



XXXV REUNIÓN DEL ASFALTO
NOVIEMBRE DE 2008 – ROSARIO, ARGENTINA

SISTEMA INTEGRAL DE PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE REDES VIALES (SIPLAM)

Autores:
Ing. Gustavo MEZZELANI
Ing. Pablo MARTINEZ



ITYAC, Ing. Tosticarelli y Asociados S.A.

Noviembre de 2008



¿QUÉ ES UN SISTEMA DE GESTIÓN VIAL?

- Es una valiosa herramienta de apoyo para la gestión de las actividades de conservación, rehabilitación y reconstrucción vial.
- Ayuda a los responsables de la toma de decisiones a encontrar la óptima distribución de fondos destinados al mantenimiento vial, permitiendo así un uso más racional de los recursos existentes.

Un Sistema de Gestión de Carreteras consiste en un proceso sistemático que:

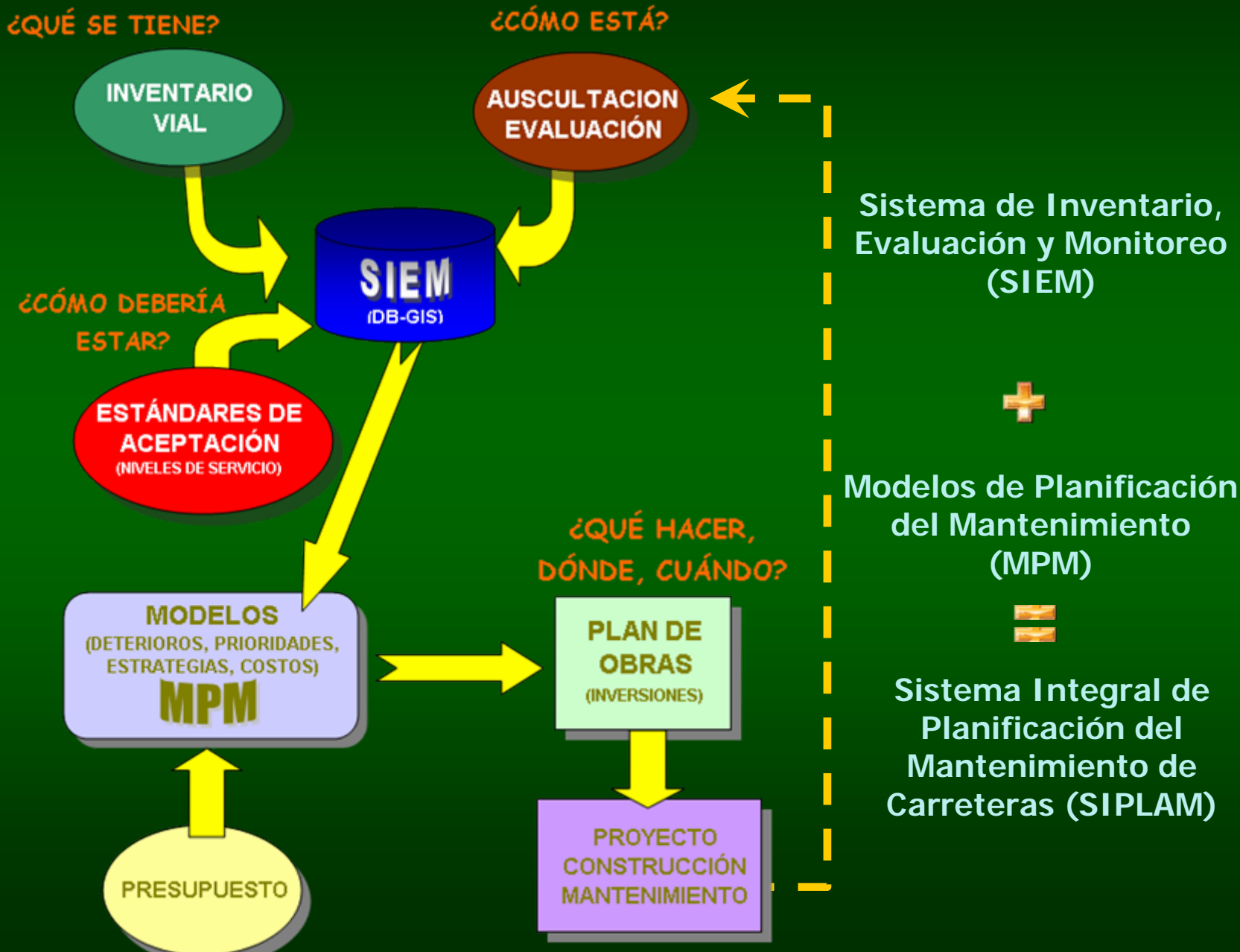
(1) provee, analiza y resume información relacionada con las carreteras

(2) de manera de que pueda ser utilizada en la selección e implementación de programas de construcción, rehabilitación y mantenimiento de carreteras económicamente efectivos”

(FHWA, 1991)



MÓDULOS FUNCIONALES DE SIPLAM





MUY IMPORTANTE

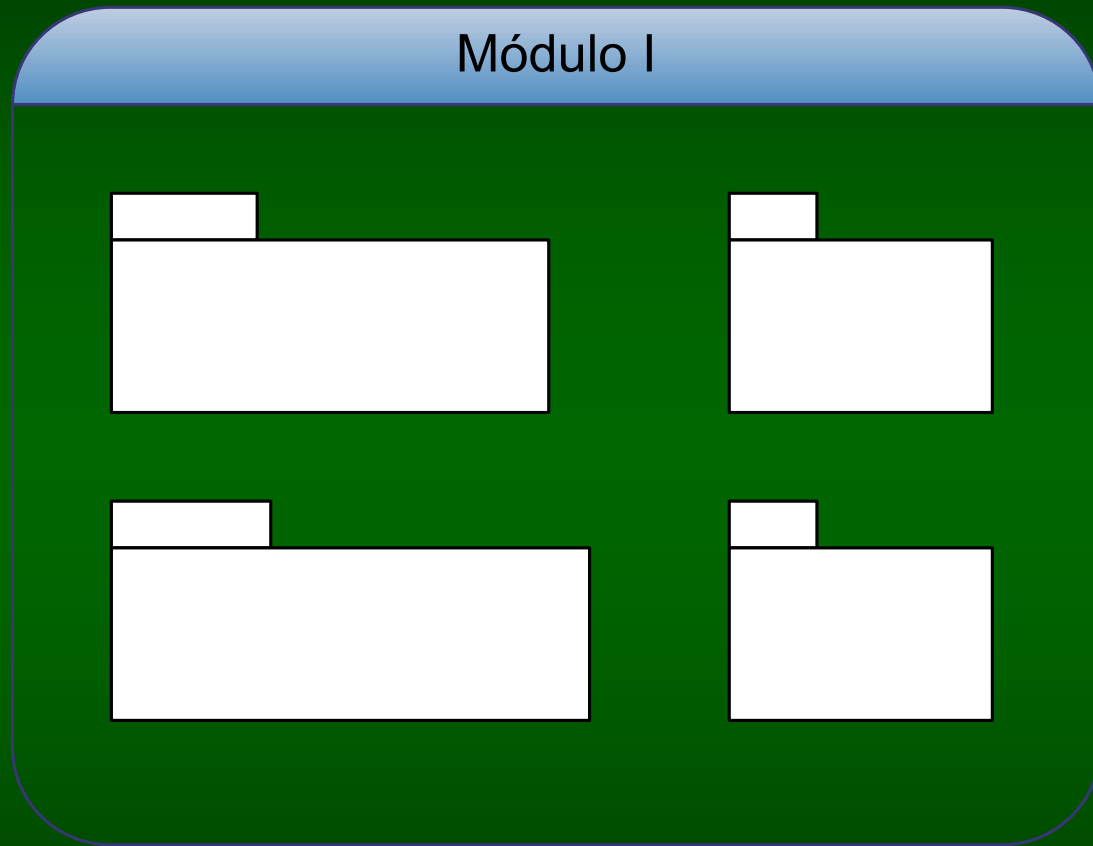
Todo Sistema de Gestión Vial requiere datos y debe ser periódicamente y continuamente alimentado con datos actualizados para poder obtener resultados válidos y confiables.



SI NO HAY DATOS, NO HAY SISTEMA DE GESTIÓN



MÓDULOS FUNCIONALES DE SIPLAM



SUBSISTEMAS DEL SIEM (Módulo I)

«subsistema»

Inventario y Evaluac

Configuración Herramientas Ventana Ayuda

- Inventario y Evaluación ▶
- Red Vial ▶**
 - Ruta
 - Tramo
 - Sección
- Estructura de Pavimentos ▶
- Mantenimiento Rutinario ▶
- Tránsito ▶

mentos existentes de la Sección:

Nombre	Abscisa Desde	Abscisa Hasta
	40210	400000

Estructura Mantenimiento Periódico Tránsito Configuración Herramientas Ventana Ayuda

Tramo

Mover Editar Borrar Guardar Cancelar Opciones Ayuda Cerrar

Ruta: Autopista Provincial 01 (Rosario - Santa Fe)

Tipo de Vía: Calzada

Vías:
Calzada Ascendente
Calzada Descendente

General

Ruta: Autopista Provincial 01 (Rosario - Santa Fe)

Tipo de Vía:
Calzada
Colectora
Cruce
Eje
Enlace
Otros
Puente
Rotonda

Nombre: Calzada Ascendente

Abreviatura: AU01 CA

Sentido:
 Ascendente Mixto Descendente

SUBSISTEMAS DEL SIEM: RED VIAL

The screenshot displays a GIS application window titled 'Mapa'. The main map area shows a road network in Rosario, Argentina, with various districts labeled: Sabana Occidental, Distrito Capital, and Oriente. A search panel on the right, titled 'Búsqueda', allows filtering by 'Elemento a buscar' (Provincia, Municipio, Localidad, Ruta, Tramo). Below the search panel is a table of search results.

Elemento a buscar:

- Provincia
- Ruta
- Municipio
- Tramo
- Localidad

Buscar por nombre:

Resultados de la Búsqueda:

01	Troncal del Magdalena Centr
02	Troncal del Norte
03	Troncal de las Almeidas
04	Troncal del Sumapaz
06	Troncal de la Sabana
07	Troncal de Oriente
08	Troncal del Teusacá
10	Troncal del Guavio
11	Troncal del Llano
12	Troncal Cafetera
13	Troncal del Río Negro
14	Troncal de La Esmeralda
15	Troncal de San Cayetano
16	Troncal del Carbón
20	Troncal del Tequendama
21	Troncal Chía - Girardot
22	Troncal Panamericana
40CN06	Vía Nacional Choachí - La Cal
4005	Vía Nacional Girardot - Silvan
4006	Vía Nacional Bogotá - Villavic
4006A	Vía Nacional Bogotá - Choach
45A04	Vía Nacional Bogotá - Ubaté
45A05	Vía Nacional Ubaté - Puente
4510	Vía Nacional Honda - Río Erm
50CN01	Vía Nacional El Dindal - La An

Ciclo 2005/2006 Hacer todo 1 : 1007175

SUBSISTEMAS DEL SIEM: RED VIAL

SUBSISTEMAS DEL SIEM: INVENTARIO Y EVALUACIÓN

Discretización de la Red Vial:



- Elementos
- Atributos
- Indicadores

SISTEMATIZACION DEL INVENTARIO VIAL

Discretización de la Red Vial:



- **Elementos**
 - Calzada
 - Banquinas
 - Taludes
 - Barandas defensa
 - Señalización H y V
 - Cunetas
 - Alcantarillas
 - Puentes
 - Vegetación
 - etc.

SISTEMATIZACION DEL INVENTARIO VIAL

Discretización de la Red Vial:



- **Atributos**
 - Calzada
 - ancho
 - tipo de superficie
 - Alcantarillas
 - tipo
 - longitud
 - diámetro
 - luz y altura
 - cabeceras y alas

SISTEMATIZACION DEL INVENTARIO VIAL

Discretización de la Red Vial:



- **Indicadores**
 - Calzada
 - rugosidad
 - fisuración
 - deflexión
 - Alcantarillas
 - estado conducto
 - estado cabeceras
 - estado alas
 - obstrucción

AUSCULTACION Y EVALUACION

Esquema del Relevamiento para Inventario y Evaluación del Estado de los Pavimentos

INVENTARIO VIAL



RUGOSIDAD IRI



AHUELLAMIENTO



DEFLEXIONES



FRICCION Y TEXTURA



FISURACION Y DESPRENDIMIENTOS



Elemento:
alcantarilla

Indicador:
obstrucción

SIPLAM

Archivo Ver Inventario y Evaluación Estructura Mantenimiento Periódico Tránsito Configuración Herramientas Ventana

Reportes

Ingreso Manual de Evaluación

Guardar Cancelar Opciones Ayuda Cerrar

Indicador Evaluado Ubicación

Evento evaluado:

- Ancho de zona o derecho de vía
 - Aceras
 - Alcantarillas
 - Encoile o Descoile Derecho
 - Encoile o Descoile Izquierdo
 - Estado Entrada y Salida Derecha
 - Estado Entrada y Salida Izquierda
 - Estado General
 - Obstrucción
 - Solado Derecho
 - Solado Izquierdo
- BARANDA DEFENSA METALICA
- Barandas de defensa de concreto
- Bermas pavimentadas
- Bermas sin pavimentar
- Calzada Afirmado
- Calzada Flexible
- Calzada Rígida
- Ciclovía
- Drenajes
- Señalización Horizontal de bordes
- Señalización Horizontal de eje
- Señalización Vertical
- Taludes
- Vegetación Mayor (Arbolizado)
- Vegetación Menor (Grama)

- Drenaje
- Estructuras
- Evaluación de Estado
- Evaluación Estructural
- Fricción y Macrotextura

Resultado de la evaluación:
Totalmente obstruida

Fecha:
11/11/2008

Noviembre de 2008

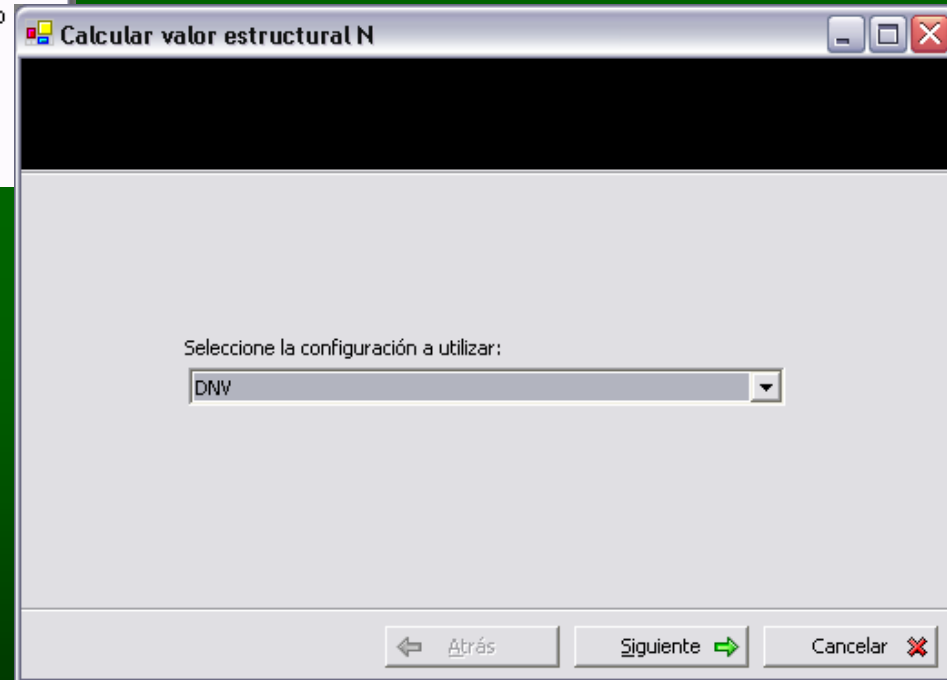
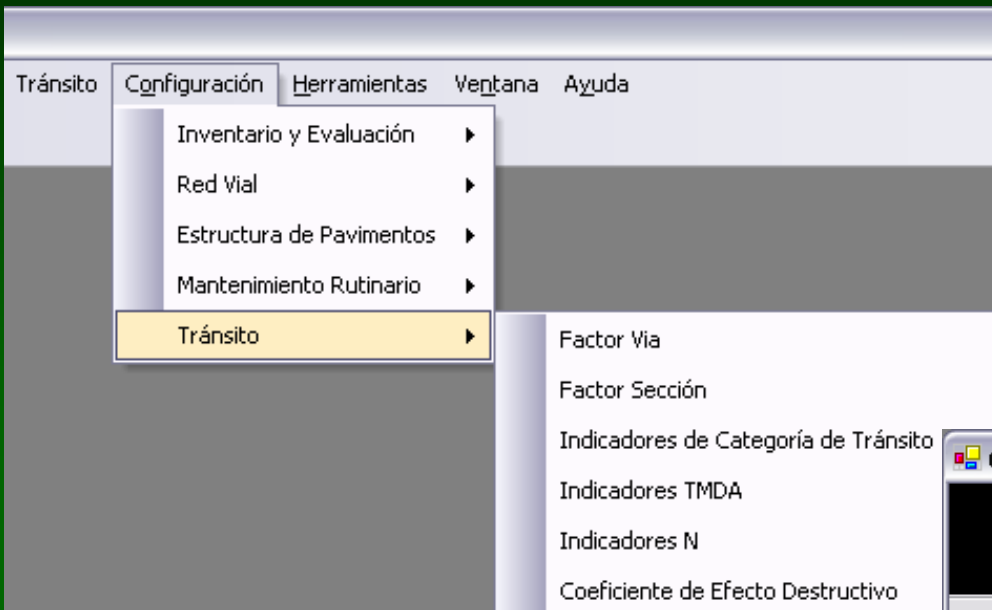
Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	1	2	3	4	5	6

Hoy: 11/11/2008

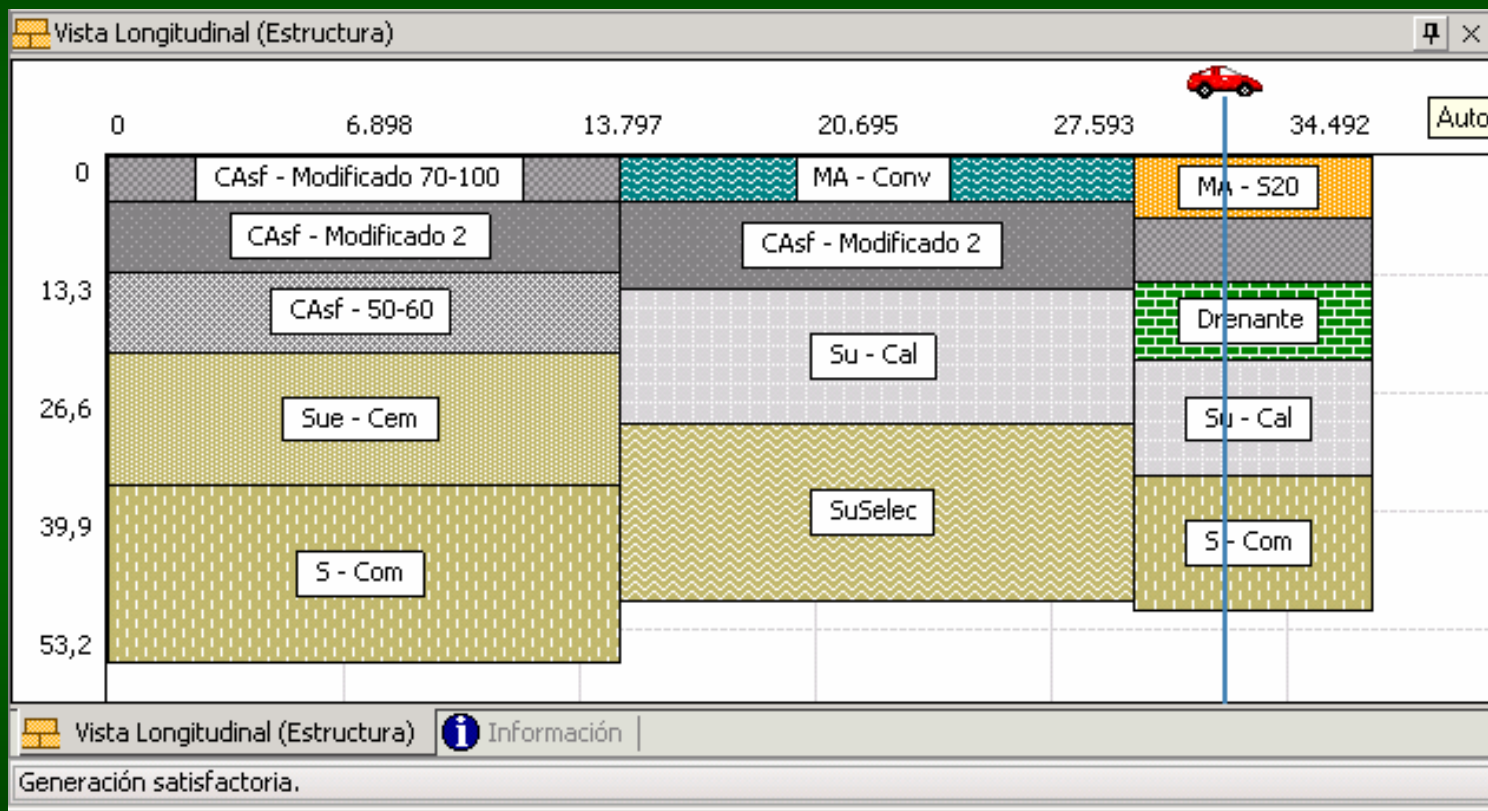
Errores de Validación

Ingrese los datos para el nuevo registro.

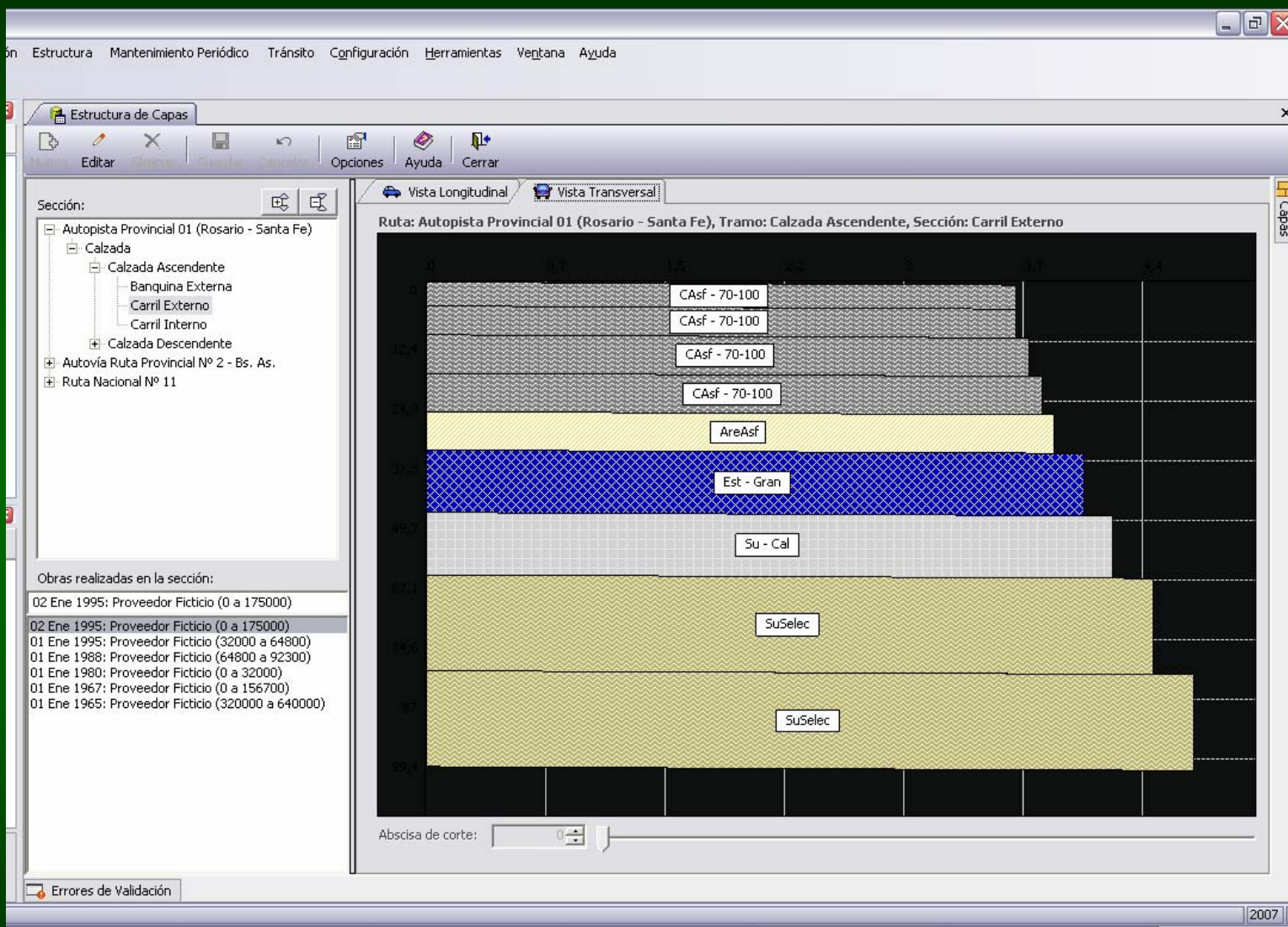
SUBSISTEMAS DEL SIEM:
INVENTARIO Y EVALUACIÓN



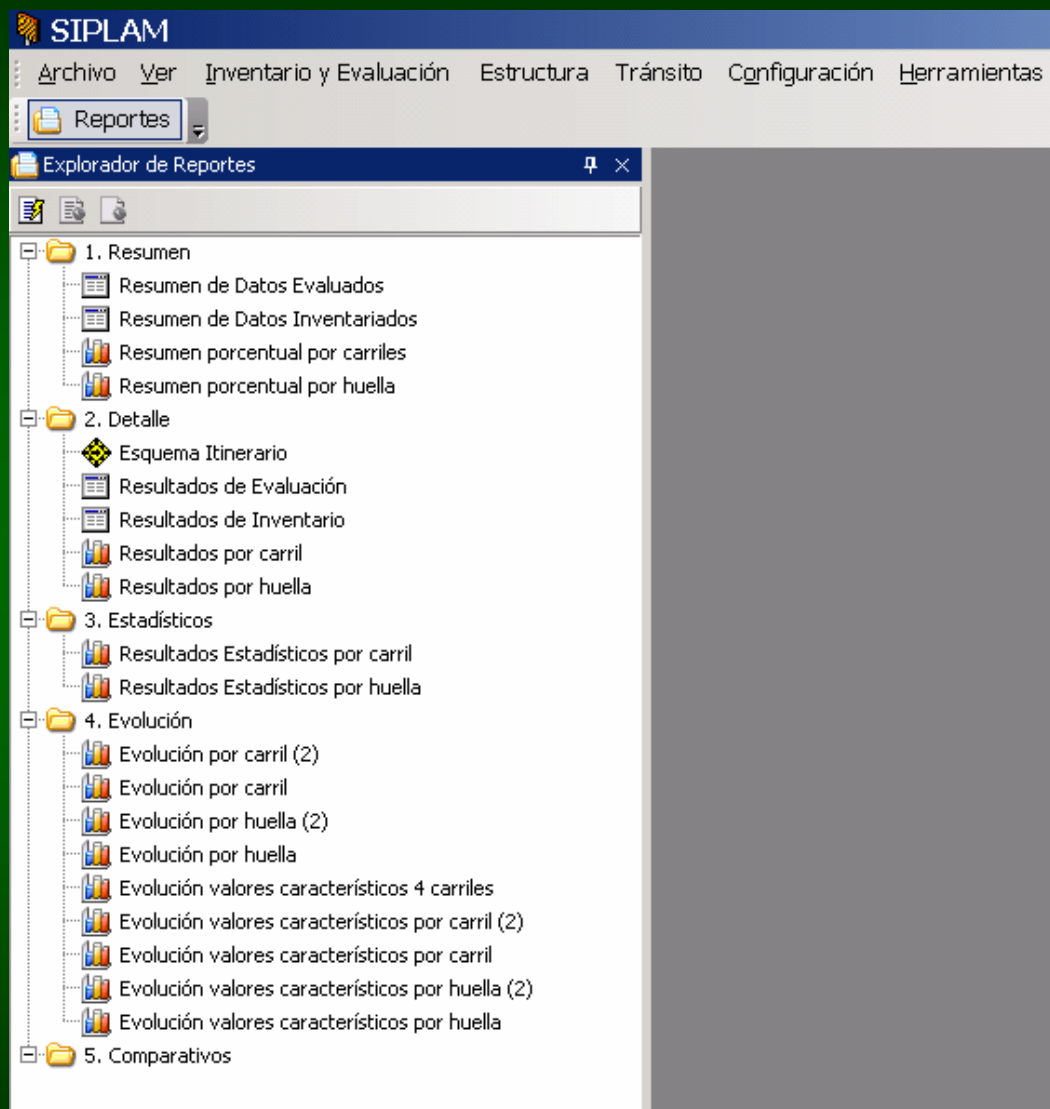
**SUBSISTEMAS DEL SIEM:
TRÁNSITO**



SUBSISTEMAS DEL SIEM: ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO



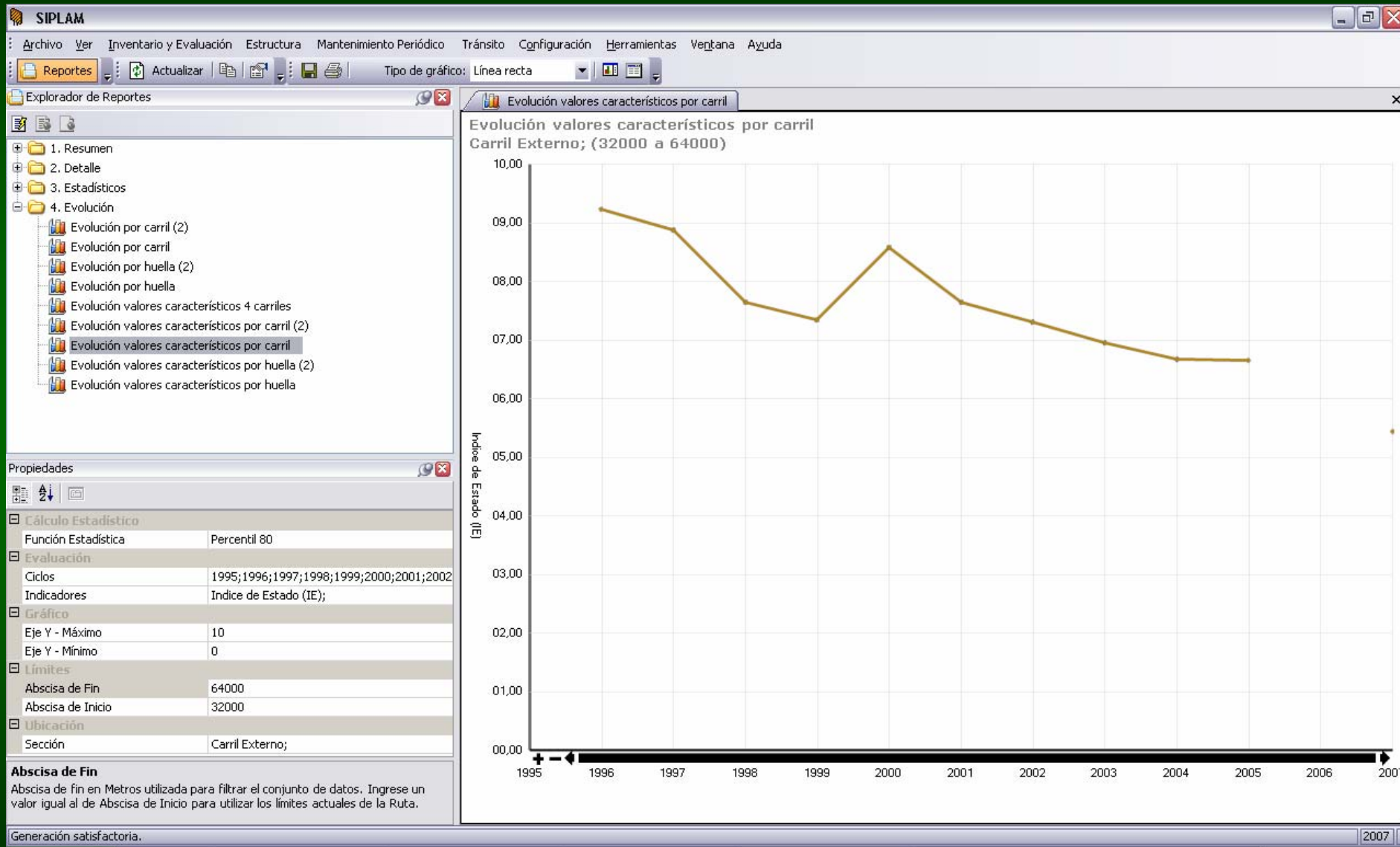
SUBSISTEMAS DEL SIEM: ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO



REPORTES DEL SIEM

XXXV REUNIÓN DEL ASFALTO

NOVIEMBRE DE 2008 – ROSARIO, ARGENTINA



REPORTES DEL SIEM



XXXV REUNIÓN DEL ASFALTO

NOVIEMBRE DE 2008 – ROSARIO, ARGENTINA

SIPLAM

Archivo Ver Inventario y Evaluación Estructura Mantenimiento Periódico Tránsito Configuración Herramientas Ventana Ayuda

Reportes Actualizar Escala: 250 : 1000 (px : m) Reportes

Esquema Itinerario

Eventos

- BARANDA DEFENSA METALICA
- Poste S.O.S.
- Punto de Referencia
- Flexible - Ahuellamiento
- Flexible - D3
- Flexible - Indice de Estado (IE)
- Flexible - Rugosidad BPR

Visor de Imágenes

Velocidad 5x Saltos 1

Información

Arrastre hasta aquí un título de columna para agrupar las filas por ese criterio.

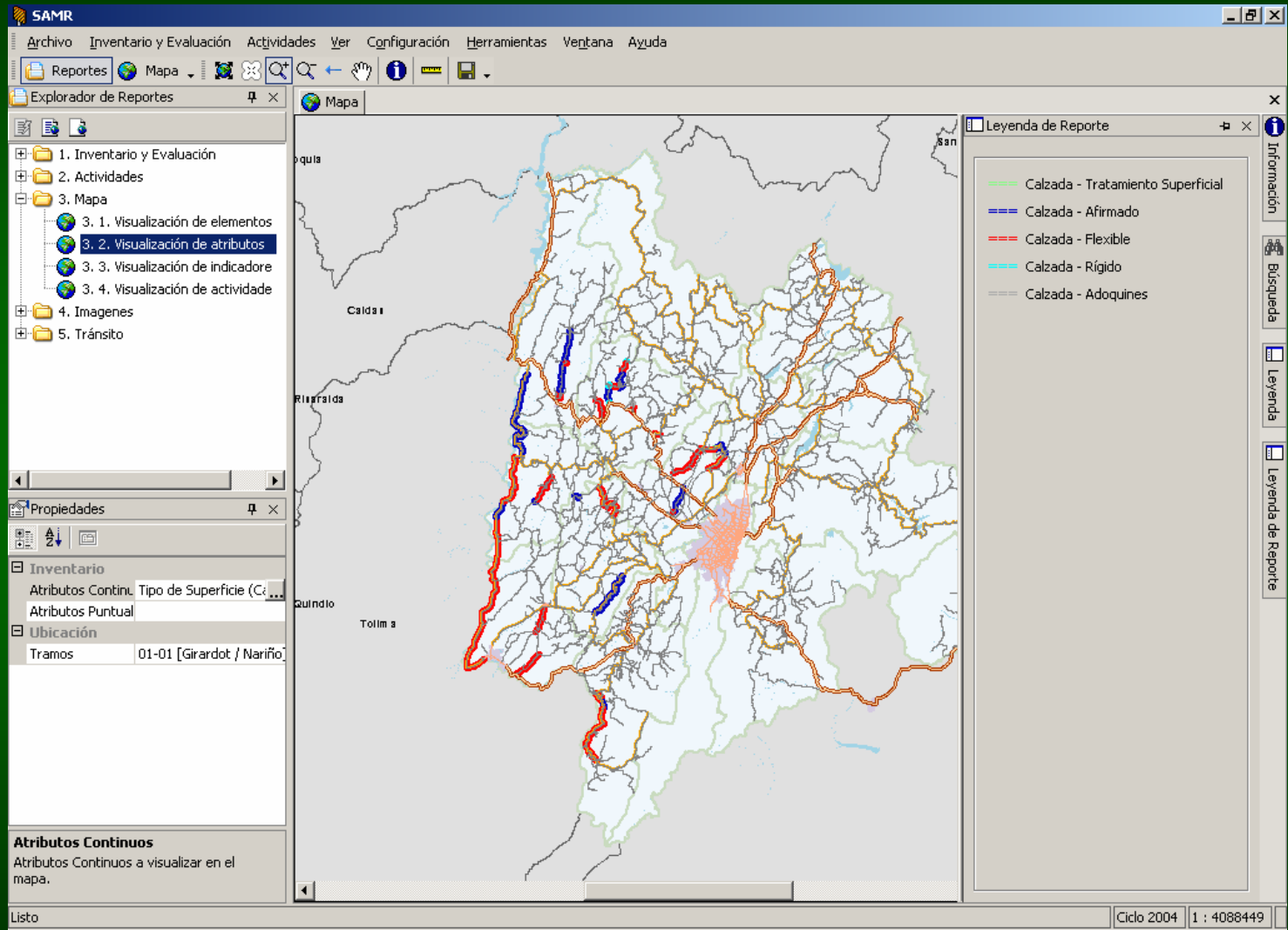
Icono	Evento	Inicio	Fin	Valor	Estilo	Observación	Umbral
	BARANDA DEFENSA METALICA	33544	33574				
	Flexible - Ahuellamiento	34000	35000	6		M Fs F8	Bueno
	Flexible - D3	34000	35000	6		M Fs F8	Malo
	Flexible - Indice de Estado (IE)	34000	35000	5,54		M Fs F8	Malo
	Flexible - Rugosidad BPR	34000	35000	1,72		M Fs F8	Regul
	Punto de Referencia	34026	34026	34			
	BARANDA DEFENSA METALICA	34821	34896				
	Flexible - Ahuellamiento	35000	36000	7		M Fs F8 Fb	Bueno
	Flexible - D3	35000	36000	5		M Fs F8 Fb	Malo

Vista Longitudinal (Estructura) Información

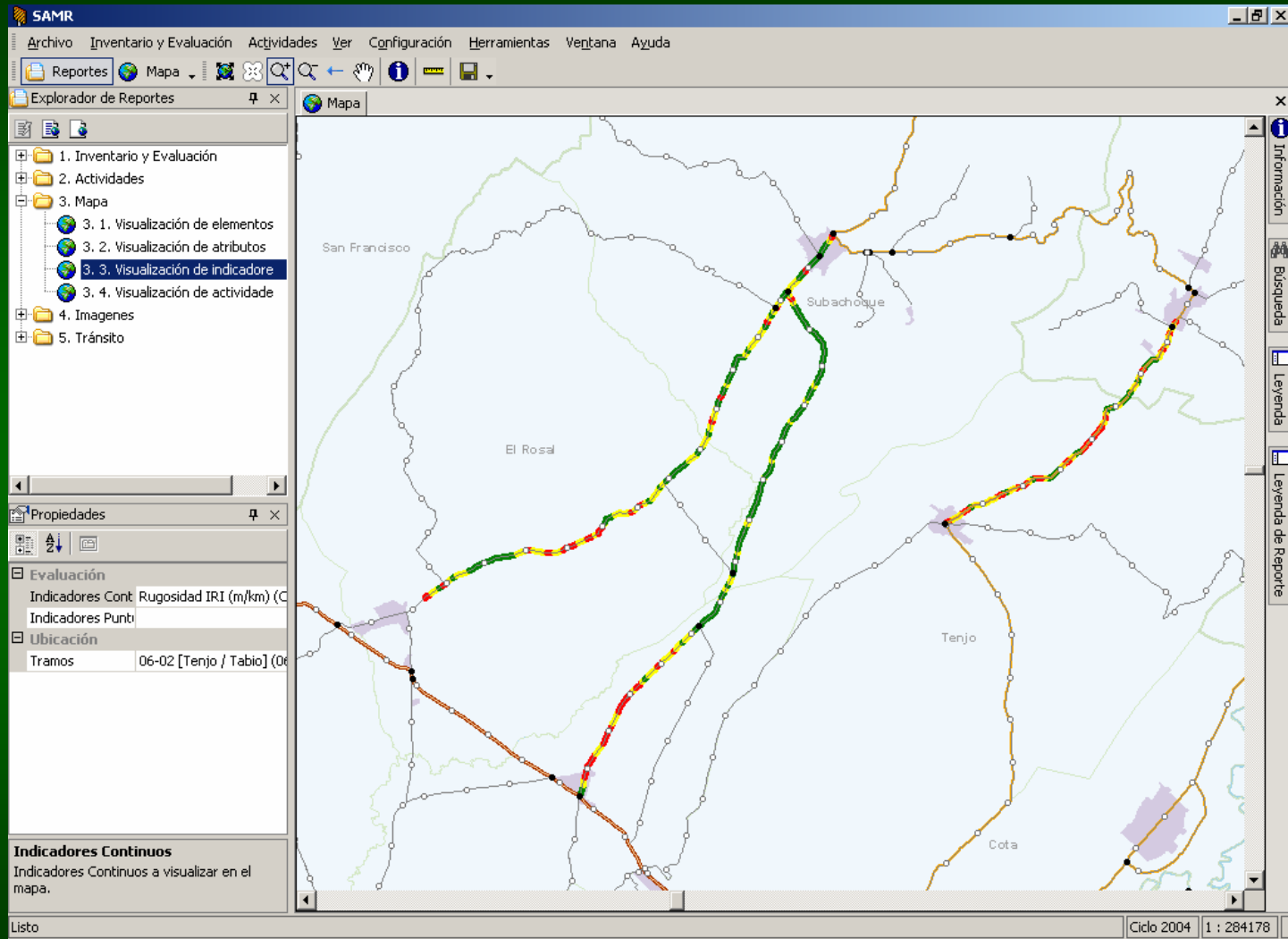
Generación satisfactoria.

Visor de GPS

Departamento de Cundinamarca, Colombia



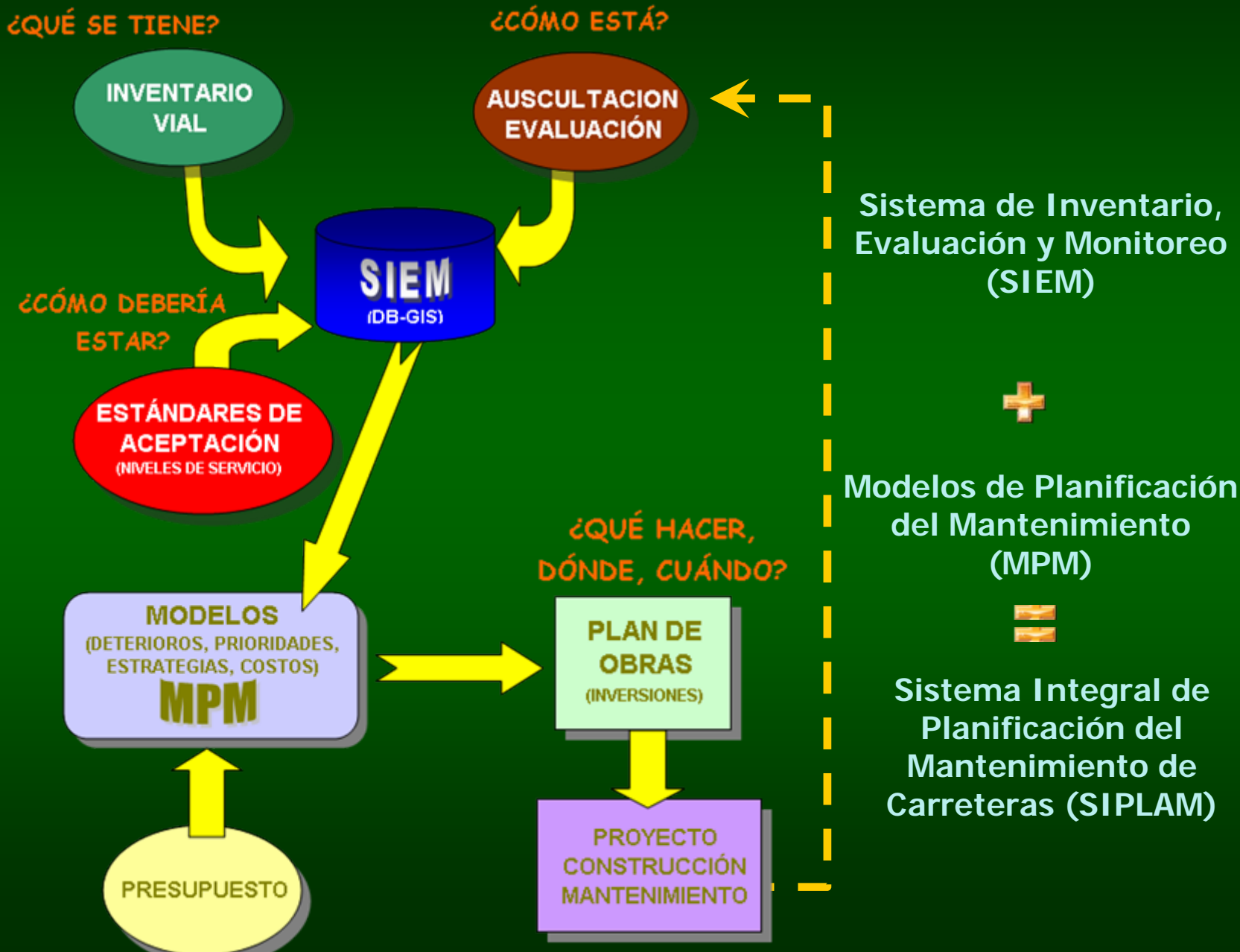
REPORTES DEL SIEM



REPORTES DEL SIEM

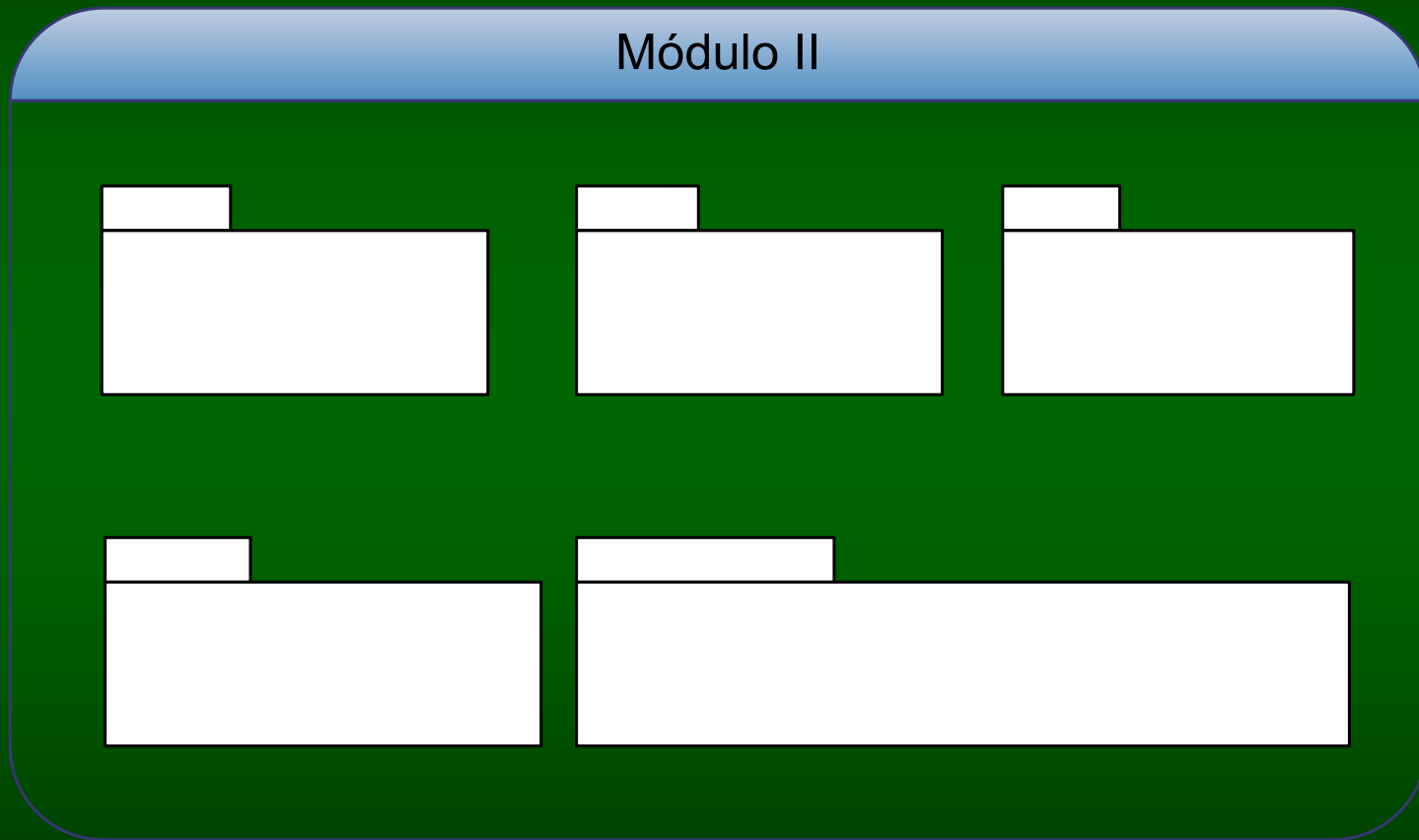


MÓDULOS FUNCIONALES DE SIPLAM





MÓDULOS FUNCIONALES DE SIPLAM



SUBSISTEMAS DE MPM (Módulo II)

«subsistema»

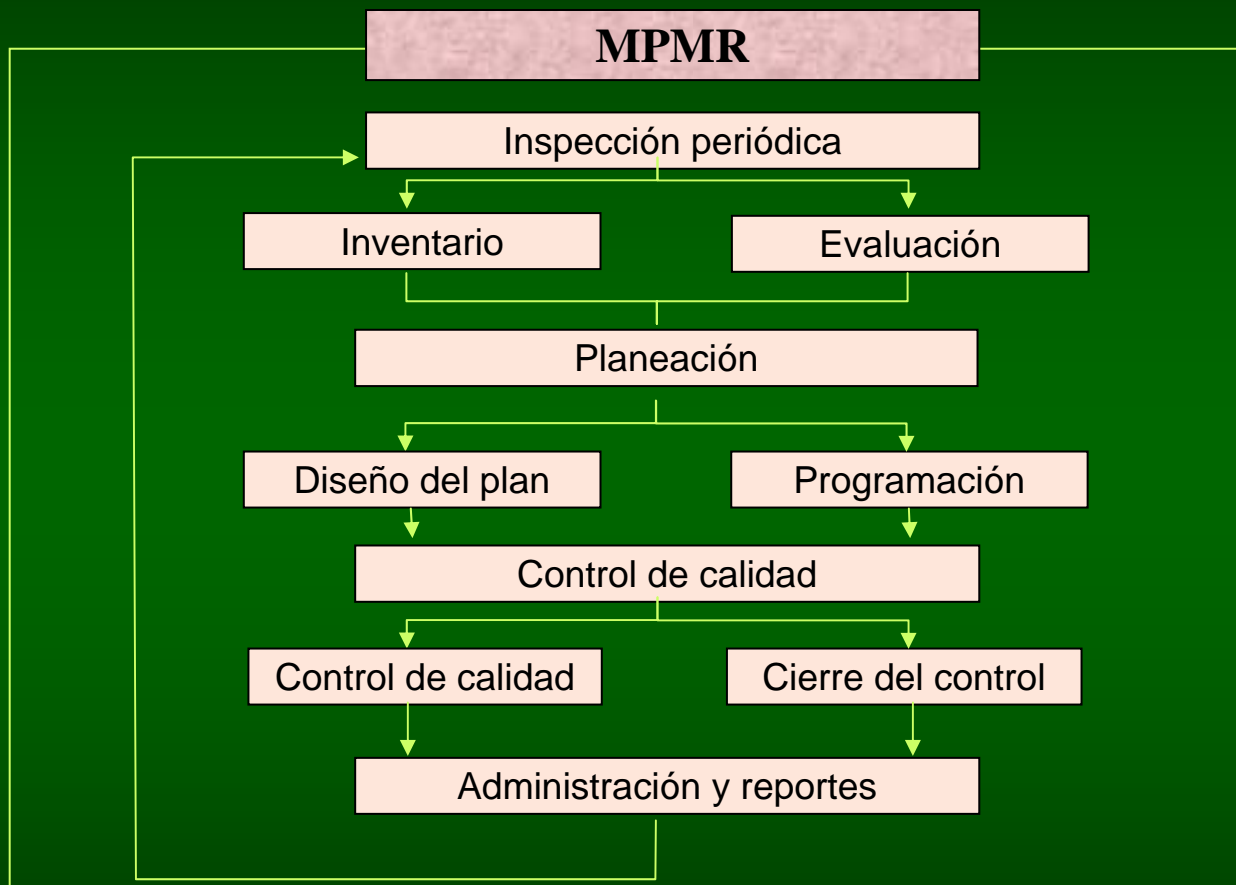
«S

Definición de Tramos Homogéneos

Analizar	Desde /	Hasta	Obra	TMDA
<input checked="" type="checkbox"/>	40210	63700	14	
<input checked="" type="checkbox"/>	63700	83200	20	
<input checked="" type="checkbox"/>	83200	95800	21	
<input checked="" type="checkbox"/>	95800	116000	22	
<input checked="" type="checkbox"/>	116000	120700	23	
<input checked="" type="checkbox"/>	120700	122550	25	
<input checked="" type="checkbox"/>	122550	400000	44	

[Seleccionar todos](#) [Deseleccionar todos](#)

SUBSISTEMAS DE MPM: TRAMOS HOMOGÉNEOS



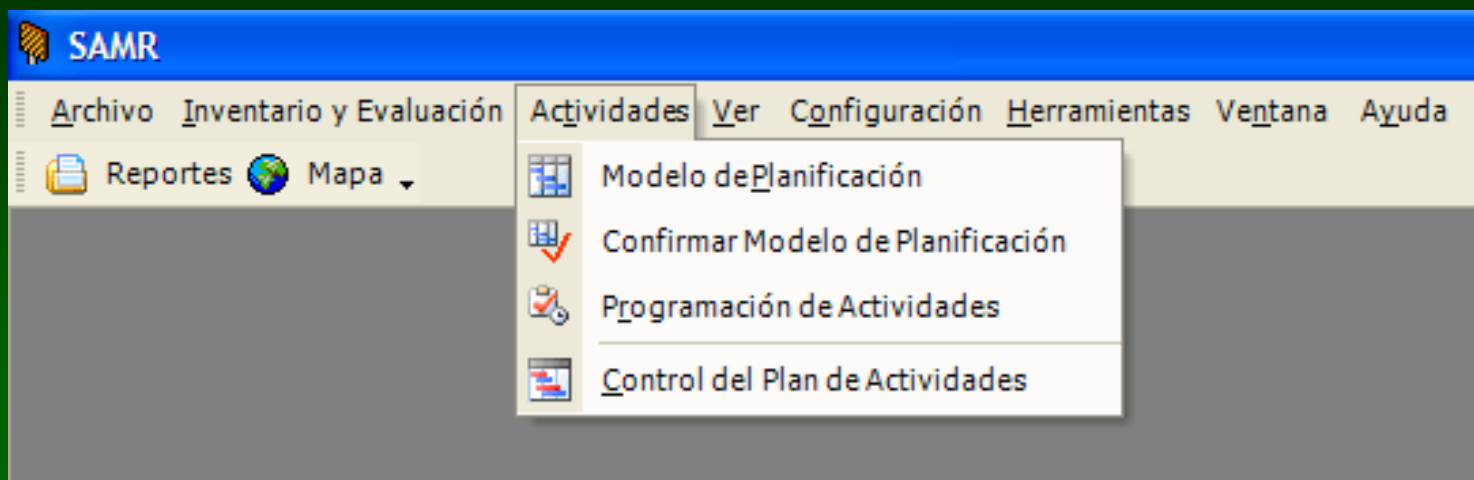
**SUBSISTEMAS DE MPM:
MANTENIMIENTO RUTINARIO MR**

Deflexión	d1		d2
Indice de Daño (Is)	Clase 1	Clase 2	Clase 3
1 - 2 Poca o ninguna fisura o deformación	Q1	Q3	Q6
3 - 4 Fisuras sin o con deformación, deformaciones sin fisuras	Q2	Q5	Q8
5 - 6 - 7 Fisuras y deformación	Q4	Q7	Q9

MANTENIMIENTO RUTINARIO

REFUERZO ESTRUCTURAL

MATRIZ DE ESTADO



Es posible realizar diferentes simulaciones, para establecer un plan anual de actividades y su programación en el tiempo (períodos mensuales, etc.)

ELECCIÓN DEL MODELO DE PLANIFICACIÓN

XXXV REUNIÓN DEL ASFALTO
NOVIEMBRE DE 2008 – ROSARIO, ARGENTINA

SAMR

Archivo Inventario y Evaluación Actividades Ver Configuración Herramientas Ventana Ayuda

Reportes Mapa

Modelo de Planificación

Nuevo Editar Eliminar Guardar Cancelar Cerrar

Modelos de Planificación:

Modelo tareas necesarias

Modelo A
Modelo a aplicar
Modelo tareas necesarias
sin actividades

Actividades Observaciones

Nombre: Modelo tareas necesarias

Ruta Tramo

+	Ruta : 01 [Troncal del Magdalena Centro] [6 ítems]	Mantenimiento = \$ 7.014.507.872,60, Refuerzo = \$ 10.523.850.000,00
+	Ruta : 04 [Troncal del Sumapaz] [2 ítems]	Mantenimiento = \$ 1.071.711.069,75, Refuerzo = \$ 639.000,00
+	Ruta : 06 [Troncal de la Sabana] [3 ítems]	Mantenimiento = \$ 2.501.709.030,10, Refuerzo = \$ 4.088.500,00
+	Ruta : 12 [Troncal Cafetera] [8 ítems]	Mantenimiento = \$ 6.271.283.095,16, Refuerzo = \$ 3.719.700,00
+	Ruta : 13 [Troncal del Río Negro] [2 ítems]	Mantenimiento = \$ 736.175.564,25, Refuerzo = \$ 0,00
+	Ruta : 21 [Troncal Chía - Girardot] [2 ítems]	Mantenimiento = \$ 4.501.000,00, Refuerzo = \$ 0,00
+	Ruta : 22 [Troncal Panamericana] [1 ítem]	Mantenimiento = \$ 264.083,00, Refuerzo = \$ 0,00
+	Ruta : 5008 [Vía Nacional Honda - Villeta - Tobiagrande - Bogotá] [5 ítems]	Mantenimiento = \$ 1.071.711.069,75, Refuerzo = \$ 639.000,00
+	Ruta : 5008A [Vía Nacional Los Alpes - Bogotá] [1 ítem]	Mantenimiento = \$ 264.083,00, Refuerzo = \$ 0,00

Costo Mantenimiento: \$ 24.832.050.719,56 Costo Refuerzo: \$ 10.523.850.000,00 Presupuesto: \$ 10.523.850.000,00

Errores de Validación

Realice las modificaciones que considere necesarias. Registro seleccionado 'Modelo tareas necesarias'.

Ciclo 2004 1 : 449459

Póliticas de Mantenimiento

- Alcantarillas
- Alcantarillas Obstruccion sin Tránsito
- Alcantarillas totalmente obstruidas
- bacheo menor en tramos con tránsito importante
- Bacheo sólo en tramos con MR
- bacheos y baches severidad alta
- Benkelman altas
- IRI Editar
- IRI Moderado
- ningún bache
- Alcantarillas Parcialmente Obstruidas

Aplicar política de mantenimiento

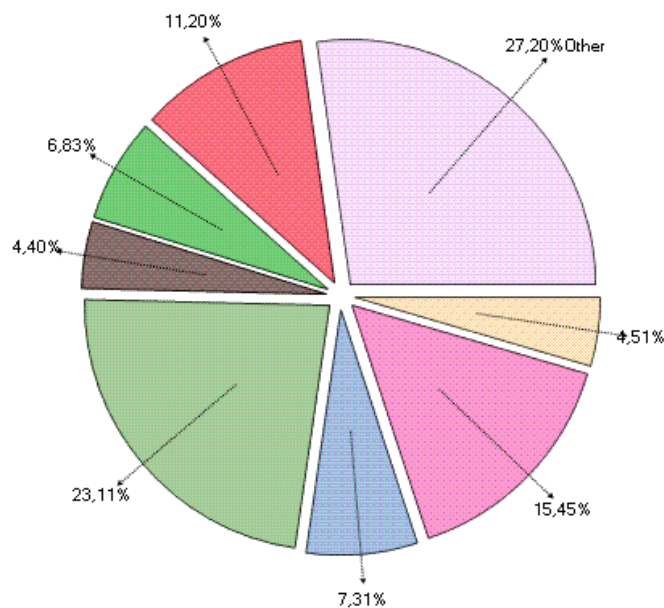
Crear nueva política de mantenimiento...

Editar política de mantenimiento

Eliminar política de mantenimiento

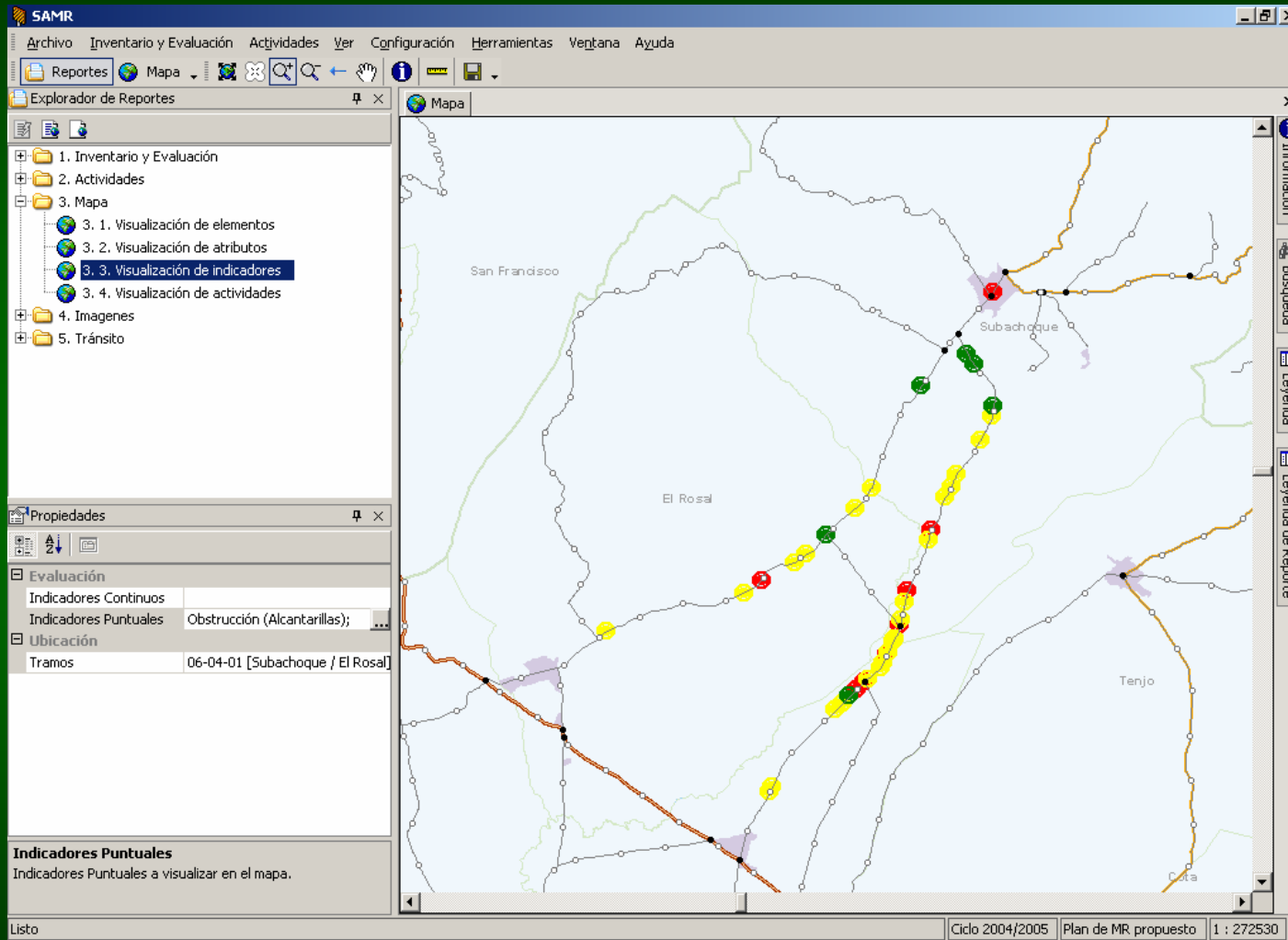
PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE MR

Distribución de costos de actividades (Plan de MR propuesto)



- MRC1 - Limpieza de cunetas
- MRC2 - Reparación de cunetas revestidas
- MRC15 - Rocería de taludes y franja del derecho de vía
- MRC19 - Estabilización de taludes
- MRC25 - Reconformación de la calzada existente
- MRC31 - Bacheo mayor o profundo
- MRC32 - Renivelación de la calzada existente
- Other

DISTRIBUCIÓN DE COSTOS DE ACTIVIDADES DE MR



REPORTES DEL MPMR

Obstrucción de alcantarillas en Troncal 06

The screenshot displays the SAMR (Sistema de Análisis de Mapas de Reportes) software interface. The main window shows a map of the area around El Rosal, with a network of roads and water bodies. A specific road segment, Troncal 06, is highlighted in orange. Several green circular markers are placed along this road, indicating locations where sewer cleaning is required. The interface includes a menu bar at the top with options like 'Archivo', 'Inventario y Evaluación', 'Actividades', 'Ver', 'Configuración', 'Herramientas', 'Ventana', and 'Ayuda'. Below the menu is a toolbar with icons for various functions. On the left side, there is a 'Explorador de Reportes' (Report Explorer) pane with a tree view showing the following structure:

- 1. Inventario y Evaluación
- 2. Actividades
- 3. Mapa
 - 3. 1. Visualización de elementos
 - 3. 2. Visualización de atributos
 - 3. 3. Visualización de indicadores
 - 3. 4. Visualización de actividades
- 4. Imágenes
- 5. Tránsito

Below the explorer is a 'Propiedades' (Properties) pane with the following information:

Planificación	
Actividad	MRC 5b - Limpieza de alcantarilla
Modelo	Modelo G. Mezzelani 4º 2;
Ubicación	
Tramos	06-04-05 [Subachoque / Puente]

At the bottom left, there is a 'Tramos' section with the text 'Tramos a visualizar en el mapa.' The status bar at the bottom of the window shows 'Listo' on the left and 'Ciclo 2005/2006 | Hacer todo | 1 : 252229' on the right. A legend on the right side of the map shows a green circle next to the text 'Limpieza de alcantarillas (totalmente obstruidas) - A Realizar'.

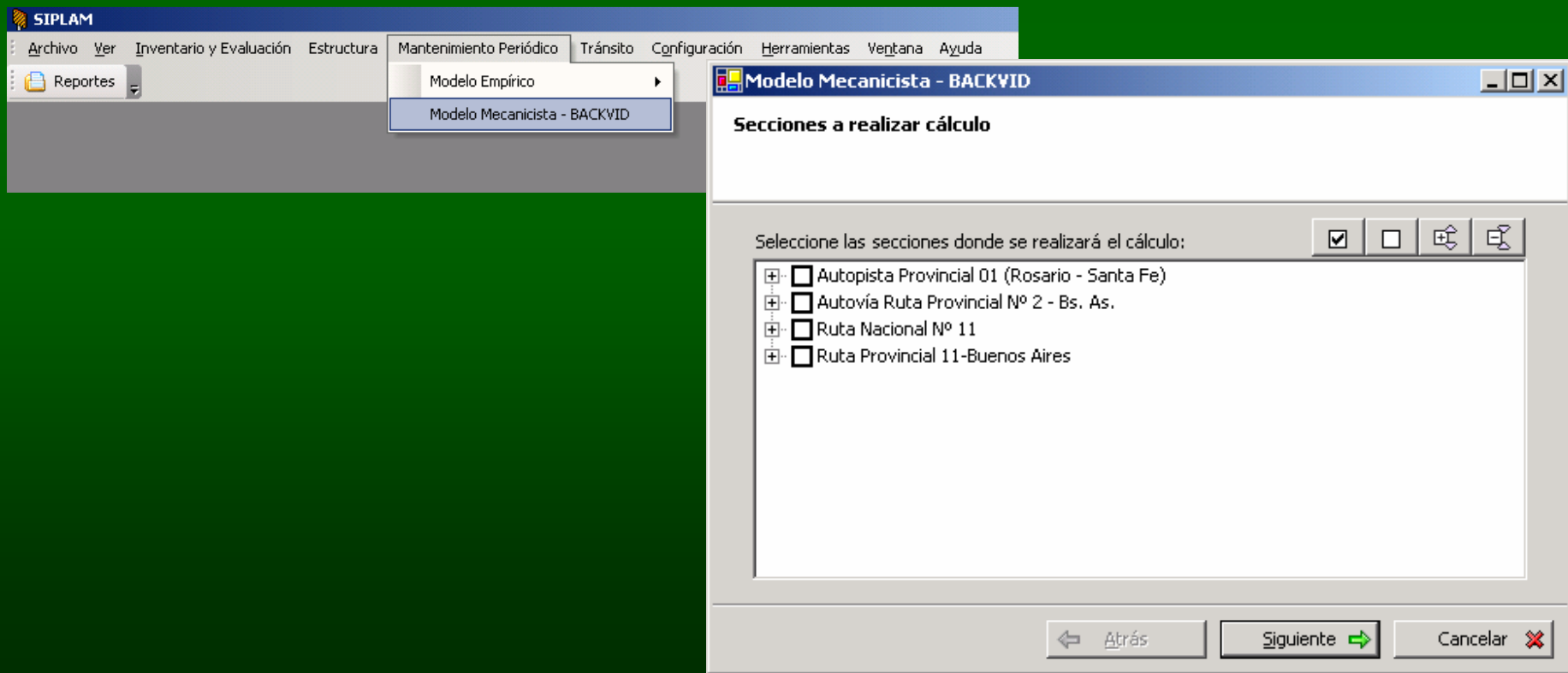
REPORTES DEL MPMR

Tarea de limpieza de alcantarillas en Troncal 06

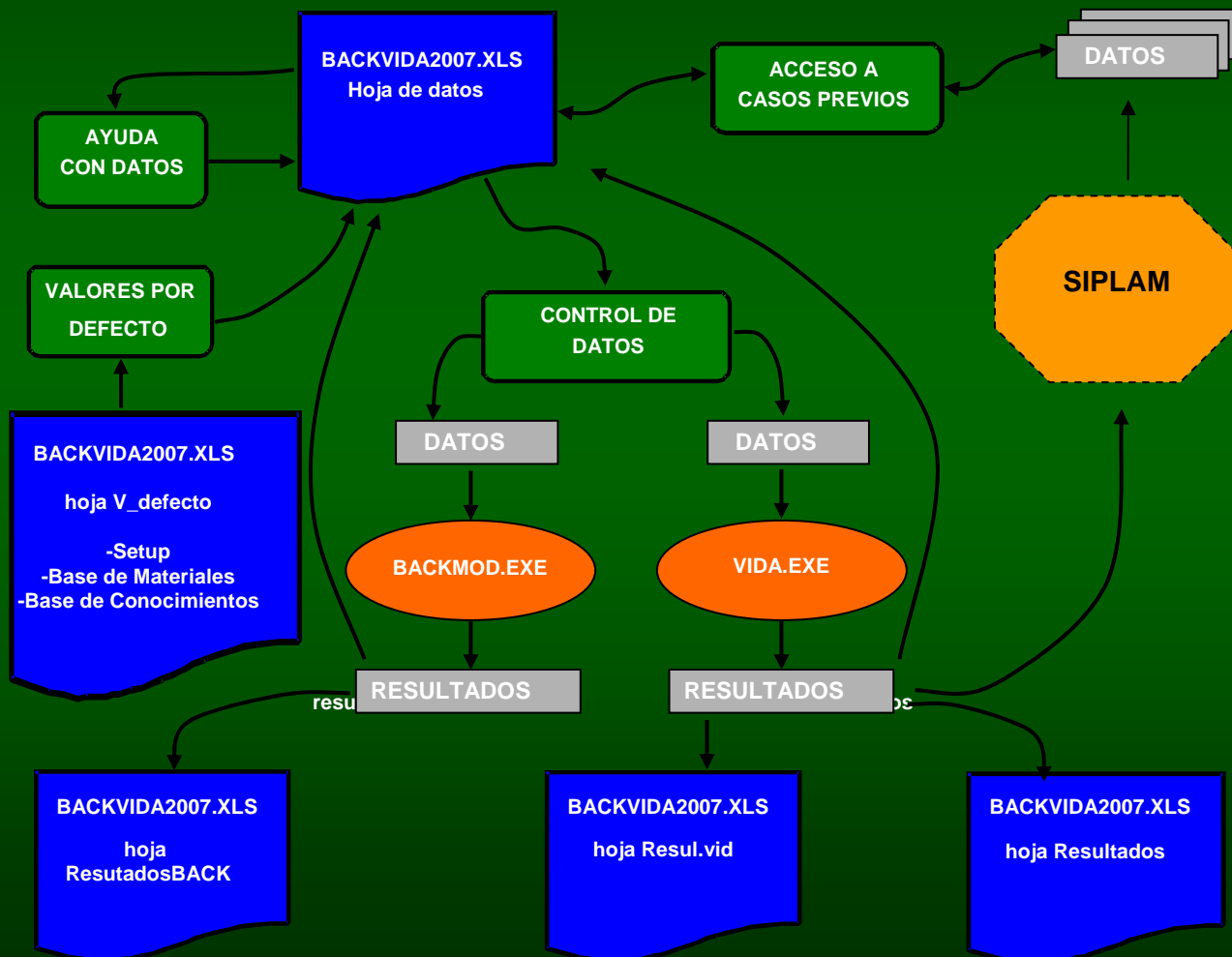
Mantenimiento Periódico MP

Se ha planteado en el diseño del sistema la conveniencia del empleo de modelos racionales para el análisis de estructuras viales, empleando un *Sistema Experto* de pavimentos: el sistema **BACKVID** del Lab. Vial IMAE, Rosario, Arg. [1]

[1] Giovanon-Pagola “Hacia un Sistema Experto en el Diseño de Pavimentos”



Mantenimiento Periódico MP



Visualizar Modelización Retroajuste Visualizar Diseño Verificación Vida Util Ver Todo Limpiar

Programa BACKVID - IMAE para modelización, diseño y verificación

Tipo de auscultación de la deformada: Frec. Hz 0.05 **Viga Benkelman múltiple**

Benk. Múltiple

radio de carga (mm)	120	presión (MPa)	0.442
inter eje (mm)	270	trocha (mm)	1900
carga del eje (KN)	80		
dist. pata del. (mm)	2700		
dist. pata tras. (mm)	3610	número de vigas	2

Retroajuste Simulación

Datos de la Deformada medida Temperatura de ensayo °C 15.0

Distancia (mm)	0	250							
Deflexión(mm/1000)	780	580							

Calcular D1 Personalizar Datos de Ajuste No Lineal

Datos de la Estructura Grado de fisuras 0

Tipo de Material	Altura	Módulo (MPa)	Ecuación Mr			Relación (M/Minf.)	Poisson	Interfaz	Año de constr.
			coef_A	coef_B	coef_C				
Asfáltica CA	120	950				0.35	Adheric		
Base Granular	200	186				1.75	Adheric		
Sub Base Granular	200	106				2.05	Adheric		
Subrasante		52				0.40			

Ensayos de Materiales Tolerancia 10%

Estimar	Parámetro [mm/g] [%]	Módulo (MPa)	Relación modular	Relación s/ Barker
		950	5.12	1.83
Estab Gran/DCP	3.00	186	1.75	1.59
Suelo Cal /DCP	8.00	106	2.05	2.03
Suelo Fino/DCP	15.00	52		

Desarrollado por Laboratorio Vial IMAE - Oscar H. Giovanon

Salvar datos en: Tema: modelizacion con Benk y DCP

Cargar datos Se recuperaron los datos del archivo H:\IMAE\BackVid\Trabajos\EJSE.bav

Insertar Capa 1 Eliminar Capa

Hoja_de_datos / Resultados_Back / Léame / V_Defecto /

BackVid: Retroajuste modular estructura existente

Visualizar Modelización Retroajuste

Visualizar Diseño Verificación Vida Util

Ver Todo

Limpiar

Programa BACKVID - IMAE

para modelización, diseño y verificación

**Analizar
Vida**

Condicion Final

Eje de referencia

Ahuell. (mm)	12	Fisuras Tot. (%)	30		
Frec. (Hz)	10.00	Temp (°C)	27.0	carga	80 KN
radio de carga (mm)	105	presión (MPa)	0.577	inter eje (mm)	310
				reiter. anuales	176000
				tasa	2.0%

Datos de la Estructura

Grado de fisuras **0**

Tipo de Material	Altura	Módulo (MPa)	Ecuación Mr			Relación (M/Minf.)	Poisson	Interfaz	Año de construc.
			coef_A	coef_B	coef_C				
Asfáltica CA	120	2130				0.35	Adheric		
Base Granular	200	127				1.75	Adheric		
Sub Base Granular	200	73				2.05	Adheric		
Subrasante		35				0.40			

Criterios de Falla

Defecto

Fisuración				Ahuellamiento	
Ep6(μstr)	Alfa	%Asf.	% Vida reman.	Eps6 (μstr)	Alfa
240	3.29	11.0	100		
				1500	3.11
				1000	3.11
				650	3.11

Análisis de Sensibilidad

Capa número	Altura de la capa (mm)			Módulo (MPa) o coef_A		
	Inicial	Final	Increm.	Inicial	Final	Increm.
1	40	100	10	2000	4000	1000

Desarrollado por Laboratorio Vial IMAE - Oscar H. Giovanon

Guardar datos en:

Tema: modelizacion con Benk y DCP

Cargar datos

Se recuperaron los datos del archivo H:\IMAE\BackVid\Trabajos\EjSE.bav

Insertar Capa

1

Eliminar Capa

Plan de Mejora

Nombre:

Ruta:

Año	Sección	TH1	TH2	TH3	TH4
2008	Int	C025			
	Ext	C025			
2009	Int			TEXT + MAF	
	Ext			TEXT + MAF	
2010	Int		F050C050		
	Ext		F050C050		
2011	Int				
	Ext				
2012	Int				

Nueva

Editar

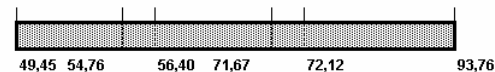
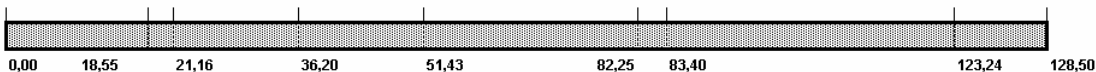
Eliminar

Guardar

Cancelar

CRONOGRAMA DE MEJORAS HASTA EL AÑO 2015

SECCIONES HOMOGÉNEAS



ACCIONES

AÑO	0,00 - 18,55	18,55 - 21,16	21,16 - 36,20	36,20 - 51,43	51,43 - 82,25	82,25 - 83,40	83,40 - 123,24	123,24 - 128,50
2000								
2001								
2002					8 cm C.A.			
2003	5 cm C.A.							
2004								
2005					5 cm C.A.			
2006	5 cm C.A.							
2007							6 cm C.A.	
2008			5 cm C.A.	5 cm C.A.				
2009					5 cm C.A.			
2010				5 cm C.A.			5 cm C.A.	8 cm C.A.
2011		5 cm C.A.						
2012							5 cm C.A.	
2013								
2014								
2015								

AÑO	49,45 - 54,76	54,76 - 56,40	56,40 - 71,67	71,67 - 72,12	72,12 - 93,76
2000					
2001					
2002					
2003	7 cm C.A.				
2004	5 cm C.A.		5 cm C.A.		
2005					
2006					5 cm C.A.
2007	6 cm C.A.				
2008					
2009			4 cm C.A.		5 cm C.A.
2010					
2011					
2012					
2013					
2014					
2015					

CRONOGRAMA DE MP



CONSIDERACIONES FINALES (I)

- Se ha desarrollado un Sistema Integral para la Gestión y Planificación del Mantenimiento de redes viales, que es el resultado de nuestra experiencia acumulada en los últimos años en la gestión de mantenimiento y rehabilitación de redes o mallas con diferentes características, magnitudes y requerimientos.
- Se trata de un sistema concebido en forma modular, de manera de poder ser implementado parcialmente o por etapas



CONSIDERACIONES FINALES (II)

- El sistema ya ha sido implementado y puesto a punto en diferentes redes viales de nuestro país y Sudamérica
- La implementación de un sistema de gestión resulta de gran utilidad para toda repartición o empresa encargada de la administración de redes viales, pero se destaca que resulta imprescindible que sea alimentado periódicamente con datos confiables y administrado y operado por un área específica dentro de la organización



XXXV REUNIÓN DEL ASFALTO
NOVIEMBRE DE 2008 – ROSARIO, ARGENTINA

....MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION

g.mezzelani@ityac.com.ar