

2011

ORSNA

SGP y M&R

Consideraciones
Especiales
Mantenimiento
Pavimentos

VIII SEMINARIO
ALACPA DE PAVIMENTOS
AEROPORTUARIOS & VI TALLER DE PAVIMENTOS FAA

Seminario OACI - FAA - ANAC - ALACPA
AA2000 - ICAI - ACI-LAC

30 de agosto al 2 de septiembre de 2011 Buenos Aires, Argentina



VIII SEMINARIO
ALACPA DE PAVIMENTOS
AEROPORTUARIOS & VI TALLER DE PAVIMENTOS FAA

SGP y M&R

ORSNA

Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

EN LOS OBJETIVOS ESTRUCTURALES DE LA AUTORIDAD AERONAUTICA
ENTRE ELLOS LA REALIZACION DEL SGP y M&R

- NADA RESULTA DESCONOCIDO, en lo mencionado
- NADA RESULTARA DESCONOCIDO, en lo que será mencionado
- TODO RESULTA DIFERENTE, porque el marco donde cobra vida lo mencionado es diferente:
 - Son diferentes las tecnologías I & D que nos acercan a los objetivos
 - Son diferentes los C & I con que podemos abordar y cumplir con los objetivos
 - Resultan diferentes y continuará aumentando la velocidad de esas diferencias en las condiciones de borde de los volúmenes a gestionar: Pax, operaciones, incidentes, accidentes, incursiones, excusiones, comunicación con usuarios (LA y pax), sistemas complejos de procedimientos, etc.
 - Resultan los SGP (1º CARR y 2º AER), los SMS, etc. que controlan cuantiosa información y evitan dejar de lado cuestiones necesarias para alcanzar los objetivos.

EL VOLUMEN Y LA TECNOLOGIA CAMBIA LOS PARADIGMAS

I & D C & I
Investigación y desarrollo conocimiento e implementación

SGP y M&R

ORSNA

Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos



SGP y M&R

ORSNA

Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

SISTEMA NACIONAL DE AEROPUERTOS

53 ADs SNA

- 33 CONC AA2000
- 5 CONC VARIAS
- 15 NO CONCs



SGP y M&R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

AERODROMOS AUTORIZADOS A PERCIBIR TASAS

PRIMERA CATEGORIA - CLASE "A" (peso aeronave: 5 y mayor 170tn) - (2 ADs: 2)

Buenos Aires / Aeroparque "Jorge Newbery" (concesión de AA2000)
Buenos Aires / Aeropuerto "Ministro Pistarini" (Ezeiza) (concesión de AA2000)

PRIMERA CATEGORIA (peso aeronave: 5 y mayor 170tn) - (34 ADs: 24, 3, 6,1)

Bahía Blanca / Com Espora (conc. parc. Corporación América S.A.)
Catamarca (concesión de AA2000)
Cataratas del Iguazú (concesión de AA2000)
Comodoro Rivadavia (concesión de AA2000)
Córdoba (concesión de AA2000)
Corrientes
El Calafate (concesión parcial London Supply: Terminal Pax)
El Palomar
Esquel (concesión de AA2000)
Formosa (concesión de AA2000)
Jujuy (concesión de AA2000)
La Rioja (concesión de AA2000)
Mar del Plata (concesión de AA2000)
Mendoza / El Plumerillo (concesión de AA2000)
Neuquén (concesión de "Aeropuertos Neuquén S.A.")
Paraná / General Urquiza (concesión de AA2000)
Posadas (concesión de AA2000)

Resistencia (concesión de AA2000)
Río Gallegos (concesión de AA2000)
Río Grande (concesión de AA2000)
Rosario
Salta
San Carlos de Bariloche (concesión de AA2000)
San Juan (concesión de AA2000)
San Martín de los Andes / Chapelco (controlado)
San Luis (concesión de AA2000)
Santa Rosa (concesión de AA2000)
Santiago del Estero (concesión de AA2000)
Sauce Viejo
Tandil
Trelew (concesión parcial London Supply: Terminal Pax)
Tucumán (concesión de AA2000)
Villa Reynolds (concesión de AA2000)
Viedma (concesión de AA2000)

SGP y M&R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

AERODROMOS AUTORIZADOS A PERCIBIR TASAS

SEGUNDA CATEGORIA (peso aeronaves: 5 y 170tn) - (23 ADs: 7, 2, 6, 8)

Concordia / Comodoro Pierrastegui
Don Torcuato (ex - privado)
General Pico (concesionado a AA2000)
Gualeguaychú
Junín
Lago Argentino (cambiado, en SNA, por "El Calafate")
La Plata
Malargüe (concesionado a AA2000)
Marcos Juárez
Morón
Necochea
Paso de los Libres

Puerto Deseado
Puerto Madryn (concesionado a AA2000)
Reconquista (concesionado a AA2000)
Río Cuarto / Área Material (concesionado a AA2000)
San Antonio Oeste
San Fernando (concesionado a AA2000)
San Julián
San Martín de los Andes / Chapelco (*)
San Rafael (concesionado a AA2000)
Ushuaia (concesión de London Suply: Terminal Pax)
Villa Gesell
(*) cuando no funciona como "controlado"

NOTA: Esta clasificación de ADs es exclusivamente a los fines de la percepción de las tasas por Servicios Aeronáuticos y, los escritos en "negrita" pertenecen al SNA.
ADs autorizados a percibir tasas: -198- ; SNA: -53- (56-3). **Grupo "A", concesión total a AA2000: -33-** (considerando que Calafate reemplazó a Lago Argentino); **Grupo "B", concesiones parciales a London Supply, ANSA y, CA: -5-** [5-1(Torcuato)+1]; **Grupo "C", no concesionados: -15-** (19-4); **RESTO: -145-** (198-53)

SGP y M&R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

MOVIMIENTO DE PASAJEROS

Vuelos Internacionales / Cabotaje / Total



SGP y M&R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

33 AEROPs CONCESIONADOS AA2000

▪Superficie Terreno	21.700(≈) Ha
▪Superficie RWYs	4.300.000(≈) m ²
▪Superficie TWYs	1.100.000(≈) m ²
▪Superficie APRONs	1.000.000(≈) m ²
▪Superficie Terminales PAX	200.000(≈) m ²

20 AEROPs PARCIALMENTE Y NO CONCESIONADOS

▪Superficie Terreno	11.000(≈) Ha
▪Superficie RWYs	2.100.000(≈) m ²
▪Superficie TWYs	350.000(≈) m ²
▪Superficie APRONs	250.000(≈) m ²
▪Superficie Terminales PAX	50.000(≈) m ²

SGP y M&R

Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

33 AEROPs CONCESIONADOS AA2000

- Superficie Pavimentada de todas estas AREAS DE MOVIMIENTO (SPAM)
 6.400.000^(*)m² : u\$s 975.000.000^(*) **(65%)**
- Superficie Cubierta Bruta de todas estas TERMINALES DE PAX (SCBTP)
 200.000^(*)m² : u\$s 525.000.000^(*) **(35%)**

u\$s 1.500.000.000^(*)

Aeropuerto de Ezeiza

SPAM : 600.000^(*)m² : u\$s 100.000.000^(*) **(25%)**

SCBTP : 100.000^(*)m² : u\$s 300.000.000^(*) **(75%)**

20 AEROPs PARCIALMENTE Y NO CONCESIONADOS

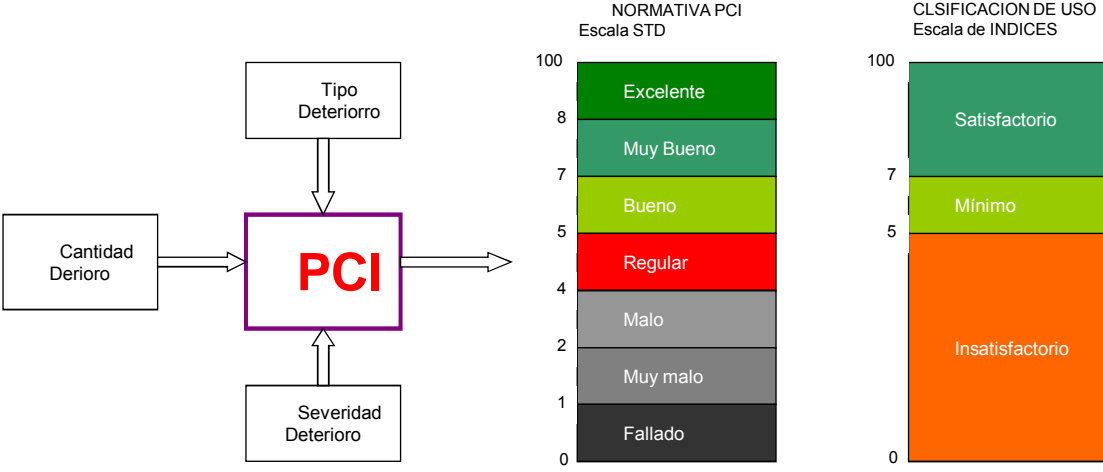
- Superficie Pavimentada de todas estas AREAS DE MOVIMIENTO (SPAM)
 2.700.000^(*)m² : u\$s 400.000.000^(*) **(80%)**
- Superficie Cubierta Bruta de todas estas TERMINALES DE PAX (SCBTP)
 50.000^(*)m² : u\$s 100.000.000^(*) **(20%)**

u\$s 500.000.000^(*)

SGP y M&R

Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

SGP



SGP y M&R

Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

SGP DETERIOROS EN PAV RIGIDOS	DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES
<p>Estallido (blow-up) Agrietamiento de esquina Agrietamientos longitudinal / transversal / diagonal Agrietamientos por durabilidad (D-Cracking) Daño del sellado de junta</p> <p>Bache pequeño Bacheos defectuosos Oquedades (1) Bombeo (1) Desniveles</p> <p>Asentamientos Rotura por agrietamiento en varios pedazos (shattered) Rotura por contracción con agrietamiento y astillamiento (1) Rotura por astillamiento en las juntas Rotura por astillamiento en las esquinas</p>	<p>Agrietamientos "piel de cocodrilo" Exudación (1) Agrietamientos en bloque Corrugación Depresión</p> <p>Erosión por "chorro de turbinas" (1) Agrietamiento por "juntas reflejas" Agrietamiento longitudinal y transversal Degradación por acción de combustibles (1) Bacheos defectuosos</p> <p>Pulimento de agregados (1) Disgregación superficial (1) Ahuellamiento Recrecimiento p/empuje losas s/pavimento flexible Agrietamiento con desnivel (1)</p> <p>Hinchamiento</p>

SGP y M&R

Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

SGP *Las mediciones de superficie son objetivas (tipo, densidad by severidad) PCI actual, puede determinarse a través de diferentes métodos (ej.: PAVEAIR, MicroPAVERlos) los cuales parten de un valor 100 al que se deduce la performance de los deterioros observados PCI proyectado, mediante tasas históricas*

LCCA, a partir de diferentes alternativas de M&R para el PCI proyectado permite establecer la mejor alternativa y el óptimo año para su implementación

EJEMPLO. Aeropuerto con 300 secciones y 900 unidades de análisis donde el 50% serán relevadas en la faja central donde se llevan a cabo el 95% de las operaciones en RWY y en TWY, mientras que el 25% será realizado fuera de dicha faja y el resto en las calles de servicio

ANALISIS DE SENSIBILIDAD. *Se plantean, usualmente, tres niveles mínimos de aceptación como por ejemplo,;*

- Nivel mínimo aceptable de PCI para RWYs 65, TWYs 60, rWYs 50
- Nivel mínimo aceptable de PCI para RWYs 70, TWYs 65, rWYs 55
- Nivel mínimo aceptable de PCI para RWYs 75, TWYs 70, rWYs 60

SGP y M&R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

SGP PRIORIZACION. Resulta uno de los procesos críticos del análisis SGP

Priorización solo con PCI :

- Sin clasificación funcional
- Con clasificación funcional

Priorización a través del EC o Efectividad de Costo:

- EC (efectividad del costo) = E / CA

Donde:

$$E = \left[\sum_{RehabYear}^{PCI_R \geq PCI_M} (PCI_R - PCI_M) - \left(\sum_{PCI_N \geq PCI_M}^{RehabYear} (PCI_M - PCI_N) \right) \right] * [SA] * \text{Area de la sección}$$

E : Efectividad

PCI_R : Pavement Condition Index luego de rehabilitación (ej.: p/año de implementación, considerando c/año antes de alcanzar PCI_M)

PCI_M : Nivel Mínimo aceptable de PCI

PCI_N : PCI anual desde la necesidad hasta el año de la mejora

[SA] : Salidas Anuales

Area of Section : Metros cuadrados del área del pavimento de la sección

CA : Costo actualizado del ciclo (costo de la R actual + costos de los M&R futuros actualizados mediante tasa descuento)

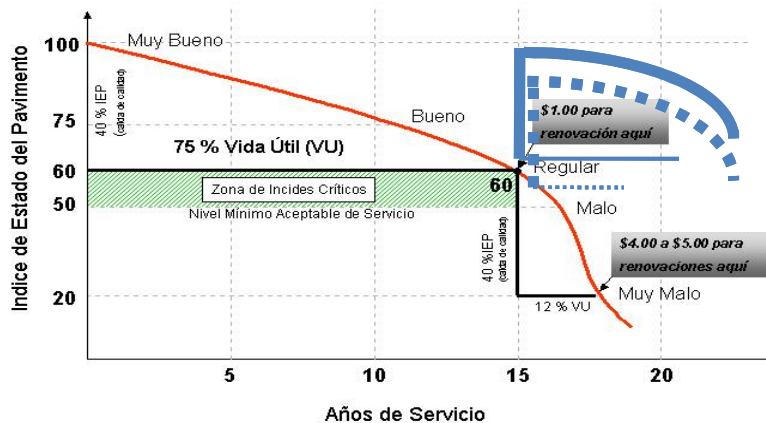
SGP y M&R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

SGP

FUNCION DE DETERIORO GENERICA



SGP y M&R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

SGP

Priorización asignando ponderaciones a factores explícitos e implícitos:

- Factor de deterioro (explícito)
- Factor de daño (explícito)
- Factor de extensión (explícito)
- Factor de función (implícito)

...por tanto, al ser variadas las limitaciones de las priorizaciones, cuando menos debe saberse y entender las consecuentes limitaciones del output obtenido.

SGP y M&R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

SGP **MODELOS DE DETERIORO.** Resulta otro de los procesos críticos del análisis SGP

Modelos Mecánicos: Predice cambios en las tensiones, deformaciones, deflexiones en función de determinados factores cuya influencia en ellos resulta conocida (métodos de capas elásticas y elementos finitos)

Modelos Empíricos: Predice los cambios de condición a través de relacionarlos con la edad del pavimento, las cargas aplicadas o una combinación de ambas (métodos estadísticos de análisis de regresión aunque hoy en día se están desarrollando nuevos tipos de análisis a través de lo que se conoce como "conjuntos borrosos", "redes neuronales artificiales", "redes neuronales borrosas", "algoritmos genéticos". Se trata de interpretar lo que históricamente ha sucedido, a través de alguno de los análisis mencionados y luego generar modelos estadísticos que también pueden ser de diferentes tipos como "regresiones lineales de 1 variable independiente", "regresiones lineales de 2 ó 3 ó 4 (múltiples) variables independientes", etc.

SGP y M&R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

SGP

Modelos Probabilísticos: La considerable variación que puede existir entre secciones similares aún cuando posean diseños iguales y variables ambientales similares, llevó a desarrollar modelos estocásticos que predicen un rango de valores de las variables dependientes a partir de la variabilidad observada en la condición del pavimento. Existen diferentes tipos como el “modelo markoviano”, “modelo semimarkoviano”, etc)

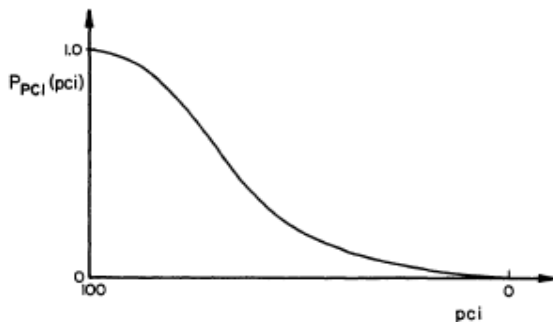


Figure 7-8. Cumulative Distribution Function.

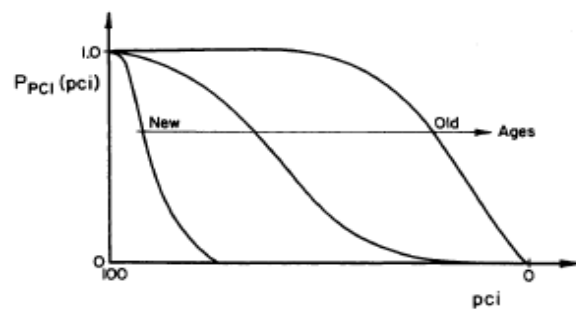


Figure 7-9. Cumulative Distribution Function at different points in pavement life.

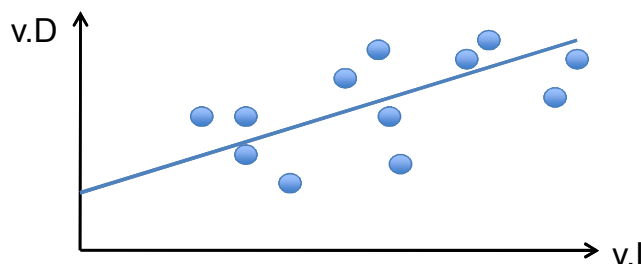
SGP y M&R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

SGP

Modelos Bayesianos o Regresión Bayesiana: Utiliza el tratamiento estadístico de los datos observados e incorpora la experiencia experta en el resultado. En este análisis los parámetros de la regresión son considerados variables aleatorias con un ley de distribución de probabilidades asociada. Se construyen varios modelos del deterioro con la técnica de regresión lineal donde la v.I (variable independiente) será, por ejemplo, EDAD pero para diferentes niveles de CARGAS. Se solicita a 5 expertos con 10 a 30 años de experiencia en deterioros superficiales de pavimentos que lo califiquen de 0 a 10 (no necesita tratamiento a sí lo necesita).



SGP y M & R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

SGP

Modelos Empírico-Mecanicistas: Quizá uno de los mejores métodos porque utiliza el análisis empírico y los conceptos mecanicistas. Utilizando en forma conjunta datos mecanicistas y empíricos reduce en mucho la cantidad de información a recolectar. En estos modelos, las respuestas de tensiones, deformaciones y deflexiones obtenidos por modelos mecanicistas son correlacionadas con variables como la edad del pavimento y las cargas para predecir (estimar) un deterioro. El "modelo mecanicista" permite obtener la respuesta del pavimento y el "análisis empírico" permite relacionar dicha respuesta con la condición del pavimento observada.

...por tanto, al ser variadas las limitaciones de los modelos, cuando menos, debemos saberlo y entender las consecuentes limitaciones del OUTPUT obtenido.

SGP y M & R



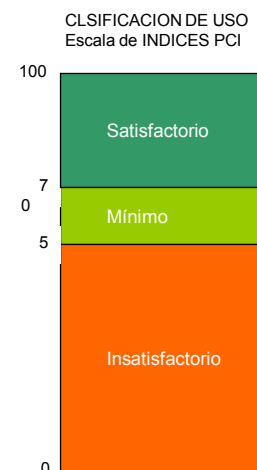
Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

M & R

Mantenimiento: Tipo preventivo (sellados, (área verde oscuro) lechadas asfálticas, etc.)

*Rehabilitación: Sobre las capas asfálticas o de hormigón (área verde claro) **Menor**, s i n fresado solo microcarpeta **Mayor**, c o n fresado y mezcla y microcarpeta*

Reconstrucción: Interesa todo el paquete estructural por lo que (área naranja) se demuele hasta la profundidad afectada, sobrepasando las capas asfálticas y de hormigón.



SGP y M&R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

la herramienta, específica, en muy poco tiempo puede arrojar los indicadores que le son requeridos

el hombre, profesional especializado, luego de mucho tiempo alcanza el C&I¹ y puede entregar los resultados necesarios

(1) ver segunda diapositiva

SGP y M&R



Consideraciones Especiales Mantenimiento Pavimentos

GRACIAS

Ing. José Ante
jante@orsna.gov.ar