

METODOLOGIA PARA DETERMINAR LA CLAVE DE REFERENCIA DE UN AERÓDROMO EXISTENTE SEGÚN SU DISEÑO GEOMETRICO.

D. Carasay^a, S. Pitrelli^a, A.Di Bernardi^a, P. Marino^a, A. Pesarini^a

^aGrupo Transporte Aéreo – UID “GTA-GIAP”, Departamento Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
e.mail: david.carasay@gmail.com

RESUMEN:

La Clave de Referencia de un Aeródromo (CRA) es un parámetro que define la normativa OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) que se utiliza para planificar y diseñar, entre otras, aspectos geométricos a considerar en algunas de las infraestructuras que componen la Parte Aeronáutica de un aeródromo (pistas, calles de rodaje, plataformas y zonas asociadas a las mismas).

Para su determinación, la normativa establece un claro procedimiento cuando se trata de un aeropuerto nuevo. Sin embargo, en el caso de un aeropuerto existente, el cual puede tener una CR asociada o puede carecer de ella, la normativa OACI no establece ningún tipo de procedimiento.

A raíz de ello es importante disponer de un procedimiento complementario a las especificaciones de la OACI, que sirva para determinar la Clave de Referencia asociada a cada infraestructura y, por un principio de superposición determinar la CRA.

Otro aspecto importante a considerar, desde el punto de vista de la utilidad de la Clave de Referencia asociada a cada infraestructura, es la determinación de la situación actual de las mismas frente a las especificaciones que establece la normativa vigente. En otras palabras es un elemento indispensable para analizar resultados de auditorías e inclusive en procesos de certificación de aeródromos.

Es por ello que se presenta una metodología como una posible herramienta, cuyos resultados y conclusiones se relaciona puntualmente con la determinación de la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño geométrico y, como consecuencia de ello, la potencial mezcla de tráfico que podría operar sin ningún tipo de restricciones.

RESUMEN:

La Clave de Referencia de un Aeródromo (CRA) es un parámetro que define la normativa OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) que se utiliza para planificar y diseñar, entre otras, aspectos geométricos a considerar en algunas de las infraestructuras que componen la Parte Aeronáutica de un aeródromo (pistas, calles de rodaje, plataformas y zonas asociadas a las mismas).

Para su determinación, la normativa establece un claro procedimiento cuando se trata de un aeropuerto nuevo. Sin embargo, en el caso de un aeropuerto existente, el cual puede tener una CR asociada o puede carecer de ella, la normativa OACI no establece ningún tipo de procedimiento.

A raíz de ello es importante disponer de un procedimiento complementario a las especificaciones de la OACI, que sirva para determinar la Clave de Referencia asociada a cada infraestructura y, por un principio de superposición determinar la CRA.

Otro aspecto importante a considerar, desde el punto de vista de la utilidad de la Clave de Referencia asociada a cada infraestructura, es la determinación de la situación actual de las mismas frente a las especificaciones que establece la normativa vigente. En otras palabras es un elemento indispensable para analizar resultados de auditorías e inclusive en procesos de certificación de aeródromos.

Es por ello que se presenta una metodología como una posible herramienta, cuyos resultados y conclusiones se relaciona puntualmente con la determinación de la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño geométrico y, como consecuencia de ello, la potencial mezcla de tráfico que podría operar sin ningún tipo de restricciones.

Palabras clave: Aeródromo, Clave de Referencia, Planificación, Diseño.

Carasay, Pitrelli, Di Bernardi Marino, Pesarini– Metodología para determinar la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño

INTRODUCCIÓN.

La Organización Internacional de la Aviación Civil (OACI), especifica los requisitos (aplicación, emplazamiento, características, entre otros) que debe reunir cada uno de los elementos constitutivos del sistema aeroportuario, muchos de los cuales son función de la clave de referencia (CR), es decir, una serie de infraestructuras, instalaciones, equipamiento y servicios asociados, necesarios para mantener operaciones estables, regulares, eficientes, seguras y en armonía con el medio ambiente.

El equipo de planificación, proyecto y/o diseño, puede encontrarse con dos situaciones:

- La actuación sobre un aeródromo (AD) o aeropuerto nuevo.
- La actuación o un estudio sobre un aeródromo o aeropuerto existente.

Ambas situaciones o análisis particulares, como uno de los primeros pasos, requieren indefectiblemente la determinación o verificación de la CR.

Cuando se trata de un aeródromo o aeropuerto nuevo, la normativa OACI establece un procedimiento para determinar la CR [1]. Básicamente se puede decir que a partir de la Mezcla de Tráfico (MT), se determinan la/s Aeronave/s Crítica/s (ACi). Luego, utilizando una tabla, en función de la Longitud de Campo de Referencia (LCR) se determina el Número de la Clave de Referencia (Nº CR); y en función de la envergadura (L) o de la Anchura del Tren Principal (ATP), surge la Letra de la Clave de Referencia (Le CR). A partir de la determinación de los elementos de la CR (número y/o letra), el proyectista posee uno de los parámetros fundamentales para diseñar los elementos constitutivos del aeródromo. No obstante ello, si el proyectista utilizara la clave de referencia del aeródromo (CRA) y pierde de vista la verdadera utilidad que se le dará a cada una de las infraestructuras, el mismo puede incurrir en un grosero error de diseño, el cual puede repercutir en una contundente e innecesaria inversión de dinero. En otras palabras, se debe utilizar de forma racional este parámetro a los efectos de hacer un diseño o un análisis adecuado en función de la infraestructura en cuestión.

Ante circunstancias particulares, la determinación de la CR asociada a una infraestructura o simplemente alguno de sus elementos constitutivos puede tener otras utilidades. Por ejemplo: la detección de discrepancias de la situación actual de un AD frente a las especificaciones de la normativa internacional; la certificación de aeródromos; cuestiones relacionadas a seguridad operacional; el establecimiento de prioridades de inversión; la zonificación de alturas en el entorno aeroportuario a partir de la construcción de las superficies limitadoras de obstáculos; las “posibles” aeronaves que podrían utilizar las instalaciones inclusive sin restricciones; cuestiones relacionadas a planificación a mediano y largo plazo (Plan Maestro); entre otras.

Es evidente que las situaciones anteriores suelen darse con aeródromos o aeropuertos existentes. También suele suceder, fundamentalmente en “pequeños aeródromos”, que no se disponga de la totalidad de información relativa a la mezcla operativa y, en el caso de que se supiera, habría que ver las condiciones en que utilizan el aeródromo (por ejemplo: limitaciones operativas). Conjuntamente puede darse la situación de que las aeronaves que se han utilizado para el diseño geométrico, hayan dejado de operar en el aeródromo (avances tecnológicos y/o modernización de flotas, políticas de las compañías aéreas, u otros condicionantes externos como suelen ser las economías regionales que afectan al transporte aéreo). En otras palabras, a cada aeronave se le puede asociar una CR, la cual no necesariamente coincide con la CR (o uno de los elementos) de la infraestructura que se esté analizando o con la CRA.

Carasay, Pitrelli, Di Bernardi Marino, Pesarini- Metodología para determinar la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño

En situaciones particulares como las enunciadas anteriormente, se puede determinar la CR a partir de: las características geométricas de varios elementos y parámetros del AD; en función de las especificaciones de la normativa OACI; y definiendo una metodología de aplicación.

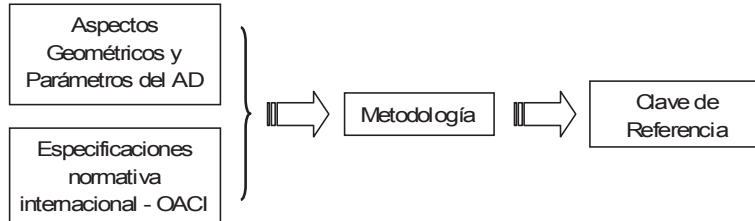


Figura 1: Proceso para determinar la CR de un aeródromo existente

Ante la falta de un proceso estandarizado; considerando las diferentes interpretaciones de la normativa y las distintas configuraciones geométricas de los aeródromos o aeropuertos; se plantea una metodología, a modo de procedimiento complementario, para determinar la CR de las infraestructuras existentes que componen un aeródromo, como así también la del propio aeropuerto, a partir de sus parámetros geométricos.

METODOLOGÍA.

La metodología para determinar la CR de un aeródromo existente se resume en la figura 2. Básicamente consiste en aplicar la secuencia representada para obtener los resultados y las posibles utilidades de los mismos.

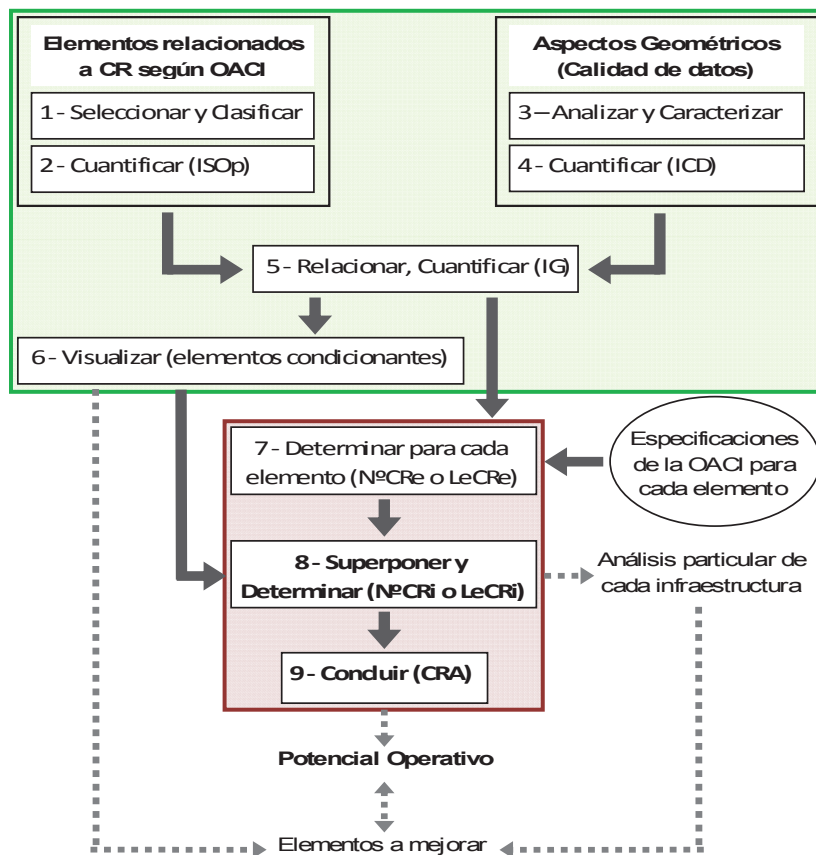


Figura 2: Procedimiento Metodológico.

La primera parte, incluye hasta el sexto paso y consiste en seleccionar los elementos a considerar para la determinación de la CR.

La segunda parte, incluye desde el séptimo al noveno paso y se utiliza para determinar los componentes de la CR asociados a los elementos e infraestructuras en función de las especificaciones de la OACI, a los efectos de concluir respecto a la CRA.

El resto, son consecuencias o utilidades que se desprenden del proceso. A continuación, se detallan cada uno de los componentes.

Primera Parte**1) Seleccionar y Clasificar.**

En éste paso hay que analizar cada uno de los elementos relacionados a la CR según la normativa internacional, seleccionarlos y clasificarlos de acuerdo al tipo de especificación. En ese sentido, la OACI establece un orden de relevancia clasificando a cada ítem en:

Norma (N): Toda especificación de características físicas, configuración, material, performance, personal, o procedimiento, cuya aplicación uniforme se considera necesaria para la seguridad o regularidad de la navegación aérea internacional y a la que, de acuerdo con el Convenio, se ajustarán los Estados contratantes. En el caso de que sea imposible su cumplimiento, el artículo 38 del Convenio estipula que es obligatorio hacer la correspondiente notificación al Consejo.

Método Recomendado (R): Toda especificación de características físicas, configuración, material, performance, personal o procedimiento, cuya aplicación uniforme se considera conveniente por razones de seguridad, regularidad o eficiencia de la navegación aérea internacional, y a la cual, de acuerdo con el Convenio, tratarán de ajustarse los Estados contratantes.

Si bien la normativa es estricta en relación a un parámetro N, deja determinada libertad o incertidumbre respecto a los parámetros R. Estos “grises” en la normativa, suelen ser un punto de discusión entre las autoridades aeronáuticas, los administradores, los concesionarios e inclusive los planificadores y/o proyectistas.

2) Cuantificar (ISOp)

A partir de ésta primera clasificación (N o R) y teniendo en cuenta la relación con la seguridad operacional (RSO) de cada uno de los elementos, la cual puede ser calificada máxima, media o mínima, en función de las interpretaciones del usuario de ésta metodología; surgen las siguientes situaciones y valores correspondientes al Índice de Seguridad Operacional (ISOp).

Tabla 1: Índice de Seguridad Operacional (ISOp)

Elemento OACI	RSO	ISOp
	Máxima	1
N	Media	0,75
	Mínima	0,5
R	Máxima	0,75

Carasay, Pitrelli, Di Bernardi Marino, Pesarini– Metodología para determinar la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño

Media	0,5
Mínima	0,25

En las tablas 5 y 6 se sugieren “ponderaciones” de la RSO, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Los documentos emitidos por la OACI se modifican con el tiempo a través de enmiendas o nuevas ediciones. Por ello, hay varios elementos que tienen a evolucionar de un parámetro R a N. (Por ejemplo: Área de Seguridad de Extremo de Pista –RESA-).
- Algunos elementos están directamente relacionados a la circulación de las aeronaves. (Por ejemplo: ancho de pista o de calle de rodaje)
- La funcionalidad del elemento en cuestión. (Por ejemplo: márgenes y franjas de pista o de calle de rodaje).
- El costo que puede llegar a tener la modificación del elemento en cuestión (por ejemplo: una señal).
- La afección indirecta del elemento que se esté analizando. (por ejemplo: que deba cambiar su configuración como una consecuencia de la modificación de otro elemento).
- Entre otros.

3) Analizar y Caracterizar.

En cuanto a los aspectos geométricos se refiere, el primer paso es analizar la configuración del AD o de la infraestructura que se esté examinando. En función de la disponibilidad de información y fundamentalmente de la autenticidad de la misma, se deben determinar las características de los elementos involucrados en el proceso.

4) Cuantificar (ICD)

A tales efectos, la tabla 2 establece un criterio de cuantificación para asignar los valores correspondientes al Índice de Calidad de Datos (ICD).

Tabla 2: Índice de Calidad de Datos (ICD)

Elemento o Infraestructura	Información	ICD
Aplica	Real	2
Aplica	Aproximado	1
Aplica	No Disponible	2 si ISOp \geq 0,75
Aplica	No Disponible	1 si ISOp $<$ 0,75
No Aplica	-	0

Vale mencionar que la información se considera “Real” cuando al comparar los datos entre distintas fuentes de información, el resultado sea el mismo. En el caso de que existan discrepancias o si el dato es único pero aproximado (por ejemplo mediante al análisis de fotos satelitales), se considera que la información es aproximada. Ante situaciones de información no disponible, se recurre a la ponderación del ISOp.

Se considera que un elemento o infraestructura “No Aplica”, cuando:

- No esté contemplado en la configuración geométrica del aeródromo. (Por ejemplo: apartaderos de espera, plataformas de viraje en la pista, calles de salida rápida, entre otros).
- No es medible. (Por ejemplo: superficies limitadoras de obstáculos).

5) Relacionar y Cuantificar (IG).

La manera de relacionar las diferentes variables involucradas, es decir, los elementos relacionados a la CR según la OACI y los aspectos geométricos, es a través del Índice Global (IG), el cual se define como:

$$IG = ISOp \times ICD$$

La tabla 3 muestra los posibles valores que se obtendrán del IG.

Tabla 3: Índice Global (IG)

Valores del IG	ISOp			
	1	0,75	0,5	0,25
2	2	1,5	1	0,5
ICD 1	1	0,75	0,5	0,25
0	0	0	0	0

6) Visualizar (elementos condicionantes).

A tales efectos, en función del siguiente criterio, se aplica la coloración en la tabla 4.

Tabla 4: Visualización de elementos condicionantes.

Rango IG	Visualización	
	Color	Importancia
Si $IG \geq 1,5$	Rojo	Alta
Si $1,5 < IG \leq 0,75$	Amarillo	Media
Si $IG < 0,75$	Verde	Baja

El rango del IG y la visualización correspondiente, se aplican con la intención de establecer el peso relativo de cada elemento en la determinación del número o la letra de la CR asociada a una infraestructura y/o del aeródromo.

A partir de allí, el usuario de ésta metodología puede decidir sobre la utilización de todos los parámetros involucrados o, simplemente utilizar aquellos cuyo IG sea mayor o igual a 0,75.

En éste último caso, cabe mencionar que el hecho de que un elemento no sea considerado en el proceso de determinación de los componentes de la CR (Número o Letra), no necesariamente significa que deba obviarse en el estudio que se esté desarrollando. Esto quiere decir que, una vez determinado el número o la letra de la CR asociada al elemento o la infraestructura en cuestión, su utilidad es el análisis siguiente. Un claro ejemplo de ello son las superficies limitadoras de obstáculos ya que no son ponderables desde el punto de vista geométrico, razón por la cual se las excluye de la determinación de la CR asociada a una pista; no obstante ello, una vez determinada la CR mediante la aplicación de ésta metodología, deben ser construidas a los efectos de verificar la presencia de posibles obstáculos.

Carasay, Pitrelli, Di Bernardi Marino, Pesarini– Metodología para determinar la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño

Segunda Parte.

7) Determinar (N°CRe ó LeCRe).

A partir de las especificaciones de OACI, se debe determinar el mayor número o letra de la CR (Número o Letra) que le corresponde a cada elemento.

8) Superponer y Determinar (N°CRI ó LeCRI).

En función del punto anterior y teniendo presente los elementos condicionantes determinados en el punto 6, se deben superponer los resultados para determinar el número o la letra de la CR asociada a cada una de las infraestructuras (pistas, calles de rodaje y plataformas).

Asimismo, en las tablas 5 y 6 se especifican algunos elementos que no tienen relación directa con la CR, es decir, no son parámetros N o R. Sin embargo, a partir de las especificaciones de la normativa OACI, estos parámetros se relacionan con la LCR. Un ejemplo de ello es la longitud de la pista, la cual se para su determinación se encuentra influenciada por los siguientes los factores: las características de performance y masas de operación de los aviones a los que se prestará servicio; las condiciones meteorológicas (principalmente viento y temperatura en la superficie); las características propias de la pista (pendiente y coeficiente de roce); y factores relacionados con el emplazamiento (elevación y limitaciones topográficas).

Cuando no se conocen los datos sobre la performance de los aviones para los que se destine la pista, es decir, no se dispone del manual de vuelo adecuado; cabe determinar la longitud de toda pista principal por medio de la aplicación de coeficientes de corrección generales [2]. Básicamente, estas correcciones se traducen en la siguiente expresión matemática:

$$L_p = LCR \left\{ \left(1 + 0,07 * \frac{Elev}{300} \right) * [1 + (Tra - Telev) * 0,01] * (1 + Pend * 0,10) \right\} \quad (A)$$

- **L_p** es la Longitud de la pista
- **LCR** es Longitud de Campo de Referencia
- **Elev.** es la Elevación del Aeródromo
- **Tra** es la Temperatura de Referencia del Aeródromo
- **Telev** es la Temperatura Standard en elevación
- **Pend.** es la pendiente de pista obtenida al dividir la diferencia entre la elevación máxima y la mínima a lo largo del eje de la pista, por la longitud de ésta.

Notas:

- Si la corrección total por elevación y temperatura fuera superior al 35%, las correcciones necesarias deberían obtenerse mediante un estudio a tal efecto.
- El factor correspondiente a la corrección por pendiente, aplica cuando la longitud de despegue sea de 900 m o más.

A partir de la expresión matemática (A) resulta la siguiente, cuya aplicación permite utilizar las especificaciones de la OACI, a los efectos de obtener el número de CR asociado a una pista.

$$LCR = \frac{L}{\left\{ \left(1 + 0,07 * \frac{Elev}{300} \right) * [1 + (Tra - Telev) * 0,01] * (1 + Pend * 0,10) \right\}} \quad (B)$$

Carasay, Pitrelli, Di Bernardi Marino, Pesarini– Metodología para determinar la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño

9) Concluir (CRA).

Mediante la observación de los distintos números y letras de las claves de referencia determinadas para cada una de las infraestructuras, se concluye sobre la clave de referencia del aeródromo (CRA). La misma será el resultado que contemple la mayor combinación posible.

Aplicación del Proceso.

A continuación se presentan una serie de tablas y consideraciones generales para aplicar la metodología. Es evidente que cada usuario podrá utilizar la herramienta de la forma que le convenga en función del análisis puntual que esté desarrollando o simplemente de los formatos que establezcan de antemano.

Como podrá observarse, se agrupan por elementos que influyen en la determinación del número o la letra de la clave de referencia.

Tabla 5: Elementos asociados al número de Clave de Referencia.

Inf.	Especificación de OACI [1]		RSO	ISOp	ICD	IG.	Dato	N°CRe	N°CRi
	Ref.	Elemento							
AD.	2.3	Elevación del AD y de la pista (a)	Max	1					
	2.4	Temperatura de referencia del AD (a)	Max	1					
Pista i	3.1.6	Longitud verdadera de las pistas (a)	Max	1					
	3.1.9	Anchura de las pistas	Max	0,75					
	3.1.10/11	Distancia mínima entre pistas paralelas	Max	0,75					
	3.1.12/13/14/15/17	Pendientes longitudinales de las pistas	Max	0,75					
	3.4.2	Longitud de las franjas de pista	Max	1					
	3.4.3/4/5	Anchura de las franjas de pista (b)	Max	1 ó 0,75					
	3.4.7	Objetos en las franjas de pista	Max	1					
	3.4.8/9	Nivelación de las franjas de pista (c)	Max	0,75					
	3.4.12	Pendientes longitudinales de las franjas de pista	Max	0,75					
	3.4.14	Pendientes transversales de las franjas de pista	Max	0,75					
3.4.16/17	Resistencia de las franjas de pista (c)	Max	0,75						

Carasay, Pitrelli, Di Bernardi Marino, Pesarini– Metodología para determinar la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño

Especificación de OACI [1]		RSO	ISOp	ICD	IG.	Dato	N°CRe	N°CRi
Inf.	Ref. Elemento							
	3.5.1/3	Áreas de seguridad de extremo de pista	Max	1 ó 0,75				
	3.7.2	Pendientes de las zonas de parada	Med	0,5				
	Cap. 4 completo	Restricción y eliminación de obstáculos – Superficies limitadoras de obstáculos (d)	Max	1	0	0		
	5.2.3.4	Señal de eje de pista (e)	Min	0,5				
	5.2.4.1/2	Señal de umbral (e)	Min	0,5 ó 0,25				
	5.2.5.2/3	Señal de punto de visada (e)	Min	0,5 ó 0,25				
	5.2.6.1/2	Señal de toma de contacto (e)	Min	0,5 ó 0,25				
	3.9.4	Anchura de las calles de rodaje	Max	0,75				
	3.9.7	Distancias mínimas de separación entre el eje de una calle de rodaje y el eje de una pista	Max	0,75				
	3.9.15	Calles de salida rápida	Max	0,75				
	3.11.2	Anchura de las franjas de las calles de rodaje	Max	0,75				
	3.11.4	Nivelación de las franjas de las calles de rodaje	Max	0,75				
Calles de Rodaje j	3.11.5	Pendientes de las franjas de las calles de rodaje	Med	0,5				
	3.12.1 /6/7	Apartaderos de espera	Max	0,75				
	3.12.2 /3/6/7	Puntos de espera de la pista	Max	1				
	3.12.4 /6/7	Puntos de espera intermedios	Max	0,75				
	5.2.8.1/2	Señal de eje de calle de rodaje (e)	Min	0,5 ó 0,25				
	5.5.5	Balizas de borde de calle de rodaje	Min	0,25				
	5.5.6	Balizas de eje de calle de rodaje.	Min	0,25				
	3.12.5/6 /7	Punto de espera en la vía de vehículos	Max	1				
Plat. k	3.13.6	Márgenes de separación de los puestos de estacionamiento de aeronaves	Max	0,75				
Varios	5.2.9.3	Señal de plataforma de viraje en la pista (e)	Min	0,25				

Carasay, Pitrelli, Di Bernardi Marino, Pesarini– Metodología para determinar la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño

Inf.	Especificación de OACI [1]		RSO	ISO _p	ICD	IG.	Dato	N°CR _e	N°CR _i
	Ref.	Elemento							
	5.3.1.3	Luces que pueden causar confusión	Max	0,75					
	5.3.5.42	Superficie de protección contra obstáculos (d)	Max	1	0	0			
	5.4.1.3/7 /8	Letreros (e)	Min	0,5					
	5.4.3.14/15 /16/17/20	Emplazamiento de letreros de información (e)	Min	0,5					
	6.1.8	Objetos que hay que señalar o iluminar	Max	1					
	9.9.1 /2/5/6	Emplazamiento de equipo e instalaciones en las zonas de operaciones	Max	1					

Tabla 6: Elementos asociados a la letra de Clave de Referencia.

Inf.	Especificación de OACI [1]		RSO	ISO _p	ICD	IG.	Dato	LeCR _e	LCR _i
	Ref.	Elemento							
	3.1.9	Anchura de las pistas	Max	0,75					
	3.1.18	Pendientes transversales de las pistas	Max	0,75					
Pista i	3.2.1/2/3	Márgenes de las pistas	Max	0,75					
	3.3.1/2/6	Plataforma de viraje en la pista	Max	1 ó 0,75					
	3.9.3	Distancia libre	Max	0,75					
	3.9.4	Anchura de las calles de rodaje	Max	0,75					
	3.9.5	Curvas de las calles de rodaje	Max	0,75					
Calle de Rodaje j	3.9.6	Uniones e intersecciones	Max	0,75					
		Distancias mínimas de separación entre el eje de una calle de rodaje y el eje de una pista	Max	0,75					
		Distancias mínimas de separación entre el eje de una calle de rodaje y el eje de otra calle de rodaje	Max	0,75					
	3.9.7	Distancias mínimas de separación entre el eje de una calle de rodaje que no sea acceso al puesto de estacionamiento y un objeto.	Max	0,75					
		Distancias mínimas de separación entre el eje de la calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y un objeto.	Max	0,75					

Carasay, Pitrelli, Di Bernardi Marino, Pesarini– Metodología para determinar la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño

Inf.	Especificación de OACI [1]		RSO (4)	ISO _p (5)	ICD (6)	IG. (7)	Dato (8)	LeCRe	LCRi
	Ref.	Elemento							
	3.9.8 /9/10	Pendientes longitudinales de las calles de rodaje	Med	0,5					
	3.9.11	Pendientes transversales de las calles de rodaje	Med	0,5					
	3.10.1	Márgenes de las calles de rodaje	Max	0,75					
	3.11.2	Anchura de las franjas de las calles de rodaje	Max	0,75					
Plataforma K	3.13.6	Márgenes de separación de los puestos de estacionamiento de aeronaves	Max	0,75					

- Si bien son elementos que no están directamente relacionados con el Número o la Letra de la CR, tienen relación directa con la LCR de conformidad a la expresión matemática (A).
- Depende del tipo de aproximación
- Depende del tipo de operaciones (VFR ó IFR)
- Son parámetros no medibles
- Son parámetros cuya modificación tiene un costo relativamente bajo frente al resto de los elementos.

Aquellos parámetros que de conformidad al ICD se consideran que no aplican por no estar contemplados en la configuración geométrica del aeródromo, cuya consecuencia es que el IG sea igual a cero, deben eliminarse de las tablas. A pesar de ello, no deben perderse de vista aquellos elementos que no aplican por no ser medibles, los cuales deben ser analizados posteriormente a la determinación de la CR.

Los subíndices i, j y k, representan la cantidad de pistas, calles de rodaje y plataformas, respectivamente. En función de ello, deberán agregarse tantas filas como sea necesario de acuerdo a la configuración del aeródromo.

Cada una de las celdas en las que deben especificarse los “Datos”, se deben completar con el valor geométrico (dimensión) que posee elemento que se esté analizando. A su vez, en la misma celda se puede especificar entre paréntesis la fuente de información. Por ejemplo: (1) AIP, (2) MADHEL, (3) Plano suministrado por el solicitante, (4) Trabajo de campo, (5) Internet, entre otros.

Cada una de las celdas en las que deben especificarse los N°CReó la LeCRe, se refieren a los resultados del punto 7 de la presente metodología. Es decir, se asignará el componente (número o letra) de la CR que surge de comparar el dato correspondiente a cada elemento con las especificaciones de la normativa OACI.

Como puede apreciarse al final de las tablas 5 y 6, se determina por superposición el elemento de la clave de referencia asociado a cada una de las infraestructuras (N°CRI ó LeCRI).

Cabe mencionar que para algunos elementos a analizar, la determinación del número de la CR implica restricciones en la letra de la CR, y viceversa. Este aspecto puntual debe ser considerado por el usuario de la metodología. Puntualmente, la anchura de las pistas y la distancia mínima de separación entre el eje de una pista y el eje de una calle de rodaje.

Carasay, Pitrelli, Di Bernardi Marino, Pesarini– Metodología para determinar la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño

De conformidad con los resultados presentados en las tablas anteriores, se concluye sobre la **clave de referencia del aeródromo (CRA)**.

Tercera Parte

Como puede observarse en la figura 2, la determinación de la CRA de alguna manera está relacionada con el potencial operativo del aeródromo o aeropuerto. Si bien es importante tener presente que existen varios condicionantes colaterales o indirectos que tienen influencia en la operación como: el servicio de extinción de incendios, el servicio sanitario, el equipo disponible de handling, la capacidad de los componentes de la parte pública (áreas terminales y servicios prestados, estacionamientos, accesos, ...), entre otros; la CRA define “a priori” el potencial operativo del aeropuerto.

Al determinar la CRA, de alguna manera se está detectando un parámetro que sirve, entre otras cosas, como indicador de las aeronaves que podrían utilizar el aeródromo sin restricciones. Por ejemplo: si la CRA es 4D, todas las aeronaves que en función las características técnicas (dimensiones y performance), tengan una CR asociada igual o menor (4D, 4C, 3C, 3B, 3A, 2C, 2B, 2A, 1C, 1B o 1A), podrán utilizar las instalaciones sin ningún tipo de problemas.

Vale mencionar que en algunas situaciones particulares, el elemento condicionante para determinar si es viable la operación de determinada aeronave es la longitud de la pista, el cual tiene influencia directa sobre el N°CR. En ese caso, deberá realizarse un estudio particular al respecto.

Por otro lado, en la secuencia metodológica representada en la figura 2, se observan aplicaciones colaterales como son los análisis particulares de cada infraestructura y la detección de elementos a mejorar a los efectos de aumentar el potencial operativo. Ambas situaciones de alguna manera están relacionadas con los elementos que condicionan la determinación de la CR. Es aquí donde radica la importancia la asignación de valores a través de los índices definidos (ISOp, ICD e IG), a los efectos de no perder de vista el peso relativo de cada elemento involucrado en el proceso.

A partir de allí, teniendo en cuenta los sucesivos resultados del proceso, se pueden desprender líneas de acción concretas para: mejorar la calidad de la información disponible, detectar los elementos a mejorar a los efectos de aumentar el potencial operativo, y detectar el elemento a modificar a los efectos de obtener la CR óptima asociada a cada infraestructura. En relación a ésta última utilidad, esa especie de ranking establecido en función del IG, permite definir un orden de relevancia a la hora de tener que actuar ante determinados elementos cuya modificación influyen sobre otros. En otras palabras y dependiendo del tipo de análisis que se esté desarrollando, los elementos que tengan un IG alto, deben ser considerados como elementos inmodificables frente a un elemento cuyo IG sea inferior.

CONCLUSIONES.

Se presenta una metodología simple para determinar la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño geométrico.

La determinación de éste parámetro es muchas veces necesario para quienes trabajan en temas aeroportuarios, tanto en planificación, proyecto o explotación. Al no tener una sistematización para obtenerla se incurre en errores, importantes o no tanto, según sea el caso, lo cual la mayoría de las veces tienen lecturas incorrectas y como consecuencia actuaciones no acordes a las necesidades, sobre todo teniendo en cuenta que algunas actuaciones pueden ser la “NO ACTUACION”.

Por tratarse de una herramienta nueva, la cual se fundamenta sobre las especificaciones de la normativa OACI, incorporando aspectos relacionados a seguridad operacional y a la calidad de la

Carasay, Pitrelli, Di Bernardi Marino, Pesarini– Metodología para determinar la clave de referencia de un aeródromo existente según su diseño

información; es necesario la validación de la misma mediante la aplicación a aeródromos existentes, a los efectos de revisar, corregir, modificar y/o ampliar la metodología.

BIBLIOGRAFÍA.

- [1] OACI - Anexo 14 – Volumen 1 – Aeródromos
- [2] OACI - Manual de Proyecto de Aeródromos – Parte 1