



REPÚBLICA DEL PARAGUAY
DIRECCIÓN NACIONAL DE AERONÁUTICA CIVIL

DINAC R 1416.-
"PAVIMENTOS"

Esta edición fue aprobada por Resolución N° 631/ 2019-
PRIMERA EDICIÓN R00 - AÑO 2019-

REGISTRO DE ENMIENDA Y CORRIGENDOS.-

REGISTRO DE ENMIENDAS				REGISTRO DE CORRIGENDOS			
NÚM.	FECHA DE APLICACIÓN	FECHA DE ANOTACIÓN	ANOTADA POR	NÚM.	FECHA DE APLICACIÓN	FECHA DE ANOTACIÓN	ANOTADA POR
01				01			
02				02			
03				03			
04				04			
05				05			
06				06			
07				07			
08				08			
09				09			
10				10			
11				11			
12				12			
13				13			
14				14			
15				15			
16				16			
17				17			
18				18			
19				19			
20				20			

LISTA DE PÁGINAS EFECTIVAS

ÍTEM	TEMAS	EDICIÓN / REVISIÓN	PÁG.
TAPA		CUARTA EDICION – R00	N/A
REGISTRO	ENMIENDAS, CORRIGENDOS Y SUPLEMENTOS	CUARTA EDICION – R00	I
LISTA	PAGINAS EFECTIVAS	CUARTA EDICION – R00	II
INDICE		CUARTA EDICION – R00	III
PREÁMBULO		CUARTA EDICION – R00	IV
CAPITULO 1	GENERALIDADES		
1.1	Disposiciones iniciales	CUARTA EDICION – R00	1-1
CAPITULO 2	DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS		
2.1	Diseño de Pavimento	CUARTA EDICION – R00	1-4
2.2	Notificación de la Resistencia de los Pavimentos	CUARTA EDICION – R00	1-4
2.3	Evaluación de Pavimento	CUARTA EDICION – R00	3-4
CAPÍTULO 3	LISURA DE LAS SUPERFICIES		
3.1	Generalizadas	CUARTA EDICION – R00	1-1
3.2	Recubrimiento del Pavimento de las Pistas	CUARTA EDICION – R00	1-1
CAPÍTULO 4	FRICCIÓN		
		CUARTA EDICION – R00	1-2

PREÁMBULO.-

El **DINAC R 1416 PAVIMENTOS**, tiene como antecedente el **Apéndice 3 - LAR 154.-**

APÉNDICE 3.

CAPITULO 1.-

1.1 DISPOSICIONES INICIALES.-

1.1.1 El diagrama sobre el comportamiento y vida útil expresado en La **Figura 1-1**, presenta los pasos que se deben seguir para el diseño y construcción de pavimentos en función a la aeronave de diseño determinada o aeronave crítica de operación en el aeródromo; en tal razón es que este Apéndice establece las especificaciones para el diseño.-

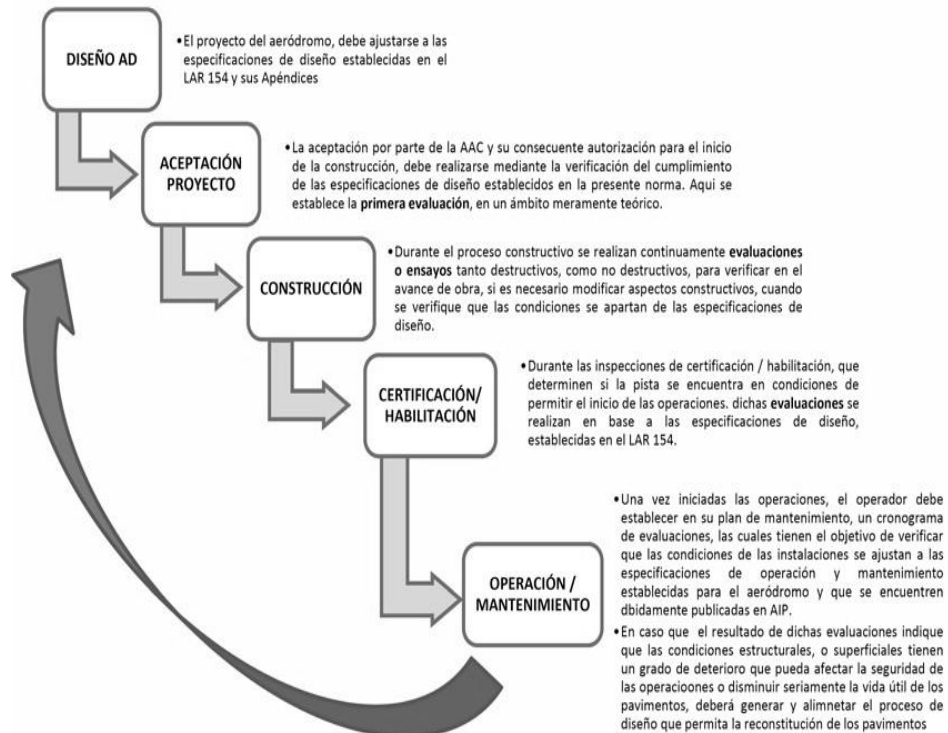


Figura 1-1. Diagrama de vida de un pavimento.-

1.2.1 El diseño de los pavimentos se conceptúa en un diseño estructural y funcional:

- Diseño estructural contempla el dimensionamiento de los pavimentos, considerando si la sección de cálculo pertenece a un área crítica o no crítica, tráfico en base a familias de aeronaves identificadas por el tipo de tren de aterrizaje, peso operacional de despegue máximo y salidas anuales pronosticadas.-
- Diseño funcional contempla el diseño geométrico, incluyendo aspectos de rugosidad y tipo de superficie de pavimento que afecten a las características de fricción de la superficie de la pista.-

CAPITULO 2.

DISEÑO Y EVALUACION DE LOS PAVIMENTOS.-

2.1 DISEÑO DE PAVIMENTOS.-

2.1.1 Los pavimentos se deben proyectar, diseñar y construir para condiciones adecuadas, durante un determinado número de años (período de diseño), vida en servicio (vida útil del pavimento); los que deben ser atendidos oportunamente ante la presencia de eventuales situaciones destructivas (carga y/o repeticiones de la carga superiores a las de diseño).-

2.1.2 Para ofrecer un buen nivel de servicio, los pavimentos de los aeródromos deben cumplir con dos funciones esenciales:

- a) Proveer capacidad de soporte a las aeronaves que los utilizan;
- b) Proveer superficie de rodaje con seguridad operacional bajo condiciones meteorológicas adversas.-

2.1.3 Para el diseño se deben considerar la utilización de elementos que cumplan todas las especificaciones técnicas y resistencia establecidas por el Estado que aseguren una operación eficiente y segura de acuerdo con la aeronave de diseño.-

2.1.4 Los requisitos de diseño son aplicables para nuevos pavimentos, así como para el mejoramiento de pavimentos existentes, cuya capacidad estructural así lo requiera por incremento de operaciones de aeronaves en el aeródromo, o porque la vida útil está alcanzando su límite.-

2.1.5 Para el diseño de pavimentos de aeródromos se debe utilizar por lo menos dos metodologías reconocidas internacionalmente, debiendo ser una de ellas el programa de computación FAARFIELD (Diseño Iterativo de Capas Elásticas Rígido y Flexible de la Administración Federal de Aviación).-

2.1.6 Cuando un pavimento existente requiera ser evaluado con la finalidad de diseñar un refuerzo estructural, se debe utilizar la metodología descrita en la **sección 3** del presente capítulo.-

2.2 NOTIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS PAVIMENTOS.-

2.2.1 La capacidad estructural del pavimento debe ser notificada cuando una estructura (pista, rodaje o plataforma) se encuentre prevista para aeronaves con masa máxima en plataforma (MRW) superior a **5.700 kg** mediante el método del Numero de Clasificación de Aeronaves – Numero de Clasificación de Pavimentos **ACN-PCN**.-

2.2.2 La evaluación de la capacidad portante según el método **ACN-PCN**, se debe realizar en función de la información que se disponga del tipo **U** (Aprovechamiento de la experiencia en la utilización de aeronaves) o **T** (Evaluación técnica), notificando a la **DINAC** la siguiente información:

- a) Número de clasificación de pavimentos (**PCN**);
- b) Tipo de pavimento para determinar el valor **ACN / PCN**;
- c) Categoría de resistencia del terreno de fundación;
- d) Categoría o el valor de la presión máxima permisible de los neumáticos; y
- e) Método de evaluación.-

2.2.3 El número de clasificación de pavimentos (**PCN**) notificado será publicado por el

Estado tal como le fuera notificado por el Operador o aplicando alguna restricción, e indica que una aeronave con Número de Clasificación de Aeronaves (**ACN**) igual o inferior al **PCN** publicado puede operar sobre ese pavimento sin restricciones, a reserva de cualquier limitación con respecto a la presión de los neumáticos, o a la masa total de la aeronave para un tipo determinado de aeronave.-

- 2.2.4** El **ACN** de una aeronave se determinará de conformidad con los procedimientos normalizados relacionados con el método **ACN/PCN**.-
- 2.2.5** Para determinar el **ACN**, el comportamiento del pavimento se clasificará como equivalente a una construcción rígida o flexible.-
- 2.2.6** La información sobre el tipo de pavimento para determinar el **ACN/PCN**, la categoría de resistencia del terreno de fundación, la categoría de presión máxima permisible de los neumáticos y el método de evaluación, se notificarán a la **DINAC** utilizando las claves siguientes:

a) Tipo de pavimento para determinar el ACN/PCN:

Tipo de Pavimento	Clave
Pavimento rígido	R
Pavimento flexible	F

b) Categoría de resistencia del terreno de fundación:

Resistencia	Clave
Alta: i. Pavimentos rígidos, el valor tipo es $K = 150 \text{ MN/m}^3$ y comprende todos los valores de K superiores a 120 MN/m^3 ii. Pavimentos flexibles, el valor tipo es $\text{CBR} = 15$ y comprende todos los valores superiores a 13.	A
Mediana: i. Pavimentos rígidos, el valor tipo es $K = 80 \text{ MN/m}^3$ y comprende todos los valores K entre 60 y 120 MN/m^3 ii. Pavimentos flexibles, el valor tipo es $\text{CBR} = 10$ y comprende todos los valores CBR entre 8 y 13.	B
Baja: i. Pavimentos rígidos, el valor tipo es $K = 40 \text{ MN/m}^3$ y comprende todos los valores K entre 25 y 60 MN/m^3 ii. Pavimentos flexibles, el valor tipo es $\text{CBR} = 6$ y comprende todos los valores CBR entre 4 y 8.	C
Ultra baja: i. Pavimentos rígidos, el valor tipo es $K = 20 \text{ MN/m}^3$ y comprende todos los valores K inferiores a 25 MN/m^3 ii. Pavimentos flexibles, el valor tipo es $\text{CBR} = 3$ y comprende todos los valores CBR inferiores a 4.	D

c) Categoría de presión máxima

permisible de los neumáticos:

Presión	Clave
Ilimitada - Sin límite de presión	W
Alta – Presión limitada a 1,75MPa	X
Mediana - Presión limitada a 1,25 MPa	Y
Baja - Presión limitada a 0,50 MPa	Z

d) Método de evaluación:

Evaluación	Clave
Evaluación técnica: Consiste en un estudio específico de las características de los pavimentos y en la aplicación de tecnología del comportamiento de los pavimentos.	T
Aprovechamiento de la experiencia en la utilización de aeronaves: Comprende el conocimiento del tipo y masa específicos de las aeronaves que los pavimentos resisten satisfactoriamente en condiciones normales de empleo.	U

2.2.7 Igualmente, el operador del aeródromo notificará a la **DINAC** la resistencia de los pavimentos destinados a las aeronaves de hasta **5.700 kg** de masa en la plataforma (rampa), incluyendo la siguiente información:

- a) La masa máxima permisible de la aeronave;
- b) La presión máxima permisible de los neumáticos;

2.2.8 La **DINAC** evaluará la información recibida y decidirá la publicación de la misma con las restricciones que considere pertinentes.

2.3 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO.-

2.3.1 La evaluación de pavimentos, se debe realizar cumpliendo el siguiente proceso:

- a) **Documentos de investigación:** Analizar los datos históricos y constructivos, consideraciones de diseño, especificaciones, métodos de prueba y resultados, planos conforme a obra, e historia de mantenimientos ejecutados. El historial completo también debe incluir datos climáticos a lo largo de la vida en servicio de los pavimentos.-
- b) **Inspección del sitio:** Efectuar una visita al sitio y observar la condición de los pavimentos mediante inspección visual. Esta inspección incluirá, además de la inspección de los pavimentos, un examen de las condiciones de drenaje existentes y estructuras de drenaje en el sitio. También se tendrá en cuenta la evidencia de los efectos adversos de la acción de las heladas, suelos con evidencia de hinchamiento, agregados reactivos, etc.-
- c) **Muestreo y análisis:** La necesidad y el alcance de los ensayos físicos destructivos, de campo y el estudio de los materiales se basaran en los hallazgos durante la inspección del sitio, registros de investigación, y el tipo de evaluación. Para que una evaluación sea útil en el diseño de pavimento, se requiere una mayor cantidad de elementos de muestreo y prueba en comparación con los requerimientos de evaluación para el desarrollo de un plan maestro. La toma de muestras y los ensayos de laboratorio están destinados a proporcionar información sobre el espesor, la calidad, y la condición general de los elementos de pavimento.-
- d) **Procedimientos de muestreo directo:** El procedimiento de evaluación básica para la planificación y diseño de pavimento será la inspección visual, los criterios de diseño referidos anteriormente y los materiales estándar que aseguren el cumplimiento de las hipótesis del cálculo propuestas, complementados con la toma de muestras, pruebas e investigación, que los procesos de evaluación garanticen. Para un pavimento relativamente nuevo, construido bajo los mejores estándares de calidad de los materiales y métodos de ejecución, sujetos a las especificaciones aprobadas, y que no presenten signos visibles de desgaste o estrés, la resistencia se podrá basar en la inspección de la resistencia original. Si esta ya no existe por no cumplirse las condiciones enunciadas para pavimentos relativamente

nuevos, se aplicara otra modificación sobre la base del juicio o una combinación de juicio y las pruebas físicas suplementarias. Cuando los pavimentos están compuestos por secciones que no cumplen con las especificaciones técnicas de las normas de diseño aprobadas, la evaluación se realizara tomando como referencia las normas aprobadas solo despúes de haber comparado materiales y equivalentes estructurales.-

- e) **Ensayos No Destructivos (NDT):** Existen varios métodos de ensayos no destructivos (NDT) de los pavimentos. Un NDT es la observación de la respuesta del pavimento a una carga dinámica controlada, como en el caso del deflectómetro de caída de peso (FWD), u otro estímulo físico, como una onda mecánica. El NDT proporciona un medio para evaluar pavimentos que tiende a eliminar parte del juicio subjetivo necesario en otros procedimientos de evaluación. Las principales ventajas de los ensayos no destructivos son:
- 1) La resistencia del pavimento se evalúa en el lugar bajo condiciones reales de humedad, densidad, y demás parámetros de evaluación;
 - 2) La interrupción del tráfico es mínimo; y
 - 3) La necesidad de pruebas destructivas se minimiza.-
- f) La Circular de Asesoramiento al presente apéndice contiene orientación sobre ensayos no destructivos disponibles, incluyendo las herramientas y equipos comunes disponibles para detectar el estado de los pavimentos.-
- g) **Informe de Evaluación:** Los análisis, conclusiones y resultados de las pruebas se incorporaran a un informe de evaluación, que se convertirá en un registro permanente para futuras consultas. Este informe deberá incluir un dibujo que identifique los límites de la evaluación. El análisis de la información obtenida en los pasos anteriores debe culminar con la asignación de capacidad de carga para las secciones de pavimento en estudio. Cuando se determine que las condiciones del suelo, la humedad y el tiempo favorecen la acción de las heladas, deberá realizarse un ajuste de la evaluación realizada.-

CAPITULO 3.

LISURA DE LA SUPERFICIE DE LAS PISTAS.-

3.1 GENERALIDADES.-

- 3.1.1** La superficie de la pista y zonas de parada se deben diseñar y construir sin irregularidades que afecten adversamente el despegue o el aterrizaje de una aeronave por causa rebotes, cabecero o vibración excesiva, u otras dificultades en el manejo de la aeronave.-
- 3.1.2** La regularidad de la superficie de la capa de rodadura debe ser tal, que cuando se verifique con una regla de **3 m** colocada en cualquier parte y en cualquier dirección de la superficie, no haya en ningún punto, excepto a través de la cresta del bombeo o de los canales de drenaje, una separación de más de **3 mm** entre el borde de la regla y la superficie del pavimento.-
- 3.1.3** En las especificaciones técnicas de diseño y posteriormente durante la construcción debe tenerse en cuenta que la instalación de las luces empotradas de pista y/o las rejillas de drenaje en la superficie del pavimento, no afecten la lisura determinada en el diseño.-
- 3.1.4** La tolerancia de las irregularidades aisladas debe ser menor de **3 cm** en una distancia de **45 m**.-

3.2 RECUBRIMIENTO DEL PAVIMENTO DE LAS PISTAS.-

- 3.2.1** Cuando se proyecta un recubrimiento de las pistas y éstas deben entrar temporalmente en servicio antes de haberse terminado por completo el proceso de recubrimiento, se debe contemplar la construcción de una rampa provisional, la cual debe ser removida cuando se continúe con el siguiente tramo de pavimentación.-
- 3.2.2** La pendiente longitudinal de la rampa provisional, medida por referencia a la actual superficie de la pista o al recubrimiento anterior, debe ser:
- 0,5% a 1%** para los recubrimientos de hasta **5 cm** de espesor inclusive; y
 - no más de **0,5%** para los recubrimientos de más de **5 cm** de espesor.-

CAPITULO 4.

FRICCIÓN.-

- 3.1** Si bien las condiciones de fricción y especialmente la medición del rozamiento en las pistas, es una tarea asociada, primordialmente al mantenimiento, es necesario considerar éstos aspectos en el diseño de las pistas y verificar, durante la construcción y previo al inicio de las operaciones, que se cumplan las especificaciones de diseño, que aseguren que la pista no será resbaladiza.-
- 3.2** La superficie de las pistas, debe proporcionar el contacto (**grip**) necesario a las aeronaves para operar con seguridad, en toda condición de pista.-
- 3.3** Las condiciones de rozamiento deben ser consideradas en el diseño de pavimento y mediciones iniciales de las características de rozamiento de una pista nueva o repavimentada deben ser realizadas, utilizando un equipo de medición continua del coeficiente de fricción (**CFME**) que utilice elementos de humectación automática y que hayan sido aprobados por la **DINAC**, con el fin de asegurar que se han alcanzado los objetivos de proyecto, en relación con sus características de rozamiento.
- 3.4** Los valores límites de los coeficientes de fricción se establecen en la **Tabla C-2**.-
- 3.5** **(153.535 (b) (3))** La determinación de que una pista mojada o una porción de la misma es resbaladiza, debe tener como base la medición del rozamiento con un equipo de medición continua y adicionalmente otros factores como la textura superficial o una inadecuada selección de los agregados para la mezcla.-
- 3.6** En el diseño de la capa superficial se deben usar mezclas con una buena macrotextura de por lo menos **1 mm** determinada con métodos de técnica volumétrica, como la mancha de grasa o el parche de arena (método **ASTM-396**).-

Tabla C-2. Niveles de Rozamiento.-

Equipo de ensayo	Neumático en ensayo		Velocidad en ensayo (km/h)	Profundidad del agua en ensayo (mm)	Objetivo de diseño para nuevas superficies de pista	Nivel previsto de mantenimiento	Nivel mínimo de rozamiento
	Tipo	Presión (kPa)					
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Remolque medidor del valor Mu	A	70	65	1,0	0,72	0,52	0,42
	A	70	95	1,0	0,66	0,38	0,26
Deslizómetro	B	210	65	1,0	0,82	0,60	0,50
	B	210	95	1,0	0,74	0,47	0,34
Vehículo medidor del rozamiento en la superficie	B	210	65	1,0	0,82	0,60	0,50
	B	210	95	1,0	0,74	0,47	0,34
Vehículo medidor del rozamiento en pista	B	210	65	1,0	0,82	0,60	0,50
	B	210	95	1,0	0,74	0,54	0,41

Vehículo medidor del rozamiento TATRA	B	210	65	1,0	0,76	0,57	0,48
	B	210	95	1,0	0,67	0,52	0,42
Vehículo medidor del Remolque medidor de asimiento GRIPTESTER	C	140	65	1,0	0,74	0,53	0,43
	C	140	95	1,0	0,64	0,36	0,24
