



OACI

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL

ORGANISMO ESPECIALIZADO
DE LA ONU





Taller sobre el Método de Notificación y publicación del nuevo Método del Índice de clasificación de aeronaves — Índice de clasificación de pavimentos (ACR-PCR)

ADRIANA RODRIGUEZ TORRES
STRINSO

STRINSO
Strategic Infrastructure Solutions

Contenido

1. Introducción al ACR/PCR
2. Descripción de la metodología
3. Tráfico de diseño
4. Evaluación técnica
5. Manejo software FAARFIELD para el cálculo de ACR/PCR
6. Casos prácticos



A large commercial airplane is parked on a tarmac at sunset. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow. Ground service equipment, including a jet bridge and various vehicles, is visible around the aircraft. The scene is captured from a low angle, emphasizing the scale of the plane.

INTRODUCCIÓN AL ACR/PCR

NORMATIVA ACR/PCR

- El Consejo de la OACI aprobó la Enmienda 15 al Anexo 14, vol. 1 en 2020.
- Estableció período de transición de cuatro años de ACN/PCN a ACR/PCR:
 - ✓ En vigor el 20 de julio de 2020 →
 - ✓ Aplicabilidad total noviembre 2024
 - ✓ Durante la transición, ambos sistemas permanecieron disponibles.
- FAA publicó AC 150/5335-5 en abril 2022
- FAARFIELD 2.1.1 calcula PCR
- COMFAA ya no se actualizará.



International Civil Aviation Organization Organisation de l'aviation civile internationale Organización de Aviación Civil Internacional Международная организация гражданской авиации منظمة الطيران المدني الدولي 国际民用航空组织

Tel.: +1 514-954-6717

Ref: AN 4/1.2.28-20/35

3 April 2020

Subject: Adoption of Amendment 15 to Annex 14, Volume I

Action required: a) Notify any disapproval before 20 July 2020; b) Notify any differences and compliance before 5 October 2020¹; c) Consider the use of the Electronic Filing of Differences (EFOD) System for notification of differences and compliance

Sir/Madam,

1. I have the honour to inform you that Amendment 15 to the International Standards and Recommended Practices, Aerodromes — Aerodrome Design and Operations (Annex 14, Volume I to the Convention on International Civil Aviation) was adopted by the Council at the fourth meeting of its 219th Session on 9 March 2020. Copies of the Amendment and the Resolution of Adoption are available as attachments to the electronic version of this State letter on the ICAO-NET (<http://portal.icao.int>) where you can access all other relevant documentation.

2. When adopting the amendment, the Council prescribed 20 July 2020 as the date on which it will become effective, except for any part concerning which a majority of Contracting States have registered their disapproval before that date. In addition, the Council resolved that Amendment 15, to the extent it becomes effective, will become applicable on 5 November 2020².

3. Amendment 15 arises from the recommendations developed by the third meeting of the Aerodrome Design and Operations Panel (ADOP/3) and the eighth meeting of the PANS-Aerodromes Study Group (PASG/8).

¹ 3 October 2022 for provisions related to airport master plan; and 28 October 2024 for provisions related to pavement rating.

² 3 November 2022 for provisions related to airport master plan; and 28 November 2024 for provisions related to pavement rating.

999 Robert-Bourassa Boulevard Tel.: +1 514-954-8219 Email: icao@icao.int
Montreal, Quebec Fax: +1 514-954-6077 www.icao.int
Canada H3C 5H7



Normatividad Principal

- FAA Advisory Circular: AC 150/5320-6G - Airport Pavement Design and Evaluation
- FAA Advisory Circular: AC 150/5335-5D - Standardized Method of Reporting Pavement Strength - PCR

Subject: Standardized Method of Reporting
Airport Pavement Strength - PCR

Date: 4/29/2022
Initiated By: AAS-110

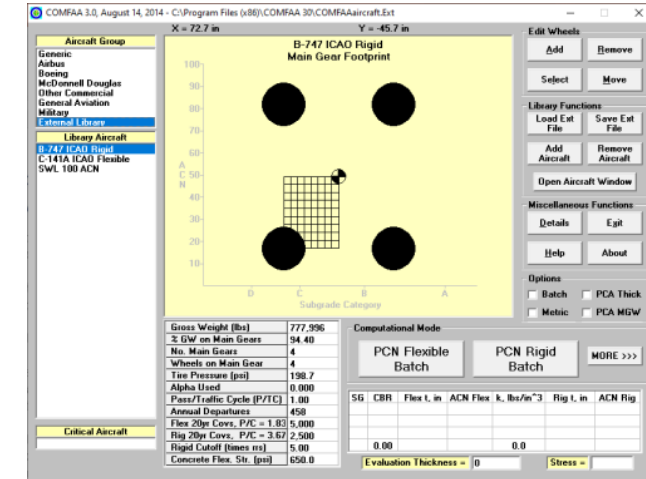
AC No: 150/5335-5D
Change:

Documentos y normativa adicional

- Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) – Manual de diseño de Aeródromos – Anexo 14
- OACI – Manual de diseño de Aeródromos – Parte 2 – Taxiways, Aprons and Holding Bays (Calles de rodaje, plataformas, bahías)
- OACI – Manual de diseño de Aeródromos – Parte 3 – Pavimentos
- FAA – Circular de asesoramiento AC 150/5380-6C Directrices y procedimientos para el mantenimiento de pavimentos de aeropuertos
- FAA – Circular de asesoramiento AC 150/5370-10H Estándares para especificar Construcción de Aeropuertos
- FAA – Circular de asesoramiento AC 150/5370-11B Uso de ensayos no destructivos en la evaluación de pavimentos de aeropuertos

ANTECEDENTE: SISTEMA HEREDADO DE ACN/PCN

- Sistema estandarizado de calificación de pavimentos aeroportuarios promulgado por la OACI en 1981 para todos los pavimentos sirviendo a aeronaves **MTOW > 5700 kg**.
- NO es un método de diseño de pavimentos.
- Se basa en la simple comparación de dos números:
 - El **número de clasificación de aeronaves (ACN)**, un número que expresa el efecto relativo de una aeronave sobre un pavimento para una resistencia de subrasante estándar específica.
 - El **Número de Clasificación de Pavimento (PCN)** es un número que expresa la resistencia portante de un pavimento para operaciones sin restricciones.
 - Si **ACN ≤ PCN**, la aeronave puede operar en el pavimento sin restricciones.
 - Si **ACN > PCN**, la aeronave no puede operar, o se le puede permitir operar sujeto a limitaciones de peso y/o frecuencia.



COMFAA 3.0, FAA software for computing PCN

LIMITACIONES DE ACN/PCN

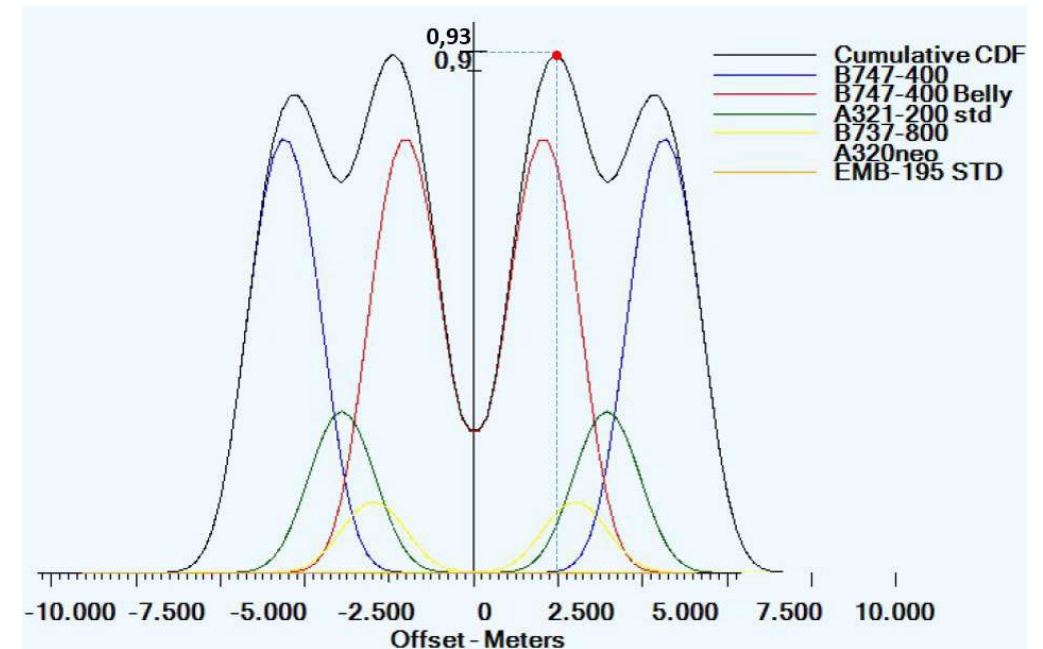
- El método ACN PCN se basa en métodos simplificados desarrollados originalmente a finales de los años 1930 y 1940:
 - **Pavimentos flexibles:** procedimiento de diseño CBR basado en la teoría de Boussinesq
 - **Pavimentos rígidos:** procedimiento de diseño PCA basado en la teoría de Westergaard
- Estos métodos tienen deficiencias bien conocidas:
 - Incapaz de considerar con precisión configuraciones "complejas" del tren de aterrizaje
 - No se pueden dar cuenta de las características mejoradas los nuevos materiales
 - No se puede considerar la variabilidad de las posiciones transversales del tren de aterrizaje (diferentes huellas generales de las ruedas)
- A lo largo de los años, se han realizado algunos cambios en el método PCN de ACN para compensar (parcialmente) algunas de estas deficiencias
- Los métodos empíricos han sido reemplazados por métodos empíricos mecanicistas para el diseño de pavimentos. LEA (Análisis elástico en capas) y FEM.

A large commercial airplane is parked on a tarmac at sunset. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow. Several ground service vehicles, including a large white tug and smaller utility vehicles, are positioned around the aircraft. A jet bridge is visible on the right side of the frame. The overall scene is a busy airport environment during the 'golden hour' of sunset.

COMPARATIVO ACN/PCN vs ACR/PCR

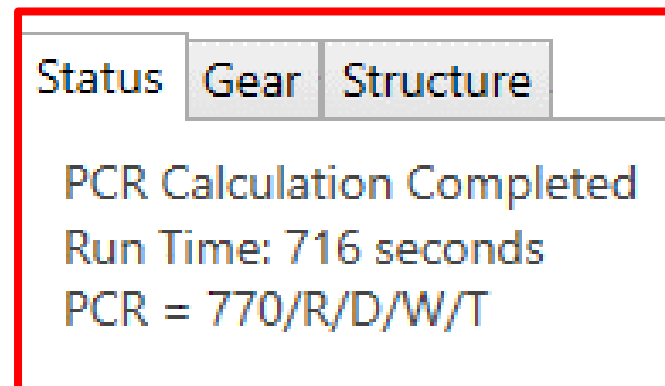
CAMBIOS CLAVE

- Lo que **NO cambia** es la comparación de ACR y PCR como principio central del método:
 - Si **ACR $\leq$ PCR**, la aeronave puede operar en el pavimento sin restricciones.
 - Si **ACR $>$ PCR**, la operación no está permitida o pueden aplicarse algunas restricciones (sobre el peso operativo y/o la frecuencia).
- Lo que **SÍ cambia** son los procedimientos para determinar el ACR y PCR:
 - ✓ Basado en el cálculo de las respuestas del pavimento (tensiones, deformaciones, deflexiones) del Layered Elastic Analysis (LEA).
 - ✓ Luego, el daño al pavimento se cuantifica a partir de estas respuestas basándose en un modelo de daño específico.

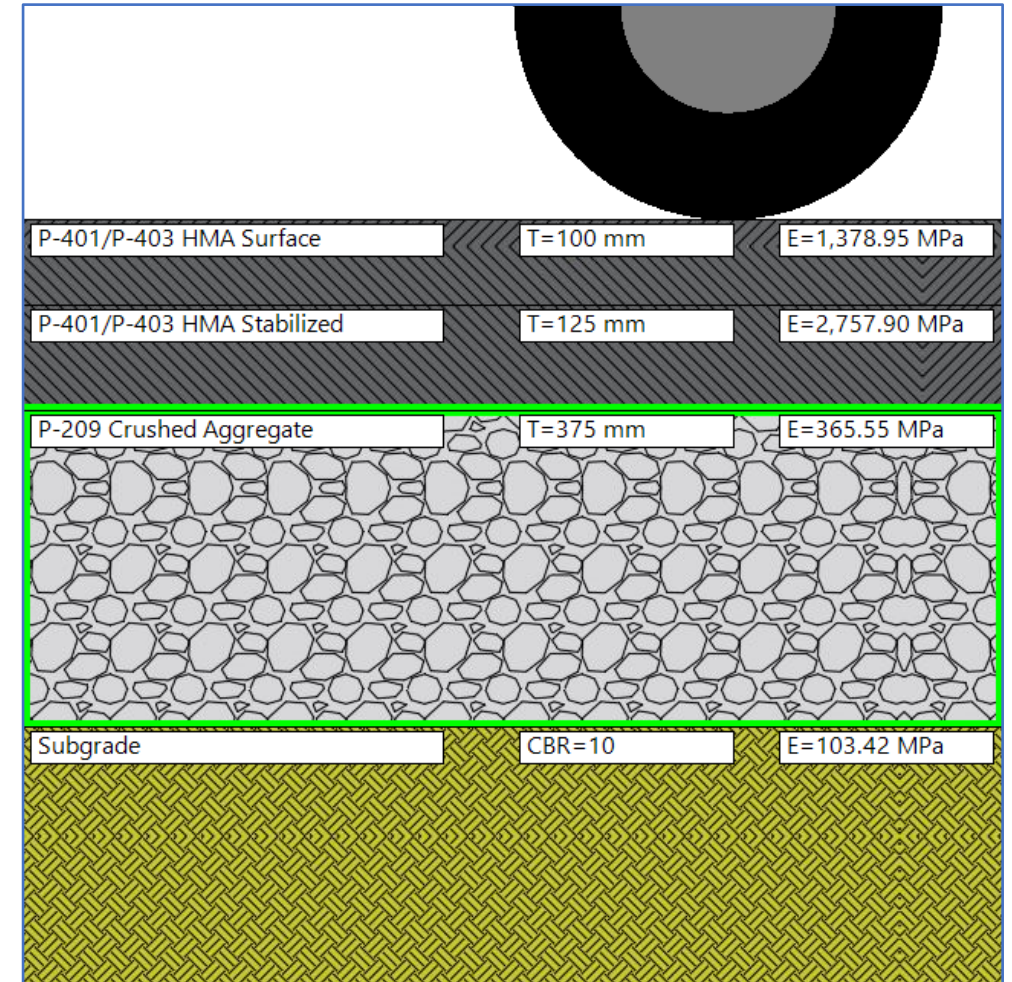
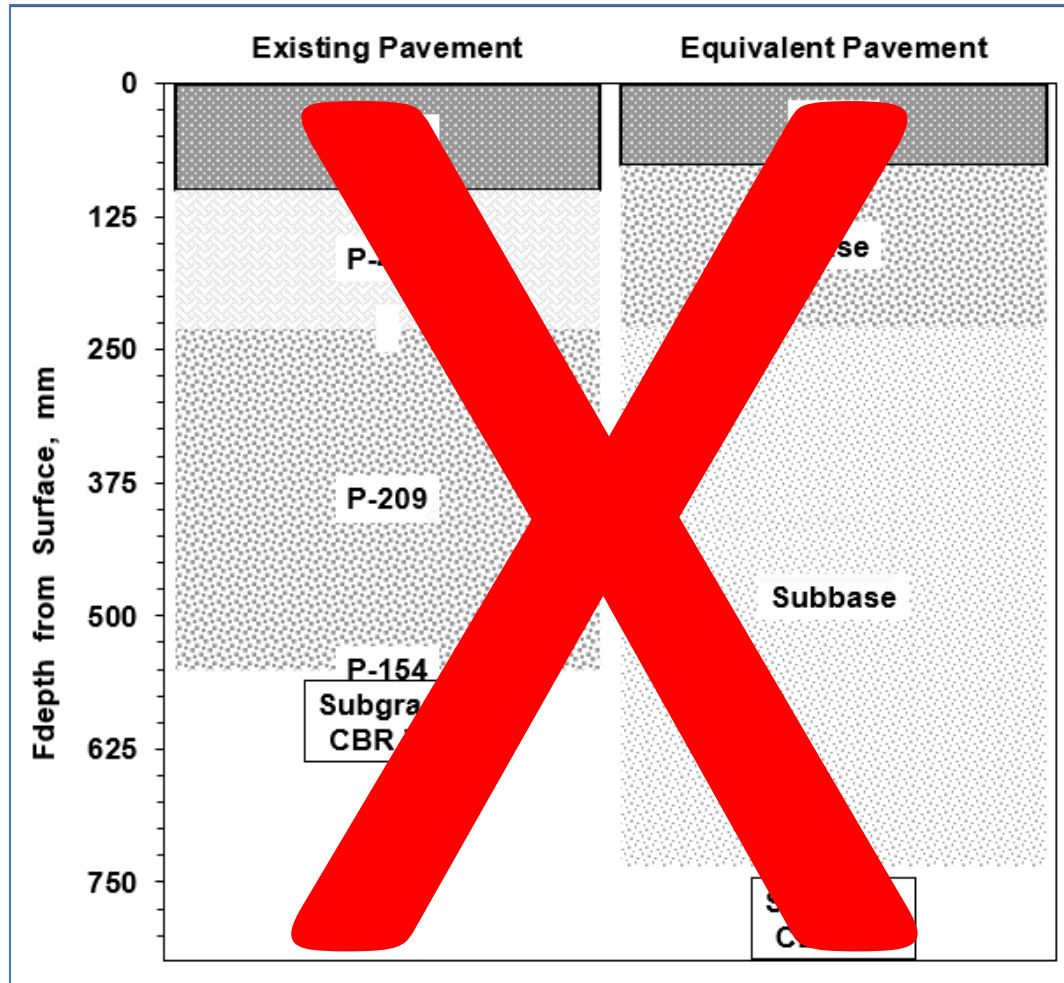


ACR/PCR Versus ACN/PCN

- Los valores numéricos ACR son más altos que los valores ACN correspondientes en aproximadamente un orden de magnitud (x10).
 - Esto fue intencional para evitar confundir los dos sistemas durante el período de transición.
 - No es posible convertir PCN a PCR directamente.
 - Debe utilizar el procedimiento integrado en FAARFIELD 2.0.
 - Utiliza categorías de subrasante estándar uniformes para pavimentos flexibles y rígidos.
 - SIN factor alfa, factores de equivalencia de capas, parte superior de la base k, etc.



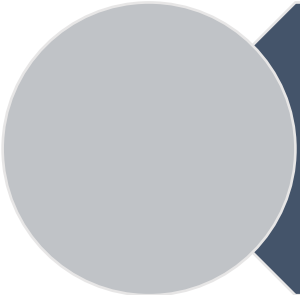
ACR/PCR Vs. ACN/PCN



Cambios principales



El formato de notificación no cambiará, excepto la designación de PCR en lugar de PCN



Basado en el cálculo de las respuestas del pavimento (tensiones, deformaciones, deflexiones) del Layered Elastic Analysis (LEA).



Si **ACR** $\leq$ **PCR**, la aeronave puede operar en el pavimento sin restricciones.



Luego, el daño al pavimento se cuantifica a partir de estas respuestas basándose en un modelo de daño específico.



Si **ACR** $>$ **PCR**, la operación no está permitida o pueden aplicarse algunas restricciones (sobre el peso operativo y/o la frecuencia).



Si continúan, las cuatro categorías de resistencia del terreno de fundación seguirán designándose con las mismas letras.





METODOLOGÍA ACR/PCR

¿Qué es ACR/PCR?

- **ACR** es el número que expresa el efecto relativo de una aeronave de un peso dado sobre una estructura de pavimento a una resistencia de subrasante estándar especificada.
- **PCR** es el número que expresa la capacidad del pavimento de soportar las cargas del tránsito, bajo una condición de operación de aeronaves sin restricciones.



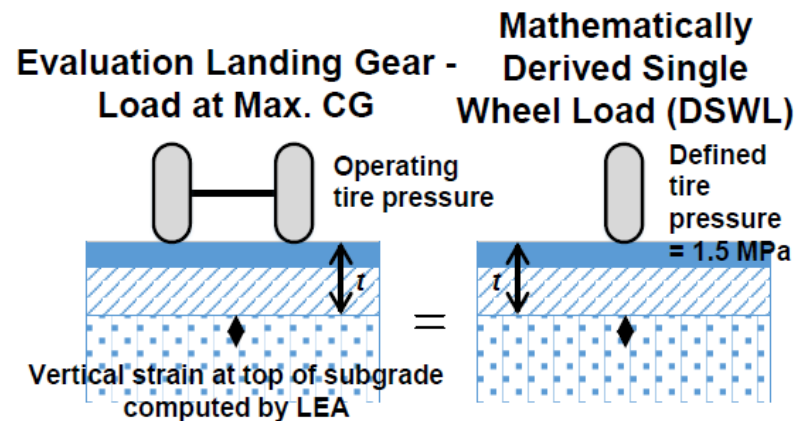
REQUISITOS

- ✓ Los fabricantes de aeronaves deben publicar los valores de ACR correctamente calculados para todas sus aeronaves. Deben utilizar los procedimientos definidos por la OACI.
- ✓ Los operadores aeroportuarios son responsables de determinar y publicar los valores de PCR para sus pavimentos.
- ✓ La OACI no especifica un método de PCR específico, lo que otorga flexibilidad a las CAA estatales.
- ✓ La OACI proporciona un procedimiento modelo para la determinación de PCR en el ADM. Este procedimiento modelo es lo suficientemente general como para adaptarse a la mayoría de las prácticas nacionales o locales.
- ✓ La FAA ha adoptado el procedimiento de PCR en la norma AC 150/5335-5D.



PRINCIPIOS DE LA METODOLOGIA

- LEA (Análisis elástico en capas)
- ✓ Capas homogéneas, elásticas e isotrópicas
- ✓ Cada capa i , se caracteriza por un módulo elástico E_i , un coeficiente de Poisson μ_i y un espesor de capa uniforme t_i .
- ✓ Se asume una extensión horizontal y vertical infinita (a nivel de la subrasante semiespacio elástico)
- ✓ Las cargas individuales de las ruedas pueden sumarse para obtener las respuestas combinadas de tensión y deformación para una carga compleja de un tren de aterrizaje de aeronaves con múltiples ruedas.
- ✓ Presión estándar de los neumáticos: 1,5 MPa
- ✓ Coberturas estándar aumentadas a 36.500 para el ACR flexible



PRINCIPIOS DE LA METODOLOGIA

- El ACR máximo de una aeronave se calcula a partir de la masa y el centro de gravedad (CG) que produce la mayor carga del tren principal sobre el pavimento, generalmente la masa máxima en rampa y el CG trasero correspondiente.
- Los neumáticos de la aeronave se consideran inflados según la recomendación del fabricante para la condición.
- Las tablas y gráficos relativos del ACR de la aeronave muestran el ACR en función de la masa bruta de la aeronave, con el CG de la aeronave como un valor constante que corresponde al valor máximo del ACR (es decir, generalmente, el CG trasero para la masa máxima en rampa) y a la presión de los neumáticos con la masa máxima en rampa.
- Los valores específicos del ACR para condiciones específicas son aquellos que se ajustan a los efectos de la presión de los neumáticos o la ubicación del CG, a una masa bruta específica para la aeronave.

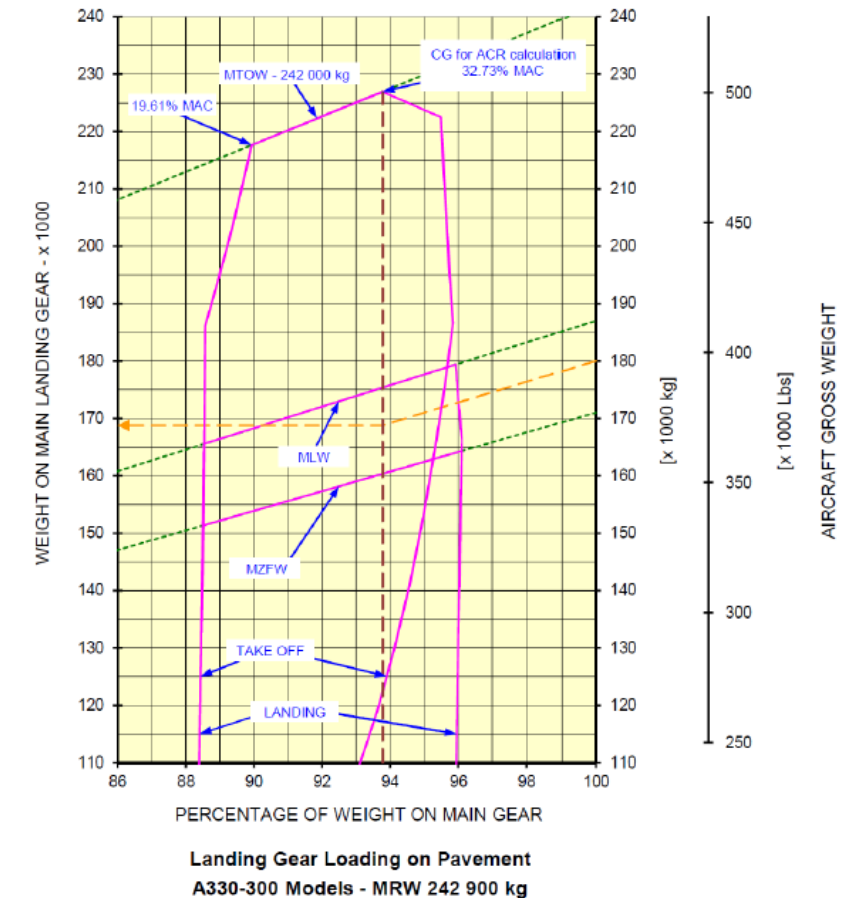
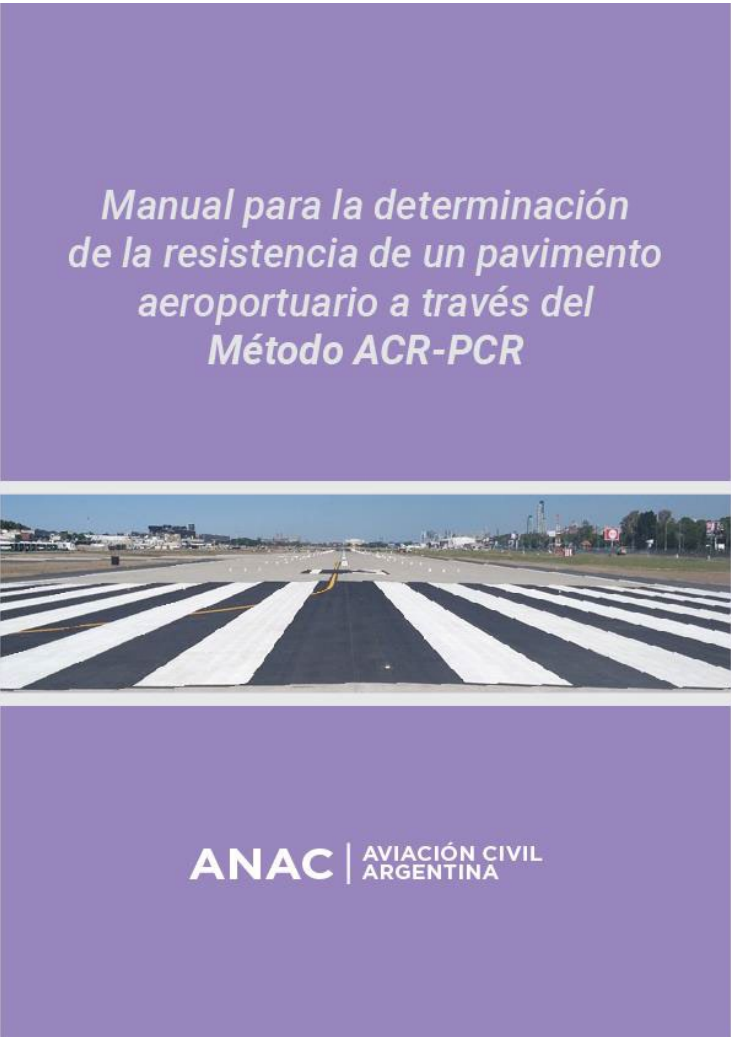


Figure 1-3. Landing gear loading on pavement - Airbus A330-300

MANUAL DE CÁLCULO DE PCR – CIRCULAR FAA



U.S. Department
of Transportation
Federal Aviation
Administration

Advisory Circular

Subject: Standardized Method of Reporting
Airport Pavement Strength - PCR

Date: 4/29/2022
Initiated By: AAS-110

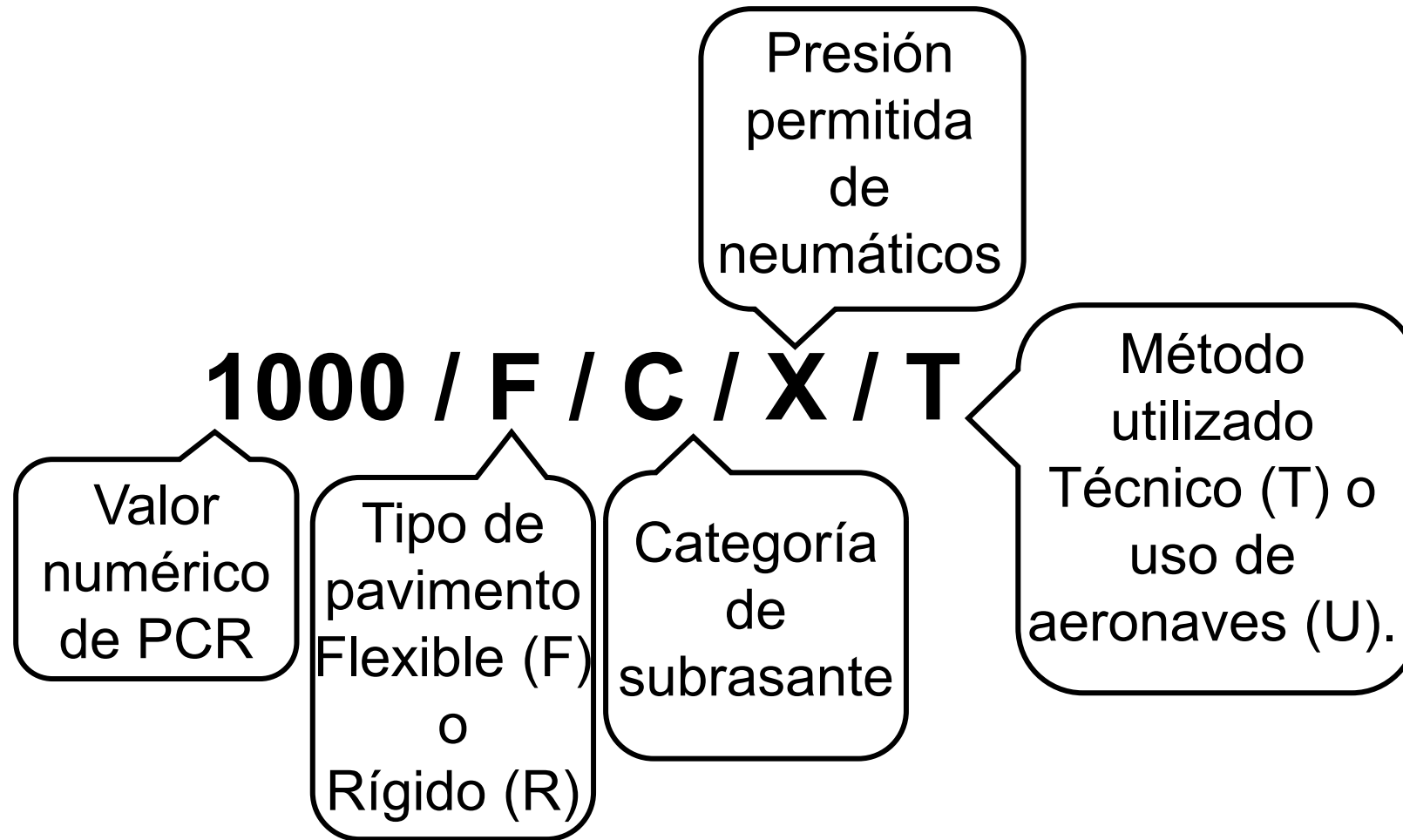
AC No: 150/5335-5D
Change:

- Purpose.**
This advisory circular (AC) provides guidance for the reporting of runway, taxiway and apron pavement strength in accordance with standardized International Civil Aviation Organization (ICAO) methods.
- Cancellation.**
This AC cancels AC 150/5335-5C, *Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength – PCN*, dated August 14, 2014.
- Applicability.**
This AC does not constitute a regulation, and is not legally binding in its own right. It will not be relied upon as a separate basis by the FAA for affirmative enforcement action or other administrative penalty. Conformity with this AC is voluntary, and nonconformity will not affect rights and obligations under existing statutes and regulations, except for the projects described in subparagraphs 2 and 3 below:
 - The standards and processes contained in this AC are specifications the FAA considers essential for the reporting of pavement strength.
 - Use of these standards and guidelines is mandatory for projects funded under Federal grant assistance programs, including the Airport Improvement Program (AIP). See Grant Assurances #11 and #34.
 - This AC is mandatory, as required by regulation, for projects funded by the Passenger Facility Charge program. See PFC Assurance #9.

Note: This AC provides one, but not the only, acceptable means of meeting the requirements of 14 CFR Part 139, *Certification of Airports*.
- Effective Date.**
 - The FAA recommends the guidelines and specifications in this AC for reporting airport pavement strength using the standardized Aircraft Classification Rating.

2022/04

Código para PCR



Desarrollo ACR/PCR

1. Tipo de Pavimento

Tipo de Pavimento	Código de Pavimento
Flexible	F
Rígido	R

2. Categoría de la resistencia de la subrasante

Table 2-1. Standard Subgrade Conditions for ACR Calculation

Subgrade Strength Category	Subgrade Support E (Elastic Modulus) psi (MPa)	Represents E (Elastic Modulus) psi (MPa)	Code Designation
High	29008 (200)	$E \geq 21,756$ (≥ 150)	A
Medium	17405 (120)	$E \geq 14,504 < 21,756$ ($\geq 100 < 150$)	B
Low	11603 (80)	$E \geq 8,702 < 14,504$ ($\geq 60 < 100$)	C
Ultra Low	7252 (50)	$E < 8,702$ (< 60)	D

Categoría de resistencia de la subrasante	Soporte de la subrasante E (Modulo elástico) psi (MPa)	Representación E psi (MPa)	Código designado
Alto	29008 (200)	$E \geq 21,756$ (≥ 150)	A
Medio	17405 (120)	$21,756 > E \geq 14,504$ ($150 > E \geq 100$)	B
Bajo	11603 (80)	$14,504 > E \geq 8,702$ ($100 > E \geq 60$)	C
Muy Bajo	7252 (50)	$E < 8,702$ ($E < 60$)	D

- Las categorías están definidas por E, no por CBR o módulo de reacción k.
- Mismas categorías para pavimentos rígidos y flexibles.
- Todos los valores se definen en la parte superior de la subrasante.

Desarrollo ACR/PCR

3. Presión de llantas permisible

Categoría	Código	Intervalo de presiones de llanta
Sin límite	W	Sin límite de presión
Alto	X	Presión limitada a 254 psi (1.75 MPa)
Medio	Y	Presión limitada a 181 psi (1.25 MPa)
Bajo	Z	Presión limitada a 73 psi (0.50 MPa)

Table 4-2. Tire Pressure Codes for Reporting PCR

Category	Code	Tire Pressure Range
Unlimited	W	No pressure limit
High	X	Pressure limited to 254 psi (1.75 MPa)
Medium	Y	Pressure limited to 181 psi (1.25 MPa)
Low	Z	Pressure limited to 73 psi (0.50 MPa)

✓ SIN CAMBIOS de la metodología ACN/PCN

4. Método Utilizado para determinar el PCR

El sistema PCR reconoce dos métodos de evaluación del pavimento. Si la evaluación representa los resultados de un estudio técnico, el método de evaluación debe codificarse con la letra “T”. Si la evaluación se basa en la experiencia de utilización de aeronaves, el método de evaluación debe codificarse como “U”.

5. Método de Evaluación técnica

El método de evaluación técnica para determinar un PCR requiere el espesor del pavimento y las propiedades de la sección transversal, así como detalles de la mezcla del tráfico. Se usa FAARFIELD, el cual es un programa de uso general que puede ser usado de dos formas: modo de cálculo de ACR y modo de cálculo de espesores.

TERMINOLOGÍA PCR

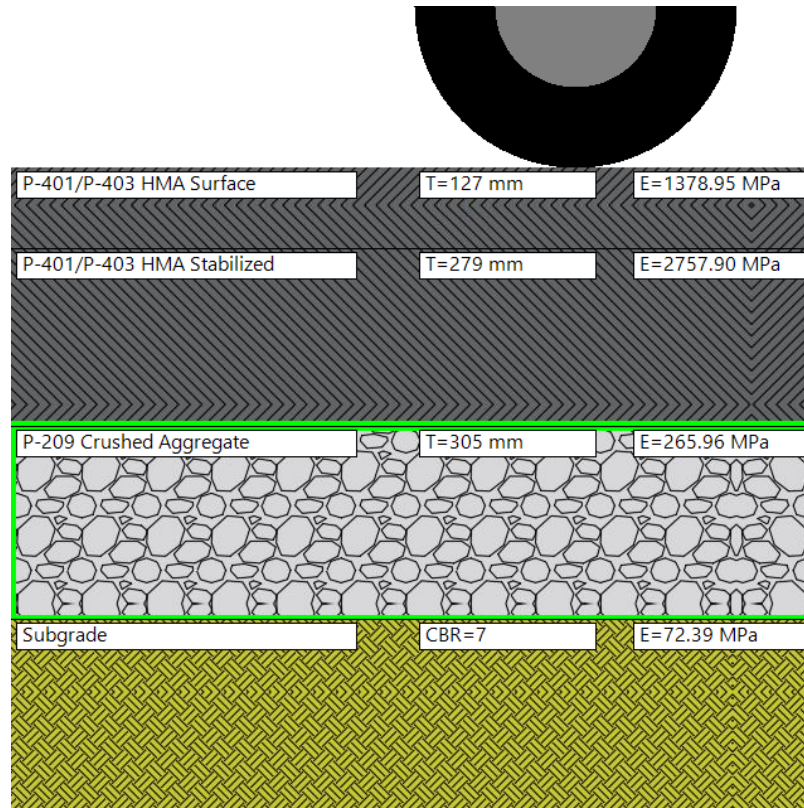
- **Aeronaves críticas:** Aeronaves que se consideran representativas de toda la combinación de tráfico en el cálculo del PCR. **No es necesariamente la aeronave con mayor ACR.**
- **Salidas equivalentes totales de aeronaves críticas** = número de salidas de la aeronave crítica con el peso operativo que da como resultado la misma CDF que todo el mix de tráfico.
- **Peso bruto máximo permitido (PBMP)** = peso bruto de aeronaves críticas que resulta en $CDF = 1$ para la estructura de evaluación (en total de salidas equivalentes).
- **PCR = ACR** de aeronaves críticas calculado en PBMP

PARA VALORES ELEVADOS DE PCR LA CIRCULAR ORIENTA A REPORTAR EL VALOR DEL ACR CRÍTICO
+25%:

$$PCR = 1.25 * ACR$$

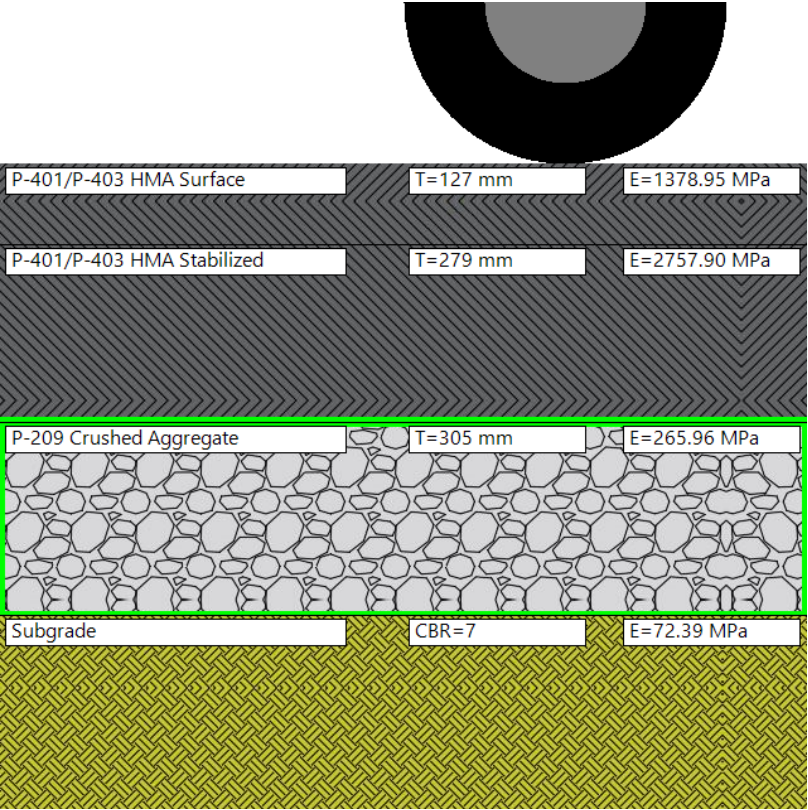
PAV. FLEXIBLE

- No es necesario calcular el espesor equivalente.
- En el modo PCR, FAARFIELD cambia automáticamente a las condiciones estándar y presión de neumáticos para la evaluación ACR.
- FAARFIELD determina automáticamente la categoría de subrasante a partir de los datos de subrasante.
- FAARFIELD determina automáticamente las aeronaves críticas de la lista de tráfico.



Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures
B767-300	143789	365	0	7300
B757-200	116100	1360	0	27200
B737-900	85366	1360	0	27200
B737-800	79242	4380	0	87600
MD-83	73016	365	0	7300
B737-400	68266	365	0	7300
B737-300	63503	17885	0	357700
B737-500	60781	2920	0	58400
B717-200 HGW	55338	35310	0	706200
CRJ900	38329	6570	0	131400
CRJ700	34019	18615	0	372300
ERJ-145 ER	21999	32405	0	648100
S-10	3969	550	0	11000
S-3	1043	600	0	12000
D-30	13608	6525	0	130500
S-10	4536	15225	0	304500
D-50	22680	40400	0	808000

Definición estructura de pavimento existente



Layer Property

Materials Menu

General

- ☐ User Defined
- ☐ Subgrade

P-401/P-403 HMA

- ☐ P-401/P-403 HMA Surface
- ☐ P-401/P-403 HMA Overlay

P-501 PCC

- ☒ P-501 PCC Surface
- ☐ P-501 PCC Overlay (Unbonded)
- ☐ P-501 PCC Overlay on Flexible

Aggregate

- ☐ P-154 Uncrushed Aggregate
- ☐ P-208 Crushed Aggregate
- ☐ P-209 Crushed Aggregate
- ☐ P-211 Lime Rock
- ☐ P-219 Recycled Concrete Aggregate

Stabilized

- ☐ P-301 Soil Cement Base
- ☐ P-304 Cement Treated Base
- ☐ P-306 Lean Concrete
- ☐ P-401/P-403 HMA Stabilized
- ☐ Variable (flexible)
- ☐ Variable (rigid)

Update Thickness (mm)

334

Update Modulus (MPa)

27.579,04

Update Concrete Flexural

4,01

Update CBR

Update Subgrade Reactio

Add Layer Below Add Layer Above OK Delete Layer

Especificaciones de construcción AC No.: 150/5370-10H

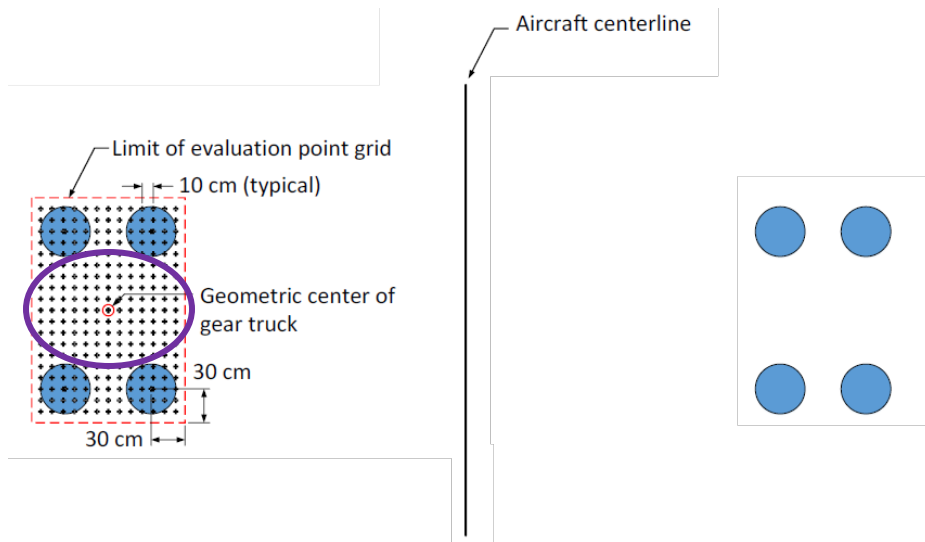
Subject: Standard Specifications for
Construction of Airports

Date: 12/21/2018
Initiated By: AAS-100

AC No: 150/5370-10H
Change:

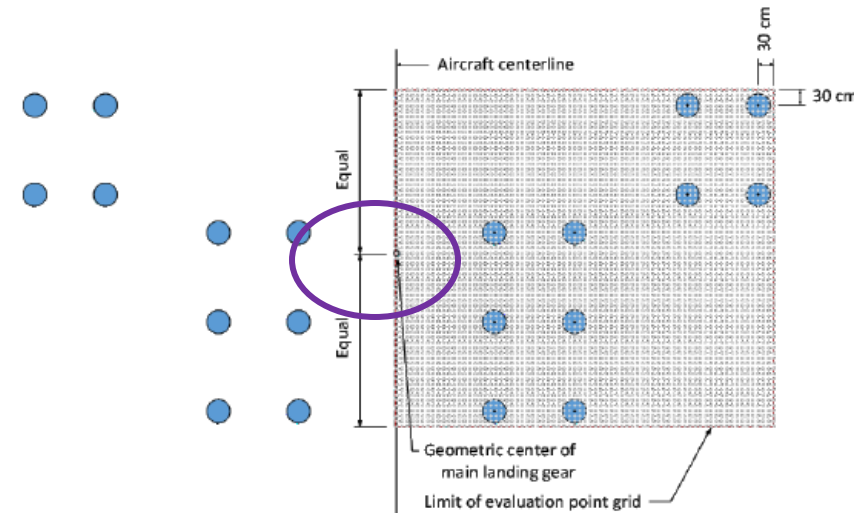
PUNTOS DE EVALUACIÓN (GEAR-ENGRANAJES)

- TODAS las ruedas del engranaje principal contribuyen a deformación calculada.
- La tensión se EVALUA sobre la cuadrícula de puntos.
- Los puntos de evaluación se ubican directamente debajo del punto central de cada rueda y en los puntos definidos por una cuadrícula rectangular regular, espaciada a intervalos de 10 cm y orientada paralelamente a los ejes principales del engranaje.



El origen de la cuadrícula se establece en el centro geométrico de un eje

Figure 3-2. Grid Definition for Complex Aircraft Main Landing Gear



El origen de la cuadrícula se encuentra en el centro geométrico de todo el conjunto del tren de aterrizaje

La deformación ϵ es el máximo de las deformaciones calculadas para todos los puntos de evaluación

Puntos clave: pavimento rígido

- ✓ El espesor mínimo permitido de la P501 PCC en el modelo es de 127 mm.
- ✓ Los cálculos de LEA también suponen que la interfaz horizontal entre la Capa 1 y la Capa 2 no está adherida (deslizamiento total) y que la interfaz horizontal entre la Capa 2 y la Capa 3 sí lo está.
- ✓ El espesor t de la Capa 1 se ajusta hasta que la tensión máxima evaluada en todos los puntos de evaluación sea igual a 399 psi (2,75 MPa). El t resultante, es el espesor de referencia para el ACR.
- ✓ Manteniendo una presión constante de los neumáticos de 218 psi (1,50 MPa), ajuste la magnitud de la carga por rueda hasta que la tensión horizontal máxima en la parte inferior de la Capa 1 sea igual a 399 psi (2,75 MPa).
- ✓ El valor numérico de **ACR puede redondearse al múltiplo de diez más cercano** para fines de informe.
- ✓ La presión de los neumáticos de las aeronaves tendrá poco efecto en los pavimentos con superficies de hormigón.

Table 3-2a. Reference Structure for Flexible ACR (Aircraft fitted with 2 or fewer wheels on all legs of the main landing gear)

Layer Description	Thickness, in (mm)	E , psi (MPa)	ν
Surface course (asphalt)	3 (76)	200,000 (1379)	0.35
Base course (crushed aggregate)	Variable	Paragraph 3.5.2.2	0.35
Subgrade	infinite	Paragraph 2.2 Table 2.1	0.35

Table 3-2b. Reference Structure for Flexible ACR (Aircraft fitted with more than 2 wheels on any leg of the main landing gear)

Layer Description	Thickness, in(mm)	E , psi (MPa)	ν
Surface course (asphalt)	5 (127)	200,000(1379)	0.35
Base course (crushed aggregate)	variable	Paragraph 3.5.2.2	0.35
Subgrade	infinite	Paragraph 2.2 Table 2.1	0.35

Puntos clave: pavimento flexible

- ✓ El procedimiento ACR para pavimento flexible relaciona la carga derivada de una sola rueda, a una presión constante de 218 psi (1,50 MPa), con un espesor total de referencia t , calculado para 36 500 pasadas de la aeronave. Considera las cuatro categorías de subrasante.
- ✓ Definición de los materiales y las propiedades constitutivas de las distintas capas: módulo elástico E , coeficiente de Poisson ν y espesor (excepto la capa de diseño).
- ✓ Los cálculos LEA asumen que todas las interfaces horizontales entre capas están completamente adheridas.
- ✓ El módulo de la capa de espesor variable no es fijo en el procedimiento ACR, sino que es función del espesor y del módulo de la subrasante.
- ✓ El procedimiento ACR flexible se basa en el criterio de falla de la subrasante

$$D_e(\varepsilon) = \frac{1}{C_e(\varepsilon)}$$

- ✓ La presión de los neumáticos puede estar restringida en el hormigón asfáltico (asfalto), dependiendo de la calidad de la mezcla asfáltica y las condiciones climáticas.
- ✓ Una mezcla correctamente preparada y colocada que cumpla con la especificación P-401 de la FAA puede soportar una presión de los neumáticos sustancial superior a 218 psi (1,5 MPa).

Método de evaluación técnica para determinar PCR.

Para la determinación del PCR se requiere de la siguiente información:

- (1) la composición y frecuencia del tráfico aéreo,
 - (2) el espesor, el tipo de material y la resistencia de cada capa de la estructura del pavimento, y
 - (3) el módulo elástico de la subrasante.
- Determinar el tipo de aeronave y el número de salidas anuales de cada tipo de aeronave que experimentará el pavimento a lo largo de su vida útil.
 - Determine el módulo elástico de la subrasante. El módulo puede determinarse a partir de datos de prueba o convertirse a partir del valor CBR utilizando $E = 1500 \times \text{CBR}$ (para E en psi).
 - Determine las características de la capa del pavimento.
 - Determine la relación P/TC
 - Ingrese toda la información en FAARFIELD y ejecutar la evaluación PCR.



Guía de la OACI para la evaluación de sobrecargas en pavimentos.

- ✓ En pavimentos flexibles o rígidos, el tráfico ocasional de aeronaves con un ACR no superior en un 10 % al PCR informado no debería afectar negativamente al pavimento. Por ejemplo, un pavimento con un PCR de 600 puede soportar un tráfico limitado de aeronaves con un ACR de 660.
- ✓ El número anual de tráfico de sobrecarga no debe superar aproximadamente el 5 % del tráfico aéreo anual total.
- ✓ Cuando se realizan operaciones de sobrecarga, el personal encargado del aeropuerto debe inspeccionar periódicamente el estado del pavimento.
- ✓ Dejar que el PCR permanezca tal como se deriva del método de evaluación técnica, pero conservar el conocimiento local de que hay algunas aeronaves en la combinación de tráfico a las que se les puede permitir operar con ACR que excedan el PCR publicado o con un peso reducido para no exceder el PCR.
- ✓ Prever un PCR aumentado agregando una superposición o mediante una reconstrucción para acomodar aeronaves con ACR más altos.
- ✓ Ajustar el PCR al alza, al de la aeronave con el ACR más alto, pero tener en cuenta la necesidad de prever un posible mantenimiento riguroso. Esto resultará en costos más altos y anticipados para proyectos de reconstrucción o recubrimiento.

A large commercial airplane is parked on a tarmac at sunset. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow. Several ground support vehicles, including belt loaders and pushback tugs, are positioned around the aircraft. Ground crew members in high-visibility vests are visible near the vehicles. A jet bridge is connected to the right side of the aircraft. The scene is captured from a high angle, showing the layout of the tarmac and the surrounding airport infrastructure.

Conceptos técnicos / Tráfico de diseño

CONCEPTOS TÉCNICOS FAARFIELD

- FAARFIELD se basa en el concepto de factor de daño acumulativo (CDF) en el que se suma la contribución de cada tipo de aeronave en una mezcla de tráfico determinada para obtener el daño acumulativo total de todas las operaciones de aeronaves en la mezcla de tráfico.
- EL CDF es la cantidad de vida útil por fatiga estructural de un pavimento que se ha utilizado. Se expresa como la relación entre las repeticiones de carga aplicadas y las repeticiones de carga permitidas hasta la falla. FAARFIELD analiza el daño al pavimento para cada aeronave y determina un espesor final para el daño total acumulado de todas las aeronaves en la evaluación para cada franja de 10 pulgadas de ancho sobre un ancho total de 820 pulgadas. La CDF para el diseño es el máximo sobre las 82 franjas.
- FAARFIELD calcula los efectos dañinos de cada aeronave en la mezcla de tráfico en función del espaciamiento de los trenes de aterrizaje, la carga y la ubicación de los trenes de aterrizaje en relación con la línea central del pavimento.
- Cuando la CDF suma un valor de 1,0 en cualquiera de las 82 franjas, se cumplen las condiciones de diseño estructural. Un valor de CDF mayor que uno no significa necesariamente que el pavimento ya no soportará el tráfico, sino que habrá fallado de acuerdo con la definición de falla utilizada en los procedimientos de diseño y dentro de las limitaciones de las suposiciones sobre las propiedades del material.

CONCEPTOS TÉCNICOS FAARFIELD

- Llegadas (aterrizaje) – Salidas (despegue)

El procedimiento de diseño de pavimentos de la FAA solo considera las salidas e ignora el recuento de tráfico de llegada, esto debido a que las aeronaves llegan con una cantidad menor de combustible.

- **Pasada (Pass):** es un movimiento único de la aeronave sobre el pavimento de la pista. Puede ser una llegada, una salida, una operación de rodaje o las tres, dependiendo de la magnitud de la carga y la ubicación de las calles de rodaje

Figure A-1. Traffic Load Distribution Patterns

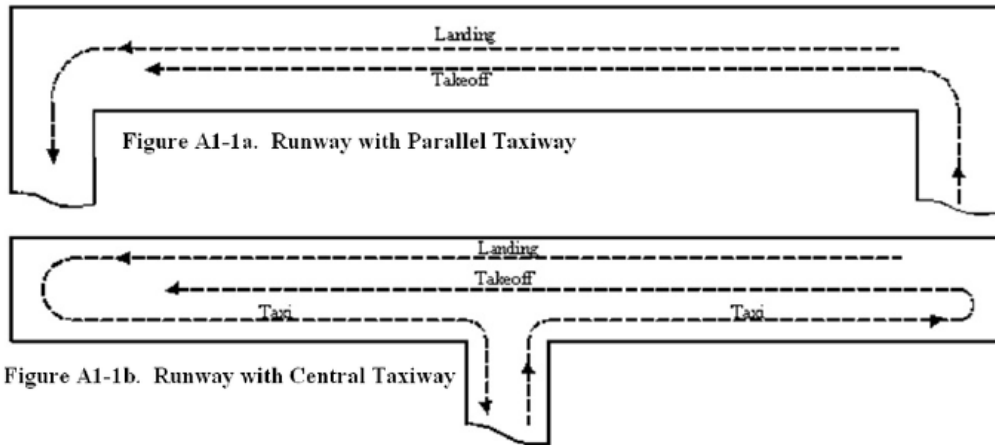


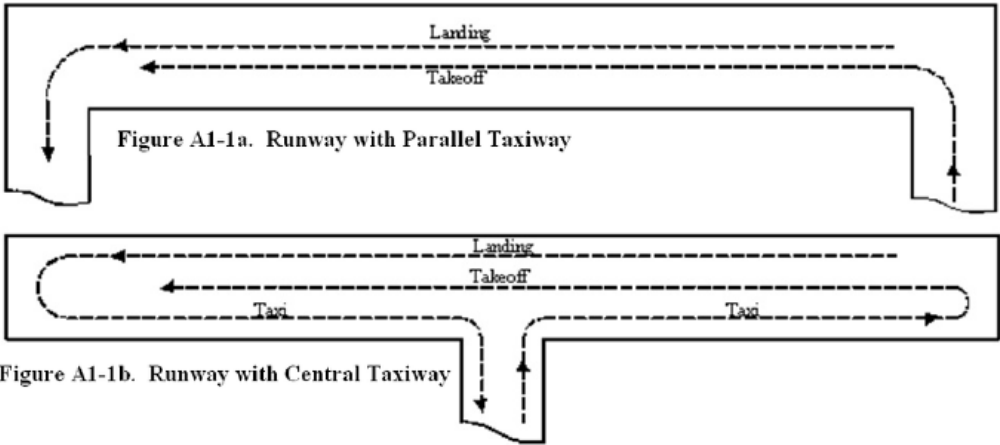
Figure A1-1b. Runway with Central Taxiway

Calle de rodaje paralela: figura A1-1a

- ✓ Si la aeronave se abastece de combustible en el aeropuerto, un ciclo de tráfico consta de una sola pasada, ya que la carga de estrés de aterrizaje se considera a un nivel reducido, lo cual constituye una equivalencia fraccionaria. En esta condición, solo se contabiliza la pasada de despegue, y la relación entre pasadas y ciclos de tráfico (P/TC) es 1.
- ✓ Si la aeronave no obtiene combustible en el aeropuerto, se contabilizarán tanto los pases de aterrizaje como los de despegue, y un ciclo de tráfico consta de dos pases con la misma carga. En este caso, la relación P/TC es 2.

CONCEPTOS TÉCNICOS FAARFIELD

Figure A-1. Traffic Load Distribution Patterns



Calle de rodaje central: figura A1-1b

- ✓ Si la aeronave se abastece de combustible en el aeropuerto, se deben contabilizar tanto las **pasadas de despegue como las de rodaje al despegue**, ya que resultan en un ciclo de tráfico compuesto por dos pasadas con la carga máxima. En esta situación, la relación **P/TC es 2**.
- ✓ Si la aeronave no obtiene combustible en el aeropuerto, se contabilizarán tanto los pases de **aterrizaje** como los de **despegue**, junto con el pase de **rodaje**, y un ciclo de tráfico consta de tres pases con cargas de igual magnitud. En este caso, la relación **P/TC es 3**.

Table A-1. Standard P/TC Ratio Summary (see note)

Taxiway Serving the Runway	P/TC	P/TC
	Fuel Obtained at the Airport (i.e. departure gross weight more than arrival gross weight.)	No Fuel Obtained at the Airport (i.e. departure gross weight same as arrival gross weight.)
Parallel	1	2
Central	2	3

Note: The standard P/TC ratios are whole numbers 1, 2, and 3. The range of values that can be entered in the software is 0.001 thru 10.0. This feature allows flexibility in those instances where a fraction of the total traffic may use different runways or other pavements. For example, a P/TC ratio of 0.5 multiplies the coverages of each aircraft by 0.5, which will increase the PCR of the pavement.

CONCEPTOS TÉCNICOS FAARFIELD

- Cobertura (Coverage)
 - ✓ Una cobertura se produce cuando una rueda del tren de aterrizaje principal de la aeronave recorre una unidad de área de la pista.
 - ✓ Debido a la desviación de circulación de la aeronave, es posible que la rueda no cubra esta unidad de área cada vez que la aeronave esté en la pista. El número de pasadas necesarias para cubrir estadísticamente la unidad de área una vez sobre el pavimento se expresa mediante la relación entre pasadas y cobertura (P/C).
 - ✓ La relación P/C es necesaria para convertir los pases en coberturas que se utilizan en el programa. Esta relación varía para cada aeronave debido al número de ruedas, la configuración del tren de aterrizaje principal, las áreas de contacto de los neumáticos y la carga sobre el tren de aterrizaje. El programa FAARFIELD determina automáticamente la relación P/C de cualquier aeronave, y el usuario solo debe definir los pases.



CONCEPTOS TÉCNICOS FAARFIELD

- La falla por fatiga en FAARFIELD se expresa mediante el CDF. El CDF es una forma de la regla de Miner, un modelo de daño acumulativo para falla por fatiga. Usando la regla de Miner, el CDF total se determina sumando el daño de cada aeronave individual.
- El CDF es un número que representa la cantidad de vida útil por fatiga estructural que se ha utilizado. Matemáticamente, el CDF es la suma de N términos, donde cada término es la relación entre las repeticiones aplicadas y las repeticiones permitidas para fallar para una de las N aeronaves en la mezcla de tráfico.
- Para un diseño de pavimento, el espesor de la estructura del pavimento se ajusta hasta que la $CDF = 1$ para la mezcla de tráfico dada y la vida útil del diseño estructural. Para una sola aeronave ($N = 1$) y salidas anuales constantes, el CDF se puede expresar de la siguiente manera:

$$CDF = \frac{\text{number of applied load repetitions}}{\text{number of allowable repetitions to failure}}$$

or

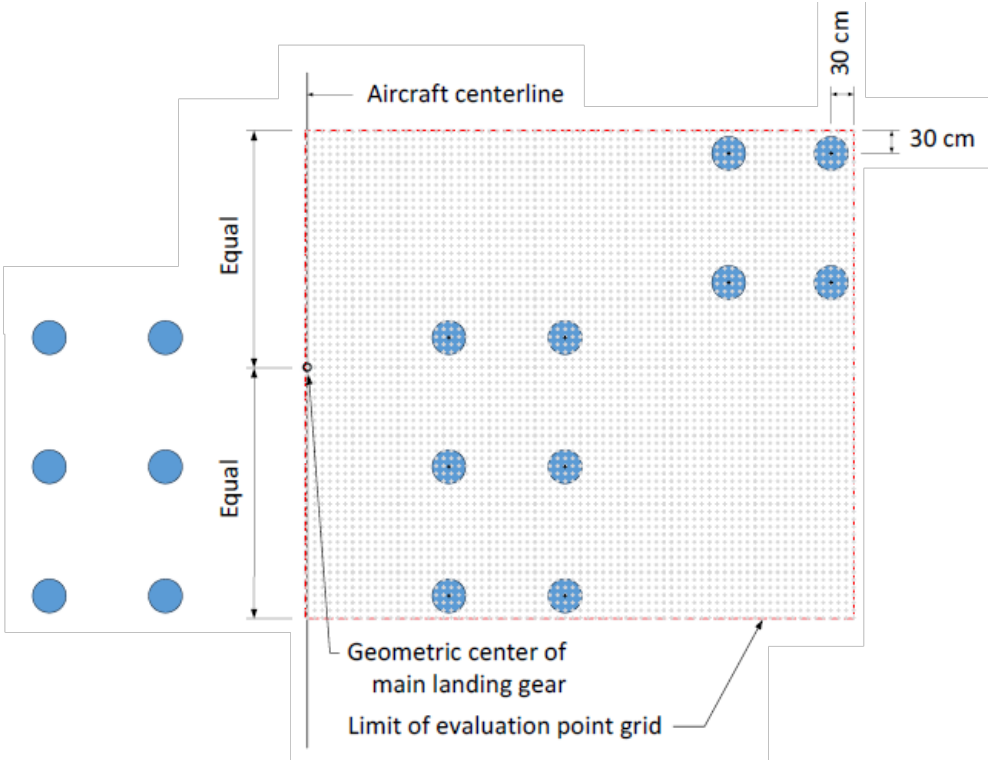
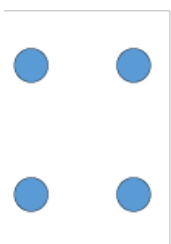
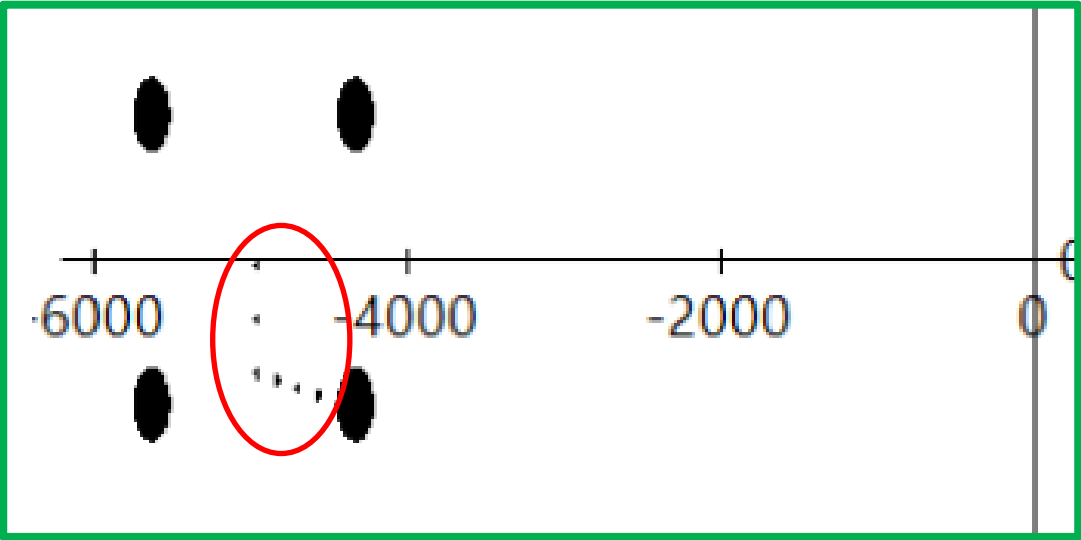
$$CDF = \frac{(\text{annual departures}) \times (\text{life in years})}{(P/C) \times (\text{coverages to failure})}$$

or

$$CDF = \frac{\text{applied coverages}}{\text{coverages to failure}}$$

PUNTOS DE EVALUACIÓN (COMPLEX GEAR)

- TODAS las ruedas del engranaje principal contribuyen a deformación calculada.
- La tensión se EVALUA sobre la cuadrícula de puntos.



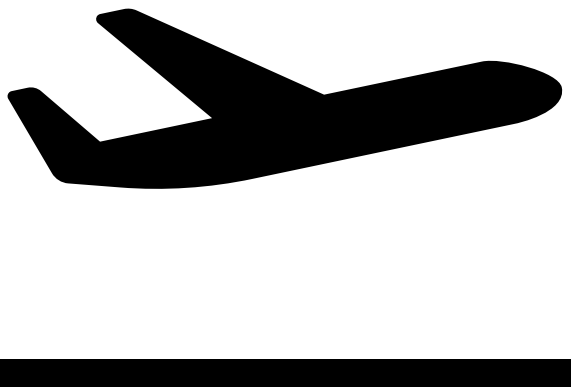
Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures	CDF Contributions	CDF Max for Airplane	P/C Ratio	Tire Pressure (kPa)	Percent GW on Gear
B747-8	449,056	1,200	0	24,000	0	0	0	1523.74	0.475
B747-8 Belly	449,056	1,200	0	24,000	0	0	0	1523.74	0.475
A380-800 WV000	562,000	1,200	0	24,000	0	0	0	1503.06	0.38
A380-800 WV000 Belly	562,000	1,200	0	24,000	0	0	0	1503.06	0.57



OACI

Tráfico por elemento

Tipo de Aeronave



Peso máximo al despegue

A.2.1 Arrival (Landing) and Departure (Takeoff).
Typically, aircraft arrive at an airport with a lower amount of fuel than is used at takeoff. As a consequence, the stress loading of the wheels on the runway pavement is less when landing than at takeoff due to the lower weight of the aircraft as a result from the fuel used during flight and the lift on the wings. This is true even at the touchdown impact in that there is still lift on the wings, which alleviates the dynamic vertical force. Because of this, the FAA pavement design procedure only considers departures and ignores the arrival traffic count. However, if the aircraft do not receive additional fuel at the airport, then the landing weight will be substantially the same as the takeoff weight (discounting the changes in passenger count and cargo), and the landing

Tasas de Crecimiento

Traffic				
Stored Aircraft Mix		Save Aircraft Mix to File		
Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures
A310-200	142.900	500	1	11,000
B737-200	52.617	1,000	1	22,000
B737-700	70.307	800	1	17,600

Tráfico discriminado por elemento: Pista, rodajes, posiciones

La FAA sólo tiene en cuenta las salidas e ignora el recuento del tráfico de llegadas; exceptuando algunas consideraciones. Se debe analizar el valor de P/TC

A large commercial airplane is parked on a tarmac at sunset. The sun is low in the sky, creating a warm, golden glow. Ground service equipment, including a jet bridge and various vehicles, is visible around the aircraft. The scene is captured from a low angle, emphasizing the scale of the plane.

EVALUACIÓN TÉCNICA

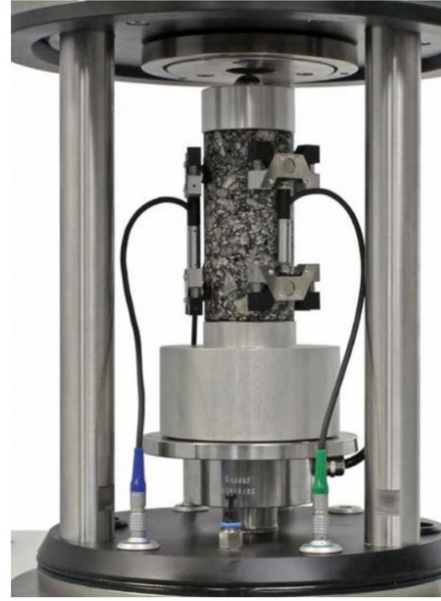
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

- **Determinación del CBR o módulo de elasticidad de la subrasante:**
 - Pruebas de laboratorio, basadas en muestras recolectadas en el campo;
 - Pruebas de placas, que pueden realizarse in situ (in situ);
 - Mediante ensayos no destructivos, en los que el módulo se deduce de retroanálisis;
 - Hacer uso de ecuaciones de correlación entre el módulo (E) y las variables CBR o módulo de reacción “k”.



Manual de
CÁLCULO DE PCR
DE PAVIMENTOS
AEROPORTUÁRIOS

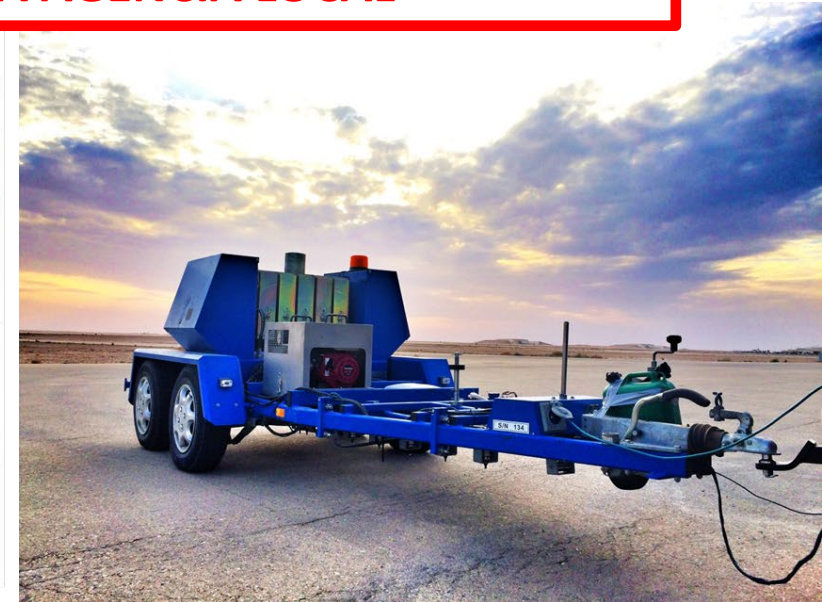
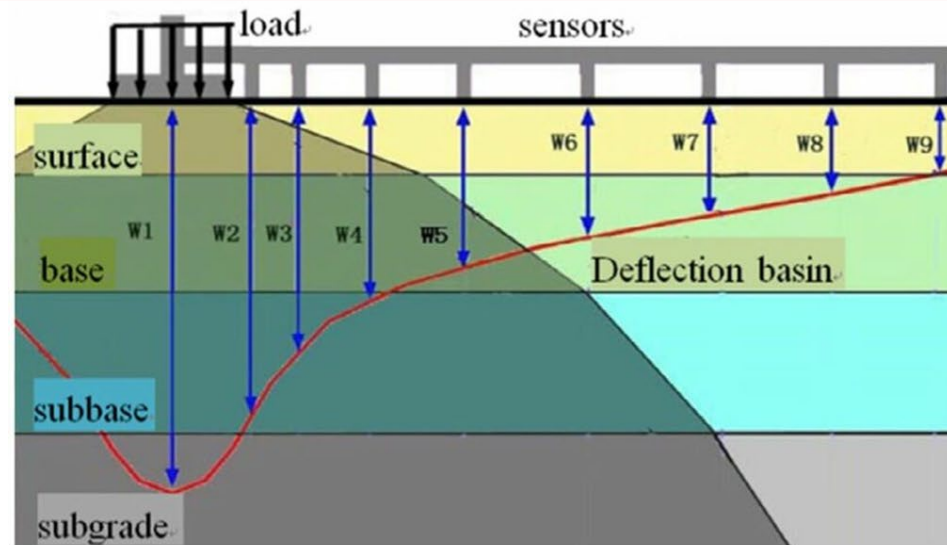
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES



Ensayos destructivos

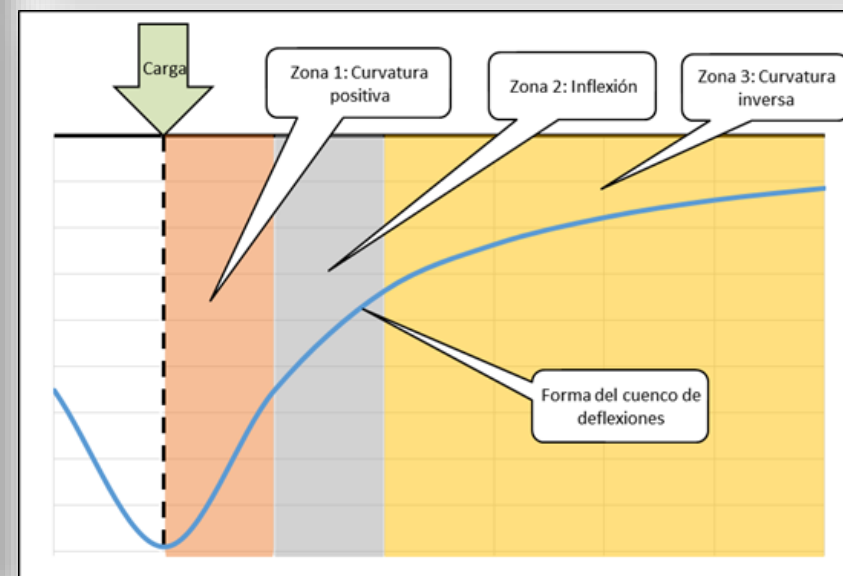
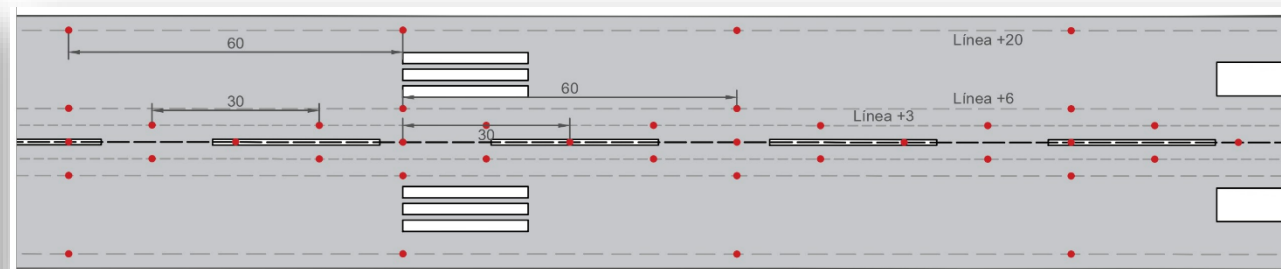
LA COMBINACIÓN DEPENDERÁ DE LOS REQUISITOS DE CADA AGENCIA LOCAL

Ensayos NO destructivos



Evaluación estructural

Tecnología empleada: Deflectometría HWD



NO SE RECOMIENDA UTILIZAR DATOS DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL ANTIGUOS, MAYORES QUE 5 AÑOS.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

- Ensayos no destructivos, capacidad estructural del pavimento

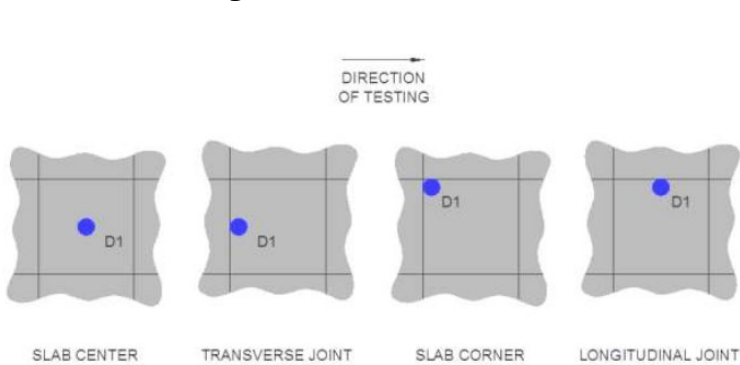


Figure 16. NDT Test Locations within a PCC Slab

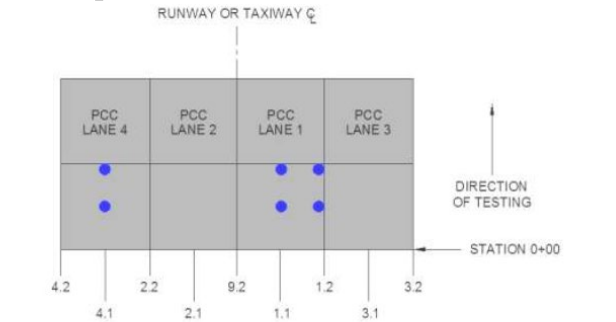


Figure 18. Example Runway or Taxiway Sketch When Centerline Lies on Slab Joint

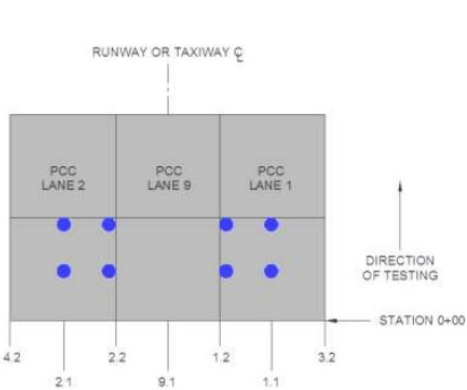


Figure 19. Example Runway or Taxiway Sketch When Centerline Does Not Lie on Slab Joint

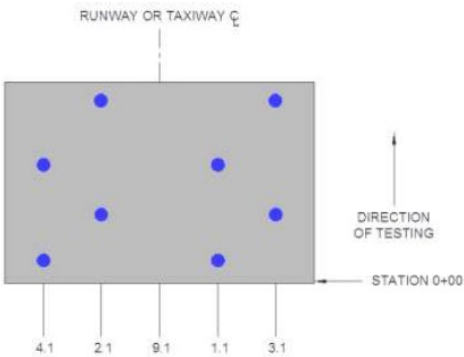


Figure 20. Example Runway or Taxiway Sketch for HMA Pavements

Table 5. Typical Runway and Taxiway Test Locations and Spacing, Feet (m)

Test Type	Jointed PCC and HMA Overlaid PCC				HMA			
	Project Level		Network Level		Project Level		Network Level	
	Offset ft (m)	Spacing ft (m)	Offset ft (m)	Spacing ft (m)	Offset ft (m)	Spacing ft (m)	Offset ft (m)	Spacing ft (m)
Center	10 (3) 30 (9) 65 (20)	100 (30) 100 - 200 (30 - 60) 400 (120)	10 (3)	200 - 400 (60 - 120)	200 - 400 (60 - 120)	100 (30) 100 - 200 (30 - 60) 200 - 400 (60 - 120)	10 (3)	200 - 400 (60 - 120)
Tran. Joint	10 (3) 30 (9) 65 (20)	100 - 200 (30 - 60) 200 - 400 (60 - 120) 400 (120)	10 (3)					
Long. Joint	20 (6) 40 (12) 60 (18)	200 (60) 400 (120) 400 (120)						
Corner	20 (6) 40 (12) 60 (18)	200 (60) 400 (120) 400 (120)						

For each centerline offset, there are two NDT passes, one to the left and one to the right; spacing is staggered between adjacent NDT passes; and a minimum of two NDT tests should be conducted per pavement section.

Evaluación estructural

Ensayos destructivos y de laboratorio



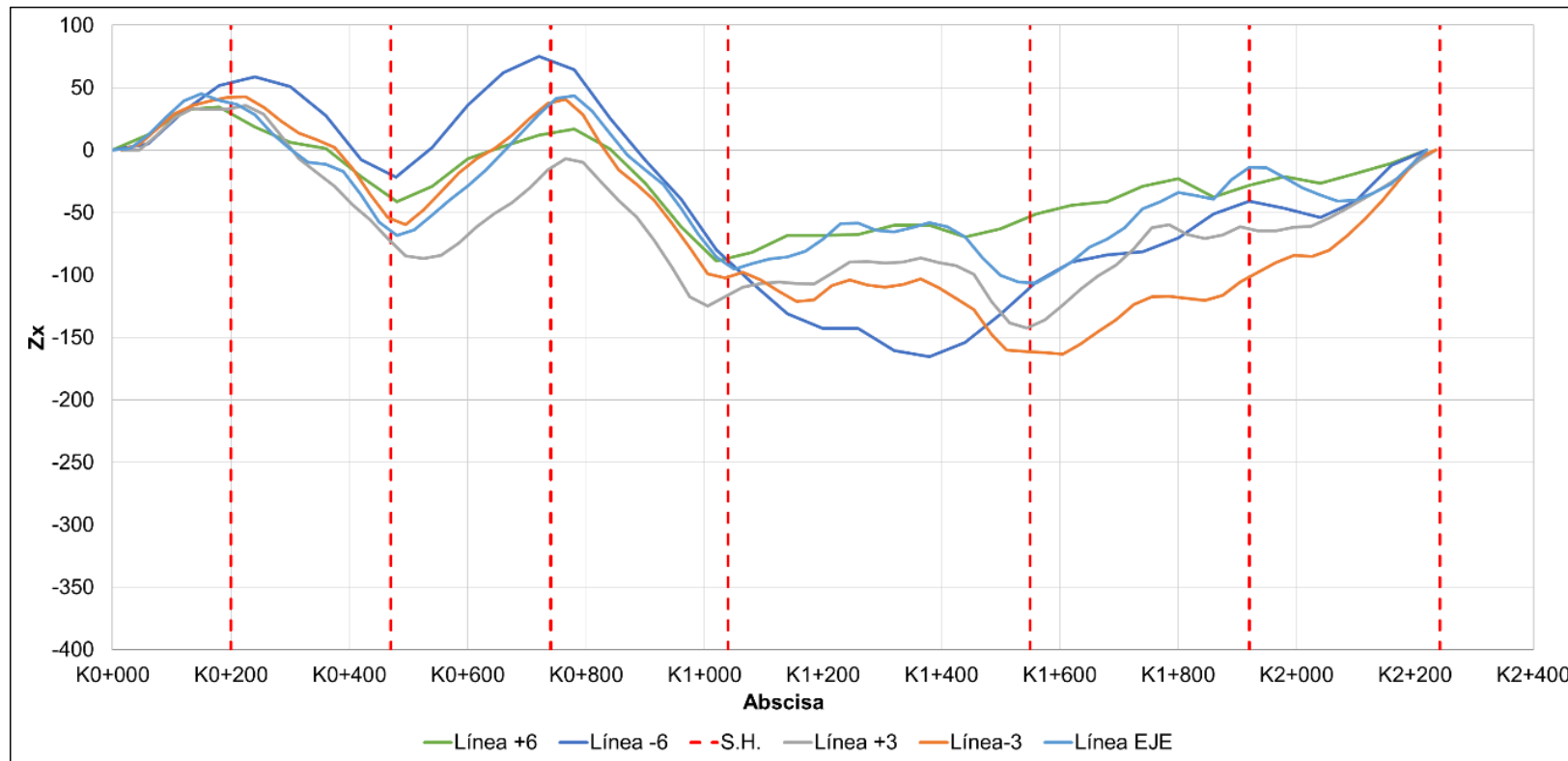
- ✓ Capacidad de soporte de la subrasante
- ✓ Ensayos triaxiales para la determinación de módulo de los materiales granulares.
- ✓ Ensayos de módulo de mezclas asfálticas



NO SE RECOMIENDA UTILIZAR DATOS DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL ANTIGUOS, MAYORES QUE 5 AÑOS.

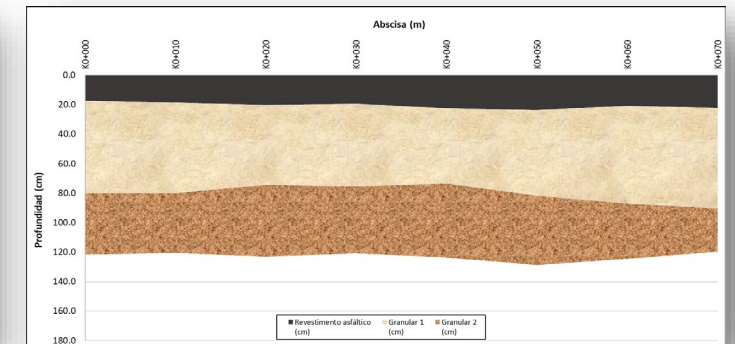
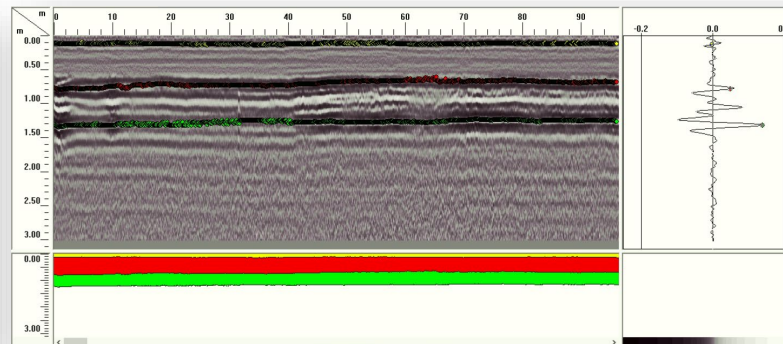
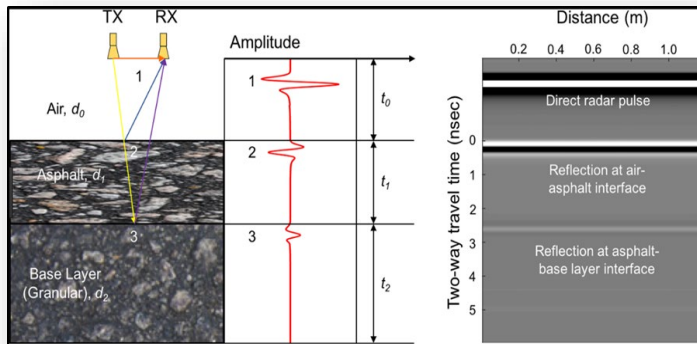
Determinación de secciones Homogéneas Análisis

Secciones homogéneas- Diferencia Acumuladas



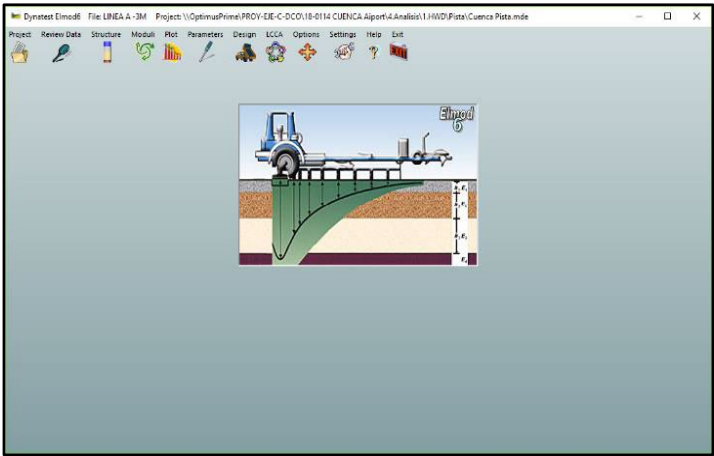
Evaluación de espesores:

Tecnología empleada: Georradar



Determinación de Módulos

Interfaz del software ELMOD 6 retrocálculo



Casos Extremos de la Eficiencia en la Transferencia de Carga



Ensayos de laboratorio

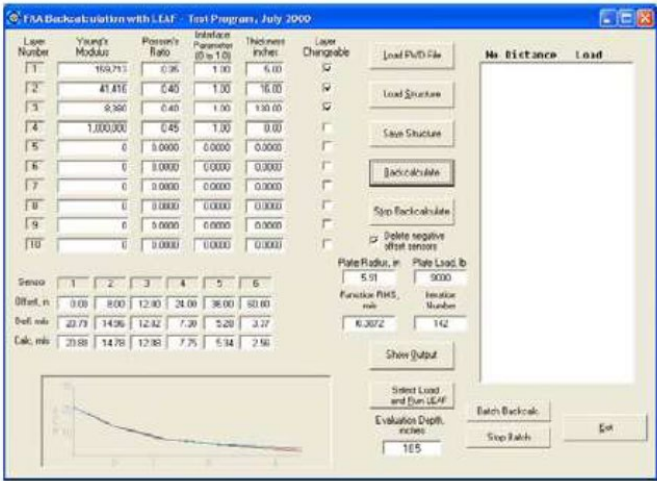
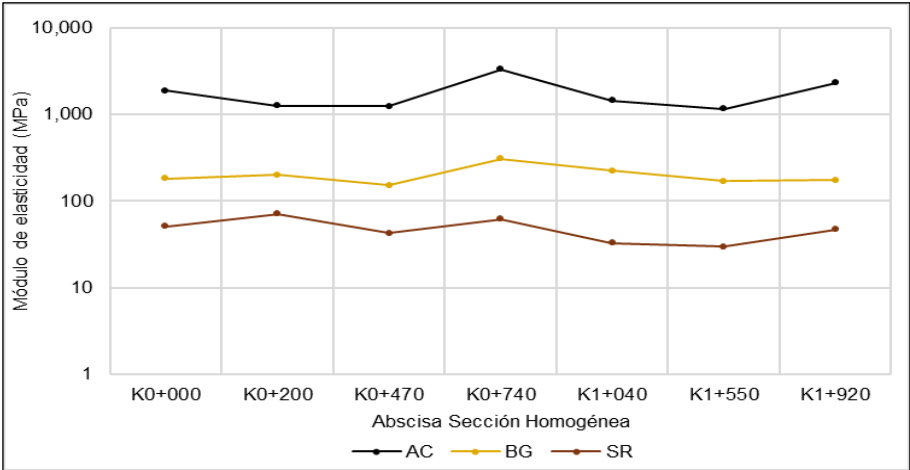


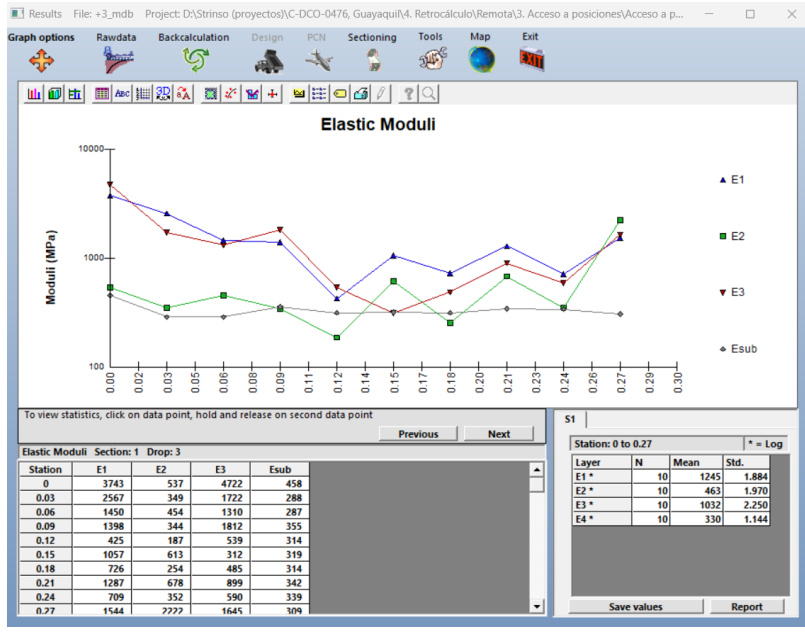
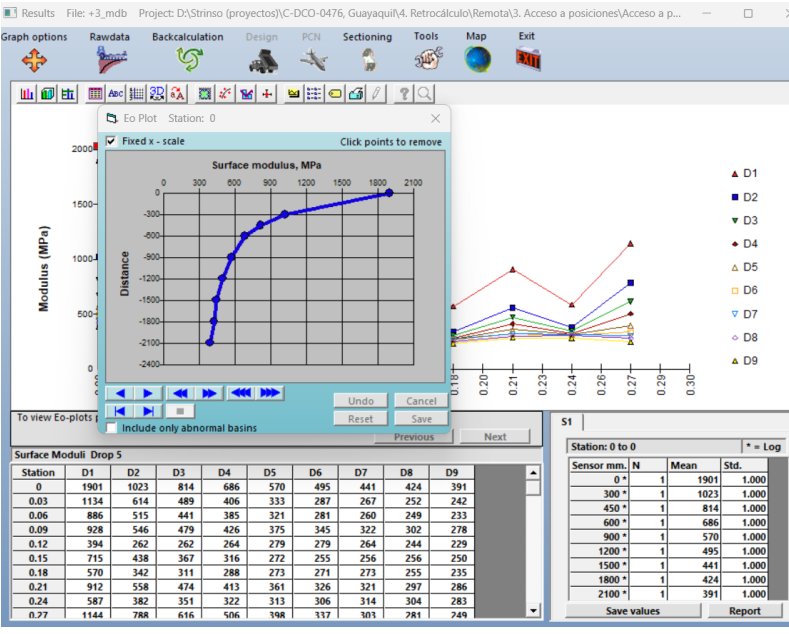
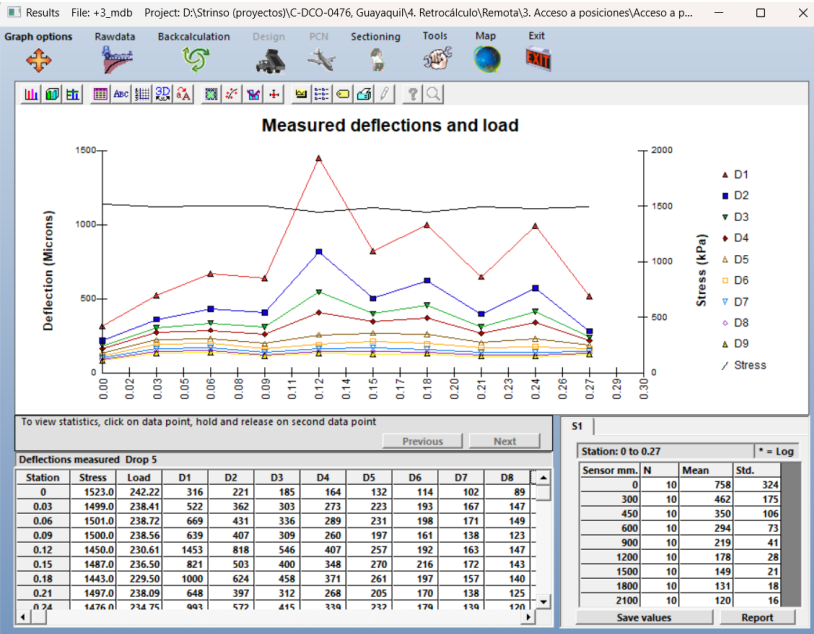
Figure 32. Initial BAKFAA Run for Example 2

Módulos elásticos por capa



Determinación de Módulos

Interfaz del software ELMOD 6 retrocálculo



Structure +3_mdb

Section 1

From 0 To 0.27 Use parameter setup

1: 0 0.27 Airport

Layer	Thickness (mm)	Seed Modulus (MPa)	Material
1	481	1200	AC
2	310	350	Granular
3	469	300	Granular
4		200	Clay
5			

Max depth to rigid layer mm

PCC is layer no. None

Use GPR Data

Get mean GPR thicknesses

View structure

Import/edit GPR data

Cancel Save





Software FAARFIELD para el Cálculo del PCR

SOFTWARE FAARFIELD

FAARFIELD 2.1.1 (Build 12/21/2023)

Archivos de ayuda

Explorer

- Ejemplo 1
 - Job Information
 - Design Options
 - Summary Report
 - Structures
 - New Structure 1
 - Structure Report
 - CDF Graph
 - PCR Report
 - PCR Graph
 - Airport Master Record

Structure

Job Name: Ejemplo 1 PCR Run

Structure Name: New Structure 1 ☒ Include in Summary Report ☐ Add To Batch

Pavement Layers

Pavement Type: HMA on Aggregate

Material	Thickness (mm)	E (MPa)	CBR
P-401/P-403 HMA Surface	127	1,378.95	
--> P-209 Crushed Aggregate	254	327.62	
Subgrade		103.42	10

Estructura

Select As The Design Layer Delete Selected Layer

Design Life (Years): 20 P/TC Ratio: 1

The standard design life for pavement structure is 20 years (1 to 50 allowed).

Results

Calculated Life (Years): Total thickness to the top of the subgrade (mm): 381

Reporte PCR

PCR Calculation of New Structure 1 Completed
Run Time: 13 seconds
PCR = 190/F/B/X/T

Design Options

Calculate HMA CDF: No

Reduced Cross Section: No

Automatic flexible base design: Yes

Slab Stress Displayed: No

Output file: No

Units: Metric

Allow Flexible Computation for Thick Overlays on PCC: Yes

Compute ACR for All Subgrade Categories: No

Opciones de diseño

Set as Program Default Reset Default to Initial

Show/Hide Pavement Image

Change Pavement Graphics

User Defined Aircraft Directory:
C:\Users\Laura Bermúdez\Documents\My FAARFIELD\My User Defined Aircraft

Change Aircraft Directory

Traffic

Stored Aircraft Mix: Ejemplo 1 Save Aircraft Mix to File Clear All Aircraft from List Remove Selected Aircraft from Structure Delete Aircraft Mix File

Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures	CDF Contributions	CDF Max for Airplane	P/C Ratio	Tire Pressure (kPa)	Percent GW on Gear	Tire Contact Width (mm)	Tire Contact Length (mm)	Tire Cc Area (i)
A300-B4/C4 Std Bogie	165,900	1,500	0	30,000	601.45	601.45	1.69	1490.03	0.94	321	514	129.66
A319-100 std	64,400	1,200	0	24,000	17.53	31.16	1.71	1192.79	0.926	316	506	125.74
B737-300	63,503	6,000	0	120,000	8.63	106.17	1.60	1385.85	0.908	341	446	106.72



Modelación FAARFIELD

En la ventana principal del programa, llevar a cabo los siguientes pasos:

- ✓ Seleccionar el tipo de pavimento de la lista desplegable,
- ✓ Ingresar los materiales y espesores de la estructura de pavimento
- ✓ En la pestaña *Aircraft* seleccionar las aeronaves para agregar a un archivo externo que se guardará en el equipo.
- ✓ Confirmar las propiedades físicas de cada avión individual en la mezcla de tráfico.
- ✓ Ingresar salidas anuales o coberturas de la aeronave
- ✓ En la lista desplegable seleccionar PCR y luego de click en el botón “Run”

Modelación FAARFIELD

The screenshot displays the FAARFIELD software interface. On the left, a window titled 'Introduction to FAARFIELD' is open, providing a detailed overview of the program's purpose and design standards. The main interface on the right includes a 'Thickness Design' section with a 'Run' button and a 'Status' tab. Below this, there are input fields for 'Design Life (Years)' (set to 20) and 'Total thickness to the top of the subgrade (mm)' (set to 0). A 'Traffic' section at the bottom contains a table for 'Stored Aircraft Mix' with columns for various aircraft parameters.

Introduction to FAARFIELD

FAARFIELD is a computer program for airport pavement thickness design. It implements both layered elastic-based and three-dimensional finite element-based design procedures developed by the Federal Aviation Administration (FAA) for new and overlay design of flexible and rigid pavements. The [thickness design procedures](#) implemented in the program are based on the FAA airport pavement thickness design standards in the Advisory Circular (AC) 150/5320-6. FAARFIELD is the product of a long process of development that began with efforts in the 1970's to produce a rational design method based on mechanistic-empirical principles and employing computer technology, including layered elastic design (LED). Some historical references that provide background on the development of the FAARFIELD design procedures include: Barker, W.R., and Brabston, W.N., (1975). *Development of a Structural Design Procedure for Flexible Pavements*. Report No. FAA-RD-74-199.

Design Life (Years): 20

The standard design life for pavement structure is 20 years (1 to 50 allowed).

Results:

Calculated Life (Years): Total thickness to the top of the subgrade (mm): 0

Traffic

Stored Aircraft Mix:

Save Aircraft Mix to File Clear All Aircraft from List Remove Selected Aircraft from Structure Delete Aircraft Mix File

Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures	CDF Contributions	CDF Max for Airplane	P/C Ratio	Tire Pressure (kPa)	Percent GW on Gear	Tire Contact Width (mm)	Tire Contact Length (mm)	Tire Contact Area (mm²)

Modelación FAARFIELD

FAARFIELD 2.0.18 (Build 05/26/2022)

New Job Open Job + New Section Save Job Save As Save All X Close Job User Defined Aircraft Create Edit Batch Run Selection Select All DeSelect All PAVEAIR Access

Aircraft

FAARFIELD Aircraft Group

Generic

Airbus

Boeing

McDonnell Douglas

Other Large Jet

Regional/Commuter

General Aviation

Military

Non-Airplane Vehicles

Aeronaves

FAARFIELD Aircraft Library

A300-B2

A300-B2K

A300-B4/C4 Std Bogie

A300-B4/C4 LGA Bogie

A300-600 Std Bogie

A300-600 LGA Bogie

A310-200

A310-300

A318-100 std

A318-100 opt

A319-100 std

A319-100 opt

A319neo

A320-200 std

A320-200 opt

A320-200 WV000 Bogie

A320neo

A321-100 std

A321-100 opt

A321-200 std

A321-200 opt

A321neo

A321XLR

A330-200 WV020

A330-200 WV022

A330-200 WV057

Section CDF Graph PCR Report PCR Graph

Section

Job Name: New Job Thickness Design Run Status Gear Structure

Section Name: New Section 1 ☒ Include in Summary Report ☐ Add To Batch

Pavement Layers

Pavement Type: New Flexible HMA on Aggregate HMA on Flexible HMA on Rigid New Rigid PCC on Flexible Unbonded on Rigid E (psi)

Material

Select As The Design Layer Delete Selected Layer

Design Life (Years): 20

The standard design life for pavement section is 20 years (1 to 50 allowed).

Results

Calculated Life (Years): Total thickness to the top of the subgrade: 25.9 in.

Traffic

Stored Aircraft Mix Save Aircraft Mix to File Clear All Aircraft from List Remove Selected Aircraft from Section Delete Aircraft Mix File

Airplane Name	Gross Taxi Weight (lbs)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures	CDF Contributions	CDF Max for Airplane	P/C Ratio	Tire Pressure (psi)	Percent GW on Gear	Tire Contact Width (in.)	Tire Contact Length (in.)	Tire Contact Area (in.^2)
A300-B2	315,041	1,200	0	24,000	0	0	0	186	0.95	12.7	20.3	201.5
A300-B4/C4 LGA Bogie	365,747	1,200	0	24,000	0	0	0	168	0.95	14.3	22.9	258.2
A310-200	315,041	1,200	0	24,000	0	0	0	193	0.95	12.4	19.9	193.9
A319-100 std	141,978	1,200	0	24,000	0	0	0	173	0.95	12.5	19.9	194.9

Explorer Aircraft Material

Selección tipo de pavimento

Modelación FAARFIELD

Definición del tipo de estructura

FAARFIELD 2.1.1 (Build 12/21/2023)

New Job Open Job New Structure Save Job Save As Save All Close Job User Defined Aircraft Create Edit Batch Run Selection Select All DeSelect All PAVEAIR Access

Explorer

- New Job 1
 - Job Information
 - Design Options
 - Summary Report
 - Structures
 - New Structure 1**
 - Structure Report
 - CDF Graph
 - PCR Report
 - PCR Graph
 - Airport Master Record

Job Information Structure

Structure

Job Name: New Job 1 Thickness Design Run

Structure Name: New Structure 1 ☒ Include in Summary Report ☐ Add To Batch

Pavement Layers

Pavement Type:

Material	E (MPa)
New Flexible	
HMA on Aggregate	
HMA Overlay on Flexible	
HMA Overlay on Rigid	
New Rigid	
PCC Overlay on Flexible	
Unbonded PCC Overlay on Rigid	

Select As The Design Layer Delete Selected Layer

Design Life (Years): 20

The standard design life for pavement structure is 20 years (1 to 50 allowed).

Results

Calculated Life (Years): Total thickness to the top of the subgrade (in.):

Copy Structure to Clipboard

Traffic

Stored Aircraft Mix Save Aircraft Mix to File Clear All Aircraft from List Remove Selected Aircraft from Structure Delete Aircraft Mix File

Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures	CDF Contributions	CDF Max for Airplane	P/C Ratio	Tire Pressure (kPa)	Percent GW on Gear	Tire Contact Width (mm)	Tire Contact Length (mm)	Tire Contact Area (mm ²)
---------------	------------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	----------------------	-----------	---------------------	--------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------------------

Modelación FAARFIELD

Definición de espesores y
caracterización de los materiales

Job Information

Structure

Structure

Job Name: New Job 1

Thickness Design

Run

Structure Name: New Structure 1

☒ Include in Summary Report ☐ Add To Batch

Pavement Layers

Pavement Type: HMA on Aggregate

	Material	Thickness (mm)	E (MPa)	CBR
	P-401/P-403 HMA Surface	102	1.378,95	
	P-209 Crushed Aggregate	254	517,11	
-->	P-154 Uncrushed Aggregate	152	275,79	
	Subgrade		103,42	10

Select As The Design Layer

Delete Selected Layer

Design Life (Years): 20

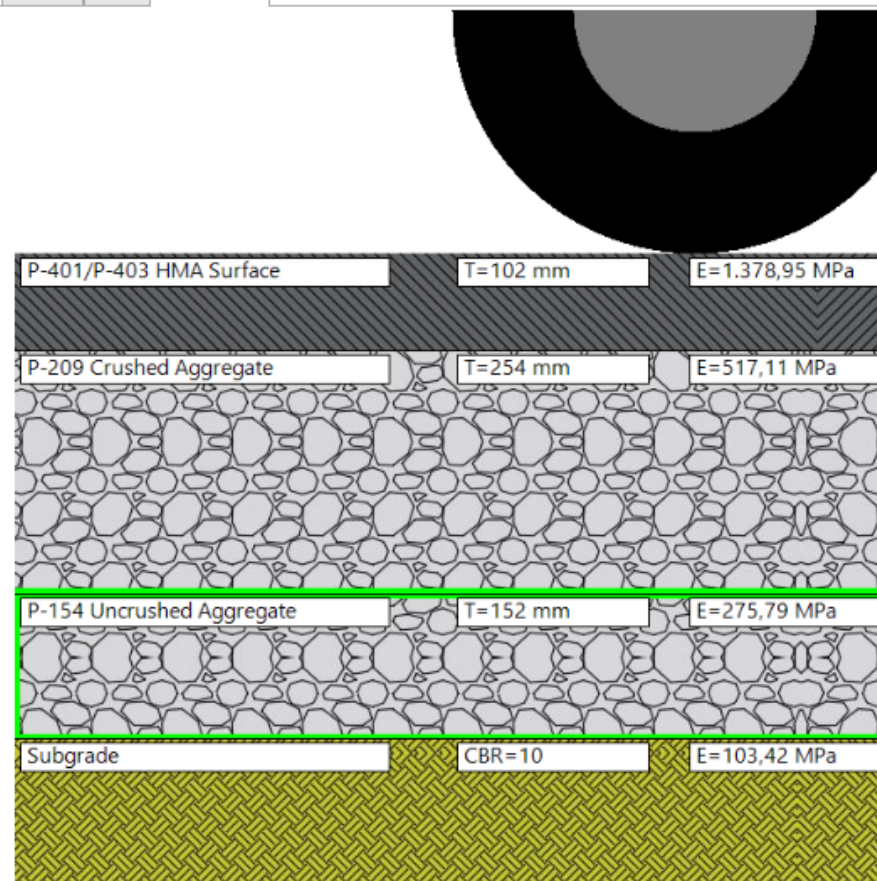
The standard design life for pavement structure is 20 years (1 to 50 allowed).

Results

Calculated Life (Years):

Total thickness to the top of the subgrade (in.): 508

Status Gear Structure



Copy Structure to Clipboard

Modelación FAARFIELD

Definición de espesores y
caracterización de los materiales

Layer Property

Materials Menu

General

☐ User Defined

☐ Subgrade

P-401/P-403 HMA

☐ P-401/P-403 HMA Surface

☐ P-401/P-403 HMA Overlay

P-501 PCC

☐ P-501 PCC Surface

☐ P-501 PCC Overlay (Unbonded)

☐ P-501 PCC Overlay on Flexible

Aggregate

☐ P-154 Uncrushed Aggregate

☐ P-208 Crushed Aggregate

☒ P-209 Crushed Aggregate

☐ P-211 Lime Rock

☐ P-219 Recycled Concrete Aggregate

Stabilized

☐ P-301 Soil Cement Base

☐ P-304 Cement Treated Base

☐ P-306 Lean Concrete

☐ P-401/P-403 HMA Stabilized

☐ Variable (flexible)

☐ Variable (rigid)

Update Thickness (mm)

254

Update Modulus (MPa)

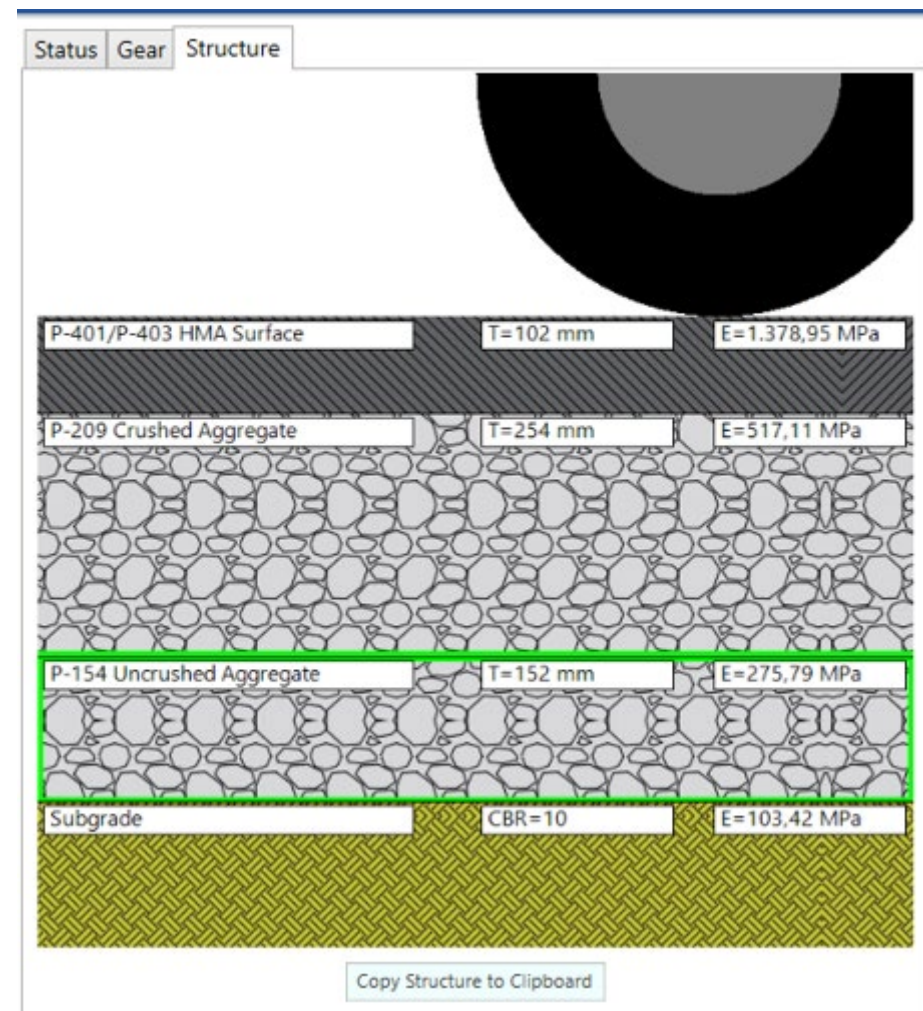
517,11

Update Concrete Flexural

Update CBR

Update Subgrade Reactio

Add Layer Below Add Layer Above OK Delete Layer



OACI

Definición flota de aeronaves

Aircraft

FAARFIELD Aircraft Group

Generic

Airbus

Boeing

McDonnell Douglas

Other Large Jet

Regional/Commuter

General Aviation

Military

Non-Airplane Vehicles

Grupo Aeronaves

FAARFIELD Aircraft Library

B717-200 HGW

B727-200 Advanced Basic

B727-200 Advanced Option

B737-100

B737-200 Advanced QC

B737-200

B737-300

B737-400

B737-500

B737-600

B737-700

B737-800

B737-900

B737-900 ER

B737 BBJ

B737 BBJ2

B737-7 MAX

B737-8/8-200/BBJ MAX 8

Librería aeronaves

Explorer

Aircraft

Material

Traffic

Stored Aircraft Mix

Save Aircraft Mix to File

Clear All Aircraft from List

Remove Selected Aircraft from Structure

Delete Aircraft Mix File

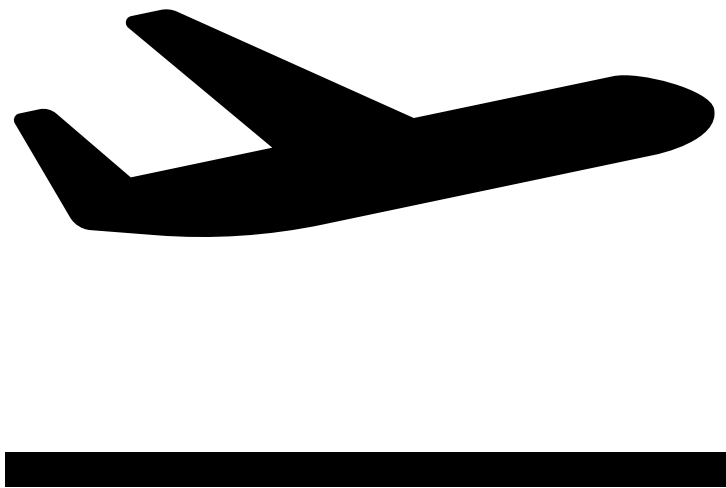
Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures	CDF Contributions	CDF Max for Airplane	P/C Ratio	Tire Pressure (kPa)	Percent GW on Gear	Tire Contact Width (mm)	Tire Contact Length (mm)	Tire Contact Area (mm²)	ACR Thick	ACR
A310-200	142.900	1,200	0	24,000	0	0	0	1330,00	0.95	316	505	125.122	0	0.0
B737-200	52.617	1,200	0	24,000	0	0	0	1089,37	0.95	299	479	112.495	0	0.0
B737-700	70.307	1,200	0	24,000	0	0	0	1358,27	0.95	310	496	120.558	0	0.0

Lista de aeronaves cargadas

Nota: FAARFIELD carga automáticamente la presión correcta de los neumáticos y el %GW en la Tren de aterrizaje principal para los cálculos de PCR. Estos pueden ser diferentes a los espesores de diseño.

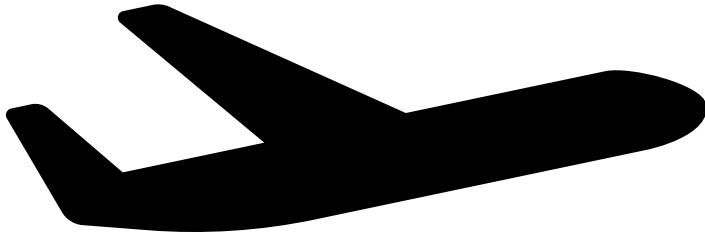
Tráfico por elemento

Ejemplo distribución de movimientos anuales pista y calles de rodaje



Nombre de avión	Peso máximo (kg)	Salidas + llegadas	Distribución de movimientos anuales					
			RWY Zona Cargada	RWY Zona No Cargada	Viraje 07	Viraje 25	TWY A	TWY B
A319-100 std	64,400	1200	100%	20%	50%	50%	50%	50%
A320-200 std	73,900	500						
A321-100 std	83,400	100						
Cessna 208B Grand Caravan EX	3,969	20						
CRJ100/200	21,636	1000						
S-10	4,800	500						
S-12.5	5,900	1200						
ERJ-145 EP	21,090	500						
EMB-175 STD	37,660	100						
S-15	6,950	20						
D-25	10,886	1000						
Saab 340B	13,154	500						
Cessna 414/414A Chancellor	2,812	1200						
B737-200	52,617	500						
B737-700	70,307	100						
B737-800	79,242	20						
D-50	22,800	1000						

Tráfico por elemento



Ejemplo distribución de movimientos anuales Posiciones

Aeronave	Aviación Comercial					Av. General				
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
A319-100 std	0	225	76	2	0	0	0	0	0	0
A320-200 std	0	2	65	0	0	0	0	0	0	0
A321-100 std	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
D-50	2	11	156	134	27	0	0	0	0	0
B737-200	55	7	1	42	2	0	0	0	0	0
B737-700	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
B737-800	91	68	370	12	2	0	0	0	0	0
Cessna 208B	7	19	103	193	58	1	0	0	0	0
Cessna 414/414A	530	526	516	517	1	0	0	200	200	0
CRJ100/200	88	25	38	6	74	0	0	0	0	0
S-10	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
S-12.5	7	35	92	268	64	9	10	14	15	9
ERJ-145 EP	2	13	24	6	2	0	0	0	0	0
EMB-175 STD	0	5	18	0	0	0	0	0	0	0
EMB-175 STD	0	10	10	1	0	0	0	0	0	0
S-15	217	407	273	85	341	98	69	94	73	55
S-15	35	57	29	21	82	17	13	16	13	9
D-25	95	110	86	20	19	4	2	0	0	1
Saab 340B	105	148	147	432	233	30	53	14	4	20
S-12.5	5	26	67	165	15	7	8	3	12	18



FAARFIELD 2.1 cálculo PCR

Job Information **Structure**

Structure

Job Name: PCR

Structure Name: ☒ Include in Summary Report ☐ Add To Batch

Pavement Layers

Pavement Type:

	Material	Thickness (mm)	E (MPa)	CBR
	P-401/P-403 HMA Surface	102	1.378,95	
	P-209 Crushed Aggregate	250	412,76	
-->	P-154 Uncrushed Aggregate	300	143,93	
	Subgrade		103,42	10

Design Life (Years): P/TC Ratio:

The standard design life for pavement structure is 20 years (1 to 50 allowed).

Results

Calculated Life (Years): Total thickness to the top of the subgrade (mm):

Status Gear Structure

PCR Calculation of New Structure 1 Completed
Run Time: 5 seconds
PCR = 490/F/B/X/T

Traffic

Stored Aircraft Mix

Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures	CDF Contributions	CDF Max for Airplane	P/C Ratio	Tire Pressure (kPa)	Percent GW on Gear	Tire Contact Width (mm)	Tire Contact Length (mm)	Tire Contact Area (mm ²)	ACR Thick (mm) (B)	ACR/F/B
A310-200	142.900	200	1	4,400	0	0.01	1.28	1330,00	0.932	316	505	125.122	511	368.1
B737-200	52.617	1,000	1	22,000	0	0	1.37	1089,37	0.928	299	479	112.495	432	247.6
B737-700	70.307	800	1	17,600	0	0	1.32	1358,27	0.918	310	496	120.558	500	345.1

Cálculo PCR

Cálculo ACR

FAARFIELD 2.1 Reportes

Explorer

New Job 1

Job Information

Design Options

Summary Report

Structures

New Structure 1

Structure Report

CDF Graph

PCR Report

PCR Graph

Airport Master Record

Job Information

Structure

Structure Report

CDF Graph

Structure

Job Name: New Job 1

Structure Name: New Structure 1

Pavement Layers

Pavement Type: HMA on Aggregate

	Material	Thickness (mm)	E (MPa)	CBR
	P-401/P-403 HMA Surface	102	1.378,95	
	P-209 Crushed Aggregate	250	412,76	
-->	P-154 Uncrushed Aggregate	300	143,93	
	Subgrade		103,42	10

Status

Gear

Structure

PCR Calculation of New Structure 1 Completed

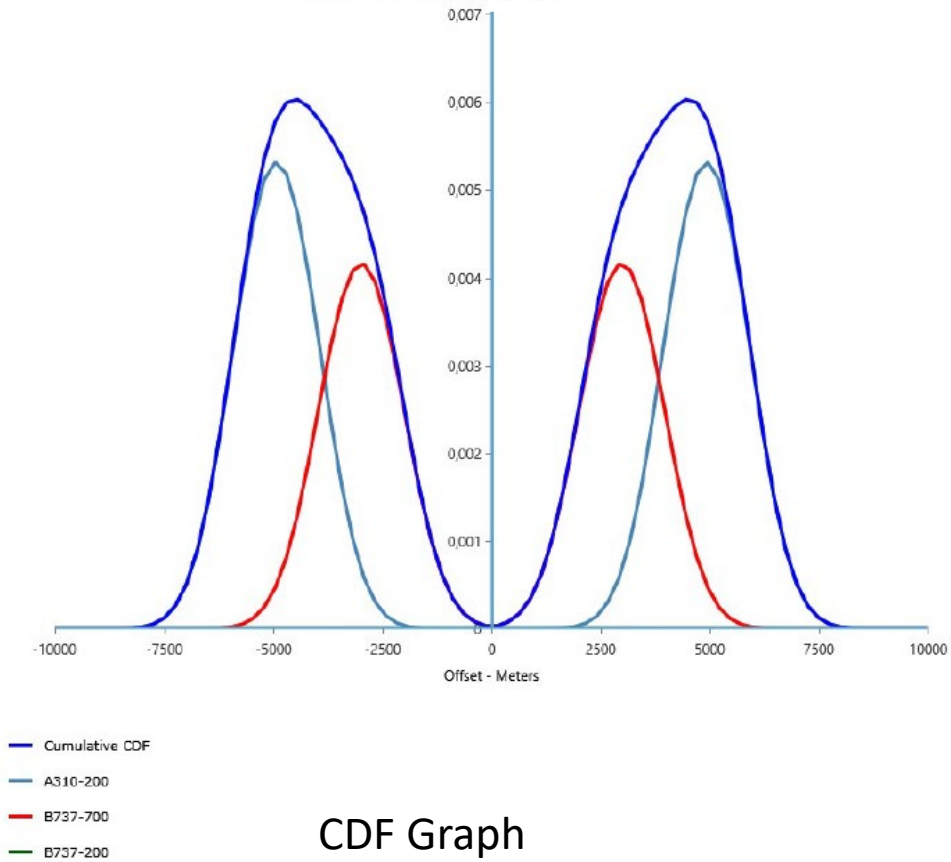
Run Time: 5 seconds

PCR = 490/F/B/X/T

Reportes

FAARFIELD 2.1 Reportes

New Job 1: New Structure 1



CDF Graph

PCR Report

Analysis Type: HMA on Aggregate

Subgrade Modulus =103,42MPa (Subgrade Category is B)

Evaluation Pavement Thickness = 652 mm

Pass to Traffic Cycle (PtoTC) Ratio = 1,00

Maximum number of wheels per gear = 4

CDF = 0,000

At least one aircraft has 4 or more wheels per gear.

Results Table 1. Input Traffic Data

No.	Aircraft Name	Gross Weight (kg)	Percent Gross Weight	Tire Pressure (MPa)	Annual Departure	20 Years Coverage
1	A310-200	142.900	93,20	1.330,00	200	6.851
2	B737-200	52.617	92,80	1.089,37	1.000	32.222
3	B737-700	70.307	91,80	1.358,27	800	26.723

Results Table 2. PCR Value

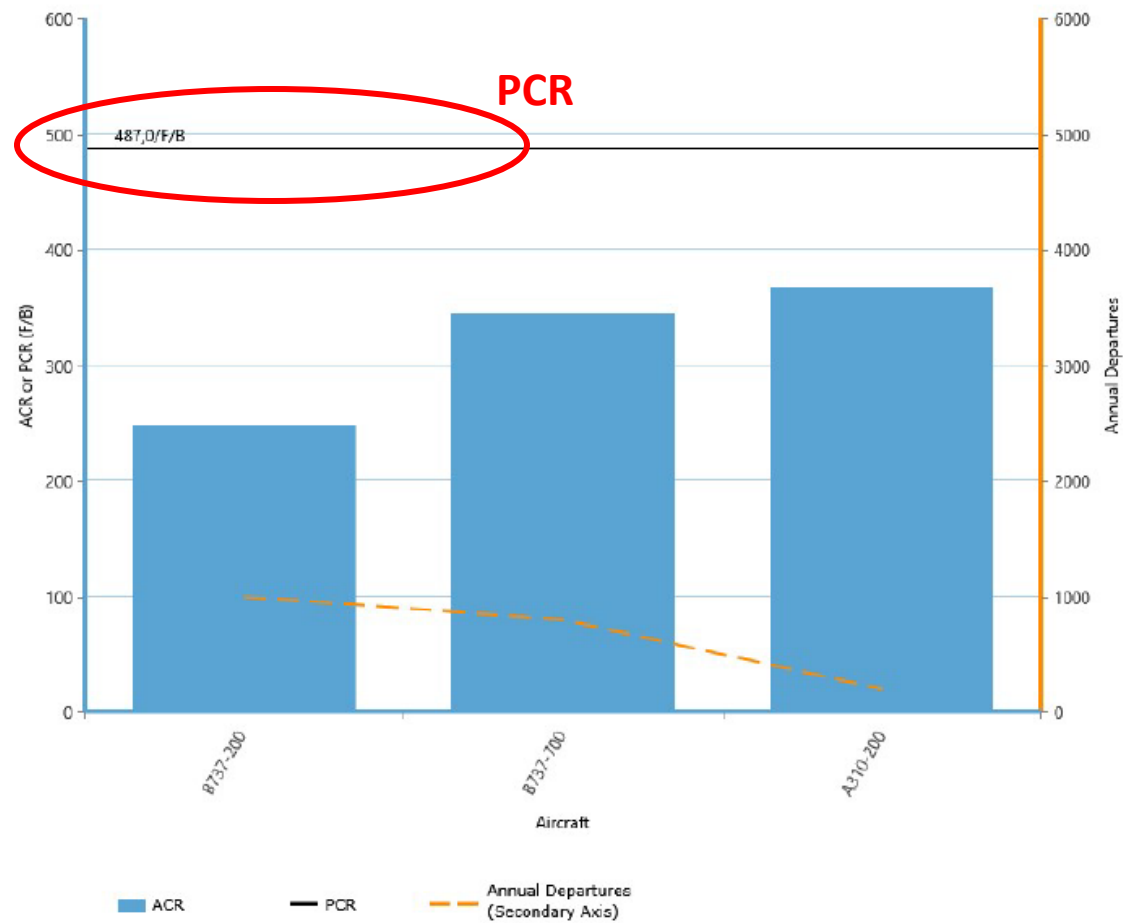
No.	Aircraft Name	Critical aircraft Total equiv. departures	Max allowable Gross Weight of critical aircraft (kg)	ACR Thick at max. MGW (mm)	PCR/F/B
1	A310-200	454	177.503	575	487,0

Results Table 3. HMA on Aggregate ACR at Indicated Gross Weight and Strength

No.	Aircraft Name	Gross Weight (kg)	Percent Gross Weight on Main Gear	Tire Pressure (MPa)	ACR Thick (mm) (B)	ACR/F/B
1	A310-200	142.900	93,2	1.330,00	511	368,1
2	B737-200	52.617	92,8	1.089,37	432	247,6
3	B737-700	70.307	91,8	1.358,27	500	345,1

FAARFIELD 2.1 Reportes

New Job 1: New Structure 1



PCR Graph

Todas las aeronaves del Proyecto tienen ACR < PCR

No.	Aircraft Name	Aircraft ACR	Calculated PCR	Annual Departure
1	A310-200	368,1	487,0	200
2	B737-700	345,1	-	800
3	B737-200	247,6	-	1.000

FAARFIELD 2.1 cálculo PCR

Job Information **Structure** Structure Report CDF Graph PCR Report PCR Graph Airport Master Record

Structure

Job Name: New Job 1

PCR

Run

Structure Name: New Structure 1

☒ Include in Summary Report ☐ Add To Batch

Pavement Layers

Pavement Type: HMA on Aggregate

Material	Thickness (mm)	E (MPa)	CBR
P-401/P-403 HMA Surface	102	1.378,95	
P-209 Crushed Aggregate	250	412,76	
--> P-154 Uncrushed Aggregate	300	143,93	
Subgrade		103,42	10

Select As The Design Layer

Delete Selected Layer

Design Life (Years): 20

P/TC Ratio: 1

The standard design life for pavement structure is 20 years (1 to 50 allowed).

Results

Calculated Life (Years):

Total thickness to the top of the subgrade (mm): 652

Status: Gear Structure

PCR Calculation of New Structure 1 Completed
Run Time: 12 seconds
PCR = 490/F/B/X/T

Traffic

Stored Aircraft Mix

Save Aircraft Mix to File

Clear All Aircraft from List

Remove Selected Aircraft from Structure

Delete

Tire Contact Length (mm)	Tire Contact Area (mm ²)	ACR Thick (mm) (A)	ACR Thick (mm) (B)	ACR Thick (mm) (C)	ACR Thick (mm) (D)	ACR/F/A	ACR/F/B	ACR/F/C	ACR/F/D
505	125.122	386	511	622	810	337.3	368.2	426.6	555.1
479	112.495	323	432	521	638	224.4	247.6	269.8	310.0
496	120.558	386	500	592	729	321.0	345.1	376.1	421.2

Design Options

Calculate HMA CDF: No

Reduced Cross Section: No

Automatic flexible base design: Yes

Slab Stress Displayed: No

Output file: No

Units: Metric

Allow Flexible Computation for Thick Overlays on PCR: Yes

Compute ACR for All Subgrade Categories: Yes

Show Advanced Options

Set as Program Default

Reset Default to Initial

Show/Hide Pavement Image

Change Pavement Graphics

User Defined Aircraft Directory:
C:\Users\Laura Bermúdez\Documents\My FAARFIELD\User Defined Aircraft\

Change Aircraft Directory

→ Cálculo ACR para todo tipo de SR

ACR / todo tipo de SR

Valor PCR:

Structure

Structure ReportCDF GraphPCR ReportPCR GraphAirport Master Record

Structure

Job Name:RWY-ZCPCRRunStatusGearStructure

Structure Name:RWY_ZC_S2Include in Summary ReportAdd To Batch

Pavement Layers

Pavement Type:New Flexible

Material	Thickness (mm)	E (MPa)
User Defined	327	1,268.00
--> User Defined	1,079	201.00
Subgrade		71.006.87

PCR Calculation of RWY_ZC_S2 Completed
Run Time: 71 seconds
PCR = 2390/F/C/X/T

No.	Aircraft Name	Aircraft ACR	Calculated PCR
1	A321-100 std	474.8	2388.2
2	B737-800	447.9	-
3	A320-200 std	399.6	-
4	B737-700	376.1	-
5	A319-100 std	326.1	-
6	B737-200	269.8	-
7	EMB-175 STD	188.1	-

PARA VALORES ELEVADOS DE PCR LA CIRCULAR ORIENTA A REPORTAR EL VALOR DEL ACR CRÍTICO +25%:

PCR = 1.25 * ACR

590/F/C/X/T = 1.25 * 470

Caso de estudio 1: Pavimento flexible

- ✓ Un aeropuerto tiene una pista conformada por un pavimento flexible (con superficie de asfalto)
- ✓ Resistencia estimada de la subrasante de **CBR 8%**.
- ✓ Estructura de pavimento existente:

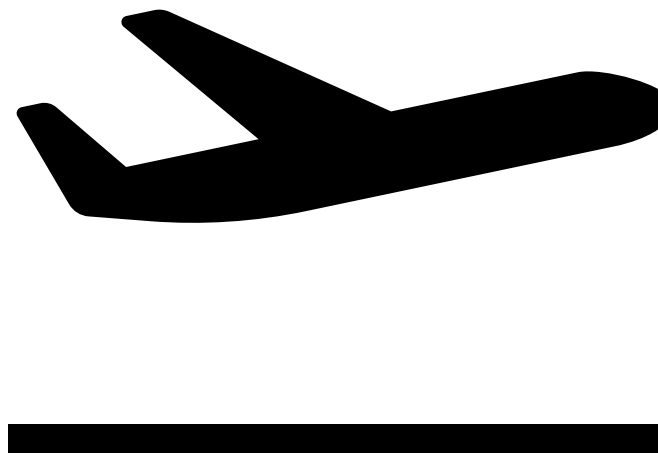
Capa / Material		e (in)	e (mm)	CBR (%)
Capa asfáltica superficial	P-401	4	102	
Base estabilizada con cemento	P-304	5	127	
Base granular	P-209	6	152	
subbase granular	P-154	17	432	
Subrasante				8



Caso de estudio 1: Pavimento flexible

Tráfico aéreo, solo salidas

No.	Aircraft Name	Gross Weight, lbs.	Annual Departures	Tire Pressure, psi
1	A300-B4 Std	365,747	1,500	216.1
2	A319-100 Std	141,978	1,200	172.6
4	B737-300	140,000	6,000	201.0
5	B747-400	877,000	1,000	200.0
6	B767-200 ER	396,000	2,000	190.0
7	B777-200 ER	657,000	1,000	205.0
8	DC8-63	330,000	3,000	194.0



Caso de estudio 1: Pavimento flexible

Al aplicar la correlación $E = 1500 \times \text{CBR}$ se obtiene módulo estimado, E, de 12,000 psi = 83 MPa.

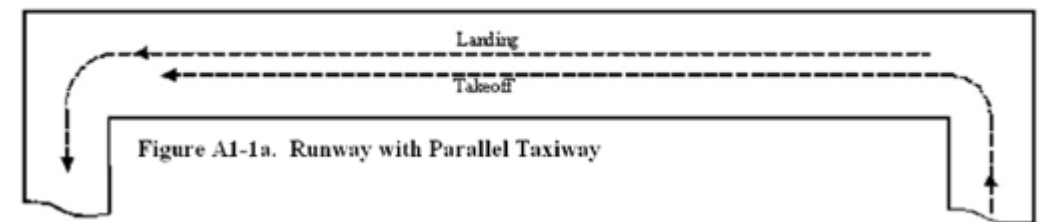
Categoría de resistencia de la subrasante = “C”

Categoría de resistencia de la subrasante	Soporte de la subrasante E (Modulo elástico) psi (MPa)	Representación E psi (MPa)	Código designado
Alto	29008 (200)	$E \geq 21,756 (\geq 150)$	A
Medio	17405 (120)	$21,756 > E \geq 14,504 (150 > E \geq 100)$	B
Bajo	11603 (80)	$14,504 > E \geq 8,702 (100 > E \geq 60)$	C
Muy Bajo	7252 (50)	$E < 8,702 (E < 60)$	D

❑ Consideraciones de operación

- Se obtiene combustible en el aeropuerto
- La pista tiene una calle de rodaje paralela por tanto el $P/TC = 1,0$

Figure A-1. Traffic Load Distribution Patterns



Caso de estudio 1: Pavimento flexible

- ✓ Crear proyecto
- ✓ Definir estructura de pavimento

Job Information | **Structure** | Summary Report | Structure Report

Structure

Job Name: Ejemplo 1 PCR Run

Structure Name: Pavimento flexible ☒ Include in Summary Report ☐ Add To Batch

Pavement Layers

Pavement Type: New Flexible

Material	Thickness (mm)	E (MPa)	CBR
P-401/P-403 HMA Surface	102	1,378.95	
P-304 Cement Treated Base	127	3,447.38	
P-209 Crushed Aggregate	152	517.11	
--> P-154 Uncrushed Aggregate	432	275.79	
Subgrade		82.74	8

Select As The Design Layer Delete Selected Layer

Design Life (Years): 20

The standard design life for pavement structure is 20 years (1 to 50 allowed).

Results

Calculated Life (Years): Total thickness to the top of the subgrade (mm): 813

P/TC Ratio: 1

Materials Menu

General

- ☐ User Defined
- ☐ Subgrade

P-401/P-403 HMA

- ☐ P-401/P-403 HMA Surface
- ☐ P-401/P-403 HMA Overlay

P-501 PCC

- ☐ P-501 PCC Surface
- ☐ P-501 PCC Overlay (Unbonded)
- ☐ P-501 PCC Overlay on Flexible

Aggregate

- ☐ P-154 Uncrushed Aggregate
- ☐ P-208 Crushed Aggregate
- ☐ P-209 Crushed Aggregate
- ☐ P-211 Lime Rock
- ☐ P-219 Recycled Concrete Aggregate

Stabilized

- ☐ P-301 Soil Cement Base
- ☒ P-304 Cement Treated Base
- ☐ P-306 Lean Concrete
- ☐ P-401/P-403 HMA Stabilized
- ☐ Variable (flexible)
- ☐ Variable (rigid)

Update Thickness (mm): 127

Update Modulus (MPa): 3,447.38

Update Concrete Flexural

Update CBR

Update Subgrade Reaction

Add Layer Below Add Layer Above OK Delete Layer

Copy Structure to Clipboard

Caso de estudio 1: Pavimento flexible

FAARFIELD 2.1.1 (Build 12/21/2023)

New Job Open Job New Structure Save Job Save As Save All Close Job User Defined Aircraft Create Edit Batch Run Selection Select All DeSelect All PAVEAIR Access

Aircraft

FAARFIELD Aircraft Group

- Generic
- Airbus**
- Boeing
- McDonnell Douglas
- Other Large Jet
- Regional/Commuter
- General Aviation
- Military
- Non-Airplane Vehicles

FAARFIELD Aircraft Library

- A220-100
- A220-300
- A300-B2
- A300-B2K
- A300-B4/C4 Std Bogie
- A300-B4/C4 LGA Bogie
- A300-600 Std Bogie
- A300-600 LGA Bogie
- A310-200
- A310-300
- A318-100 std
- A318-100 opt
- A319-100 std
- A319-100 opt
- A319neo
- A320-200 std
- A320-200 opt
- A320-200 XRV000 Bogie

Job Information Structure Summary Report Structure Report CDF Graph PCR Report PCR Graph

Structure

Name: Ejemplo 1 PCR Run

Name: Pavimento flexible Include in Summary Report Add To Batch

Layer Type: New Flexible

Material	Thickness (mm)	E (MPa)	CBR
401/P-403 HMA Surface	102	1.378,95	
304 Cement Treated Base	127	3.447,38	
209 Crushed Aggregate	152	366,96	
154 Uncrushed Aggregate	432	137,10	
Subgrade		82,74	8

Select As The Design Layer Delete Selected Layer

Life (Years): 20 P/T/C Ratio: 1

Standard design life for pavement structure is 20 years (1 to 50 allowed).

Design Life (Years): Total thickness to the top of the subgrade (mm): 813

Traffic

Stored Aircraft Mix Save Aircraft Mix to File Clear All Aircraft from List Remove Selected Aircraft from Structure Delete

Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures	CDF Contributions	CDF Max for Airplane	P/C Ratio	Tire Pressure (kPa)	Percent GW on Gear	Tire Contact Width (mm)
B747-400	397.801	1,000	0	20,000	0	0.09	1.16	1378,95	0.466	366
B747-400 Belly	397.801	1,000	0	20,000	0.06	0.09	1.17	1378,95	0.466	366
B767-200 ER	179.623	2,000	0	40,000	0	0	1.16	1310,00	0.908	356
B777-200 ER	298.010	1,000	0	20,000	0	0.01	1.28	1411,28	0.918	361
DC8-63/73	149.685	3,000	0	60,000	0.08	0.08	1.27	1245,68	0.962	334

PCR Calculation of Pavimento flexible Completed
Run Time: 8 seconds
PCR = 690/F/C/X/T

Definir flota de aeronaves

Caso de estudio 1: Pavimento flexible

Structure

Ejemplo 1

PCR

Run

Name: Pavimento flexible

☒ Include in Summary Report ☐ Add To Batch

Layer Type: New Flexible

Material	Thickness (mm)	E (MPa)	CBR
401/P-403 HMA Surface	102	1.378,95	
304 Cement Treated Base	127	3.447,38	
209 Crushed Aggregate	152	517,11	
154 Uncrushed Aggregate	432	275,79	
Subgrade		82,74	8

Select As The Design Layer

Delete Selected Layer

Life (Years): 20

P/TC Ratio: 1

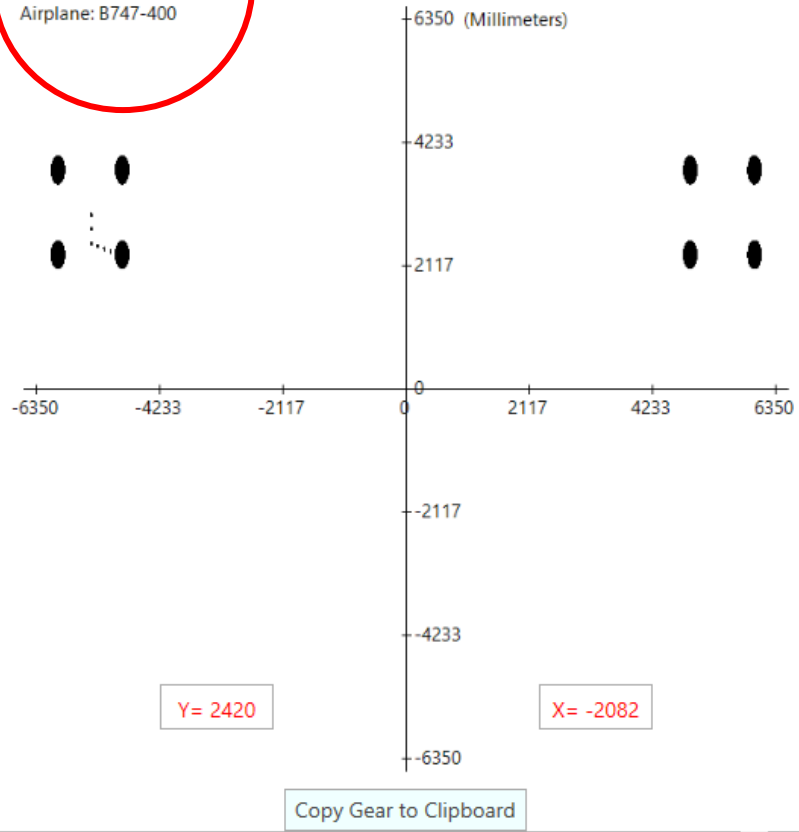
Standard design life for pavement structure is 20 years (1 to 50 allowed).

Design Life (Years):

Total thickness to the top of the subgrade (mm): 813

Status Gear Structure

Airplane: B747-400



Copy Gear to Clipboard

Traffic

Stored Aircraft Mix: Ejemplo 1

Save Aircraft Mix to File

Clear All Aircraft from List

Remove Selected Aircraft from Structure

Delete

Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures	CDF Contributions	CDF Max for Airplane	P/C Ratio	Tire Pressure (kPa)	Percent GW on Gear	Tire Contact Width (mm)	Tire Cc Length
B747-400	397.801	1,000	0	20,000	0	0	0	1378,95	0.475	366	585
B747-400 Belly	397.801	1,000	0	20,000	0	0	0	1378,95	0.475	366	585

Visualizar la configuración de los trenes

Caso de estudio 1: Pavimento flexible

Job Information Structure Summary Report Structure Report CDF Graph PCR Report PCR Graph

Structure

Example: Ejemplo 1 PCR Run

Name: Pavimento flexible ☒ Include in Summary Report ☐ Add To Batch

Layer Type: New Flexible

Material	Thickness (mm)	E (MPa)	CBR
401/P-403 HMA Surface	102	1.378,95	
304 Cement Treated Base	127	3.447,38	
209 Crushed Aggregate	152	366,96	
154 Uncrushed Aggregate	432	137,10	
Subgrade		82,74	8

Select As The Design Layer Delete Selected Layer

Life (Years): 20 P/TC Ratio: 1

Standard design life for pavement structure is 20 years (1 to 50 allowed).

Design Life (Years): Total thickness to the top of the subgrade (mm): 813

Status Gear Structure

PCR Calculation of Pavimento flexible Completed
Run Time: 8 seconds
PCR = 690/F/C/X/T

Cálculo PCR

$$\text{PCR} = 690/\text{F}/\text{C}/\text{X}/\text{T}$$

F: Flexible

C: Categoría de SR,
baja

X: Presión, alta (lim
254 psi, 1,75 MPa)

T: técnica



Caso de estudio 1: Pavimento flexible

Traffic										
Stored Aircraft Mix		Save Aircraft Mix to File		Clear All Aircraft from List		Remove Selected Aircraft from Structure		Delete		
Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures	CDF Contributions	CDF Max for Airplane	P/C Ratio	Tire Pressure (kPa)	Percent GW on Gear	Tire Contact Width (mm)
A300-B4/C4 Std Bogie	165.900	1,500	0	30,000	0.01	0.04	1.22	1490,03	0.94	321
A319-100 std	64.400	1,200	0	24,000	0	0	1.23	1192,79	0.926	316
B737-300	63.503	6,000	0	120,000	0	0	1.3	1385,85	0.908	291
B747-400	397.801	1,000	0	20,000	0	0.09	1.16	1378,95	0.466	366
B747-400 Belly	397.801	1,000	0	20,000	0.06	0.09	1.17	1378,95	0.466	366
B767-200 ER	179.623	2,000	0	40,000	0	0	1.16	1310,00	0.908	356
B777-200 ER	298.010	1,000	0	20,000	0	0.01	1.28	1411,28	0.918	361
DC8-63/73	149.685	3,000	0	60,000	0.08	0.08	1.27	1245,68	0.962	334

$$PCR = 620/F/C/X/T$$

F: Flexible

C: Categoría de SR, baja

X: Presión, alta (lim 254 psi, 1,75 MPa)

T: técnica

Tire Pressure (psi)	
216	C
173	C
201	C
200	C
200	C
190	C
205	C
181	C

Caso de estudio 1: Pavimento flexible

Reportes

Pavement Structure Information by Layer

No.	Type	Thickness (in.)	Modulus (psi)	CBR	Poisson's Ratio	Strength R (psi)
1	P-401/P-403 HMA Surface	4,0	200.000	0	0.35	0
2	P-304 Cement Treated Base	5,0	500.000	0	0.2	0
3	P-209 Crushed Aggregate	6,0	53.224	0	0.35	0
4	P-154 Uncrushed Aggregate	17,0	19.885	0	0.35	0
5	Subgrade	0	12.000	8	0.35	0

Airplane Information

No.	Name	Gross Wt. (lbs)	Annual Departures	% Annual Growth
1	A300-B4/C4 Std Bogie	365.747	1.500	0
2	A319-100 std	141.978	1.200	0
3	B737-300	140.000	6.000	0
4	B747-400	877.000	1.000	0
5	B747-400 Belly	877.000	1.000	0
6	B767-200 ER	396.000	2.000	0
7	B777-200 ER	657.000	1.000	0
8	DC8-63/73	330.000	3.000	0

Caso de estudio 1: Pavimento flexible

Reportes

Additional Airplane Information

Subgrade CDF

No.	Name	CDF Contribution	CDF Max for Airplane	P/C Ratio
1	A300-B4/C4 Std Bogie	0,01	0,04	1,22
2	A319-100 std	0,00	0,00	1,23
3	B737-300	0,00	0,00	1,3
4	B747-400	0,00	0,09	1,16
5	B747-400 Belly	0,06	0,09	1,17
6	B767-200 ER	0,00	0,00	1,16
7	B777-200 ER	0,00	0,01	1,28
8	DC8-63/73	0,08	0,08	1,27

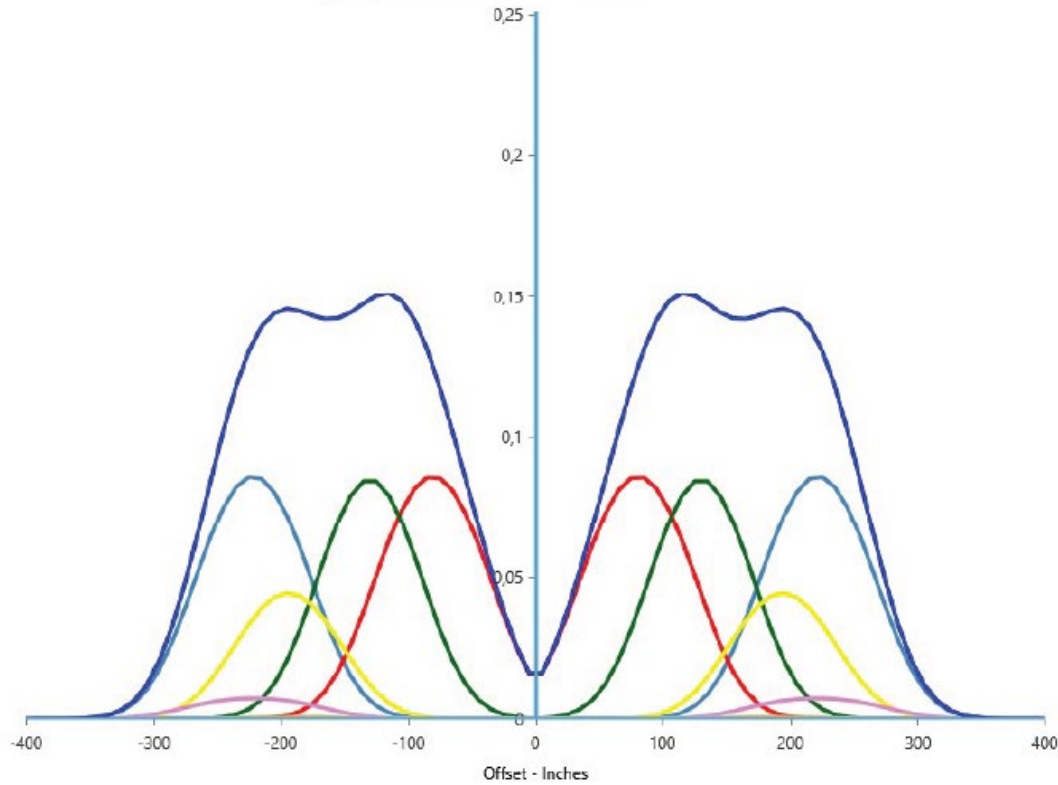


OACI

Caso de estudio 1: Pavimento flexible

Reportes

Ejemplo 1 : Pavimento flexible



Ejemplo 1 : Pavimento flexible



Caso de estudio 1: Pavimento flexible

Reportes

Results Table 1. Input Traffic Data

No.	Aircraft Name	Gross Weight (kg)	Percent Gross Weight	Tire Pressure (MPa)	Annual Departure	20 Years Coverage
1	A300-B4/C4 Std Bogie	165.900	94,00	1.490,03	1.500	24.506
2	A319-100 std	64.400	92,60	1.192,79	1.200	19.572
3	B737-300	63.503	90,80	1.385,85	6.000	92.625
4	B747-400	397.801	46,60	1.378,95	1.000	17.186
5	B747-400 Belly	397.801	46,60	1.378,95	1.000	17.152
6	B767-200 ER	179.623	90,80	1.310,00	2.000	34.479
7	B777-200 ER	298.010	91,80	1.411,28	1.000	15.662
8	DC8-63/73	149.685	96,20	1.245,68	3.000	47.357

Results Table 2. PCR Value

No.	Aircraft Name	Critical aircraft Total equiv. departures	Max allowable Gross Weight of critical aircraft (kg)	ACR Thick at max. MGW (mm)	PCR/F/C
1	B747-400	1.755	429.916	770	694,5

Results Table 3. New Flexible ACR at Indicated Gross Weight and Strength

No.	Aircraft Name	Gross Weight (kg)	Percent Gross Weight on Main Gear	Tire Pressure (MPa)	ACR Thick (mm) (C)	ACR/F/C
1	A300-B4/C4 Std Bogie	165.900	94	1.490,03	691	545,9
2	A319-100 std	64.400	92,6	1.192,79	559	326,1
3	B737-300	63.503	90,8	1.385,85	572	345,6
4	B747-400	397.801	93,2	1.378,95	724	607,1
5	B767-200 ER	179.623	90,8	1.310,00	668	507,9
6	B777-200 ER	298.010	91,8	1.411,28	714	585,5
7	DC8-63/73	149.685	96,2	1.245,68	676	520,8

Caso de estudio 1: Pavimento flexible

Reportes

Calculo del ACR para todas las categorías de subrasante

Results Table 3. Continue

No.	Aircraft Name	ACR Thick (mm)(A)	ACR Thick (mm)(B)	ACR Thick (mm)(C)	ACR Thick (mm)(D)	ACR/F/A	ACR/F/B	ACR/F/C	ACR/F/D
1	A300-B4/C4 Std Bogie	426,72	558,8	690,88	906,78	413,3	456,7	545,9	738,3
2	A319-100 std	360,68	472,44	558,8	685,8	280,9	302,5	326,1	364,8
3	B737-300	368,3	480,06	571,5	703,58	291,4	313,4	345,6	388,7
4	B747-400	457,2	589,28	723,9	955,04	473,8	518,3	607,1	832,9
6	B767-200 ER	424,18	551,18	668,02	871,22	407,4	442,5	507,9	664
7	B777-200 ER	457,2	581,66	713,74	975,36	469,9	501,6	585,5	878
8	DC8-63/73	403,86	541,02	675,64	891,54	368,6	421,7	520,8	708,6

Caso de estudio 1: Pavimento flexible

Reportes

Definición módulo de capas

Módulos retrocalculados:

Capa / Material -----Módulo (MPa)

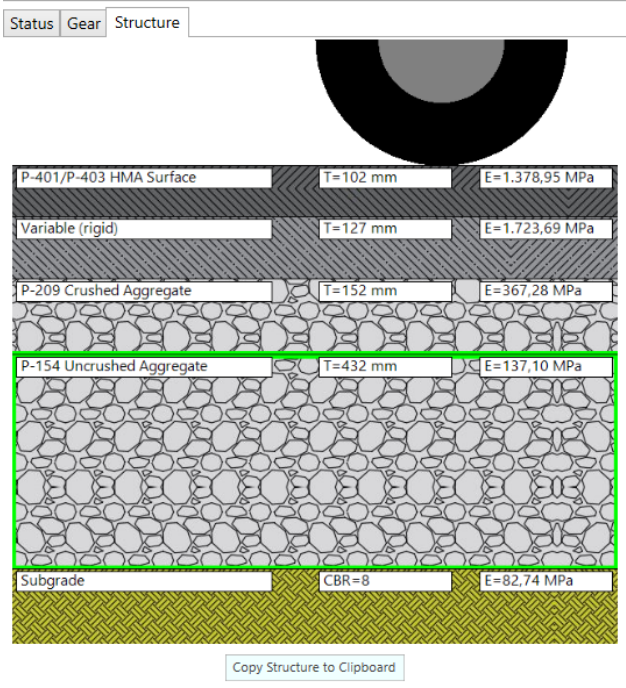
Capa asfáltica superficial	1300
----------------------------	------

Base estabilizada con cemento	1500
-------------------------------	------

Base granular	250
---------------	-----

subbase granular	120
------------------	-----

Subrasante	84
------------	----

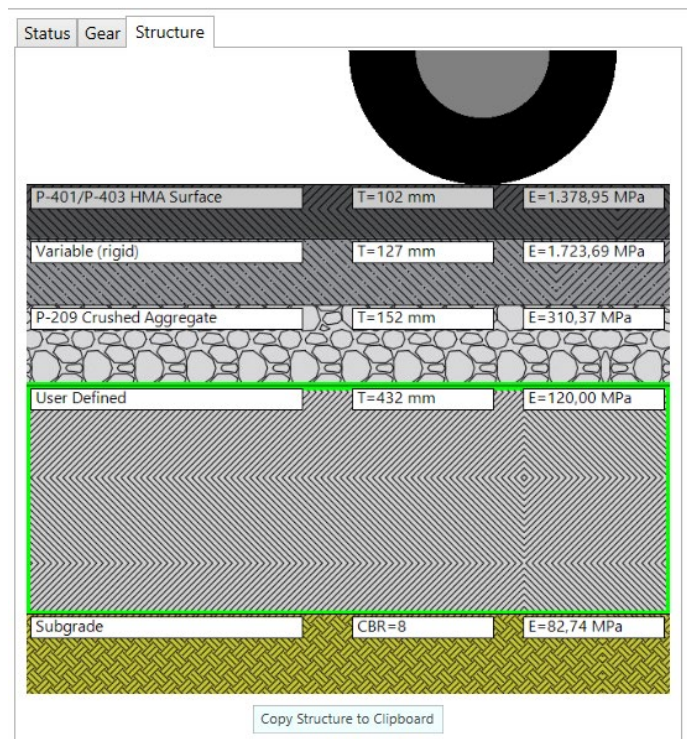


Opción 2

PCR Calculation of New Structure 1 Completed
Run Time: 7 seconds
PCR = 600/F/C/X/T

El ACR supera en
1% = ok

ACR = 607

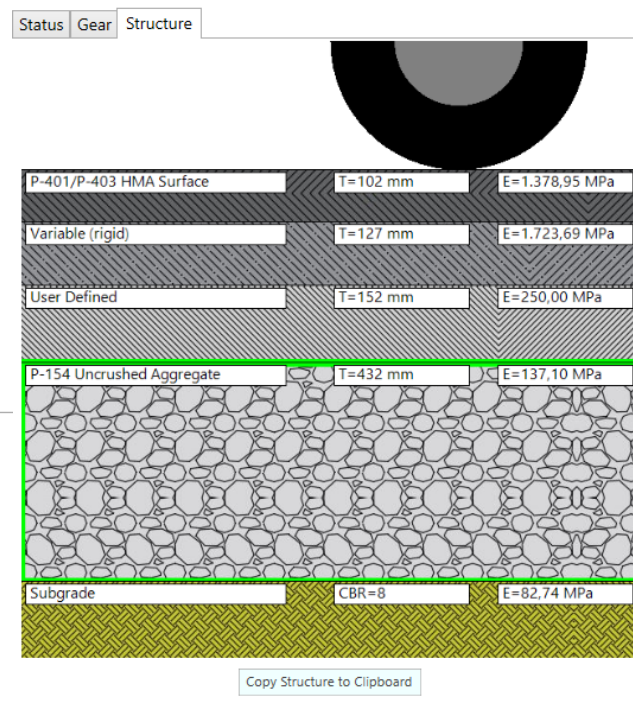


Opción 3

Structure

PCR Calculation of New Structure 1 Completed
Run Time: 8 seconds
PCR = 580/F/C/X/T

El ACR supera en
5% = ok



Opción 1

Structure

PCR Calculation of New Structure 1 Completed
Run Time: 8 seconds
PCR = 590/F/C/X/T

El ACR super en
3% = ok

Caso de estudio 2: Pavimento rígido

Un aeropuerto tiene una pista con superficie de concreto hidráulico.

La resistencia a la ruptura del concreto es de 650 psi = 4,5 MPa

A partir del estudio de deflectometría se obtuvo un módulo de la SR de 7800 psi = 54 MPa

Capa / Material		e (in)	e (mm)	E psi (MPa)
Capa concreto hidráulico	P-501	16	406	
Base estabilizada con asfalto	P-403	8	203	
Base granular	P-209	6	152	
Subrasante				7800 (54)

Caso de estudio 2: Pavimento rígido

Structure Structure Report CDF Graph PCR Report

Structure

Job Name: Thickness Design
Structure Name: ☒ Include in Summary Report ☐ Add To Batch

Pavement Layers

Pavement Type:

	Material	Thickness (mm)	E (MPa)	k (MN/m ³)	R (MPa)
-->	P-501 PCC Surface	406	27.579,04		4,48
	P-401/P-403 HMA Stabilized	203	2.757,90		
	P-209 Crushed Aggregate	152	517,11		
	Subgrade		53,78	28,1	

Select As The Design Layer

Delete Selected Layer

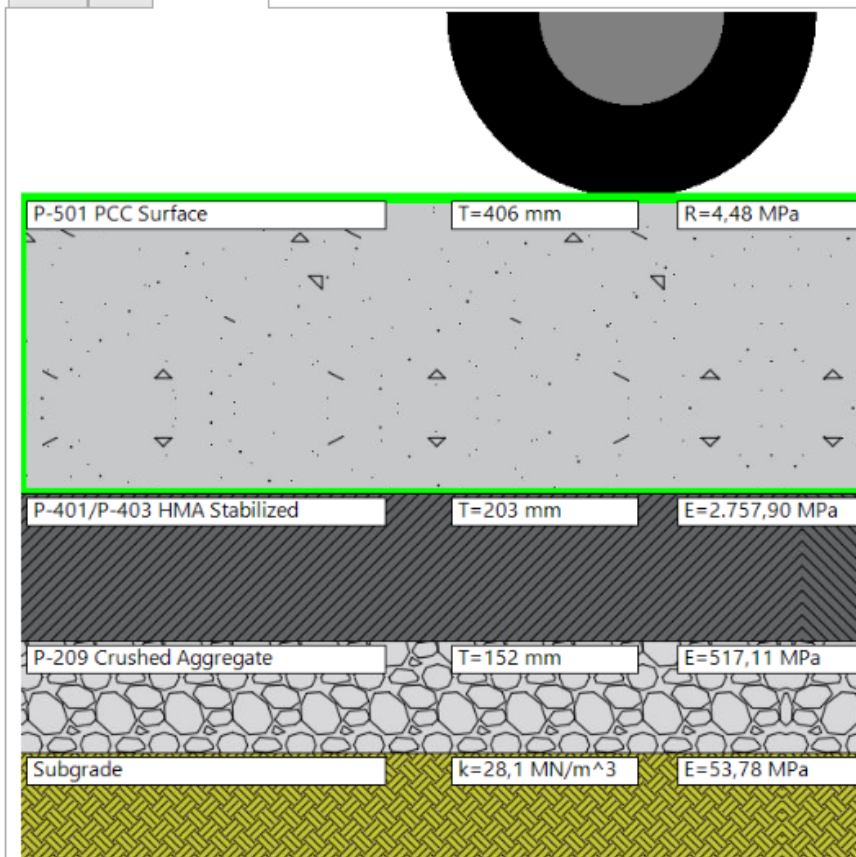
Design Life (Years):

The standard design life for pavement structure is 20 years (1 to 50 allowed).

Results

Calculated Life (Years): Total thickness to the top of the subgrade (mm):

Status Gear Structure



Copy Structure to Clipboard

Caso de estudio 2: Pavimento rígido

Job Information

Structure

Structure

Job Name: Ejercicio rígido

Structure Name: Rígido

Pavement Layers

Pavement Type: New Rigid

	Material	Thickness (in.)	E (psi)	k (pci)	R (psi)
-->	P-501 PCC Surface	16,0	4.000.000		650
	P-401/P-403 HMA Stabilized	8,0	400.000		
	P-209 Crushed Aggregate	6,0	24.405		
	Subgrade		7.800	103,6	

Select As The Design Layer

Delete Selected Layer

Design Life (Years): 20

P/TC Ratio: 1

Run

Status

Gear

Structure

PCR Calculation of Rigido Complete
Run Time: 185 seconds
PCR = 920/R/D/W/T

Traffic



Caso de estudio 2: Pavimento rígido

Results Table 2. PCR Value

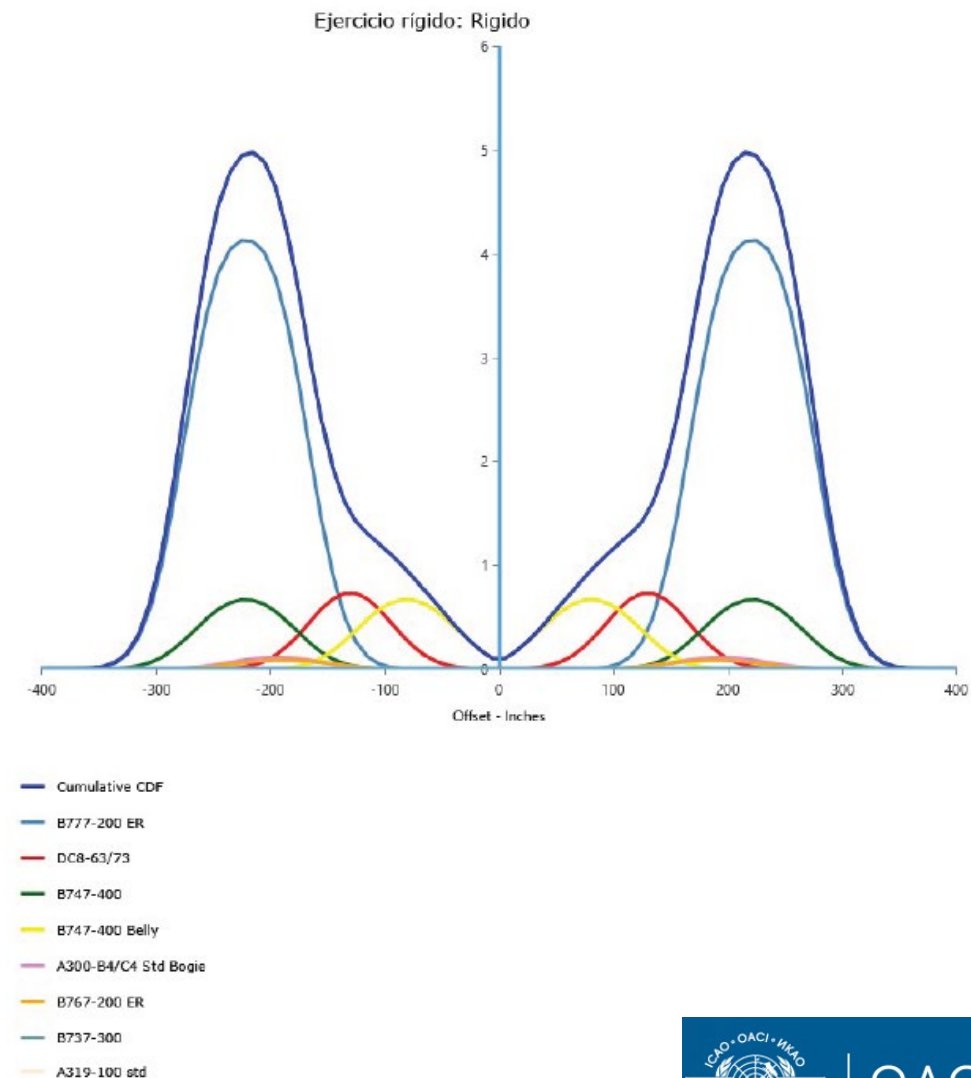
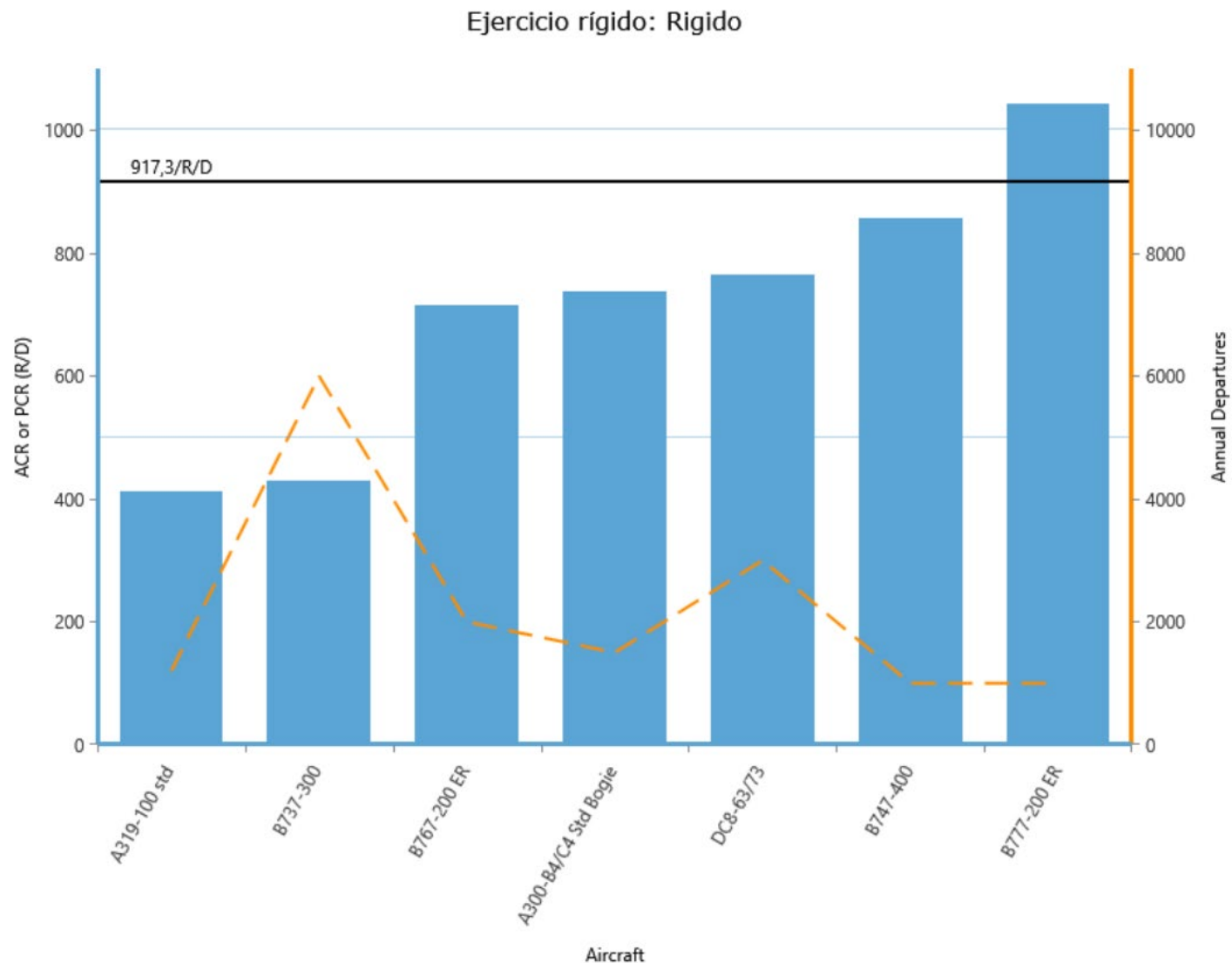
No.	Aircraft Name	Critical aircraft Total equiv. departures	Max allowable Gross Weight of critical aircraft (lbs)	ACR Thick at max. MGW (in.)	PCR/R/D
1	B777-200 ER	1.206	606.194	18,8	917,3

Results Table 3. New Rigid ACR at Indicated Gross Weight and Strength

No.	Aircraft Name	Gross Weight (lbs)	Percent Gross Weight on Main Gear	Tire Pressure (psi)	ACR Thick (in.) (D)	ACR/R/D
1	A300-B4/C4 Std Bogie	365.747	94	216	16,8	738,5
2	A319-100 std	141.978	92,6	173	12,5	412,3
3	B737-300	140.000	90,8	201	12,8	429,2
4	B747-400	877.000	93,2	200	18,1	855,5
5	B767-200 ER	396.000	90,8	190	16,6	714,8
6	B777-200 ER	658.000	91,8	205	20,0	1042,5
7	DC8-63/73	358.000	96,2	196	17,1	765,4

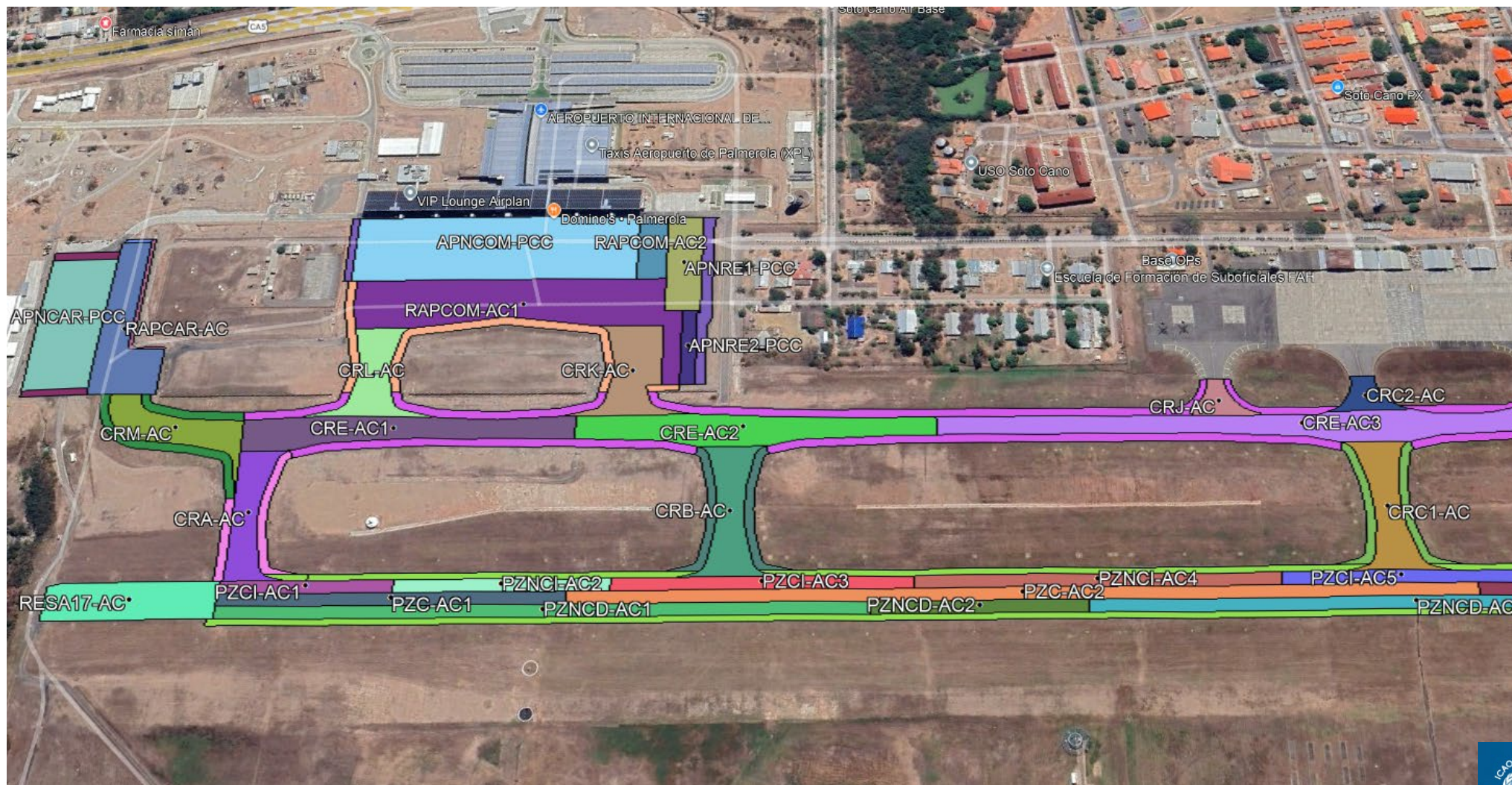


Caso de estudio 2: Pavimento rígido



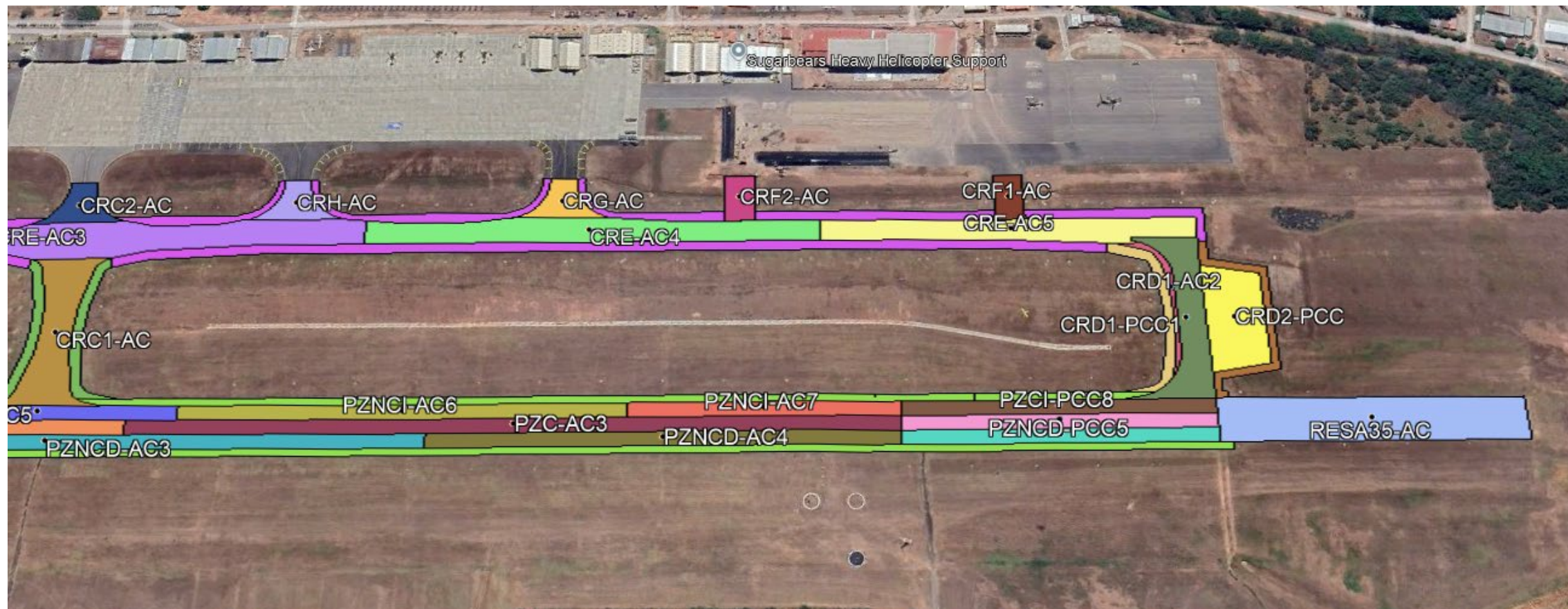
Aeropuerto A

Pista zona central (zona cargada)



Aeropuerto A

Pista zona central (zona cargada)



Aeropuerto A

Pista zona central (zona cargada)

Resultados evaluación estructural del pavimento mediante estudio de deflectometría

Nombre elemento	Section ID	Abscisa inicial	Abscisa final	Superficie	Espesores (mm)			Módulos (MPa)			Módulo SR retrocalculado desviación (MPa)	CBR (%)	MR (MPa)
					PCC	BG	SBG	PCC	BG	SBG			
Pista	PZC-PCC4	K2+137	K2+442	Rígido	350	240	300	20.789	649	350	176	17	4,1

PCC: losa de concreto
BG: Base Granular
SBG: Subbase granular
MR: Módulo de rotura

Aeronave	salidas anuales
A319 neo	7
A320-200 std	150
A320-neo	1717
B737-700	12
B737-800	1973
A350-900	266
A330-300	
WV0222	151
B767-300	276
B737-300	139



Aeropuerto A

Structure

Job Name:

PCR

▼

Run

Status

Gear

Structure

Structure Name:

☒ Include in Summary Report
 ☐ Add To Batch

Pavement Layers

Pavement Type:

	Material	Thickness (mm)	E (MPa)	k (MN/m^3)	R (MPa)
-->	P-501 PCC Surface	350	27.579,04		4,10
	P-209 Crushed Aggregate	240	407,97		
	P-154 Uncrushed Aggregate	300	143,93		
	Subgrade		103,42	46,8	

PCR Calculation of New Structure 2 Completed

Run Time: 236 seconds

PCR = 530/R/B/W/T

ACR > PCR
830 > 530; en más del 10%

Results Table 2. PCR Value

No.	Aircraft Name	Critical aircraft Total equiv. departures	Max allowable Gross Weight of critical aircraft (kg)	ACR Thick at max. MGW (mm)	PCR/R/B
1	A350-900	312	195.992	334	529,1

Aeronave	salidas anuales	Distribución
A319 neo	7	0,1%
A320-200 std	150	3,2%
A320-neo	1.717	36,6%
B737-700	12	0,3%
B737-800	1.973	42,1%
A350-900	266	5,7%
A330-300 WV0222	151	3,2%
B767-300	276	5,9%
B737-300	139	3,0%
Total	4.691	100%

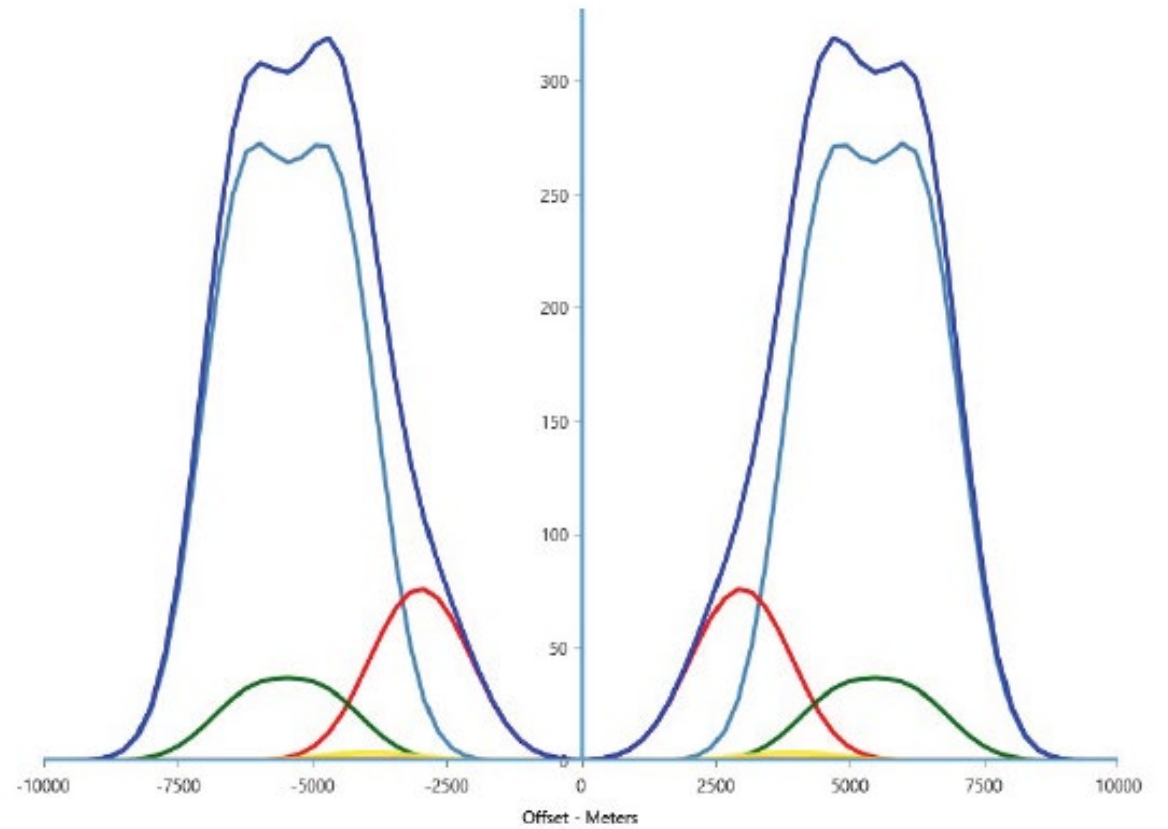
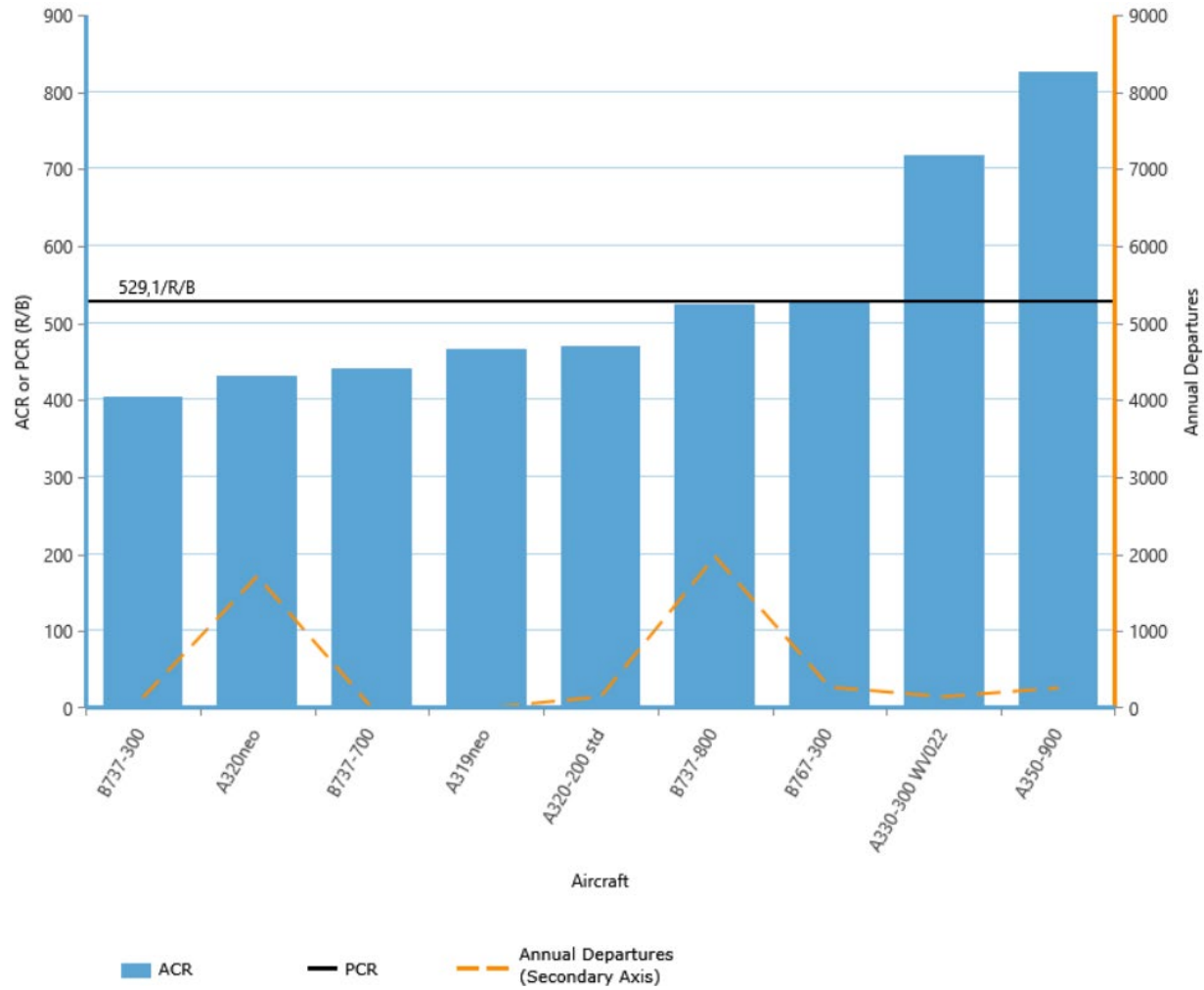
Results Table 3. New Rigid ACR at Indicated Gross Weight and Strength

No.	Aircraft Name	Gross Weight (kg)	Percent Gross Weight on Main Gear	Tire Pressure (MPa)	ACR Thick (mm) (B)	ACR/R/B
1	A319neo	75.900	91,39999	1.310,00	312	465,5
2	A320-200 std	73.900	93,8	1.378,95	315	470
3	A320neo	70.400	93,8	1.220,37	302	432,4
4	B737-700	70.307	91,8	1.358,27	305	441,5
5	B737-800	70.242	93,8	1.406,33	333	524,4
6	A350-900	272.900	94,8	1.661,64	419	825,6
7	A330-300 WV0222	233.900	95,6	1.447,90	389	717,3
8	B767-300	163.747	95	1.378,95	333	527,1
9	B737-300	63.503	90,8	1.385,85	292	404

No cumple

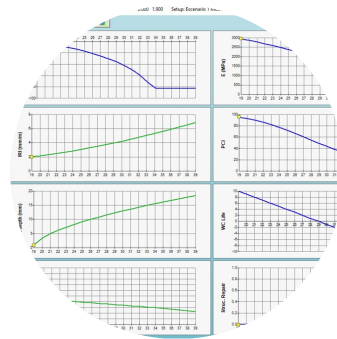
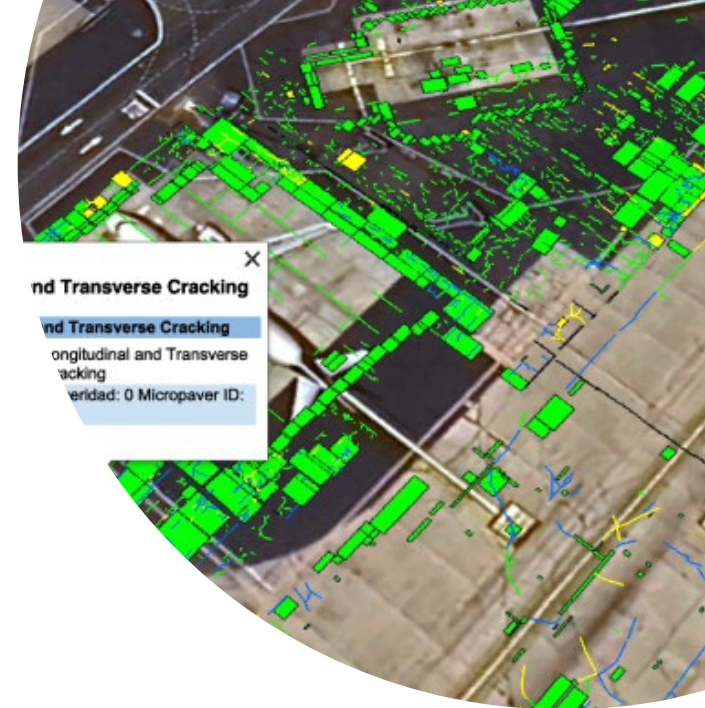
El número anual de tráfico de sobrecarga (A350-900 y A330-300) superar el 5 % del tráfico aéreo anual total.

Aeropuerto A





ÁREA	2023		2024		2025
m²	TRABAJO	MilesCOP	TRABAJO	MilesCOP	TRABAJO
2308	Scheduled repair	\$ 2			Modeled repair
1534	Heavy-Rehab 1950 PCCJct	\$ 2,115,833	Modeled repair		
429	Heavy-Rehab 1950 PCCJct	\$ 595,343			Modeled repair
447	Mill-inlay 60	\$ 62,032			
727	PCC, Slab 400	\$ 791,550			
3391	Scheduled repair	\$ 1182	Modeled repair		Modeled repair
183	Heavy-Rehab 1950 PCCJct	\$ 264,302			
289	Heavy-Rehab 1950 PCCJct	\$ 403,918			
319	Scheduled repair	\$ 127	Modeled repair		Modeled repair
182	Modeled repair	\$ 56	Modeled repair		Modeled repair
136	Modeled repair	\$ 592	Modeled repair		Modeled repair
	Scheduled repair	\$ 13,648	Modeled repair		Mill-inlay
	Modeled repair		Modeled repair		Modeled repair
	Modeled repair	\$ 2,092	Modeled repair		\$ 2,190
	Modeled repair	\$ 4,310	Modeled repair		\$ 365
		\$ 117,865			
		\$ 109,324			
		\$ 488	Modeled repair		
		\$ 6,972	Modeled repair		



Gracias
¿Preguntas?
irodriguez@strinso.com



Gracias!

