

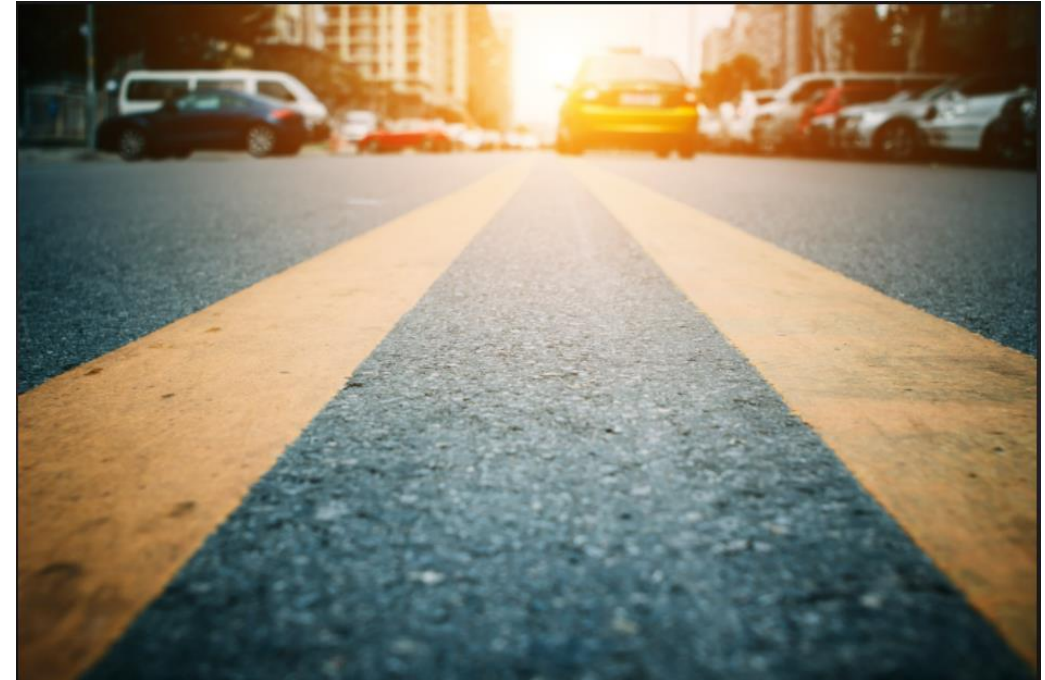


# EL ARTE DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE PAVIMENTOS

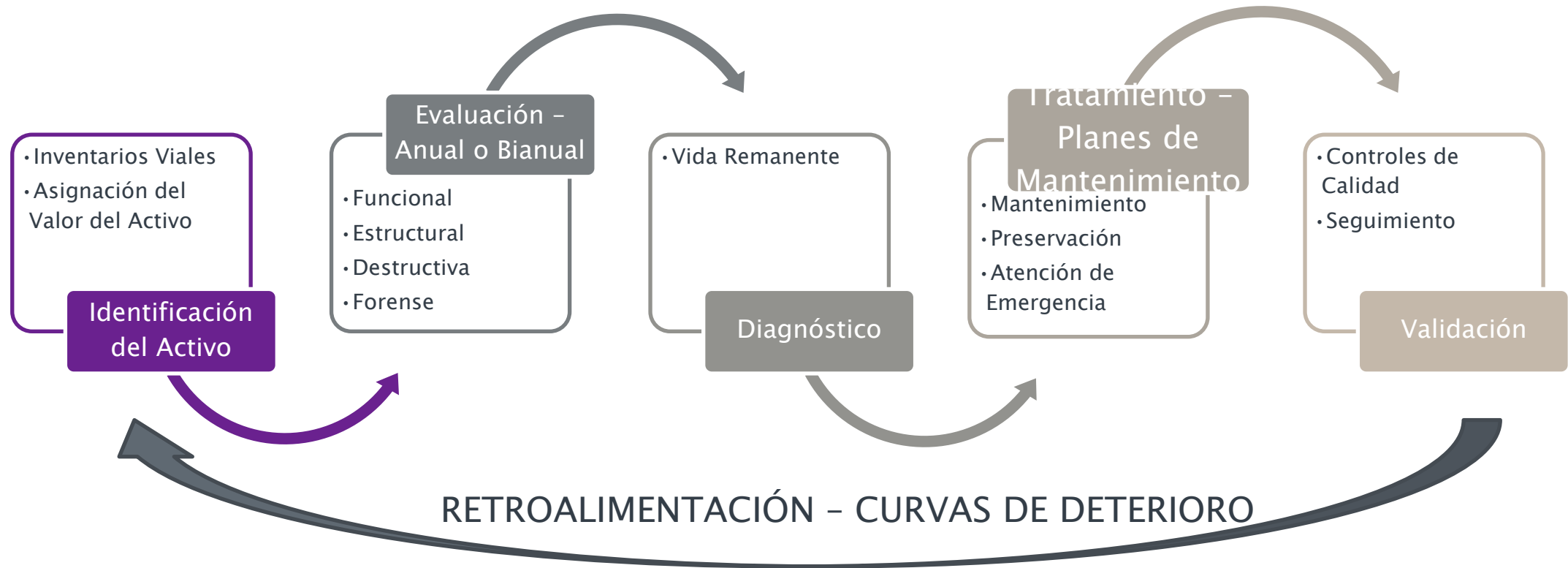
I.C. Sara del Pilar Alzate D. MSc

# Objetivos

- Identificar las necesidades de política pública básica con el fin de crear SGP
- Describir los beneficios tangibles e intangibles de la implementación de SGP a largo plazo
- Descubrir el abanico de opciones para planeamiento de actividades de mantenimiento y conservación de la infraestructura



# El Ciclo de las Buenas Prácticas en Pavimentos

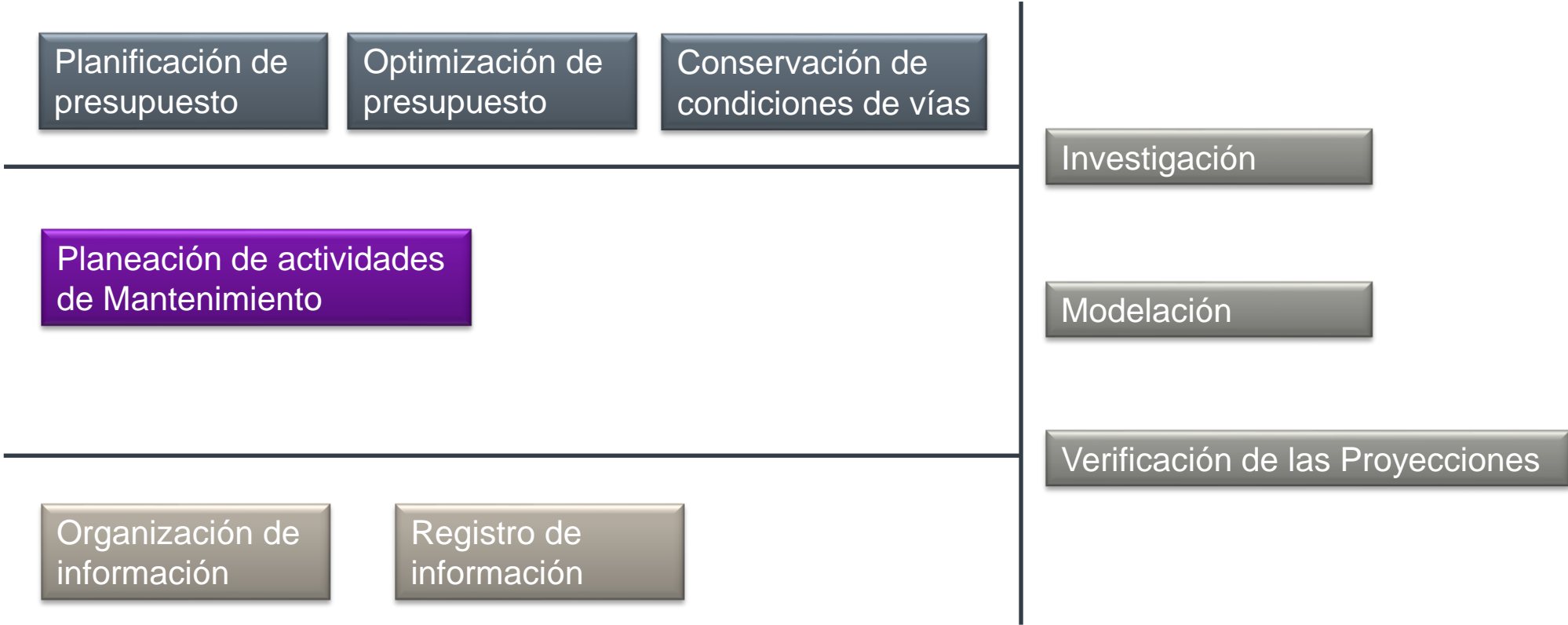


# Sistemas de Gestión de Pavimentos

Grupo de herramientas y métodos que permiten a los tomadores de decisiones encontrar estrategias óptimas para proveer, evaluar y mantener pavimentos en una condición de servicio deseada por un periodo definido. (AASHTO, 2001)

Los Sistemas de Gestión de Pavimentos que evalúan varias alternativas usan el impacto esperado de tratamientos de mantenimiento o rehabilitación en el desempeño futuro de los pavimentos. Adicionalmente proveen la información necesaria para soportar y justificar los recursos necesarios en los programas de mantenimiento. (Y.H.Huang, K.C.Mahboub, 2004)

# Sistemas de Gestión de Pavimentos



# Inventarios

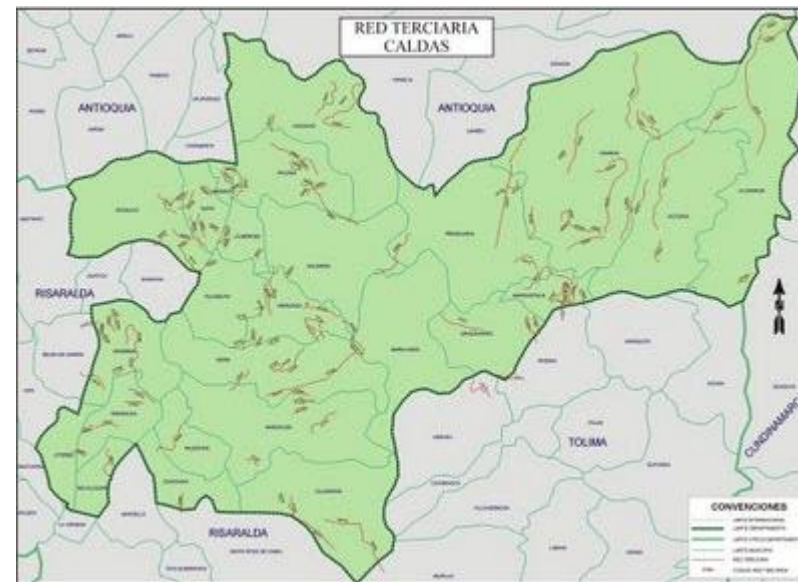
\*Definición de la longitud total de la red vial o proyecto vial.

\* Definición de las condiciones más relevantes:

- Número de calzadas, carriles, sentidos.
- Geometría (anchos, bermas).
- Tipo de superficie
- Condiciones de señalización.
- Fecha de construcción.
- Fecha de última intervención y tipo de intervención.

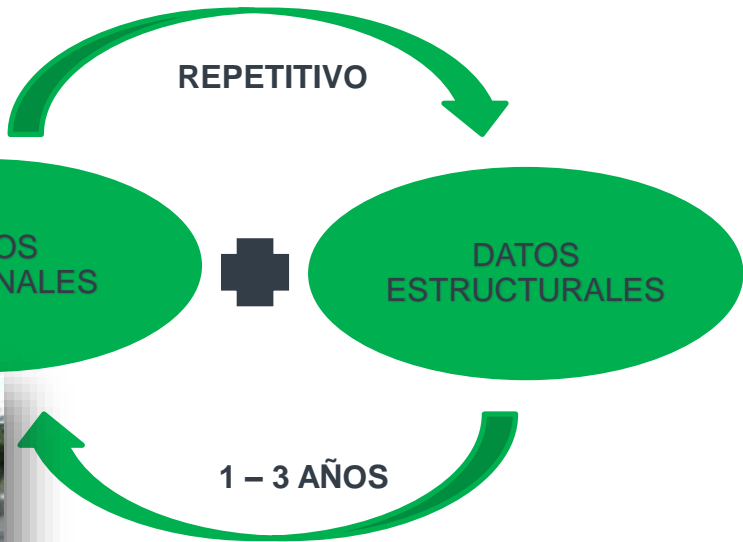
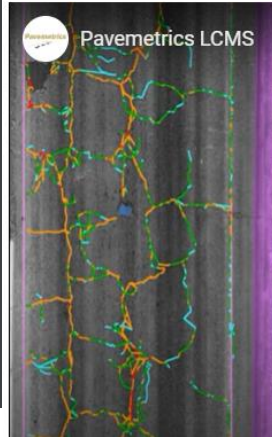
\*Asignación de valor por km en buen estado.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS E INNOVACIÓN														Jun-18	
No.	TERRITORIAL	PAVIMENTADO (Kms)					SIN PAVIMENTAR (Kms)					RED TOTAL CALIFICADA			
		MUY BUENO	BUENO	REGULAR	SECO	NO SECO	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	SECO	MUY MALO	PAV.	SIN PAV.	INTERV.	TOTAL
1	ANTIOQUIA	9.70	101.07	168.95	77.99	0.00	0.00	7.76	0.00	0.00	0.00	357.70	7.76	0.00	365.47
2	ATLÁNTICO	0.00	8.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.45	0.00	0.00	8.45
3	BOLÍVAR	4.88	34.46	22.80	6.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.36	0.00	0.00	68.36
4	BOYACÁ	67.76	201.49	280.04	98.62	0.00	0.00	5.78	21.00	141.06	26.32	647.91	194.15	0.00	842.06
5	CALDAS	34.36	100.55	36.04	7.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	177.97	0.00	0.00	177.97
6	CAQUETÁ	133.16	74.57	68.65	102.85	0.00	0.00	1.61	21.70	15.34	18.05	379.23	56.70	9.45	445.37
7	CASANARE	0.16	262.39	264.67	30.64	0.28	0.00	0.00	36.66	15.20	0.00	558.14	51.86	0.00	610.00
8	CAUCA	63.69	150.87	223.44	131.41	1.01	3.97	38.06	281.30	309.26	9.72	570.41	642.31	0.00	1,212.73
9	CESAR	26.99	69.66	14.72	22.11	0.00	0.00	3.00	2.00	28.20	0.00	133.48	33.20	0.00	166.68
10	CHOCÓ	33.60	70.80	43.87	5.14	0.00	0.00	6.41	49.50	37.73	31.21	153.42	124.85	0.00	278.27
11	CÓRDOBA	34.82	58.81	31.67	65.68	35.51	0.00	0.98	5.99	36.23	13.03	226.48	56.23	0.00	282.71
12	CUNDINAMARCA	0.00	66.22	91.41	38.38	0.00	1.00	1.00	21.06	5.95	0.00	196.01	29.01	0.00	225.02
13	GUAJIRA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	HUILA	39.21	84.06	76.39	59.21	1.03	0.00	5.27	115.06	99.45	0.00	259.90	219.78	0.00	479.69
15	MAGDALENA	3.01	15.07	19.45	12.21	10.61	0.00	0.00	6.00	64.07	14.06	60.36	84.14	0.00	144.50
16	META	68.93	110.25	140.95	21.74	2.05	47.98	20.30	83.34	87.89	2.00	343.92	241.51	0.00	585.43
17	NARIÑO	243.01	276.91	99.37	72.61	0.62	0.81	4.23	4.73	7.84	9.58	692.51	27.18	0.00	719.70
18	N. DE SANTANDER	21.80	108.50	128.21	93.76	0.97	0.00	7.11	75.43	27.84	6.00	353.23	116.48	0.00	469.71
19	PUTUMAYO	90.14	44.48	9.71	5.19	0.00	0.00	18.89	28.69	85.48	0.00	149.52	133.05	0.00	282.57
20	QUINDÍO	1.98	31.90	40.42	7.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.32	0.00	8.52	89.84
21	RISARALDA	42.46	87.64	37.74	5.34	0.00	0.00	11.78	29.69	3.40	0.00	173.18	44.86	0.00	218.05
22	SANTANDER	9.24	275.70	63.39	31.69	5.48	0.00	26.79	71.52	50.02	34.85	385.51	163.18	0.00	568.69
23	SUCRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	TOLIMA	0.00	197.34	85.51	29.26	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	314.11	0.00	0.00	314.11
25	VALLE	67.74	130.90	117.19	79.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	395.27	0.00	0.00	395.27
26	OCAÑA	2.03	8.17	38.44	53.56	11.08	0.00	0.00	0.00	4.43	0.00	113.28	4.43	0.00	117.71
27	S. ANDRÉS Y PROV.	14.12	25.60	6.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.75	0.00	0.00	45.75
	<b>TOTAL RED VIAL</b>	<b>1,012.77</b>	<b>2,595.86</b>	<b>2,109.04</b>	<b>1,067.12</b>	<b>70.82</b>	<b>53.76</b>	<b>158.97</b>	<b>853.66</b>	<b>1,019.49</b>	<b>164.82</b>	<b>6,845.41</b>	<b>2,250.69</b>	<b>17.97</b>	<b>9,114.06</b>
		14.79%	37.92%	30.81%	15.44%	1.03%	2.39%	7.05%	37.93%	45.30%	7.32%	75.11%	24.69%	0.20%	

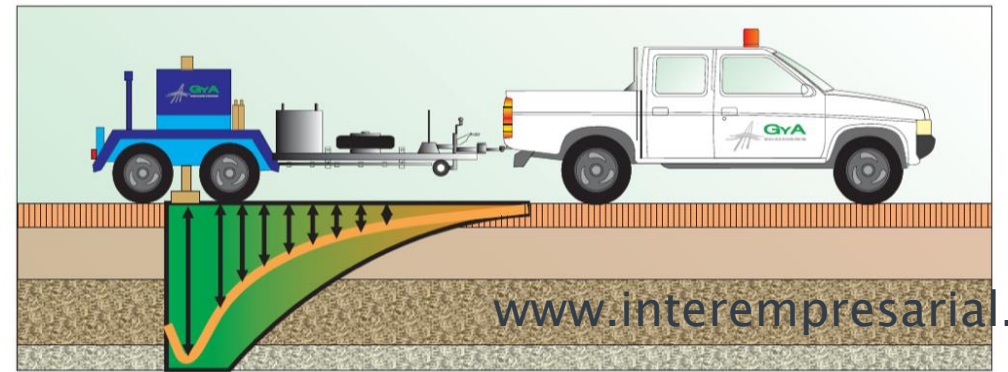
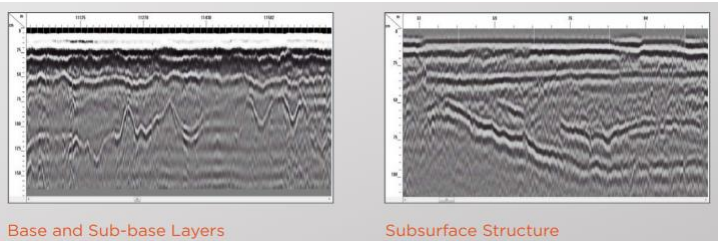




# Evaluaciones



INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (ASTM D6433-18)						
PAVIMENTO S/C CON SUPERFICIE ASFALTICA						
Exploración de la condición superficial por unidades de inspección						
Ramal		Esquema				
Sección						
Unidad de inspección						
Fecha de inspección						
Afectos inicial						
Afectos final						
Área de inspección (m <sup>2</sup> )						
Inspeccionada por						
No.	Daño	Un.	No.	Daño	Un.	
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11	Parqueo y Acomodación de Servicios	m <sup>2</sup>	
2	Escudación	m <sup>2</sup>	12	Asfalto resaca o acomoda de servitios publicos	m <sup>2</sup>	
3	Agrietamiento en Bloque	m <sup>2</sup>	13	Pulimento de Agregados	m <sup>2</sup>	
4	Abultamientos y Hundimientos	m	14	Huecos	un.	
5	Comogación	m <sup>2</sup>	15	Cruce de Vía Férrea	m <sup>2</sup>	
6	Depresión	m <sup>2</sup>	16	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	
7	Grieta de Borde	m	17	Desplazamiento	m <sup>2</sup>	
8	Grieta de Reflexión de Juntas de PCCP	m	18	Grieta Parabólica o Por Deslizamiento	m <sup>2</sup>	
9	Clean/Well/Canal/Berme	m	19	Hinchamiento	m <sup>2</sup>	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m	20	Desplazamiento de Agregado Grueso	m <sup>2</sup>	
				Meteorización (Desgaste Superficial)	m <sup>2</sup>	
Daño	Nivel de severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducible



# Diagnóstico – Funcional

IRI: Comfort, costos vehiculares

IFI: Seguridad Vial

PCI: Levantamiento de fallos

Paterson's research outcomes, W.D.O [8], proved the relation below:

$$PSI = 5. e^{-0.18.IRI} \quad (1)$$

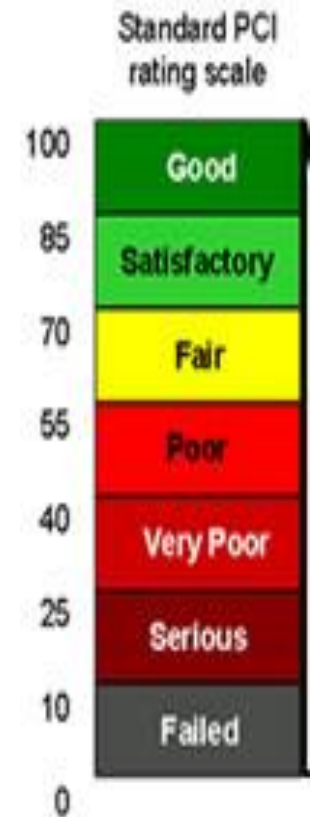
Al-Omari and Darter [6], provided the relation equation below:

$$PSI = 5. e^{-0.26.IRI} \quad (2)$$

Table 3. Recommendation on the quality of asphalt concrete road pavement of national highways in the Northern Vietnam

PSI	Average IRI	Evaluation level
4-5	$IRI \leq 1.8$	Very good
3-4	$1.8 < IRI \leq 2.8$	Good
2-3	$2.8 < IRI \leq 4.3$	Average
1-2	$4.3 < IRI \leq 6.8$	Bad
0-1	$IRI > 6.8$	Very bad

Dr. Long Hoang Nguyen1 1 The University of Transport Technology, Thanhxuan, Hanoi, Vietnam





# Diagnóstico – Estructural

**Table 1** Summary of deflection bowl parameters

Parameter	Formula	Zone correlated to (see figure 1)
Maximum deflection	$D_0$ as measured at point of loading	1, 2 and 3
Radius of curvature (RoC)	$RoC = \left( \frac{L^2}{2D_0(1 - D_{200}/D_0)} \right)$ Where $L = 127$ mm in the original Dehlen (1961) curvature meter and 200 mm for the FWD	1
Base layer index (BLI) (previously referred to as surface curvature index, SCI)	$BLI = D_0 - D_{300}$	1
Middle layer index (MLI) (previously referred to as base curvature index, BCI)	$MLI = D_{300} - D_{600}$	2
Lower layer index (LLI) (previously referred to as base damage index, BDI)	$LLI = D_{600} - D_{900}$	3

**Table 2** Behaviour states for granular base pavements (CSRA 1997)

Behaviour state	Traffic range (E80s) ('000 000)	Maximum deflection (mm)	BLI (mm)	MLI (mm)	LLI (mm)
Very stiff	12 to 50	<0,3	<0,08	<0,05	<0,04
Stiff	3 to 8	0,3 to 0,5	0,08 to 0,25	0,05 to 0,15	0,04 to 0,08
Flexible	0,8 to 3	0,5 to 0,75	0,25 to 0,50	0,15 to 0,20	0,08 to 0,10
Very flexible	< 0,8	>0,75	>0,5	>0,20	>0,10

**Table 3** Deflection bowl parameter structural condition rating criteria for various pavement types

	Structural condition rating	Deflection bowl parameters				
		$D_0$ (µm)	RoC (m)	BLI (µm)	MLI (µm)	LLI (µm)
Granular base	Sound	<500	>100	<200	<100	<50
	Warning	500-750	50-100	200-400	100-200	50-100
	Severe	>750	<50	>400	>200	>100
Cementitious base	Sound	<200	>150	<100	<50	<40
	Warning	200-400	80-150	100-300	50-100	40-80
	Severe	>400	<80	>300	>100	>80
Bituminous base	Sound	<400	>250	<200	<100	<50
	Warning	400-600	100-250	200-400	100-150	50-80
	Severe	>600	<100	>400	>150	>80

**Note:** These criteria can be adjusted to improve sensitivity of benchmarking.

Horak, Emile. (2008). Benchmarking the structural condition of flexible pavements with deflection bowl parameters. Journal of the South African Institution of Civil Engineers. 50.

# Evaluación

PCI/IRI/Fricción

Vida Remanente

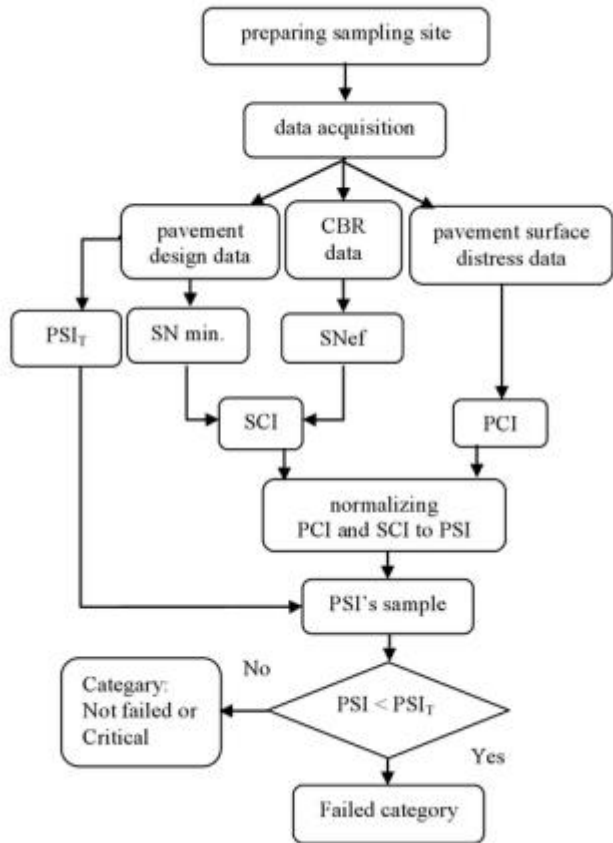
Cuánta vida funcional le queda?

Cuánta vida en tráfico/años le queda?

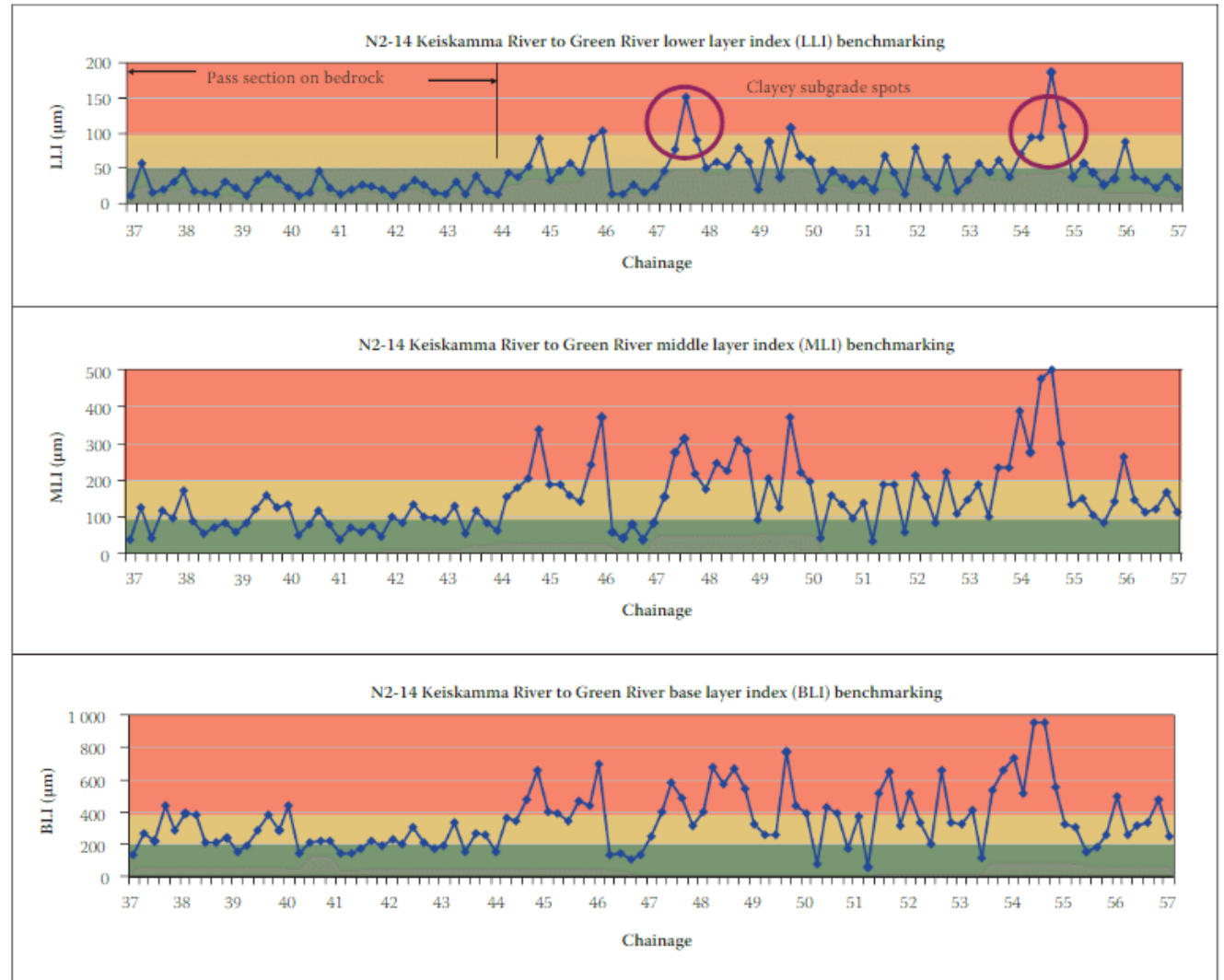
Is (Indice Superficial)

PSI: Pavement Serviceability Index

Análisis AASHTO , Mecanicista



Turnitin, Indonesia



Horak, Emile. (2008). Benchmarking the structural condition of flexible pavements with deflection bowl parameters. *Journal of the South African Institution of Civil Engineers*. 50.

# Estrategias

## Conservación

- Optimización de evaluaciones NDT.
- Umbrales de atención definidos por:
  - Estrategias de altísimo rendimiento.
  - Estrategias de altísimo confort.
  - Estrategias de protección de la capa superficial.
- Usualmente los pavimentos se intervienen con niveles de PCI 65–80
- La intervención genera PCI's 95–100
- Se alarga condición PSI. (Basada en definición de la AASHTO de confort).
- Evaluar la ganancia en el valor del asset en el tiempo.

## Mantenimiento

- Verificación periódica de inspecciones visuales dentro del rango de diseño.
- Umbrales de atención definidos por:
  - Estrategias para el usuario.
  - Estrategias de reducción de costos de mantenimiento vehicular.
  - Atenciones puntuales.
- Usualmente se intervienen pavimentos con niveles de PCI 50–75
- La intervención genera PCI entre 60–85.
- El asset no gana valor. Se devalúa a una tasa más baja.

## Estructurales/Rehab

- Inspecciones con deflectometría o consideraciones estructurales.
- Umbrales de atención definidos por:
  - Incrementos en proyecciones de tránsito.
- Intervención por vida remanente menor a 3 años.
- Intervenciones con PCI < 55
- La intervención genera un PCI de 100 con PSI entre 4.2–5
- Análisis específico del valor del asset en el tiempo, puede devaluarse dependiente de la vida útil y extensión de las intervenciones.

## Valor 0 de la Infraestructura

- Condiciones de emergencia vial repentinas.
- Quejas de la comunidad.
- No hay planes de inspección.
- Intervenciones con PCI < 20
- Nuevo PCI por unidad de muestra intervenida de 100
- Se pierde la totalidad del valor del asset y se genera una nueva inversión total.

# Características de un Pavimento Bien Preservado

- **Serviciabilidad – Índice de Rugosidad Internacional (IRI)**
  - Objetivo en el año 2002 de la FHWA :
  - 95% de la NHS a reportar: 2.7mm/m (170in/mi)
  - Mejorar la cantidad de tramos en buen estado a: 1.5 mm/m (95 in/mi)
- **Condición Estructural**
  - Eliminar fallas por fatiga (Estrategias de reducción de esfuerzos de tensión y corte)
  - Revisión de condición estructural basado en mediciones de deformaciones
  - “La combinación de mantenimiento preventivo y sistemático, re-capeo de un pavimento flexible y el adecuado diseño estructural resulta en un pavimento larga vida o perpetuo”
- **Condición Funcional – Índice de Condición del Pavimento (PCI)**
  - Combinación de alternativas basadas en Gestión de Pavimentos
  - *Right treatment, to the Right pavement, at the Right time.*



# La toma de decisiones



No hacer Nada



Mantenimiento Rutinario



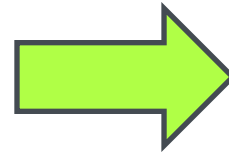
Conservar/Preservar



Rehabilitar



Reconstrucción



Cuánto cuesta?, Cuándo se requiere la inversión.



ESCENARIOS DEL PLAN DE INTERVENCIONES

- Análisis red o proyecto.
- Decisiones Técnicas
- Disponibilidad de recursos (Presupuesto)
- Definición del valor promedio de PCI
- Voluntad política
- Niveles de R+D
- Compromiso de la Industria

# Técnicas de Conservación Vial



# Definiciones

FHWA define los componentes de la preservación de pavimentos de la siguiente manera:

**Preservación de pavimentos:** Es un programa a nivel de red como estrategia a largo plazo **que mejora el desempeño** del pavimento al usar un grupo de prácticas integradas y de alto beneficio/costo que extienden la vida del pavimento, mejoran la seguridad vial y cumplen con las expectativas del usuario.

# Definiciones

**Mantenimiento Rutinario:** Consiste en las labores que son planeadas y ejecutadas **de una manera rutinaria para mantener y conservar** la condición del sistema vial o para responder a las condiciones específicas y eventos que restauran el sistema vial a un nivel de servicio adecuado.

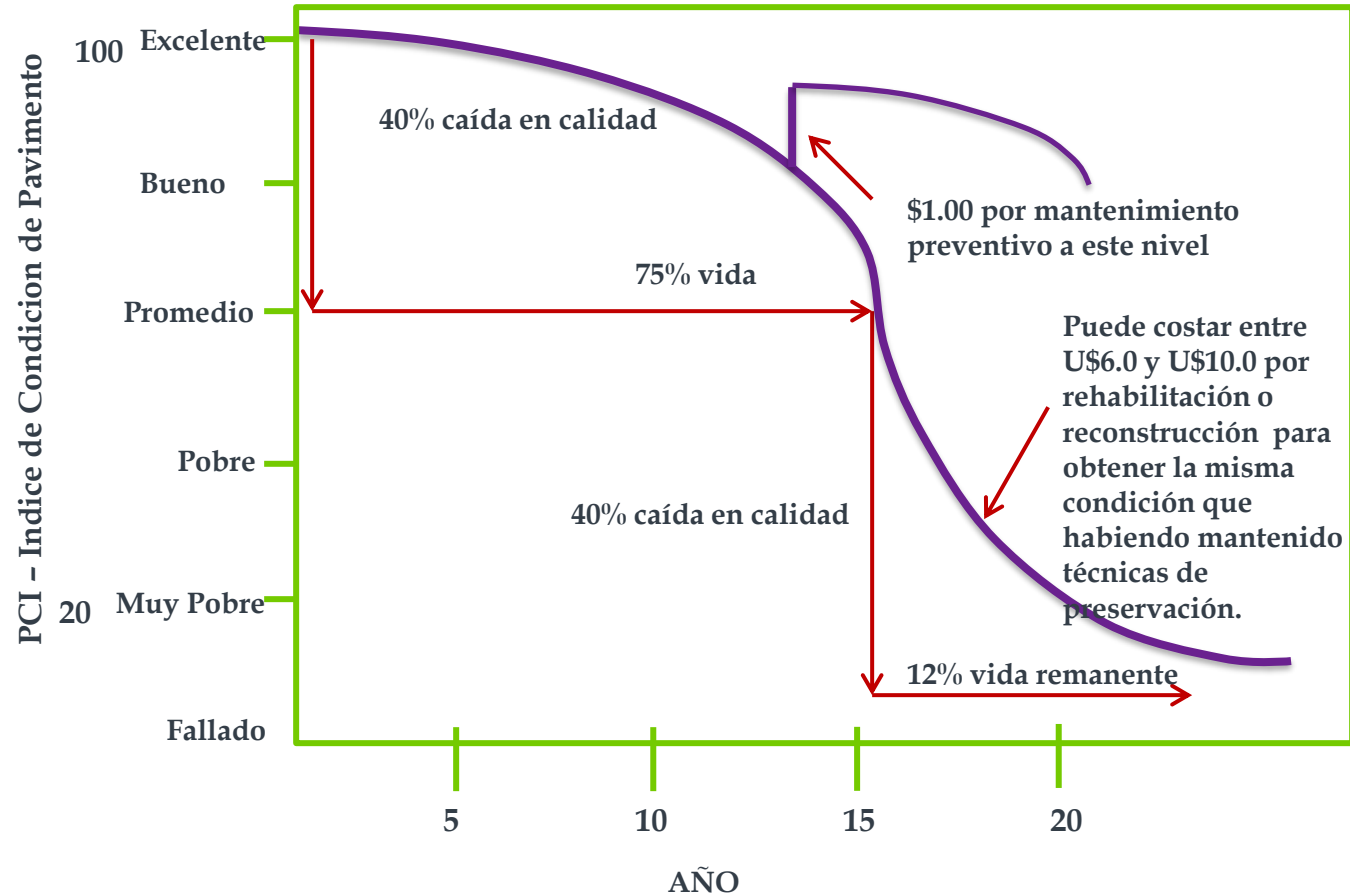
# Definiciones

**Mantenimiento Preventivo:** Es una estrategia planeada con un tratamiento de alto beneficio/costo en un sistema rodoviario que **al ser oportuno conserva el sistema, retarda deterioros futuros y mantiene o mejora la condicion funcional** del sistema sin incrementar significativamente la capacidad estructural.

**Rehabilitacion:** “Mejora estructural que extiende la vida de servicio de un pavimento existente y/o mejora su capacidad de soportar carga.” **Rehabilitacion Menor:** **Consiste en mejoramientos realizados a la seccion del pavimento para eliminar envejecimiento, fisuramiento superficie hacia abajo causados por los efectos ambientales.**

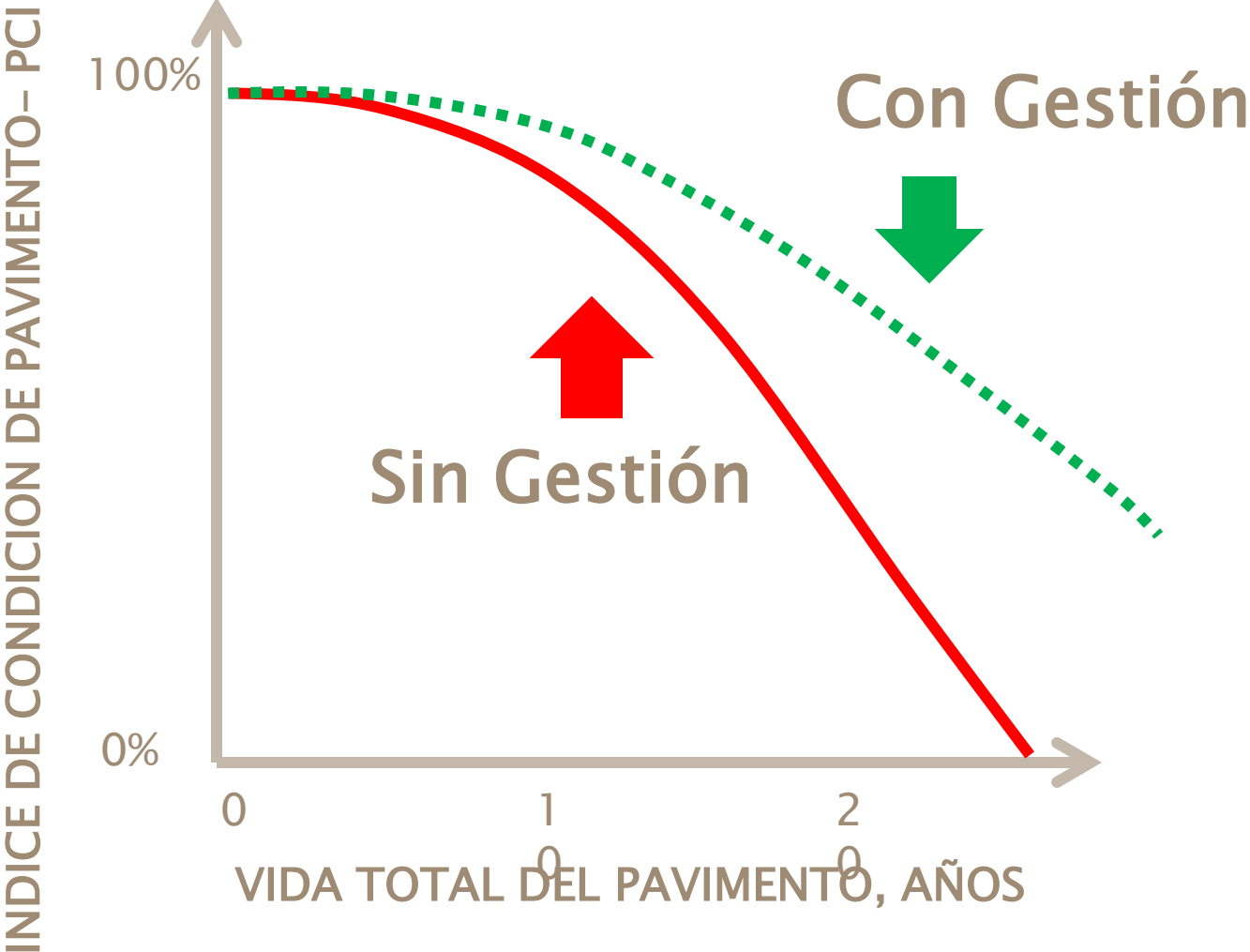


# Curva de Deterioro



Extraído de Hein, D y Rao, S. Documento 28 de "First International Conference on Pavement Preservation" 2010. Modificación al Español y con nuevos datos del FP2.

# Características de un Pavimento Bien Preservado



# Extensión del Ciclo de Vida por Conservación

TIPO DE TRATAMIENTO	EXTENSION DE VIDA
Sobrecarpeta Delgada Asfalto	5 - 10 años
Reciclado Caliente In-situ	5 - 10 años
Tratamiento Superficial (Chip Seal)	3 - 6 años
Lechada Asfáltica y Micropavimento	3 - 5 años
Sellado De Grietas	1 - 3 años
Llenado De Grietas	1 - 2 años
Riego En Negro (Fog Seal)	1 año

NCHRP

# Herramientas de Preservación

## Mantenimiento Rutinario

ÁREA DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Entorno de la vía	<ul style="list-style-type: none"><li>*Rocería y limpieza</li><li>*Remoción de derrumbes</li><li>*Jardinería y riego de plantas ornamentales</li></ul>
Calzada pavimentada	<ul style="list-style-type: none"><li>*Sello de fisuras y grietas</li><li>*Reposición de sello de juntas en pavimentos rígidos</li><li>*Bacheo</li><li>*Riego en negro</li><li>*Enarenado</li><li>*Sello de arena asfalto</li><li>*Reparación de bordes de pavimentos asfálticos</li></ul>
Drenaje	<ul style="list-style-type: none"><li>*Limpieza obras de drenaje superficial longitudinal</li><li>*Limpieza obras de drenaje transversal</li><li>*Limpieza de subdrenes</li></ul>
Estructuras viales	<ul style="list-style-type: none"><li>*Mantenimiento rutinario de las estructuras viales</li></ul>
Señalización y ayuda a la vialidad	<ul style="list-style-type: none"><li>*Limpieza de la calzada y las bermas</li><li>*Limpieza y reparación de señales verticales, postes de referencia, defensas metálicas y barandas</li><li>*Mantenimiento rutinario de líneas de demarcación y de marcas viales</li></ul>

Fernando Sanchez Sabogal. Modulo 17 - Mantenimiento Vial

# Mantenimiento Rutinario

## RIEGO EN NEGRO (FOG SEAL)

- Técnica para rejuvenecer la apariencia de la superficie asfáltica.
  - Recupera temporalmente microtextura teniendo un efecto en la reducción del ruido
  - Reduce la pérdida de agregados
  - Reduce rata de oxidacion de la capa de rodadura.
- Aplicación
  - CSS-1h o SS-1h
  - Generalmente diluido 1:1 (0.2 lt/m<sup>2</sup> - 0.7 lt/m<sup>2</sup>)
  - Superficies abiertas o semi-densas
  - Clima adecuado para penetracion y baja solubilidad en agua
- Desempeño
  - 1- 3 años Dependiente de trafico y clima
  - Puede tener limitaciones a nivel de seguridad vial





# Mantenimiento Rutinario

## ENARENADO Y SELLO DE ARENA-ASFALTO

- Técnica para recuperar asfaltos envejecidos y llenar fisuras delgadas en la superficie.
  - Recupera resistencia al deslizamiento
  - Retarda/elimina la pérdida de agregados en la superficie de la rodadura.
- Aplicación
  - Emulsion 0.45 lt/m<sup>2</sup> – 1.15 lt/m<sup>2</sup>
  - Arena 10 kg/m<sup>2</sup> – 13.5 kg/m<sup>2</sup> (4.75mm)
- Desempeño
  - Vida útil esperada de 3–4 años



<http://www.fs.fed.us/eng/pubs/html/99771201/99771201.htm>

# Mantenimiento Preventivo

## Slurry Seal (Sello/Lechada Asfáltica)

- Técnica para sellar pavimentos envejecidos con buena capacidad estructural.
  - Recupera textura superficial con resistencial al deslizamiento.
  - Impermeabiliza
  - Corrige la pérdida de agregados
- Aplicación
  - CSS-1h/SS-1h o CQS/QS
  - Desde 4 kg/m<sup>2</sup> - 13.5 kg/m<sup>2</sup>
  - Clima adecuado para adecuado quiebre y curado por evaporación.
- Desempeño
  - 3 - 5 años Dependiente de tráfico y clima



# Mantenimiento Preventivo

## Micropavimentos / Microsuperficies en frío

- Técnica de para sellar pavimentos con tráficos medios a altos.
  - Recupera textura superficial con resistencia al deslizamiento para tráfico alto.
  - Impermeabilizante
  - Rejuvenecedor
  - Corrige la pérdida de agregados
  - Repara defectos superficiales leves a moderados.
- Aplicación
  - CQS + Polimero (latex natural o sintético)
  - Desde 4.5 kg/m<sup>2</sup> - 13.6 kg/m<sup>2</sup>
  - Puede realizarse doble aplicacion
- Desempeño
  - 5-10 años Dependiente de condición del pavimento y tráfico.



# Mantenimiento Preventivo

## Tratamiento Superficial – Chip Seal

**Aplicación de asfalto seguida por una capa de gravilla generando una superficie antideslizante e impermeable.**

Superficie de rodadura para traficos medios a livianos.

Capa impermeabilizante

Corrige exudación

Puede ser utilizada de manera provisonal sobre bases granulares

## Aplicación

Simple, doble, triple y combinación de sellos.

PME (CRS) – PMA-AR

## Desempeño

3-6 años



# Rehabilitaciones Menores

## Reciclado in-situ en Caliente

Técnica en sitio para reutilizar la carpeta asfáltica con deterioros superficiales y recobrar el nivel de serviciabilidad mientras se rejuvenece la superficie

Recupera fisuramiento tipo top-down

Rejuvenece superficie

Corrije/mejora nivel de rugosidad

## Aplicación

Hasta 3-pulg (76mm)

Aceite Rejuvenecedor (0.25% – 0.75%) o emulsion (0.75% – 1.5%)

## Desempeño

5 – 10 años





# Rehabilitaciones Menores

## Reciclado en frío in-situ

Técnica de Reciclado de máximo 100 mm de espesor con el propósito de quebrar el patrón de agrietamiento, rejuvenecer el pavimento y recuperar integridad estructural de la carpeta de rodadura.

Corrige todos los defectos de una carpeta asfáltica.

Técnica que se basa en adecuada capacidad y estado de las bases granulares o inferiores.

## Aplicación

CSS/CQS Preferiblemente Emulsiones de Desempeño

2.0% – 3.0% emulsión por peso de material reciclado

Requiere una sobrecarpeta/sello superficial

## Desempeño

5–10 años



# Rehabilitaciones menores

## Sobrecarpeta delgada o ultradelgada

Técnica de conservación de pavimentos de larga vida. Corrige y retarda la aparición de fisuras en la superficie y genera un rodamiento seguro y de comfort.

Corrige todos los defectos superficiales.

Mejora serviciabilidad dependiendo de espesor de capa.

Mejora agarre.

## Aplicación

15mm a 30mm de mezcla densa en caliente

Mezcla modificada con polimeros

Membrana de liga entre 0.54 lt/m<sup>2</sup> – 1.13 lt/m<sup>2</sup>

## Desempeño

10–15 años



# Componente de Ciclo de Vida

ACTIVITY	D.I. (Before)	D.I. (After)	AGE	LIFE EXTENDED (Years)	R.S.L. (Years)	COST (Lane-Mile)	COMMENTS
New Construction		0	0		25	\$508,000 \$ 21,000	Construction cost User cost
Major Construction	51	0	25		25	\$490,000 \$ 19,000	Construction cost User cost
Total						\$998,000 \$ 40,000	Construction cost User cost

D.I. = distress index, a measure of pavement condition. Scale values: 0 = no distress, 50 = reconstruction required.

R.S.L. = remaining service life, the remaining time in which a pavement can be preserved.



# Componente de Ciclo de Vida

ACTIVITY	D.I. (Before)	D.I. (After)	AGE	LIFE EXTENDED (Years)	R.S.L. (Years)	COST (Lane-Mile)	COMMENTS
New Construction		0	0		25	\$508,000 \$21,000	Construction cost User cost
First Preservation	11	6	5	2	22	\$15,000 \$350	Construction cost User cost
Second Preservation	21	0	10	8	25	\$39,500 \$350	Construction cost User cost
Third Preservation	16	8	14	1	22	\$15,000 \$350	Construction cost User cost
Fourth Preservation	33	0	20	5	21	\$55,500 \$700	Construction cost User cost
Fifth Preservation	14	7	25	2	18	\$15,000 \$350	Construction cost User cost
Total						\$648,000 \$23,100	Construction cost User cost

D.I. = distress index, a measure of pavement condition. Scale values: 0 = no distress, 50 = reconstruction required.  
R.S.L. = remaining service life, the remaining time in which a pavement can be preserved.

# Componente Técnico

Disponibilidad de materiales

Crecimiento Tecnológico/convenios de colaboración

Investigación

Resistencia al cambio

Malas experiencias vs. Seguir Avanzando (ej.  
Reciclado 70's-90's)

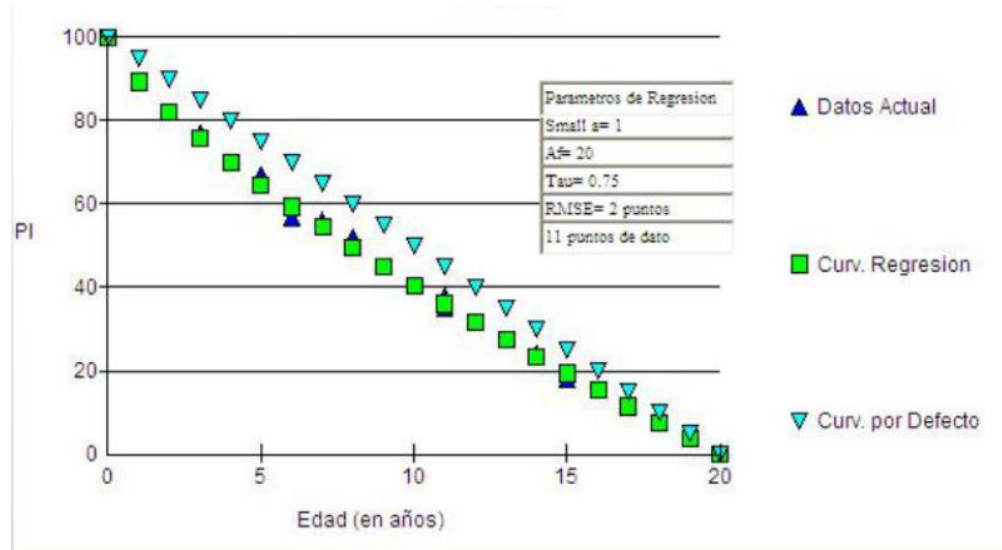
Educación y Entrenamiento

Contratistas experimentados

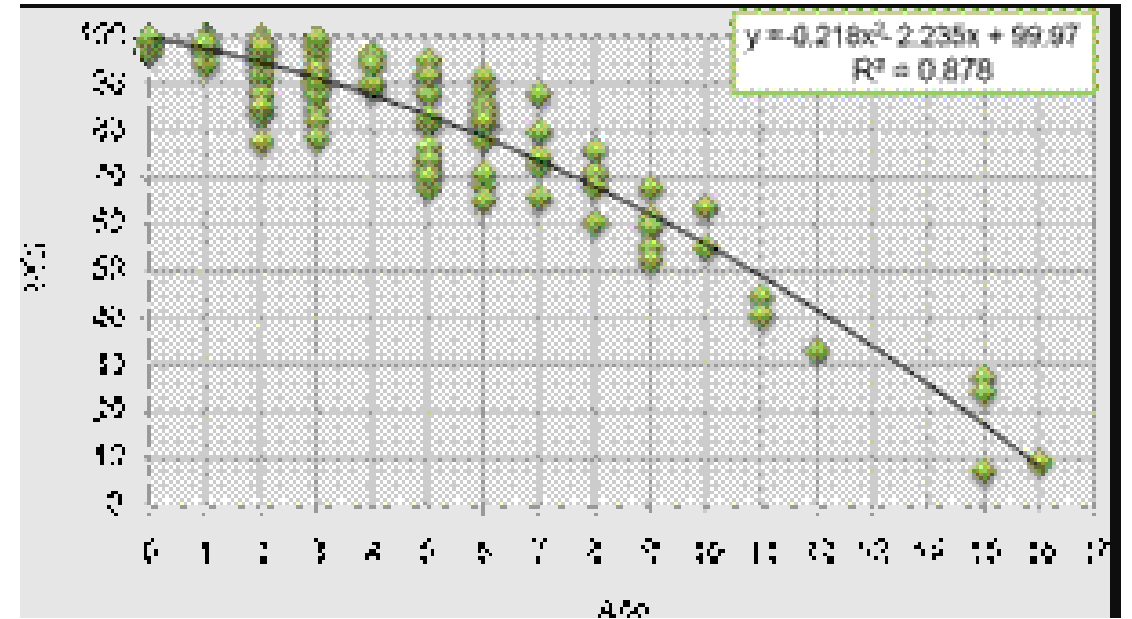
Análisis de herramientas adecuadas vs. mercado



# Retroalimentación y Curvas de Deterioro



TNM Limited, IDU Fase II

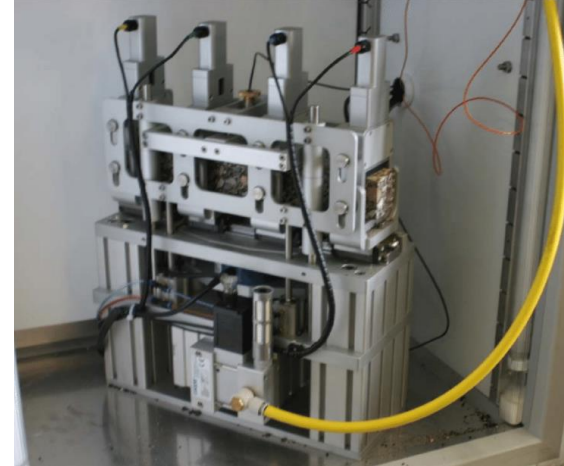


LANAMME, Scielo

- Indicadores unitarios
- Indicadores compuestos

# Bases de Datos Actualizadas

- **Análisis de Costos**
- **Análisis de comportamiento de materiales**
  - Deterioros modulares
  - Cambios en fatiga
  - Cambios en Desarrollo de fisuras
- **Análisis del Ciclo de Vida**
  - Revisión de modelos preliminares
  - Ecuaciones de comportamiento locales
- **Modelos Económicos**



# Componente Político y Público

## Perspectiva Política

Peor Primero vs. Mejor Primero

Presión del público

Análisis Beneficio/Costo

Conocimiento de la red vial nacional y local y su estado

Alternativas o Herramientas empleadas

Inovación

Empleo

Crecimiento

## Perspectiva Pública

Percepción bueno vs. malo

Comunicación clara en medios sociales y páginas web

Ejemplos simples. Relacionar el día a día con las decisiones a nivel técnico

Claridad en Objetivos

# Comentarios Finales

Los Sistemas de Gestión de Pavimentos permiten la comparación de escenarios de actividades, que generen el cumplimiento de objetivos a largo plazo y la optimización de los recursos.

Su éxito reside en:

- Compromiso político e institucional en la implementación, mantenimiento y retroalimentación.
- Generación de normativa.
- Implementación de acciones periódicas de diagnóstico y evaluación.
- Compromiso de la industria y las agencias en el uso de nuevas tecnologías con objetivos específicos.
- Honestidad en la verificación de las bondades de las alternativas y adecuadas selecciones.
- Trabajo y compromiso recurrente.

Preguntas??