

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 ALACPA
**SEMINAR OF
AIRPORT PAVEMENTS**
VI FAA Workshop, Software for Airport Pavement
I Short Course of Airfield Pavements Maintenance

**PAVIMENTOS DE HORMIGON
PORTLAND CEMENT CONCRETE PAVEMENTS**

- a) **Fisuración**
- a) **Cracking**
 - 1) **Fisuras longitudinales, transversales y diagonales**
 - 1) **Longitudinal Diagonal and Transverse cracks**
 - 2) **Roturas de esquina**
 - 2) **Corner breaks**
 - 3) **D cracking**
 - 3) **D cracking**
 - 4) **Daño por sellado de juntas**
 - 4) **Joint seal damage**
- b) **Distorsión**
- b) **Distortion**
 - 1) **Bombeo**
 - 1) **Pumping**
 - 2) **Asentamiento/Desnivel**
 - 2) **Settlement/Faulting**



PAVIMENTOS DE HORMIGON
PORTLAND CEMENT CONCRETE PAVIMENTS

- c) **Desintegración**
- c) **Disintegration**
 - 1) *Escamadura, fisuras en mapa*
 - 1) *Scaling, Map cracking and crazing*

 - 2) *Desgranamientos de junta*
 - 2) *Joint spalling*

 - 3) *Desgranamientos de esquina*
 - 3) *Spalling corner*

 - 4) *Blowups*
 - 4) *Blowups*

 - 5) *Losas colapsadas*
 - 5) *Shattered slabs*

- d) **Resistencia al deslizamiento**
- d) **Skid resistance**
 - 1) *Agregados pulidos*
 - 1) *Polished aggregate*
 - 2) *Contaminantes*
 - 2) *Contaminants*



OBJETIVOS DEL RELEVAMIENTO DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
OBJECTIVES OF THE CONDITION SURVEY

- a) Determinar la condicion actual del pavimento en términos de integridad estructural aparente y estado superficial operacional
- b) Proporcionar a la Autoridad Aeronáutica de un índice común para comparar el estado y la performance de los pavimentos de todos los aeropuertos y una base racional para la justificación de proyectos de rehabilitación de los pavimentos.
- c) Proporcionar un feedback para validar y mejorar los procedimientos de diseño, evaluación y mantenimiento de pavimentos.
- a) To determine present condition of the pavement in terms of apparent structural integrity and operational surface condition.
- b) To provide FAA with a common index for comparing the condition and performance of pavements at all airports and also provide a rational basis for justification of pavement rehabilitation projects.
- c) To provide feedback on pavement performance for validation and improvement of current pavement design, evaluation and maintenance procedures



INFORMACIÓN BÁSICA DEL AEROPUERTO BASIC AIRPORT INFORMATION

- [Design/construction/maintenance history.](#)
- [Historial de Tráfico](#)
- [Traffic history.](#)
- [Datos climatológicos](#)
- [Climatology data.](#)
- [Historial de Diseño/Construcción/Mantenimiento](#)
- [Planimetría general del Aeropuerto](#)
- [Airport layout.](#)
- [Acción de la helada](#)
- [Frost action.](#)
- [Fotografías](#)
- [Photographs.](#)
- [Informes del relevamiento de condición del pavimento](#)
- [Pavement condition survey reports.](#)



PASOS PARA REALIZACIÓN DEL RELEVAMIENTO DE CONDICIÓN (ESTADO) Y DETERMINACIÓN DEL PCI STEPS FOR PERFORMING THE CONDITION SURVEY AND DETERMINING THE PCI

- Deberían marcarse las progresivas sobre los pavimentos en incrementos de 25 m con carácter de semipermanente y poder posicionarse adecuadamente para el relevamiento de estado (condición). Todos los pavimentos del aeropuerto deben dividirse previamente en características basadas en su diseño, historial de construcción y área de tráfico. Por lo tanto una determinada sección característica (homogénea) del pavimento tendrá un espesor estructural, construida con determinados materiales y determinado tráfico, con una determinada fecha de construcción y ubicado en una instalación del área de movimiento (Pista, Calle de Rodaje, etc).
- Stations of mark off the airport pavements in 100-ft increments. This is done semi permanently to assure ease of proper positioning for the condition survey. The overall airport pavements must first be divided into features based on the pavements design, construction history, and traffic area. A designated pavement feature, therefore, has consistent structural thickness and materials, was constructed at the same time, and is located in one airport facility, i.e, runway, taxiway, etc.
- Una vez designadas las secciones homogéneas debe realizarse un relevamiento preliminar que implica una breve pero completa relevamiento visual de todos los pavimentos del aeropuerto. Observando deterioros individuales en una sección homogénea individual pueden detectarse distintos grados de deterioro en diferentes áreas. En esos casos la sección homogénea debe subdividirse en dos o más secciones homogéneas.
- After initially designating the features on the airport, make a preliminary survey. This survey shall entail a brief but complete visual survey of all the airport pavements. By observing distress in an individual feature, it may be determined whether there are varying degrees of distress in different areas. In such cases the feature should be subdivided into two or more features.
- La sección característica se divide en unidades de muestra, que para un pavimento rígido con juntas se compone de aproximadamente 20 losas, para un pavimento flexible de aproximadamente 450 m².
- The pavement feature is divided into sample units. A sample unit for jointed rigid pavement is approximately 20 slabs; a sample unit for flexible pavement is an area of approximately 5000 sq ft.



- Se inspeccionan las unidades de muestra y se registran los tipos de deterioro, densidad y grados de severidad, en otro Módulo del presente curso se orienta sobre la identificación de los distintos tipos de deterioros y sus grados de severidad. Una buena identificación de deterioros y evaluación correcta de la densidad y grado de severidad contribuirá a obtener un PCI preciso. Para cada tipo de deterioro, densidad y nivel de severidad dentro de una sección homogénea, se obtendrá un valor a deducir, determinado de la curva adecuada.
 - The sample units are inspected, and distress types and their severity levels and densities are recorded. A good identification of a different distress types and their severity levels will conduct to identify and record them distress in order to obtain an accurate PCI. For each distress type, density, and severity level within a sample unit, a deduct value is determined from the appropriate curve.
- El **valor a deducir total (VDT)** para cada unidad de muestra se determina sumando todos los valores deducidos para cada condición (estado) de deterioro observada.
 - The total deduct value (TDV) for each sample unit is determined by adding all deduct values for each distress condition observed.
- Se determina un **valor a deducir corregido (VDC)** mediante procedimientos que describiremos más adelante, tanto para pavimentos flexible como rígidos.
 - A corrected deduct value (CDV) is determined using the procedures that will be described later, for both jointed rigid or flexible pavements.



- El PCI para cada unidad de muestra inspeccionada se calcula mediante la ecuación:
$$PCI = 100 - VDC$$

NOTA: Si el VDC para la unidad de muestra es menor que el mayor valor a deducir para un deterioro individual, en lugar de VDC debe utilizarse el valor más alto en la ecuación anterior.

The PCI for each sample unit inspected is calculated as follows:

 - $PCI = 100 - CDV$

NOTE: If the CDV for a sample unit is less than the highest individual distress deduct value, the highest value should be used in lieu of the CDV in the above equation.
- El PCI de la sección homogénea en su conjunto es el promedio de todos los PCIs de las unidades de muestra s inspeccionadas.
 - The PCI of the entire feature is the average of the PCI'S from all sample units inspected.
- La **clasificación de la condición del pavimento** se determina a partir de una figura que relaciona una descripción verbal de la condición (estado) del pavimento en función del valor del PCI.
 - The **feature's pavement condition** rating is determined from a figure that presents verbal descriptions of a pavement condition as a function of PCI value.



TÉCNICAS PARA EL MUESTREO SAMPLING TECHNIQUES

➤ MUESTREO GENERAL

➤ GENERAL SAMPLING

➤ MUESTREO ESTADISTICO

➤ STATISTICAL SAMPLING



MUESTREO ESTADISTICO SAMPLING TECHNIQUES

• **Determinación de las secciones homogéneas:**

El primer paso en el relevamiento de condición es la denominación de las secciones homogéneas (features) o segmentos , en que se dividirán las distintas instalaciones (facilities) (Pista, Calles de Rodaje, etc; definibles en terminus de:

- (1) Igual diseño,
- (2) Misma historia de construcción,
- (3)Misma área de tráfico (mix), y
- (4) generalmente una(un) similar condición (estado) general

•**Determination of pavement features:**

The first step in the condition survey is the designation of pavement features. Each facility such as a runway, taxiway, etc., is the divided into segments or features that are definable in terms of

- (1) the same design,
- (2) the same construction history,
- (3)the same traffic area (mix) , and
- (4) generally the same overall condition.

•Las secciones homogéneas generales pueden determinarse a partir de los registros de diseño y construcción y pueden subdividirse tan profundamente como se desee basándose en el relevamiento preliminar. Deben ser consideradas **uniformes** , por ejemplo la porción central de algunas pistas en las fajas de circulación deben considerarse independientes de los márgenes ubicados en la porción exterior a las fajas por las que circula el tráfico.

•General features can be determined from pavement design and construction records and can be further subdivided as deemed necessary based on a preliminary survey. It is important that all pavement in a given feature be such that it can be considered uniform . As an example, the center part of some runways in the traffic lanes should be separate features from shoulder portion outside the traffic lanes.



• **Selección de la cantidad de unidades de muestra a ser inspeccionadas:**

El número mínimo de unidades de muestra necesario para obtener una adecuada estimación con un nivel de confianza adecuado en los resultados del PCI (95% de confiabilidad) de una sección homogénea se selecciona de la ecuación siguiente:

$$n = Ns^2 / [(e^2/4)(N-1) + s^2] \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

e = error aceptable al estimar el PCI de la sección. Comúnmente e = +/- 5 puntos de PCI.

s = Desviación estándar del PCI entre una unidad de muestra y otra unidad de muestra de la misma sección.

N = número total de unidades de muestra en la sección.

En la cual el intervalo de separación entre unidades de muestra se computa mediante:

$$i = N/n_i$$

Donde:

i = Intervalo de separación entre las unidades que se elegirán para el muestreo.

N = Cantidad total de unidades de muestra en la sección homogénea.

n_i = Cantidad de unidades de muestra a ser inspeccionadas

• **Selection of sample units to be inspected:**

The minimum number of sample units that must be surveyed to obtain an adequate estimate of the PCI of a feature is selected from figure A-6. Once the number of sample units n_i has been determined from figure A-6, the spacing interval of the units is computed from:

$$i = N/n_i$$

Where:

i = spacing interval of units to be samples

N = total number of sample units in the feature

n_i = number of sample units to be inspected



• Cuando se realiza la inspección inicial la desviación estándar se asume para pavimentos de concreto asfáltico (AC) en 10 y para pavimentos de hormigón de cemento Portland (PCC) en 15. Esta suposición debe ser verificada posteriormente como se describe líneas abajo una vez se han determinado los valores del PCI. Para inspecciones posteriores se adopta el valor de desviación estándar de la inspección anterior en la determinación de n.

• When performing the first inspection, the standard deviation for flexible pavements is assumed as 10 and for rigid pavements as 15. This hypothesis should be confirmed as describe below after the PCIs have been determined. For further inspections the standard deviation to be adopted should be the determined in the previous inspection when n was established.

• Todas las unidades de muestra en una sección homogénea se numeran y todas aquellas cuyo número sea múltiplo de i serán seleccionadas para ser inspeccionadas. El número de la primera unidad de muestra a ser inspeccionada puede seleccionarse en forma aleatoria de 1 a i. Sus dimensiones serán de aproximadamente 5000ft (450m²) para pavimentos flexible y 20 losas adyacentes para pavimentos rígidos. Ver figuras a continuación

• All the sample numbers within a feature are numbered and those that are multiples of the interval i are selected for inspection. The first sample unit to be inspected should be selected at random between 1 and i. sample unit size should be 5000 sqft (generally 50 by 100 ft) for flexible pavement and 20 adjacent slabs for rigid pavement. See figures below.

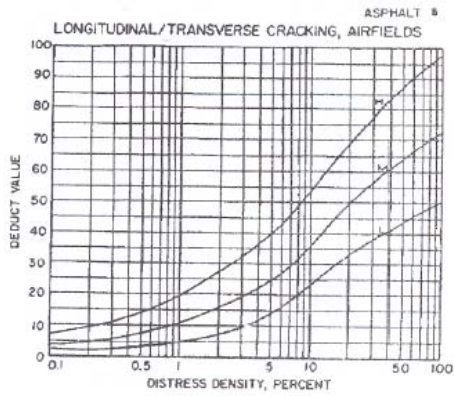
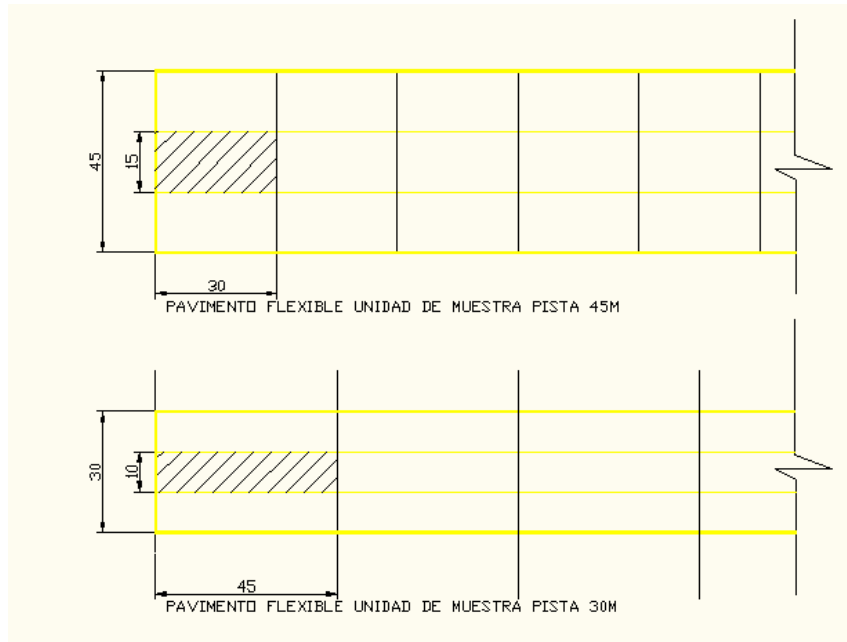


Fig. X3.8, Fisuras longitudinales y transversales.

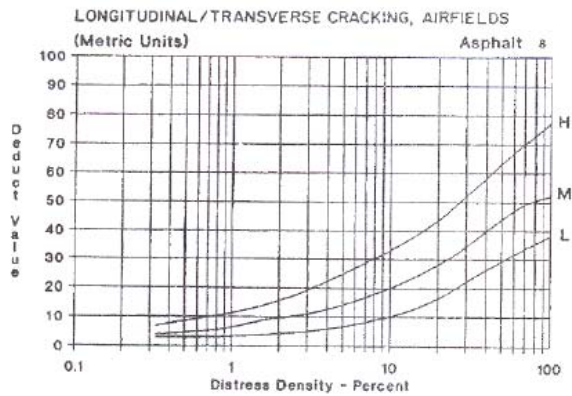


Fig. X3.8, Fisuras longitudinales y transversales. (Unidades métricas)



PAVIMENTO DE HORMIGON EN AEROPUERTOS HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA				
Componente:		Sección:		Unidad de muestra:
Inspeccionado por:		Fecha:		Área de la muestra:
Tipo de falla 1. Estallidos 2. Rotura de esquina 3. Fisuras longitudinales, transversales y diagonales 4. Fisura de durabilidad (D) 5. Daño en sello de juntas 6. Bacheos, 5 pie2 7. Bacheos - corte para instalaciones 8. Pérdidas repentinas 9. Bombeo 10. Desprendimientos, fisuras erráticas, mapa de fisuras 11. Asentamientos 12. Losa fragmentada 13. Fisuras por retracción 14. Desprendimiento en junta 15. Desprendimiento en esquina				DIAGRAMA: A B C D E
Tipo de Falla	Severidad	Numero de losas	% Densidad	Valor de Reducción
				6
				5
				4
				3
				2
				1



Inspecciones actuales y futuras:

Cada unidad de muestra ha sido numerada para poder ser ubicada en futuras inspecciones, necesidades de mantenimiento o para fines de muestreo estadístico. Cada unidad de muestra debe inspeccionarse y determinar su PCI.

El PCI promedio de una sección homogénea se determina promediando el de cada unidad de muestra inspeccionada en toda la sección. Cuando se desea inspeccionar una o más unidad/es de muestra adicional/es a las seleccionadas en el procedimiento anterior, el PCI promedio de la sección se computará como:

$$PCI_f = (N-A/N) * PCI_1 + (A/N) * PCI_2, \text{ Donde:}$$

PCI_f = PCI medio de la sección homogénea

N = Cantidad total de unidades de muestra en la sección homogénea

A = Cantidad de muestras adicionales

PCI₁ = PCI promedio para una cantidad n_1 de unidades de muestra estadísticamente elegidas.

PCI₂ = PCI promedio para todas las unidades for all additional simple units.

Present and Future Inspectiions

Each sample unit is numbered so it can be relocated for future inspections, maintenance needs, or statistical sample purposes. Each of the selected sample units must be inspected and its PCI determined. The mean PCI of a pavement feature is determined by averaging the PCI of each sample unit inspected within the feature. When it is desirable to inspect a sample unit that is in addition to those selected by the above procedure, then one or more additional sample units may be inspected and the mean PCI of the feature computed form:

$$PCI_f = (N-A/N) * PCI_1 + (A/N) * PCI_2, \text{ Where:}$$

PCI_f = Mean PCI of feature

N = Total number of simple units in feature

A = Number of additional sample units

PCI₁ = Mean of PCI for n_1 number of statistically selected units.

PCI₂ = Mean PCI for all additional simple units.



- **Verificación del nivel de confianza/Check of confidence level**

Si la obtención de un nivel de confianza del 95% es crítico, se debe verificar que el número de unidades de muestra inspeccionadas es el adecuado. El número de unidades de muestra se determinó inicialmente en base a una desviación estándar asumida. Se debe calcular la desviación estándar real de acuerdo a la siguiente ecuación:

When getting a 95% level of confidence is critical, the right number of simple units inspected must be checked. The number of simple units adopted has been determined assuming a certain standard deviation. The actual standard deviation should be computed by the formula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (PCi - PCIf)^2}{n-1}}$$

Donde:

PCli = PCI unidad de muestra

PCIf = PCI promedio de las unidades de muestras inspeccionadas

n = Total de unidades de muestras inspeccionadas.

Where:

PCli = PCI simple unit i,

PCIf = PCI Average of inspected simple units.

n = Total number of simple units surveyed



REPORTING CONDITION SURVEY RESULTS

The format for reporting the findings of the airport condition survey may be informal, designed to preclude the necessity of extensive drafting and typing. The pavement distress data and PCI computations can be presented as directly obtained from the survey data sheets and computations.

The basic airport data collected will primarily reflect changes in airport pavement systems that have occurred since the last condition survey report.

Reports should be prepared by the airport engineer on a recurring cycle at intervals designed to reflect gradual changes in pavement surfaces conditions.

Reports should include, but not be limited to, the following:

- Design pavement structure data: a form, to include the history of all airport pavements, from original construction to the most recent
- changes and additions.
- pavement structural evaluation summary: if available, a summary of the last structural evaluation
- Pavement maintenance record: When, where, and what type of maintenance has been performed
- Aircraft traffic data survey: Types of aircraft, typical gross loads, and airport facilities most likely used by the aircraft; also, the frequency of operations



REPORTING CONDITION SURVEY RESULTS (CONT)

Plans and cross sections:

- **AIRPORT LAYOUT PLAN:** the airport layout plan should depict airport pavements existing at the time of the condition survey. All airport facilities should be delineated and identified.
- **CONDITION RATING:** an airport layout plan keyed to indicate the narrative condition rating of each feature. The feature PCI's should be indicated, possibly in tabular form
- **DRAINAGE:** existing problem areas should be identified. Surface and subsurface drainage should be shown in plan and profile for all areas near to and intersecting with airport pavements.
- **Narrative:** A narrative consisting of a written account of the visual condition of each feature. The purposes of the narrative are:
 - To briefly describe the general condition of the pavement facilities.
 - To describe operational conditions and problems.
 - To describe the condition of other airport facilities found near the load-bearing pavements such as runway shoulders and overrun areas.
- **Photographs:** Photographs showing typical or specific pavement conditions. An aerial photograph, current within 3 years, is desirable



THANK YOU!! MUCHAS GRACIAS!!