

**IAG184-07-2013**  
**PROCESO SISTEMATIZADO PARA EL CONTROL DE PROYECTOS EN**  
**TIEMPO REAL**  
**SISTEMATIZADO PROCESSO DO CONTROLE DO PROJECTOS EM**  
**TEMPO REAL**

Efraín Antonio de León Mendoza et al (\*)  
(\*)Gabriel Berditchevsky  
Pablo José Rivera Méndez  
Isaías España Pixtún  
Edgar Ronaldo García Marroquín  
Gisystems  
Guatemala, Guatemala  
[edeleonmendoza@hotmail.com](mailto:edeleonmendoza@hotmail.com)

## **Resumen**

El conocimiento, la rapidez en el acceso a la información y la veracidad de la misma, son elementos fundamentales para que la toma de decisiones de la alta gerencia durante el desarrollo de los proyectos de construcción pueda ser efectiva y eficiente, de manera de minimizar los riesgos y maximizar los beneficios.

Actualmente, los procedimientos de captura y verificación de la información de campo, todavía llevan en ciertos lugares el traspaso de los datos desde formatos escritos en papel a planillas electrónicas en hojas de cálculo y su ingreso en base de datos no relacionadas desde donde se accede a la información y se preparan los informes de obra.

Estos procesos son lentos, y a veces conllevan errores involuntarios al ser ingresados manualmente en las hojas de cálculo generalmente por personal ajeno al trabajo de campo y que solo hace la tarea de digitalización. El proceso de generación de informes también se vuelve lento y tedioso ya que la información no siempre se tiene ordenada aun cuando se almacena en computadoras personales y no en bases de datos relacionadas.

Con el fin de darle una mayor dinámica al traspaso de la información y que la misma asegure un grado de confianza en su veracidad que permita la toma de decisiones en forma rápida, precisa y sin lugar a dudas, se presenta un proceso sistematizado de Control de Proyectos en tiempo real, el cual ha sido probado en proyectos individuales de rehabilitación y reconstrucción vial así como también en el control y monitoreo de multiproyectos de mantenimiento y rehabilitación vial.

## **Resumo**

O conhecimento, a rapidez no acesso a informação e a veracidade da mesma, são elementos fundamentais para que a tomada de decisões da alta gerência durante o desenvolvimento dos

projetos de construção possa ser efetiva e eficiente, de maneira a minimizar os riscos e maximizar os benefícios.

Atualmente, os procedimentos de captura e verificação da informação de campo ainda levam em certos lugares o transpasso dos dados desde formatos escritos em papel a planilhas eletrônicas em folhas de calculo e seu ingresso na base de dados não relacionadas desde onde se acessa a informação e se preparam os relatórios de obra.

Estes processos são lentos e às vezes levam a erros involuntários ao ser ingressados manualmente em folhas de calculo geralmente por pessoal alheio ao trabalho de campo e que faz unicamente a tarefa de digitação. O processo de geração de relatórios também se põe lento e tedioso já que a informação não sempre se tem ordenada ainda quando se armazena em computadores pessoais e não em base de dados relacionadas.

Com a finalidade de dar uma dinâmica maior ao transpasso da informação e que a mesma assegure um grau de confiança em sua veracidade que permita a tomada de decisões de forma rápida, precisa e sem lugar a dúvidas, apresenta-se um processo sistematizado de Controle de Projetos em tempo real, o qual foi provado em projetos individuais de reabilitação e reconstrução viária assim como também no controle e controle de multiprojetos de manutenção e reabilitação viária.

## **INTRODUCCION**

La ingeniería vial dentro de sus múltiples aplicaciones tiene el quehacer de la planificación, la programación, la ejecución y el control de la construcción de los proyectos; así como su posterior retroalimentación para comenzar el ciclo otra vez. Esto ha motivado la necesidad de

contar con procesos sistematizados de recabo, análisis, procesamiento y de reporte de la información que permiten la toma de decisiones oportunas relacionadas a cada una de las fases descritas anteriormente. Dentro de este contexto, los controles de obra relacionados con el avance de cada una de las actividades de trabajo, de la calidad de las mismas, apoyan a los ingenieros en la toma de decisión en forma rápida y eficiente, frente a los problemas que surgen a diario.

Para ello, el supervisor y los directores de obras deben contar con un sistema de información actualizada, que permita visualizar en tiempo real, lo que acontece en la obra. Cuanto la información sea más descriptiva, actualizada, y pueda ubicarse físicamente en un plano, esta será más verídica, y minimizara los riesgos en la toma de decisiones ya que será sobre la base de información fidedigna en tiempo real..

Con ese fin, se ha desarrollado un sistema de control y monitoreo, que facilita el acceso a información de campo recabada y procesada, para que la alta gerencia de los proyectos pueda trabajar de forma más eficiente y eficaz y que sea suficientemente versátil para acomodarse a cualquier proceso constructivo de obra civil.

Las herramientas que se utilizan son: teléfonos celulares y/o tablets para la captura de la información de campo, ya sea en los formatos alfanuméricos como visuales, como también los datos geodésicos que ubican la información anterior en un sitio específico dentro del proyecto. La información que se colecta se almacena en “*tiempo real*” en una base de datos relacional, en la cual puede consultarse inmediatamente por los mismos equipos de teléfonos o tablets, o también por computadoras personales facilitando también la impresión de informes con formatos preestablecidos.

La integración de este proceso o sistema dentro de las direcciones de carreteras, facilitan el traspaso informativo y sobre todo ayudan a que exista una mayor transparencia en los procesos de control de los proyectos. A la hora de realizar los pagos sobre avances, los respaldos respectivos se encuentran a la mano con todos los elementos necesarios en cuanto a cantidades y calidades que requieren las normas.

## **1. DEFINICION DEL PROCESO SISTEMATIZADO DE CONTROL Y MONITOREO DE PROYECTOS EN TIEMPO REAL**

El monitoreo y control de proyectos es un conjunto de actividades de gestión que permiten verificar si el proyecto está marchando de acuerdo a lo planificado y a lo programado. El propósito es detectar riesgos, conocer e informar el estado de avance, asegurar el conocimiento e información de cambios que surgen durante la ejecución y organizar la información para resolver los problemas con fundamentos sólidos y técnicos.

La tarea de monitorear y controlar, conlleva además el registro sistemático de las actividades constructivas de campo, la cuantificación de las cantidades de obra ejecutada por cada renglón constructivo, la verificación de la calidad de los materiales mediante los ensayos de campo y de laboratorio, así como también la anotación en bitácora de las incidencias y pormenores que surgen en cada obra.

Los procesos de monitoreo y control descritos anteriormente, se realizan de manera tal que el traspaso informativo de los mismos llegue a sus destinatarios dentro de un margen de tiempo horario o inmediato, se podría decir que el proceso sistematizado ocurre “en tiempo real”,

## **2. PROPUESTA DE UN PROCESO DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE PROYECTOS VIALES EN TIEMPO REAL**

El seguimiento y monitoreo de proyectos en tiempo real, implica implementar un proceso de información computarizado, conectado mediante Internet, con lo cual se logra verificar desde el escritorio o desde el equipo móvil el desarrollo diario de los proyectos.

Para la captura de información se utilizan equipos electrónicos que evitan el manejo de papelería. Se trabaja con equipo telefónico o de cómputo, que permite levantar la información de campo, tomar la fotografía georeferenciada del evento e incorporarla automáticamente al sistema. De esa manera, se evita que la información se adultere o manipule después de ser capturada. El proceso utiliza el Internet como plataforma de envío, operados mediante un Sistema de Información. Los datos interactúan y dan lugar a una información elaborada, que se distribuye de manera adecuada inmediatamente.

La información se considera capturada, luego de que se envía al Servidor Central. En este equipo que concentra toda la información digitalizada, se analiza y se procesa. Se coloca directamente en el servidor que se designe; generalmente en el Centro de Cómputo de las oficinas de la empresa Supervisora.

En tiempo real las personas autorizadas, pueden consultar la información capturada y procesada, estudiando los cuadros de avance y las fotos o videos que se enviaron junto con los datos de campo y observando los sitios donde cada actividad se ha reportado.

Para la ubicación georeferenciadas de la información, el sistema se apoya en un Sistema de Información Geográfica (SIG), que forma parte del mismo sistema y que permite visualizar la información ligada a una localización espacial determinada. El SIG además, genera mapas

inteligentes y permite la incorporación de fotos aéreas como por ejemplo el alineamiento de la carretera. El proceso de captura se facilita con el uso de dispositivos móviles que cuentan con Sistemas de Posicionamiento Geográfico (GPS), tales como teléfonos móviles, tabletas electrónicas y computadoras portátiles, por medio de los cuales se hace la captura. Para ello y con el fin de minimizar los errores de captura, previo al inicio de los trabajos se programan los campos que se podrán llenar al utilizar las aplicaciones de captura en los aparatos. Esto permite además, que la información recabada no puede ser manipulada posteriormente.

Los equipos de cómputo proporcionan la facilidad de incorporar todo tipo de información y facilita compartirla con clientes y usuarios mediante Internet, presentando la información en formatos, KML y KMS, sobre una aplicación de mapas. En la actualidad estos procesos se están empleando en varios países.

Los equipos de telecomunicación y de procesamiento de datos se enlazan para administrar e intercambiar la información requerida, en el instante en que se sube para almacenarse en la red. De acuerdo al tipo de informe que se desee, así se diseñan los formularios electrónicos para la impresión de reportes. La captura de la información en tiempo real en la forma como se ha descrito, tiene como beneficio su fácil y económica aplicación, la certeza de la información y la confianza en los resultados obtenidos; asegurando que la información sea incorruptible y evitando la modificación de datos una vez que estos se han ingresado al sistema.

### **3. APLICACIÓN DEL PROCESO SISTEMATIZADO DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE PROYECTOS VIALES EN TIEMPO REAL.**

El sistema cuenta con varios módulos que permiten llevar la secuencia de la obra desde la creación del proyecto. La información inicial debe incluir los renglones de trabajo, la programación de los procesos constructivos, la segmentación de tramos, y también información general como de los contactos de supervisor y contratista, etcétera. Además, se puede incorporar toda información adicional que sea del interés del cliente.

A continuación se pasar a describir algunos de los módulos del sistema:

#### **3.1. Módulo de Monitoreo de Proyectos**

Este módulo, lleva un control alfa-numérico, fotográfico y filmico de los trabajos que se ejecutan. El sistema de registro se complementa con una aplicación Web que permite la consulta de los datos recabados, para su verificación y la aprobación de los trabajos ejecutados. El proceso registra por medio de GPS, las coordenadas físicas de las estaciones donde se realiza cada trabajo y permite conocer las cantidades de obra ejecutadas diariamente; las cuales están respaldadas por fotografías y mediciones.

Se tiene en “tiempo real”, la información detallada de los avances físicos, por lo que se pueden controlar los plazos de ejecución de obras de manera rápida y actualizada. Con esto, se optimiza el control de costos de ejecución y se logra rapidez en la atención de las obras, obteniendo certeza de lo ejecutado.

El modulo incluye un campo para bitácora que puede ser llenado por el supervisor y que registra el historial de la obra. Desde esta base de datos se puede imprimir la bitácora y las ordenes de campo que se imparten al contratista.

El envío de datos a la página Web de consulta, se realiza desde el momento que el supervisor termina de hacer el levantamiento de datos. La información se puede imprimir en formatos tipo Excel, PDF o Word, para que se puedan analizar desde cualquier lugar donde se encuentren los ingenieros o los directores de las obras.

El registro de avance de las obras puede ser visualizado por medio de dispositivos móviles tales como teléfonos digitales o tabletas electrónicas, utilizando una aplicación diseñada para ese fin.



**Figura 1: Ejemplo de algunos modelos de equipo para captura y visualización de datos**

Los informes se pueden estructurar de acuerdo a las necesidades de la obra y le sirven al supervisor y al contratista para la generación de reportes de avance, estimaciones de pago y se pueden estructurar además como documentos de aprobación de la calidad

Tramo :			
Departamento :		Longitud (Km) :	
Contratista :			
Monto original :		Monto modificado :	
Supervisor :			

	
Estación : 9+260 Fecha : 06/11/2012	Estación : 9+260 Fecha : 06/11/2012
Descripción	Descripción
Disipadores de energía	Muro de tierra armada finalizado

**INFORME**

Se realizaron los siguientes trabajos: Recuperación del pavimento existente: de la Est. 0+000 a la Est. 1+000, lado derecho, de la Est. 1+000 a la Est. 1+100, ambos lados, colocación de carpeta asfáltica ( 2 capas de 4+5cm cada una) de la Est. 0+000 a la Est. 1+000, lado derecho y de la Est. 1+000 a la Est. 1+100, ambos lados.

Se observan un alto porcentaje de polv de lagarto y grietas longitudinales, ambos daños de severidad alta, así como un bajo porcentaje de parches de severidad media, baches y desprendimiento de severidad baja.

Existen defensas metálicas dañadas en las estaciones: 7+880 y 9+500. Se construyeron muros de tierra armada en los siguientes estacionamientos: 9+260, 9+400, 9+770 y 10+000, el paso está habilitado en estos puntos.

**Figura 2: Ejemplo de reporte de monitoreo de obras**

### 3.2. Módulo De Control De Ejecución De Proyectos

Este módulo es una herramienta para el registro, de la ejecución de los renglones de trabajo. Cada vez que el supervisor considere que el contratista tiene avance físico lo registra desde el dispositivo móvil; ingresando la estación de inicio y final de cada trabajo realizado. De esta

manera, se estiman los volúmenes o cantidades ejecutadas indicando la unidad de medida según el caso. En el menú de captura, el supervisor escoge el tipo de renglón que procederá a evaluar. Luego toma y registra la foto que define el evento, agregando los comentarios que considere pertinentes y procederá a guardarla; o a cancelarla si desea corregirla. Al guardarla, se registran también las coordenadas geográficas del evento así como también el día y la hora de la misma y se envía al Servidor Central para su procesamiento. Una vez guardada, el operador no puede alterar los datos.



**Figura 3: Pantallas utilizadas para registrar las cantidades ejecutadas en la obra**

Los registros de la ejecución de obra se visualizan en forma tabular, de manera inmediata desde la plataforma Web o desde un dispositivo móvil, mostrando la ubicación de los trabajos, sobre un mapa. De esa forma la se pueden validar los datos ingresados.



**Figura 4: Ejemplo de pantalla para registrar datos ejecutados en obra**

El registro en “tiempo real”, permite visualizar el área donde se ejecutaron los trabajos. En el mapa general se muestra la señal que indica los puntos en los cuales se trabajó. En el cuadro se pueden filtrar los renglones de trabajo que les interesan. Con esta forma de visualizar los trabajos, el supervisor tiene una idea integral del sitio donde han trabajado cada uno de ellos. El supervisor puede verificar los sitios donde no hay ejecución y compararlo con lo planificado y así verificar su cumplimiento.

Todos los módulos del sistema de control y monitoreo de proyectos tienen la opción de generar informes impresos para los usos que los involucrados necesiten. Los informes impresos se podrán generar en el formato que la institución requiera.

### 3.3. Módulo de Control y Aseguramiento de la Calidad

Este módulo permite levantar el registro, seguimiento y visualización de todos los **ensayos de campo y de laboratorio** que se realicen en la obra. . Al sistema se le alimenta previamente con los parámetros de las Especificaciones de Construcción. Se ingresan los datos de los ensayos y le permite visualizar si los resultados se encuentran adentro o afuera de los límites para ser considerados aceptables. El supervisor de obra registra en “tiempo real”, los resultados de los ensayos de calidad.

Al revisar los resultados, el supervisor puede tomar decisiones respecto a la aceptación o no de los trabajos y tomar en el campo la decisión de un reemplazo o mejora de la obra.



**Figura 5: Registro en tiempo real de ensayos de campo y pruebas de laboratorio**

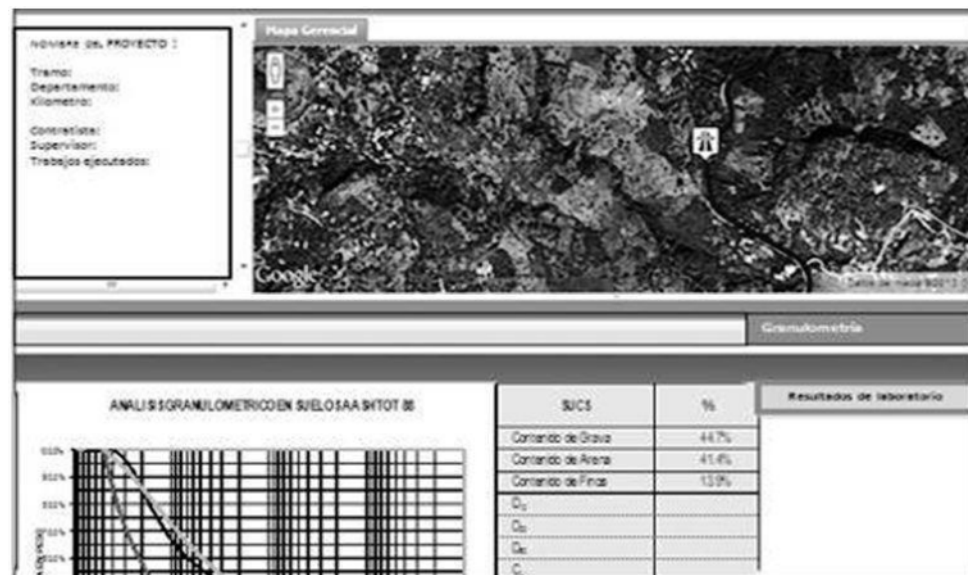
Cuando las muestras son sometidas a ensayos de laboratorio, el supervisor puede generar la orden desde el sitio del muestreo. En el sistema se genera la identificación y ubicación de la muestra. Posteriormente se completa la información con los resultados de laboratorio. Con el uso de este módulo, se puede revisar, verificar y autorizar la calidad de los trabajos en forma rápida y eficiente. Además se genera un registro histórico de todos los ensayos y de la ubicación geográfica de los mismos.

En la pantalla se visualiza la ubicación geodésica de las pruebas de laboratorio ejecutadas; indicando el nombre del tramo o sección donde se realizó la toma de muestras. Se indica la fecha de cada ensayo, se identifica la estación del tramo de acuerdo al kilometraje de la carretera, se indica el tipo de ensayo de laboratorio, se consignan las observaciones que el supervisor considere pertinentes y se detalla el valor de los resultados.





**Figura 6: Registro de ubicación de pruebas de laboratorio en campo**



**Figura 7: Registro de resultados de laboratorio y gráficas de resultados**

Cuando un resultado es menor que el valor aceptado de acuerdo a las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, el programa marca el resultado en color rojo e indica la observación, con relación a los límites requeridos.

Para cada uno de los ensayos, el sistema notifica si cumple o no con la calidad requerida.

### 3.5. Módulo De Control Del Estado De Condición De Las Carreteras

Este módulo permite registrar el estado de calidad o deterioro del pavimento de las carreteras. El sistema es muy flexible y se puede adaptar según la metodología de evaluación de pavimento que se requiera, por ejemplo: el Índice del Estado de Condición del Pavimento **PCI**, Paver u otro.

### 3.6. Módulo de reportes

El sistema incluye reportes preestablecidos de acuerdo a las exigencias del proyecto. Además, existe un campo en el cual se puede “armar” el reporte con los datos de diversa importancia mediante un método de elección múltiple haciendo más fácil el acceso a distintos formatos de información y reportes.

## 4. CONCLUSIONES:

El uso del Proceso Sistematizado de Control de Proyectos tiene, entre otros, los siguientes beneficios:

- Facilita la toma de decisiones al contar con la información precisa en tiempo real.
- Mejora la comunicación entre los entes relacionados con el proyecto ya que todos tienen acceso a una única plataforma informática y facilita la impresión de informes.
- El trabajo de gestión de proyectos se vuelve más eficiente, profesional y responsable ya que toda la información es correcta y está al alcance de todos.
- Facilita el control de calidad, compara el resultado del ensayo contra el valor requerido, de acuerdo a la normativa de las Especificaciones del proyecto.
- Reduce los costos del monitoreo y seguimiento de los proyectos.
- Mantiene un record histórico y actualizado del desarrollo de la obra, evitando la duplicidad de la información; ya que solo existe una base de datos para el proyecto.
- Minimiza el tiempo que el supervisor emplea en recolectar y obtener resultados de las mediciones de obras y se minimizan los errores en la recolección de datos.
- Minimiza la posibilidad de sobre estimaciones de obra; porque la evidencia de los documentos y fotografías, indica la fecha en que se evaluó y si los trabajos de determinado renglón, se han ejecutado o no.
- Asegura la transparencia en todos los procesos de verificación y sobre todo significa un respaldo único para realizar el pago de los trabajos.
- Posibilita generar estimaciones, ahorrando tiempo y procesos administrativos.
- Posibilita el seguimiento de la bitácora en línea.
- Durante las emergencias permite a los ingenieros visualizar los eventos ocurridos en las obras, estimar los daños que se observan, respaldar los trabajos emergentes ejecutados y tomar las decisiones adecuadas.
- La información almacenada en el servidor, se puede convertir en un instrumento jurídico, en caso de un litigio, dado que la posición está georeferenciada y definido el día y hora en que fue tomada la fotografía y levantada la información.

## 5. REFERENCIAS:

- Marchamalo, M., et al. 2011. RUTAS, Revista de la Asociación Técnica de Carreteras. Madrid. 65 ,145 p
- Torres, Mario, (2008). *Sistema de Supervisión Virtual para la construcción de Carreteras y Caminos Rurales* Disponible <http://www.construcgeek.com/blog/sistema-de-supervision-virtual-para-la-construccion-de-carreteras-y-caminos-rurales#ixzz2BUXm5sUP>.