

# Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

LM-PI-UP-03-2016

## **PROPUESTA DE PLAN DE CAPACITACIÓN EN INVENTARIO, EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE ESTRUCTURAS DE PUENTES**

Preparado por:  
**Unidad de Puentes**

San José, Costa Rica  
06 de mayo de 2016



Documento generado con base en el Art. 6 de la Ley 8114 y lo señalado  
Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto  
DE-37016-MOPT.

<b>1. Informe:</b> LM-PI-UP-03-2016		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> PROPUESTA DE PLAN DE CAPACITACIÓN EN INVENTARIO, EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE ESTRUCTURAS DE PUENTES		<b>4. Fecha del Informe</b> 05 de mayo de 2016
<b>5. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>6. Notas complementarias</b> Ninguna		
<b>7. Resumen</b> Este documento contiene la propuesta de un plan de capacitación en inventario, evaluación de la condición y administración de estructuras de puentes. Su objetivo es dotar al personal de planta del MOPT-CONAVI del conocimiento y herramientas tecnológicas necesarias para alimentar la base de datos del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP) y llevar a cabo la gestión del inventario de puentes de la red vial nacional.		
<b>8. Palabras clave</b> Capacitación, Puentes, Red Vial Nacional, Inventario, Gestión, Evaluación, SAEP	<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 14
<b>11. Informe por:</b> Ing. Esteban Villalobos Vega Unidad de Puentes  <b>Fecha:</b> 28/04/2016	<b>12. Informe por:</b> Ing. Silvia Vargas Barrantes Unidad de Puentes  <b>Fecha:</b> 02/05/2016	
<b>13. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  <b>Fecha:</b> 05/05/2016	<b>14. Revisado por:</b> Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Puentes  <b>Fecha:</b> 05/05/2016	<b>15. Aprobado por:</b> Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA  <b>Fecha:</b> 06/05/2016

## TABLA DE CONTENIDO

1.	<b>NOMBRE DEL PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
2.	<b>DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>4</b>
3.	<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
4.	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
5.	<b>ENTREGABLES, ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS .....</b>	<b>7</b>
6.	<b>COSTOS .....</b>	<b>14</b>
7.	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>14</b>

## 1. NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de plan de capacitación en inventario, evaluación de la condición y administración de estructuras de puentes.

## 2. DESCRIPCIÓN

El proyecto pretende dotar a los administradores viales del CONAVI u otro personal de planta de la administración, del conocimiento y herramientas tecnológicas necesarias para llevar a cabo la introducción de datos (inicial y periódica) en el SAEP y la gestión del inventario de puentes que cada uno administra de acuerdo a la zona geográfica o ámbito de competencia. El plan de capacitación propuesto consta de dos fases principales: una teórica y otra práctica.

La fase teórica consiste de una capacitación que será impartida remotamente por medio de una plataforma virtual. Comprende los temas de inventariado, evaluación y administración de estructuras de puentes. El contenido incluye la presentación de los distintos componentes de un puente, su clasificación, conceptos de ingeniería estructural y de materiales, el comportamiento esperado de los puentes dependiendo de su tipo y del material que lo compone, daños esperados, formas de identificar visualmente estos daños, entre otros temas de mucho interés como por ejemplo, una introducción a los conceptos de gestión de puentes a nivel de red estratégica.

La fase práctica consiste de 4 sesiones presenciales donde se capacitará a los participantes en el manejo y almacenamiento de los datos obtenidos de las inspecciones, uso de herramientas informáticas para la evaluación de puentes existentes en sitio y la introducción de la información en el Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP).

La fase práctica también contempla un acompañamiento técnico en sitio para la evaluación de varias estructuras de puentes pertenecientes a cada zona en particular y previamente definidas, así como una clase guiada para incorporar dicha información en el SAEP. En estas inspecciones se pondrán en práctica y se evaluarán todos los conocimientos adquiridos durante el plan de capacitación.

El presente documento describe por lo tanto los requerimientos técnicos, logísticos y presupuestarios de referencia para llevar a cabo el plan propuesto de capacitación nacional en inventario, evaluación de la condición y administración de estructuras de puentes. La información a entregar agilizará de manera eficiente la construcción de las bases de datos del inventario de puentes de la administración, el cual es un insumo primordial para la toma de decisiones dentro del marco un sistema de gestión de puentes y uso eficiente de los recursos.

### 3. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con el inventario de puentes del LanammeUCR, existen 1395 puentes en rutas principales, secundarias y terciarias de la Red Vial Nacional (Muñoz-Barrantes, et al, 2016). Sin embargo, a la fecha el MOPT aún no cuenta con información del estado del 100% de estas estructuras (el porcentaje de puentes introducidos al SAEP es de 23% a mayo de 2016). Sin embargo, el proceso de alimentación de la base de datos del programa informático SAEP inició hace ya 9 años.

El panorama descrito en el párrafo anterior dificulta el desarrollo de un sistema de gestión de puentes que permita administrar de manera eficiente estos activos, ya que para tomar decisiones sobre la acciones a ejecutar es necesario primero conocer el patrimonio y la condición en que se encuentra. Como se puede ver, al día de hoy no se cuenta con esa información básica completa.

Es acá donde se vuelve muy importante capacitar al personal del MOPT-CONAVI encargado del tema de infraestructura de puentes, no sólo en lo que respecta a la inspección visual de inventario y daño de estructuras existentes, sino además en la determinación de su condición para la toma posterior de decisiones y en temas de gestión que adicionalmente deben ser tomados en cuenta.

El vertiginoso desarrollo tecnológico característico de la época actual posiciona a la tecnología como una herramienta fundamental en la mejora de procesos, y la inspección de puentes no escapa a esta realidad. La Unidad de Puentes del LanammeUCR ha trabajado en el desarrollo de herramientas tecnológicas que apoyan la labor de inspección de puentes:

guían al inspector en la recolección de información en campo, aseguran la calidad e integridad de dicha información y disminuyen la subjetividad en las evaluaciones de daño al establecer criterios visuales de clasificación de deterioros. Adicionalmente, al disminuir el uso de papel (tanto en sitio como en las oficinas de trabajo), permite reducir la huella de carbono del proceso de inspección de puentes. Finalmente, el manejo digital de la información permite su respaldo en bases de datos, asegurando que esta no se perderá, será fácil de encontrar e incluso puede estar disponible en red para ser consultada por usuarios específicos o por el público en general.

#### 4. OBJETIVOS

##### 4.1. General

Capacitar al personal de planta del MOPT-CONAVI, tales como ingenieros de zona del CONAVI o administradores viales, en evaluación de puentes existentes y como usuarios registradores o usuarios aprobadores calificados del programa informático SAEP, según corresponda dentro del rol que para estos efectos defina la Administración.

##### 4.2. Específicos

- Iniciar un proceso autónomo, técnico, y ordenado de inventariado y evaluación de de estructuras de puentes de la red vial nacional.
- Capacitar en el uso de las herramientas tanto tecnológicas como de conocimiento que permitan llevar a cabo una evaluación visual exhaustiva, uniforme, no subjetiva y técnicamente fundamentada de los puentes existentes de la red vial nacional.
- Establecer los conceptos que permitan plantear criterios de priorización y una mejor atención de estas estructuras en el marco de la optimización de los fondos públicos.
- Con la incorporación de personal de planta capacitado y calificado, promover el desarrollo de competencias propias de la Administración como responsables

directos de gestionar el recurso “puentes”. La creación de competencias es coherente con el plan original JICA y promueve el uso óptimo de los fondos públicos.

## 5. ENTREGABLES, ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS

El país está dividido en 22 zonas. Se propone abrir una única promoción en la fase teórica y 10 promociones de capacitación en la fase práctica, agrupando las zonas por regiones de afinidad geográfica. El número de personas de cada promoción dependerá del número de personas que la Administración defina como participantes del plan de capacitación.

El plan de capacitación propuesto consta de una primera fase teórica y una segunda fase práctica, las cuales se explican a continuación.

### 5.1 Fase teórica

#### 5.1.1. Descripción

Capacitación que será impartida remotamente por medio de una plataforma virtual donde los participantes podrán tener acceso a lecciones interactivas. El participante determinará su propia asignación de tiempo para el estudio de las lecciones con base en el cronograma establecido (ver Cuadro 1).

En promedio cada lección tiene una duración de 30 minutos. Se sugiere una dedicación de estudio de 8 horas por semana.

#### 5.1.2. *Objetivo general:*

- Introducir los conceptos básicos de la inspección de puentes y establecer los fundamentos para cursos de inspección avanzada.

- 

#### 5.1.3. *Objetivos específicos:*

- Explorar los antecedentes de la Administración de Puentes en Costa Rica y conocer los elementos básicos de un Programa de Inspección de Puentes.
- Identificar los componentes y elementos principales de un puente, así como los distintos tipos de puentes que existen.
- Describir algunos conceptos básicos de mecánica de materiales y mecánica estructural para entender el comportamiento de un puente ante la aplicación de carga.
- Establecer los pasos y reglas generales para llevar a cabo una inspección de puentes de forma segura, efectiva y eficiente.
- Exponer los tipos de daños que podrían encontrarse en un puente según el elemento y la clase de material del que se compone.
- Explicar los principios básicos de funcionamiento del SAEP.
- Establecer los lineamientos básicos de un informe de inspección y de la evaluación de la condición de los puentes (Muñoz-Barrantes, et al, 2015).

#### 5.1.4. *Contenido temático y cronograma*

El contenido temático se subdivide en dos módulos principales. La fase teórica puede completarse en 5 semanas, según se propone en el Cuadro 1.



**Cuadro 1.** Contenido temático y propuesta de cronograma de la fase teórica del plan de capacitación.

<b>MÓDULO 1. CONCEPTOS BÁSICOS DE INSPECCIÓN DE PUENTES</b>	
<b>SEMANA 1</b>	<b>Tema 1. Administración de Puentes en Costa Rica</b> Lección 1. Antecedentes Lección 2. Programa de Inspección de Puentes
	<b>Tema 2. Elementos de un puente</b> Lección 1. Tipos de puentes y componentes Lección 2. Superestructura – Tableros Lección 3. Superestructura – Elementos principales y secundarios Lección 4. Apoyos
<b>SEMANA 2</b>	<b>Tema 2. Elementos de un puente</b> Lección 5. Pilas y bastiones Lección 6. Cimentaciones Lección 7. Accesorios y accesos de aproximación Lección 8. Alcantarillas
	<b>Tema 3. Mecánica de puentes</b> Lección 1. Cargas en puentes Lección 2. Respuesta del puente ante cargas Lección 3. Respuesta del material ante cargas Lección 4. Clasificación de tramos y tipos de redundancia
<b>SEMANA 3</b>	<b>Tema 4. Materiales para puentes</b> Lección 1. Propiedades y productos de concreto Lección 2. Propiedades y productos de acero
	<b>Tema 5. Inspecciones seguras</b> Lección 1. Manejo temporal de tráfico Lección 2. Importancia de la seguridad
	<b>EVALUACIÓN DEL MÓDULO 1</b>

**Cuadro 1.** Contenido temático y propuesta de cronograma de la fase teórica del plan de capacitación  
(Continuación).

MÓDULO 2. DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN	
<b>SEMANA 4</b>	<b>Tema 1. Preparación de la inspección</b> Lección 1. Preparativos de una inspección Lección 2. Métodos de acceso
	<b>Tema 2. Tipos de daños</b> Lección 1. Deficiencias del concreto y métodos de inspección Lección 2. Deficiencias del acero y métodos de inspección Lección 3. Daños típicos en la subestructura Lección 4. Socavación
<b>SEMANA 5</b>	<b>Tema 3. EL SAEP</b> Lección 1. Principios de funcionamiento del SAEP
	<b>Tema 4. Informe de inspección</b> Lección 1. Informe de inspección Lección 2. Metodología para la determinación de la condición estructural en puentes mediante inspección visual para Costa Rica
	<b>EVALUACIÓN DEL MÓDULO 2</b>

#### 5.1.5. Evaluación

- Esta fase es evaluada mediante dos exámenes (uno por cada módulo) donde el participante debe demostrar el conocimiento adquirido.
- Los exámenes se realizarán en línea por medio de la plataforma virtual.
- El participante posee tres intentos para aprobar cada examen. Debe aprobar ambos exámenes con una nota mínima de 80 para aprobar la fase teórica del plan de capacitación.
- Aprobar la parte teórica es requisito para llevar la siguiente fase práctica.

#### 5.1.6. Requisitos tecnológicos

- Computadora con acceso a internet de al menos 1-2 MB
- Explorador de internet (*Google Chrome* o *Mozilla Firefox*)
- Sistema de audio en el computador

## 5.2 Fase práctica

### 5.2.1. Descripción

- Sesiones presenciales que serán impartidas en las instalaciones del LanammeUCR y en puentes en servicio previamente determinados.
- Incluye un entrenamiento en la introducción de información de inspecciones en el SAEP, así como la presentación de otras herramientas informáticas de apoyo tanto para la inspección de puentes en sitio como para la administración de información en una base de datos.
- Se incluye una gira de inspección en campo con el fin de brindar acompañamiento técnico en la evaluación de estructuras de puentes de cada zona en particular y previamente definidas.

### 5.2.2. Objetivo general:

- Poner en práctica los conceptos aprendidos durante la fase teórica con el apoyo de herramientas tecnológicas para la inspección de puentes y administración de información.

### 5.2.3. Objetivos específicos:

- Capacitar en la introducción de información a la base de datos del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP).
- Presentar la aplicación móvil InspectorUP creada por el LanammeUCR como herramienta para la labor de inspección de puentes en sitio y el módulo web de la aplicación móvil como herramienta para el manejo, almacenamiento y respaldo digital de la información obtenida en las inspecciones.
- Realizar una gira de inspección a puentes de la región donde se pondrá en práctica el conocimiento adquirido durante todo el plan de capacitación.

#### 5.2.4. Contenido temático y cronograma

La fase práctica se compone de 4 sesiones presenciales, según se propone en el Cuadro 2. Se propone que la duración de las 3 primeras sesiones sea de 3 semanas de manera tal que se imparta 1 sesión por semana. La duración total de esta fase es 5 semanas.

**Cuadro 2.** Contenido temático y propuesta de cronograma de la fase práctica del plan de capacitación

<b>SESIÓN 1: Capacitación</b>	<b>Mañana</b> Lección 1. Formulario de inspección de inventario Lección 2. Formulario de inspección rutinaria Lección 3. Uso de la aplicación móvil InspectorUP para inspecciones en sitio.
	<b>Tarde</b> Ejemplo de inspección virtual de un puente e introducción de datos en el SAEP: Inventario y rutinaria.
<b>SESIÓN 2: Práctica virtual</b>	<b>Todo el día</b> Práctica de inspección virtual de un puente e introducción de datos en el SAEP: Inventario y rutinaria.
<b>SESIÓN 3: Práctica en sitio</b>	<b>Mañana</b> Gira de inspección a puente de la región.
	<b>Tarde</b> Llenado de datos en SAEP de la gira: Inventario y rutinaria.
<b>SESIÓN 4: Evaluación final</b>	<b>Sesión final</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los estudiantes tendrán dos semanas para de forma independiente inspeccionar puentes previamente establecidos e introducir los datos en el SAEP: Inventario y rutinaria.</li> </ul>

#### 5.2.5. Evaluación

- Datos introducidos en el SAEP durante práctica en clase (Sesión 2): 20%. Durante la semana siguiente se les pasará a los estudiantes la revisión de la práctica para retroalimentación.
- Datos introducidos en el SAEP durante práctica en sitio (Sesión 3): 20%. Durante la semana siguiente se les pasará a los estudiantes la revisión de la práctica para retroalimentación.
- Datos introducidos en el SAEP durante sesión final (Sesión 4): 60%. Durante esta evaluación se castigará fuertemente la duplicidad de fotografías de inventario y daño entre los participantes.

El participante debe aprobar una nota mínima de 80 para aprobar la fase práctica del plan de capacitación.

#### 5.2.6. Requisitos tecnológicos

- Computadora con acceso a internet de al menos 1-2 MB
- Explorador de internet (*Google Chrome* o *Mozilla Firefox*)
- Preferible pero no obligatorio: Tableta electrónica de 7" o 10" con sistema operativo Android.

## 6. COSTOS

El costo de la capacitación se definirá según los lineamientos del LanammeUCR para capacitación de acuerdo con la Ley 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L. G., Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., et al. (2015). *Actualización de los criterios para la evaluación visual de puentes LM-PI-UP-05-2015*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.

Muñoz-Barrantes, J., et al. (2016). *Información de inventario para puentes en la red vial nacional de Costa Rica LM-PI-UP-02-2016*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.