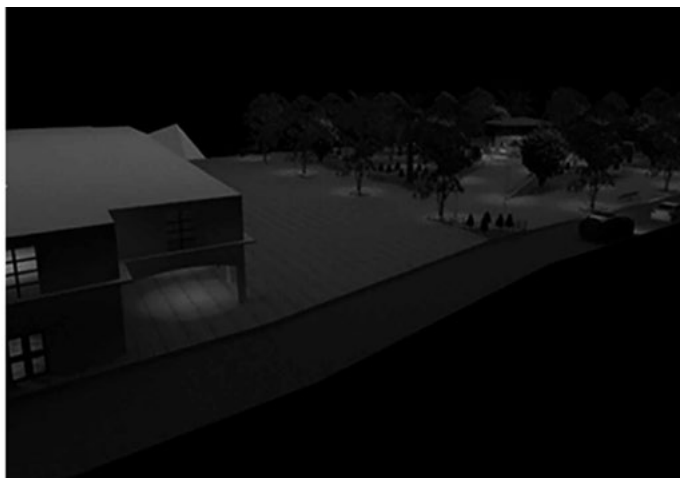


Imagen 3: Propuesta de luminaria. Fuente: elaboración propia del autor

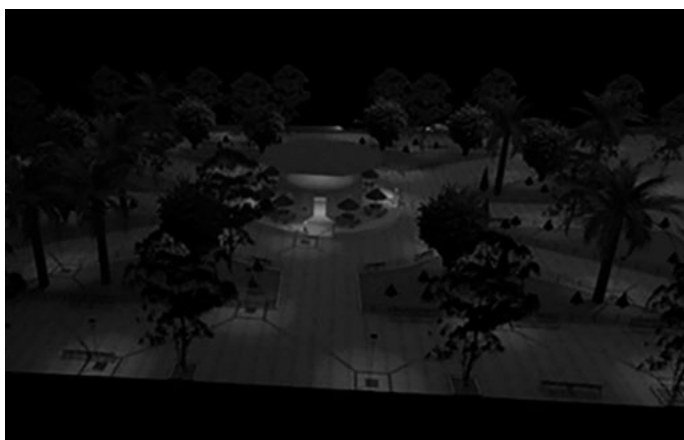


Imagen 4: luminarias dirigidas. Fuente: elaboración propia del autor

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la actualidad la tecnología LED representa una alternativa para el sistema de alumbrado público, que trae consigo grandes beneficios cuando se habla de ahorro energético y, por consiguiente, éste repercute de manera positiva en el aspecto económico de los municipios.

Como se ha señalado a lo largo de este proceso de investigación, el alumbrado público es un servicio indispensable para la comunidad; sin embargo, al realizar el estudio previo de la iluminación que proveen las lámparas que actualmente se encuentran instaladas, se pudo apreciar que los niveles de iluminación del parque no son los más adecuados. Se logró apreciar que las luminarias están funcionando (por decirlo de alguna manera) a marchas forzadas,

esto se debe a una ausencia notoria de mantenimiento preventivo. Esto ha ido ocasionando que los difusores se opaquen con el paso de los años, debido a las inclemencias del tiempo. De la misma manera existen luminarias que no han sido cambiadas, por lo que no funcionan de manera adecuada provocando un consumo de energía eléctrica y una iluminación de menor eficiencia.

A lo largo de este proceso de investigación, se pudo demostrar que el sistema propuesto del alumbrado público en la plaza 31 de Marzo de tecnología LED, cumplirá con todas las recomendaciones que indica el marco legal, provocando ahorros significativos para el municipio, cabe mencionar que una de las grandes ventajas de esta tecnología es que su mantenimiento por operación es mínimo y su durabilidad está garantizada, por lo que el uso de este

tipo de luminaria se verá justificado en el ahorro energético y económico.

Tomando en consideración los ahorros sustanciales que trae consigo este tipo de tecnología y procurando que la Plaza 31 de Marzo sea un lugar agradable a la vista de los turistas nacionales e internacionales, así como de sus habitantes mismos, se optó por cambiar los sistemas ineficientes de alumbrado por uno más eficiente.

Se hacen las siguientes recomendaciones buscando lograr una mayor eficiencia en el servicio de alumbrado público de la ciudad de San Cristóbal de las Casas:

- Llevar a cabo la elaboración de un programa de “mantenimiento preventivo de alumbrado público”. en la zona propuesta.
- Implementar políticas de eficiencia y ahorro energético mediante planes de acción, según el “Manual para la implementación de un sistema de gestión de la energía” de la CONUEE. De la misma, se recomienda llevar un registro anual de la evaluación.
- Propiciar la implementación de un sistema de gestión ambiental, que observe políticas ambientales relacionadas con los temas particulares de la iluminación, estas mismas permitirán reducir el consumo de energía, mejorar la eficacia de los procesos, reducir la generación de residuos y sus costos de eliminación, así como, utilizar recursos recuperables.
- Establecer procedimientos para dar cumplimiento a lo estipulado en la ISO 50001 que nos dice que es necesario incorporar la fomentación de la gestión de la energía, ya que con ello se logra la seguridad energética, el desarrollo económico, el cambio climático y la salud pública. Es en este contexto que surgen diversas políticas públicas orientadas al ahorro y uso eficiente de la energía.

FUENTES DE CONSULTA

- Catálogo de luminarias., de Philips Sitio web: http://www.lighting.philips.com/es_es/connect/tools_literature/assets/zip/Tarifa_Alumbrado_Junio_15_web_2.pdf
Fecha de Acceso 20 de Octubre del 2015.
- Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. Instituciones editoras: Conuee / GIZ México, D.F., 19 agosto del 2014
http://www.conuee.gob.mx/pdfs/ManualGestionEnergia_V2_1.pdf Fecha de Acceso 15 de Agosto del 2015.
- Norma ISO 50001:2011, Sistemas de gestión de la energía. Editorial ISO (Organización Internacional de Normalización). Sitio web http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf. Fecha de Acceso Noviembre 2015
- San Martín, R. (2001). Guía per a l'elaboració de plans directors d'enllumenat públic. Barcelona: Editorial Diputació Barcelona.. España.

EVALUACIÓN DEL BENEFICIO/COSTO DE LOS PROYECTOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN COMUNIDADES PEQUEÑAS

Julio C. Villatoro Aguilar¹, Fredy H. Caballero Rodríguez¹, Arcadio Zebadúa Sánchez¹, Leopoldo Hernández Valencia¹

RESUMEN

Esta investigación consistió en identificar proyectos de alcantarillado sanitario ubicados en distintas regiones en el estado de Chiapas, buscando en ellos información acerca del costo de los proyectos, número de habitantes que benefician y las enfermedades que predominan en cada comunidad, y con esta información se calculó el costo por cada persona que recibe el beneficio de cada proyecto. Se hizo la investigación acerca del número de casos de las distintas enfermedades y los costos para curarlas de la comunidad de Betania, Chiapas, del cual se obtuvo su relación beneficio-costos.

Palabras Clave: Identificar, proyecto, alcantarillado sanitario, relación beneficio-costos.

ABSTRACT

This research consisted of identifying sanitary sewer projects located in different regions in the State of Chiapas, looking for information about the cost of the projects, number of habitants benefiting and diseases prevailing in each community, and this information was calculated the cost for

each person who receives the benefit of each Project. We investigated about the number of cases of different diseases and the cost to cure them of the Betania community, Chiapas, which was its cost-benefit ratio.

KEYWORDS: Identify, projet, sanitary sewer, cost-benefit ratio

INTRODUCCIÓN

El ser humano, en su existencia social, ha tenido muchas necesidades, las cuales han sido cubiertas parcialmente por gobiernos que se han preocupado por invertir recursos, principalmente económicos para producir servicios, sin embargo, para producir los servicios es necesario realizar estudios económicos para invertir correctamente los recursos económicos en lo que se le denomina proyectos públicos, dentro de estos proyectos están los de alcantarillado sanitario. En este tipo de proyectos se buscan primeramente satisfacer necesidades sociales de las comunidades y, que simultáneamente cumplan con el objetivo de contribuir y hacer más racional el uso de los fondos públicos, además de atender a una población carente de un determinado servicio (o conjunto de servicios) cuyos beneficios regularmente se expresan por el nivel efectivo de satisfacción por parte de los usuarios de cada proyecto.

ANTECEDENTES

Como consecuencia del acelerado crecimiento que tienen las comunidades rurales, simultáneamente, va en aumento permanente la necesidad de construir o ampliar las redes de alcantarillado sanitario, esto con la finalidad de disminuir los índices de enfermedades relacionadas con las aguas negras cuando éstas no son

¹ Profesores de la Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Chiapas. Emails: jcvillatoro@prodigy.net.mx, fcaballe@hotmail.com, zebaduaunach@gmail.com, leo-her-val@hotmail.com

desalojadas a través de un drenaje adecuado. Pero los recursos económicos de que disponen los gobiernos son generalmente cada vez más escasos, es por ello muy necesario evaluarlos desde una perspectiva de Beneficio/Costo, buscando siempre obtener el mayor beneficio para las comunidades.

METODOLOGÍA

Esta investigación consistió en identificar proyectos de alcantarillado sanitario ubicados en distintas regiones en el estado de Chiapas, buscando en ellos información acerca del costo del proyecto, número de habitantes y las enfermedades que predominan en cada comunidad y una vez obtenida dicha información se ordenó como se indica en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Proyectos de alcantarillado sanitario identificados

No	Nombre del proyecto	Ubicación	Costo	No. de habit.	Enfermedades
1	Drenaje sanitario	Ejido Agua Prieta, mpio. de la Concordia	1 527 836	1,752	Diarreicas
2	Ampliación drenaje sanit.	Amatenango del Valle	1 852 202	8,728	Diarreicas Agudas
3	Ampliación del sistema de alcantarillado sanitario	Las margaritas, municipio de las Margaritas	5 300 000	20,786	Infecciosas intestinales
4	Alcantarillado sanitario 1ª y 2ª etapa	Ejido Francisco Villa, mpio. Villaflores	1 492 935	1,271	Diarreicas
5	Obra de alcantarillado	Venustiano Carranza, municipio de la Independencia, Chiapas.	50 540 982	5,081	Diarreicas, fiebre tifoidea, poliomieltis.
6	Cambio de tubería de la red de alcantarillado sanitario	Ejido Lázaro Cárdenas, Arriaga, Chiapas.	828 656	1,123	Infecciosas intestinales y afecciones respiratorias agudas.
7	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario	Col. Emiliano Zapata. Tuxtla Gutiérrez	5 810 806	6,365	Tifoidea, poliomieltis, meningitis.
8	Rehabilitación de drenaje sanitario.	Localidad. Barrio Santa Cruz, Berriozábal	436 353	900	Parasitosis Ambibiasis salmonelosis
9	Alcantarillado de la localidad de Betania	Localidad Betania mpio. de Teopisca	12 330 759	2,854	Dolor de estómago Salmonelosis Diarrea

Fuente: elaboración propia.

Para empezar a distinguir diferencias de viabilidad de los proyectos, se tomó como punto de partida el costo por cada persona que recibe el beneficio de cada proyecto cuyos resultados son los indicados en tabla 2 e ilustrados en la figura 1, donde se aprecia que existe una gran variedad de costos; y al hacer una revisión de los conceptos de obra, se concluye en que estas diferencias se deben a las distintas condiciones físicas y geográficas de las comunidades, es decir cuando éstas están muy lejanas y con dificultades para transportar los materiales, los costos aumen-

tan considerablemente, o bien, si el tipo de material sobre el que se alojan las estructuras son difíciles de excavar, o bien, debido a las condiciones topográficas que muchas veces presentan grandes dificultades para realizar las excavaciones cuando es muy accidentada, haciendo que los volúmenes crezcan, entre otras condiciones.

Tabla 2. Costo por habitante de los proyectos

Nombre	No. habitantes	Costo/habitante
Agua Prieta	1,752	872
Amatenango del Valle	8,728	212
Las Margaritas	20,786	255
Francisco Villa	1,271	1175
Venustiano Carranza	5,081	9947
Lázaro Cárdenas	1,123	738
Emiliano Zapata	6,365	913
Barrio Santa Cruz	900	485
Betania	2,854	4321

Fuente: elaboración propia.

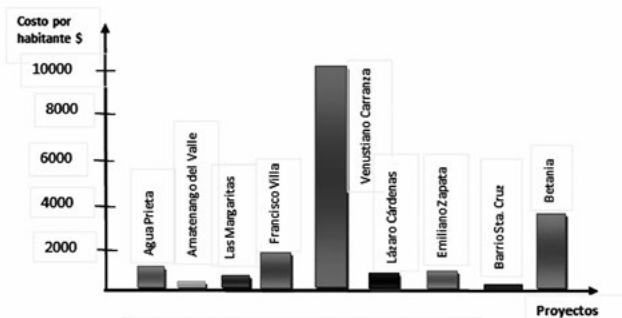


Figura 1. Costo por habitante en cada proyecto

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de la Relación Beneficio/Costo

En el presente análisis se calcularon los costos anuales totales que supondría lograr en todo un cierto número de metas seleccionadas. Los costos totales se calcularon como la suma de todos los recursos necesarios para poner en marcha y mantener las intervenciones. Se incluyeron los costos de inversión en la planificación y construcción de infraestructuras, así como los costos recurrentes de operación y mantenimiento, supervisión y reglamentación. Los costos totales fueron

anualizados a fin de obtener un costo final por intervención y año, basado en la vida útil de la tecnología utilizada.

Se tomó como modelo para el análisis de costo-beneficio el proyecto de la comunidad "Betania", ubicada en el municipio de Teopisca, Chiapas, comunidad en la que se logró obtener mayor información relacionadas con las enfermedades y la frecuencia en las que se presentan, cuyos datos actuales son los siguientes:

- Número de habitantes 2854
- Costo del proyecto \$12 330 759
- Enfermedades más frecuentes: Dolor de estómago, diarrea y salmonella

De acuerdo a entrevistas realizadas en la clínica de campo del Sector Salud del estado de Chiapas, ubicada dentro de la comunidad, se obtuvieron los datos de enfermedades, los medicamentos y costos, indicados en la siguiente tabla 3, en ella se incluyen el número de casos que se presentaron en el año 2015.

Tabla 3. Enfermedades de la comunidad de Betania, municipio de Teopisca, Chiapas.

Enfermedad	Medicamento	Precios de medicamentos	Núm. de personas enfermas al año	Costo anual
Dolor de estómago	Ibuprofeno	\$50.00	6,884	\$344,200.00
Diarrea	Omeprazol	\$116.00	2,193	\$254,388.00
Salmonella	Ceftriaxona	\$181.00	876	\$158,556.00

Fuente: elaboración propia.

Para conocer los verdaderos beneficios que proporciona un proyecto, es necesario considerar la situación sin proyecto, esto es, si no se hiciera la inversión, así también hay que tomar en cuenta el crecimiento de las comunidades, derivado de ello, el número de enfermedades aumenta en el mismo porcentaje o aún en porcentaje mayor. Para este análisis se consideró una tasa de crecimiento poblacional anual del 4.74% (INEGI, 2010) y para los costos de medicamentos y consultas del 8% anual y, considerando un horizonte de 15 años, se obtuvieron los datos indicados en las tablas 4, 5 y 6, que en total dio un costo de \$49 792 763, esta cantidad es lo que se tendría que gastar en situación sin proyecto.

Tabla 4. Dolor estomacal

Año	Caso	Costo medicamentos	Costo consultas	Costo anual
2016	6884	50	30	550,720
2017	7210	54.00	32.40	622,970
2018	7552	58.32	34.99	704,699
2019	7910	62.99	37.79	797,150
2020	8285	68.02	40.81	901,729
2021	8678	73.47	44.08	1,020,029
2022	9089	79.34	47.61	1,153,849
2023	9520	85.69	51.41	1,305,224
2024	9971	92.55	55.53	1,476,459
2025	10444	99.95	59.97	1,670,159
2026	10939	107.95	64.77	1,889,270
2027	11457	116.58	69.95	2,137,127
2028	12000	125.91	75.55	2,417,501
2029	12569	135.98	81.59	2,734,658
2030	13165	146.86	88.12	3,093,424
2031	13789	158.61	95.17	3,499,256
				Suma \$25 974 225

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Diarrea

Año	Número de casos	Costo Medicamento	Costo consulta	Costo anual
2016	2,193	116	30	320,178
2017	2,297	125.28	32.40	362,183
2018	2,406	135.30	34.99	409,698
2019	2,520	146.13	37.79	463,447
2020	2,639	157.82	40.81	524,248
2021	2,764	170.44	44.08	593,025
2022	2,895	184.08	47.61	670,825
2023	3,033	198.80	51.41	758,832
2024	3,176	214.71	55.53	858,385
2025	3,327	231.88	59.97	970,998
2026	3,485	250.44	64.77	1,098,385
2027	3,650	270.47	69.95	1,242,485
2028	3,823	292.11	75.55	1,405,489
2029	4,004	315.48	81.59	1,589,878
2030	4,194	340.71	88.12	1,798,457
2031	4,393	367.97	95.17	2,034,400
				Suma \$15 100 914

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Salmonella

Año	Número de casos	Costo Medicamento	Costo consulta	Costo anual
2016	876	181	30	181,836
2017	918	195.48	32.40	209,085
2018	961	211.12	34.99	236,515
2019	1,007	228.01	37.79	267,544
2020	1,054	246.25	40.81	302,643
2021	1,104	265.95	44.08	342,348
2022	1,157	287.22	47.61	387,261
2023	1,211	310.20	51.41	438,067
2024	1,269	335.02	55.53	495,538
2025	1,329	361.82	59.97	560,548
2026	1,392	390.77	64.77	634,088
2027	1,458	422.03	69.95	717,275
2028	1,527	455.79	75.55	811,376
2029	1,599	492.25	81.59	917,822
2030	1,675	531.63	88.12	1,038,233
2031	1,755	574.16	95.17	1,174,441
				Suma \$8 717 624

Fuente: elaboración propia

Tabla 7 Valor presente VP de los costos de las enfermedades

Año/Enfermedades	Dolor de estómago	Diarrea	Salmonella
Año	VP	VP	VP
0	550720	320178	184836
1	576824	335354	193597
2	604166	351250	202774
3	632803	367899	212385
4	662798	385338	222452
5	694215	403603	232997
6	727120	422734	244041
7	761586	442771	255608
8	797685	463759	267724
9	835495	485741	280414
10	875098	508765	293706
11	916577	532880	307627
12	960023	558139	322209
13	1005528	584595	337481
14	1053190	612305	353478
15	1103111	641328	370233
Costo parcial	12756939	7416639	4281562
Costo total de las tres enfermedades = \$ 24 455 140			

Fuente: elaboración propia

RESULTADO

Con el hecho de construir el proyecto las enfermedades no se erradican en su totalidad sino más bien, su contribución consiste en disminuir en cierto porcentaje las enfermedades, por lo tanto para el caso particular, se espera que el proyecto de Betania, contribuya en disminuir un 60% las enfermedades, y por consecuencia el mismo porcentaje se deben aplicar los beneficios del proyecto, esto conduce a reducir la suma total del valor presente de \$ 24 455 140 de la tabla 7 a \$14 673 084; y con el costo de construcción del proyecto indicado en la tabla 1 se logró obtener la relación B/C de éste proyecto resultando de

$$\frac{B}{C} = \frac{14673084}{12330759} = 1.189$$

Y de acuerdo a esta técnica de evaluación, al obtener una relación B/C > 1, significa que el proyecto es factible y se debe aceptar. Situaciones similares deben suceder en los demás proyectos para justificar su factibilidad económica.

DISCUSIÓN

Los proyectos de alcantarillado sanitario, además de reducir las enfermedades proporcionan muchos otros beneficios, unos fácilmente identificables y cuantificables y otros difíciles de identificar y cuantificar. Por ejemplo, mejoran la plusvalía de casas y terrenos, contribuyen en evitar la construcción de letrinas, facilitan eliminar las aguas jabonosas de las viviendas, escuelas, negocios, etc., que antes de la instalación del drenaje las descargaban a las calles. Favorecen en disminuir la proliferación de insectos y malos olores. Evitan que animales domésticos y de producción estén en contacto directo con las excretas, disminuyendo con ello enfermedades como la cisticercosis. Contribuyen en el mejoramiento de imagen de las calles, favorecen el cambio paulatino de hábitos de aseo de las comunidades.

Como podemos apreciar estos beneficios son intangibles y difíciles de cuantificar, pero se reflejan al proporcionar una mejor calidad de vida, beneficios inherentes al proyecto, y no le podemos asignar valor monetario, pero deben ser incluidos, siempre que sea posible, en todo análisis de costos y beneficios.

CONCLUSIONES

Los fondos totales necesarios para financiar alcantarillado sanitario y saneamiento en su conjunto son difíciles de estimar y pueden variar ampliamente según la metodología utilizada y los supuestos de partida. Cualquier cálculo de este tipo de proyectos presenta muchas incertidumbres y carecen de una considerable cantidad de datos. Así también, las decisiones para invertir deben ser fundamentadas y razonadas, es por ello imprescindible realizar una evaluación económica bien fundada en las opciones disponibles y esto permitirá a las instancias encargadas de tomar las decisiones preferir invertir en opciones cuyos beneficios totales superen los costos totales. Así también, para mejorar la relación beneficio/costo de los proyectos se debe, invertir, cuidar y mantener las redes de desalojo y saneamiento, a fin de que prolonguen su función de manera efectiva. En otro sentido, los gobiernos y la sociedad deben preocuparse más para disminuir la brecha existente entre la cobertura de las redes de abastecimiento de

agua y las redes de alcantarillado sanitario, ya no se debe aceptar pensar en alcantarillado si no se integra también el tratamiento adecuado.

Refiriéndonos nuevamente al proyecto de Betania, si éste se le proporciona el mantenimiento adecuado, su horizonte de vida útil puede aumentar a 20 años o más, y esto mejoraría los beneficios, consecuentemente su relación de Beneficio/Costo mejoraría ampliamente.

REFERENCIAS

- Comisión Nacional del Agua (2007). Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas. México. CNA.
- Coss Bu, R. (1997) Análisis y evaluación de proyectos de inversión. México: Limusa Noriega editores.
- Fontaine, E. R. (2000). Evaluación Social de Proyectos. Bogotá: Alfaomega.
- Inegi (2016) Censo de población y vivienda 2010. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>
- Morín Maya, E. (2009). Principios y Aplicaciones del Análisis del Costo-Beneficio. México: PIAPEM.
- Valdés, M. (2009) Modelos de Evaluación de proyectos Sociales. Recuperado de: http://www.mapunet.org/documentos/mapuche/modelos_evaluacion.PDF.

LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

Por acuerdo del Comité Científico y Consejo Editorial de la Facultad de Ingeniería se establecieron los Lineamientos Generales para la publicación de artículos técnicos de la Revista Pakbal. Lo anterior, con la finalidad de normar la metodología para su elaboración y presentación. Los artículos se clasifican de la siguiente manera:

ARTÍCULOS PROPIOS

(Reportaje de investigación, ensayo etc. máximo 10 cuartillas)

Metodología:

- Resumen (máximo 150 palabras)
- Palabras clave: (máximo 5)
- Abstract
- Introducción y/o antecedentes
- Método o análisis
- Resultado
- Discusión
- Conclusiones y/o recomendaciones
- Referencias
- Letra Arial 11 pts, interlineado sencillo

ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE

(Tipos antologías, análisis controversial, de temas con relevancia actual, desarrollo de un método, comparación de alternativas, etc. máximo 5 cuartillas)

Metodología:

- Resumen (máximo 150 palabras)
- Palabras claves: (máximo 5)
- Abstract
- Introducción al tema
- Desarrollo del Análisis
- Discusión
- Conclusiones
- Referencias
- Letra Arial 11pts, interlineado sencillo

NOTA: En los artículos deberán referenciar tablas y figuras (gráficas, imágenes, fotografías, etc.)

En cuanto a figuras: utilizar pie de foto como referencia, buena resolución y a escala de grises, en formato JPG o TIFF.

El autor del artículo deberá proporcionar su formación académica y correo electrónico.

Te invitamos a que conozcas la

GACETA



PAKBAL



Órgano Digital Informativo de la Facultad de Ingeniería

Encuéntrala en:



- EDITORIAL INGENIERIA UNACH
- FACULTAD DE INGENIERÍA UNACH



- WWW.INGENIERIA.UNACH.MX



- GACETA PAKBAL

FACULTAD DE
INGENIERÍA



INVITA A EGRESADOS A TITULARSE PRESENTANDO EL

EXAMEN CENEVAL EGEL 2017

ACÉRCATE A LA FACULTAD DE INGENIERÍA
Y PREGUNTA POR LAS PRÓXIMAS FECHAS DE APLICACIÓN

MAYORES INFORMES:

Comunicarse a los tels. 01(961) 5 03 22 y 5 05 27
con la Lic. Carolina Vázquez Martínez, Ivon J. Lara Vázquez o consulta la página
www.ingenieria.unach.mx
www.registroenlinea.ceneval.edu.mx/RegistroLinea/indexcerrado.php
www.ceneval.edu.mx
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.



OFRECE SUS SERVICIOS

en:



SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD



- Análisis de agregados inertes (arena y grava) para concreto hidráulico y mortero hidráulico.
- Cálculo de proporcionamiento
- Pruebas de desgaste
- Ruptura de especímenes de concreto
- Ruptura de especímenes de mortero hidráulico
- Análisis de materiales para terracerías subrasantes
- Análisis de materiales pétreos para revestimiento, sub-bases hidráulicas y carpeta asfáltica (varillas corrugadas de 1", 3/4", 5/8", 1/2", 3/8" y 5/16")
- Ruptura de bloques sólidos, adoquines, etc.
- Estudios destructivos y no destructivos en concreto endurecido

SERVICIOS TOPOGRÁFICOS



- Líneas de control GPS (método estático).
- Levantamientos con equipo GPS en el sistema RTK.
- levantamientos para proyectos de carreteras agua potable, topohidráulicos, agrimensura, etc.
- Deslindes y configuración de terrenos.

MAESTRÍA EN INGENIERÍA

Con opción terminal en:
- CONSTRUCCIÓN
- CALIDAD DEL AGUA
- HIDRÁULICA

Con nuevos ejes de formación en:
- ESTRUCTURAS
- GEOTECNIA
- VÍAS TERRESTRES

INFORMES E INSCRIPCIONES:
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
Correo electrónico: maestriaingenieria_unach@hotmail.com
Teléfono y Fax: (01961) 6150322, 6150527 ext 107

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MATEMÁTICA EDUCATIVA

DR. HIPÓLITO HERNÁNDEZ PÉREZ
Coordinador de la Maestría
Tel: 6150322 y 6150527 ext 107
correo: matematica.educativa@unach.mx



ESPECIALIDAD EN DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS

PROGRAMA CONSOLIDADO EN EL PNPC-CONACyT

INFORMES

FACULTAD DE INGENIERÍA / EDIFICIO DE POSGRADO
DR. HIPOLITO HERNÁNDEZ PÉREZ / COORDINADOR
especialidad_matematica_educativa_unach@hotmail.com
tel: 01(961)6150322 y 61 5 05 27