

# **RAB 137**

## **Reglamento sobre Diseño de Aeródromos**

### **ADJUNTOS DEL RAB 137**

Segunda edición, Enmienda 5, R.A. N° 032 de 19/02/2021

**Aplicabilidad:**

Esta enmienda reemplaza, desde el 22 de febrero de 2021, todas las enmiendas anteriores del RAB 137.



## ÍNDICE

### REGLAMENTO SOBRE DISEÑO DE AERÓDROMOS - ADJUNTO

	Página
<b>ADJUNTO A.....</b>	<b>137-A-1</b>
1. Número, emplazamiento y orientación de las pistas.- .....	137-A-1
2. Zonas libres de obstáculos y zonas de parada .....	137-A-2
3. Cálculo de las distancias declaradas.....	137-A-4
4. Pendientes de las pistas .....	137-A-6
5. Lisura de la superficie de las pistas.....	137-A-7
6. Evaluación de las características de rozamiento de superficies pavimentadas cubiertas de nieve, nieve fundente o escarcha .....	137-A-9
7. Determinación de las características de rozamiento de la superficie para fines de construcción y mantenimiento .....	137-A-11
8. Características de drenaje del área de movimiento y las áreas adyacentes .....	137-A-13
9. Márgenes y Parte Nivelada de la Franja .....	137-A-15
10. Áreas de seguridad de extremo de pista .....	137-A-16
11. Emplazamiento del umbral .....	137-A-17
12. Sistemas de iluminación de aproximación .....	137-A-18
13. Prioridad de instalación de sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación.....	137-A-25
14. Iluminación de áreas fuera de servicio y de vehículos .....	137-A-26
15. Luces indicadoras de calle de rodaje de salida rápida.....	137-A-26
16. Control de intensidad de las luces de aproximación y de pista.....	137-A-27
17. Área de señales .....	137-A-27
18. Reservado.....	137-A-
19. Reservado .....	137-A-
20. Método ACN-PCN para notificar la resistencia de los pavimentos .....	137-A-28
21. Sistema autónomo de advertencia de incursión en la pista (ARIWS).....	137-A-29
22. Orientaciones de diseño de calles de rodaje para minimizar el potencial de incursiones en la pista.....	137-A-31
23. Datos cartográficos de aeródromo .....	137-A-33
<b>ADJUNTO B.....</b>	<b>137-B-1</b>
<b>ADJUNTO C.....</b>	<b>137-C-1</b>
1. Introducción.- .....	137-C-1
2. Señal de eje de calle de rodaje en plataforma .....	137-C-1
3. Señal de borde de plataforma .....	137-C-2
4. Línea de seguridad en plataforma.....	137-C-4
5. Línea de delimitación de equipos .....	137-C-5
6. Señal de área de espera de equipos.....	137-C-8
7. Señal de área de estacionamiento de equipos .....	137-C-10
8. Señal de área de prohibición de estacionamiento de equipos.....	137-C-11
9. Señal de entrada al puesto de estacionamiento .....	137-C-13
10. Identificación del puesto de estacionamiento en la señal de entrada .....	137-C-15
11. Barra de viraje.....	137-C-18
12. Barra de parada .....	137-C-20
14. Criterio de diseño del puesto de estacionamiento.....	137-C-23
15. Diferentes geometrías del puesto de estacionamiento .....	137-C-25
16. Letrero de designación de puesto de estacionamiento .....	137-C-38
17. Señal de barra de alineación .....	137-C-39
18. Señal de barra de morro e indicación del tipo de aeronave.....	137-C-40
20. Señal de punto de reunión.....	137-C-42
21. Señal de senda peatonal .....	137-C-43

22.	Señal de margen y eje de vía de servicio.....	137-C-44
23.	Señal de margen de vía de servicio al cruzar calles de rodaje en plataforma.....	137-C-46
24.	Señal de ceda el paso .....	137-C-47
25.	Señal de parada por paso de aviones.....	137-C-48
26.	Señal de peligro de chorro de aviones .....	137-C-50
27.	Señal de velocidad máxima restringida .....	137-C-51
28.	Señal de paso de peatones .....	137-C-52
29.	Señal de parada de bus y designación de islas de protección .....	137-C-53
30.	Señal de dirección en vías de servicio .....	137-C-54
31.	Dimensión de la señal de dirección.....	137-C-55
32.	Colores de señalización en superficie .....	137-C-59
33.	Aprobación e implementación de la señalización en plataforma .....	137-C-59



**ADJUNTO A****TEXTO DE ORIENTACIÓN QUE SUPLEMENTA LAS DISPOSICIONES DEL REGLAMENTO  
SOBRE AERÓDROMOS****1. Número, emplazamiento y orientación de las pistas.-**

En la determinación del emplazamiento y orientación de las pistas deben tenerse en cuenta muchos factores. Sin tratar de hacer una enumeración completa, ni de entrar en detalles, parece útil indicar los que más a menudo requieren estudio. Estos factores pueden dividirse en cuatro categorías:

1.1. Tipo de operación. Convendrá examinar especialmente si el aeródromo se va a utilizar en todas las condiciones meteorológicas o solamente en condiciones meteorológicas de vuelo visual, y si se ha previsto su empleo durante el día y la noche, o solamente durante el día.

1.2. Condiciones climatológicas. Debería hacerse un estudio de la distribución de los vientos para determinar el coeficiente de utilización. A este respecto deberían tenerse en cuenta los siguientes comentarios:

a) Generalmente se dispone de estadísticas sobre el viento para el cálculo del coeficiente de utilización para diferentes gamas de velocidad y dirección, y la precisión de los resultados obtenidos depende en gran parte de la distribución supuesta de las observaciones dentro de dichas gamas. Cuando se carece de información precisa respecto a la distribución verdadera, se admite de ordinario una distribución uniforme puesto que, en relación a las orientaciones de pista más favorables, esta hipótesis da generalmente como resultado un valor ligeramente menor del coeficiente de utilización.

b) Los valores máximos de la componente transversal media del viento que figuran en RAB 137.201 (c), se refieren a circunstancias normales. Existen algunos factores que pueden requerir que en un aeródromo determinado se tenga en cuenta una reducción de esos valores máximos. Especialmente:

- 1) las grandes diferencias de características de manejo y los valores máximos admisibles de la componente transversal del viento para los distintos tipos de aviones (incluso los tipos futuros), dentro de cada uno de los tres grupos designados en RAB 137.201 (c);
- 2) la preponderancia y naturaleza de las ráfagas;
- 3) la preponderancia y naturaleza de la turbulencia;
- 4) la disponibilidad de una pista secundaria;
- 5) la anchura de las pistas;
- 6) las condiciones de la superficie de las pistas; el agua, la nieve y el hielo en la pista reducen materialmente el valor admisible de la componente transversal del viento; y
- 7) la fuerza del viento correspondiente al valor límite que se haya elegido para la componente transversal del viento.

Debe también procederse al estudio de los casos de mala visibilidad y altura de base de nubes bajas, y tener en cuenta su frecuencia así como la dirección y la velocidad de los vientos en estos casos.

1.3. Topografía del emplazamiento del aeródromo, sus aproximaciones y alrededores, especialmente en relación con:

- a) el cumplimiento de las disposiciones relativas a las superficies limitadoras de obstáculos;
- b) la utilización de los terrenos en la actualidad y en el futuro. Su orientación y trazado deberían elegirse de forma que, en la medida de lo posible, se protejan contra las molestias causadas por el ruido de las aeronaves las zonas especialmente sensibles, tales como las residenciales, escuelas y hospitales;

- c) longitudes de pista en la actualidad y en el futuro;
  - d) costes de construcción;
  - e) posibilidad de instalar ayudas adecuadas, visuales y no visuales, para la aproximación.
  - f) Tránsito aéreo en la vecindad del aeródromo, especialmente en relación con:
  - g) la proximidad de otros aeródromos o rutas ATS;
  - h) la densidad del tránsito; y
  - i) los procedimientos de control de tránsito aéreo y de aproximación frustrada.
- 1.4. Número de pistas en cada dirección. El número de pistas que haya de proveerse en cada dirección dependerá del número de movimientos de aeronaves que haya que atender.



## 2. Zonas libres de obstáculos y zonas de parada

- 2.1. La decisión de proporcionar una zona de parada, o una zona libre de obstáculos, como otra solución al problema de prolongar la longitud de pista, dependerá de las características físicas de la zona situada más allá del extremo de la pista y de los requisitos de performance de los aviones que utilicen la pista. La longitud de la pista, de la zona de parada y de la zona libre de obstáculos, se determinan en función de la performance de despegue de los aviones, pero debería comprobarse también la distancia de aterrizaje requerida por los aviones que utilicen la pista, a fin de asegurarse de que la pista tenga la longitud adecuada para el aterrizaje. No obstante, la longitud de una zona libre de obstáculos no puede exceder de la mitad de la longitud del recorrido de despegue disponible.
- 2.2. Las limitaciones de utilización de la performance del avión requieren que se disponga de una longitud lo suficientemente grande como para asegurar que, después de iniciar el despegue, pueda detenerse con seguridad el avión o concluir el despegue sin peligro. Para fines de cálculo, se supone que la longitud de la pista, de la zona de parada o de la zona libre de obstáculos que se disponen en el aeródromo son apenas suficientes para el avión que requiera las mayores distancias de despegue y de aceleración-parada, teniendo en cuenta su masa de despegue, las características de la pista y las condiciones atmosféricas reinantes. En esas circunstancias, para cada despegue hay una velocidad llamada velocidad de decisión; por debajo de esta velocidad debe interrumpirse el despegue si falla un motor, mientras que por encima de esa velocidad debe continuarse el despegue. Se necesitaría un recorrido y una distancia de despegue muy grandes para concluir el despegue, cuando falla un motor antes de alcanzar la velocidad de decisión, debido a la velocidad insuficiente y a la reducción de potencia disponible. No habría ninguna dificultad para detener la aeronave en la distancia de aceleración-parada disponible restante, siempre que se tomen inmediatamente las medidas necesarias. En estas condiciones, la decisión correcta sería interrumpir el despegue.
- 2.3. Por otro lado, si un motor fallara después de haberse alcanzado la velocidad de decisión, el avión tendría la velocidad y potencia suficientes para concluir el despegue con seguridad en la distancia de despegue disponible restante. No obstante, debido a la gran velocidad, sería difícil detener el avión en la distancia de aceleración-parada disponible restante.
- 2.4. La velocidad de decisión no es una velocidad fija para un avión, pero el piloto puede elegirla, dentro de los límites compatibles con los valores utilizables de la distancia disponible de aceleración-parada, la masa de despegue del avión, las características de la pista y las condiciones atmosféricas reinantes en el aeródromo. Normalmente, se elige una velocidad de decisión más alta cuando la distancia disponible de aceleración-parada es más grande.
- 2.5. Pueden obtenerse diversas combinaciones de la distancia de aceleración-parada requerida y de distancia de despegue requerida que se acomoden a un determinado avión, teniendo en cuenta la masa de despegue del avión, las características de la pista y las condiciones atmosféricas reinantes. Cada combinación requiere su correspondiente longitud de recorrido de despegue.

- 2.6. El caso más corriente es aquél en que la velocidad de decisión es tal que la distancia de despegue requerida es igual a la distancia de aceleración-parada requerida; este valor se conoce como longitud de campo compensado. Cuando no se dispone de zona de parada ni de zona libre de obstáculos, esas distancias son ambas iguales a la longitud de la pista. Sin embargo, si por el momento se prescinde de la distancia de aterrizaje, la pista no debe constituir esencialmente la totalidad de la longitud de campo compensado, ya que el recorrido de despegue requerido es, por supuesto, menor que la longitud de campo compensado. Por lo tanto, la longitud de campo compensado puede proveerse mediante una pista suplementada por una zona libre de obstáculos y una zona de parada de igual longitud, en lugar de estar constituida en su totalidad por la pista. Si la pista se utiliza para el despegue en ambos sentidos, ha de proveerse en cada extremo de la pista una longitud igual de zona libre de obstáculos y de zona de parada. Por lo tanto, el ahorro de longitud de pista se hace a expensas de una longitud total mayor.
- 2.7. En los casos en que por consideraciones de orden económico no pueda disponerse una zona de parada y, como resultado sólo se disponga de una pista y una zona libre de obstáculos, la longitud de la pista (prescindiendo de los requisitos de aterrizaje) debería ser igual a la distancia de aceleración-parada requerida o al recorrido de despegue requerido, eligiéndose de los dos el que resulte mayor. La distancia de despegue disponible será la longitud de la pista más la longitud de la zona libre de obstáculos.
- 2.8. La longitud mínima de pista y la longitud máxima de zona de parada o de zona libre de obstáculos que han de proveerse, pueden determinarse como sigue, a base de los valores contenidos en el manual de vuelo del avión que se considere más crítico desde el punto de vista de los requisitos de longitud de pista:
- a) si la zona de parada es económicamente posible, las longitudes que han de proveerse son las correspondientes a la longitud de campo compensado. La longitud de pista es igual a la del recorrido de despegue requerido, o a la distancia de aterrizaje requerida, si es mayor. Si la distancia de aceleración-parada requerida es mayor que la longitud de pista determinada de este modo, el exceso puede disponerse como zona de parada, situada generalmente en cada extremo de la pista. Además, debe proveerse también una zona libre de obstáculos de la misma longitud que la zona de parada;
  - b) si no ha de proveerse zona de parada, la longitud de pista es igual a la distancia de aterrizaje requerida, o, si es mayor, a la distancia de aceleración-parada requerida que corresponda al valor más bajo posible de la velocidad de decisión. El exceso de la distancia de despegue requerida respecto a la longitud de pista puede proveerse como zona libre de obstáculos, situada generalmente en cada extremo de la pista.
- 2.9. Además de la consideración anterior, el concepto de zonas libres de obstáculos puede aplicarse en ciertas circunstancias a una situación en que la distancia de despegue requerida con todos los motores en funcionamiento exceda de la requerida para el caso de falla de motor.
- 2.10. Puede perderse por completo la economía de las zonas de parada, si cada vez que se utilizan tengan que nivelarse y compactarse de nuevo. Por consiguiente, deberían construirse de manera que puedan resistir un número mínimo de cargas del avión para el cual están destinadas, sin ocasionar daños estructurales al mismo.



### 3. Cálculo de las distancias declaradas

- 3.1. Las distancias declaradas que han de calcularse para cada dirección de la pista son: el recorrido de despegue disponible (TORA), la distancia de despegue disponible (TODA), la distancia de aceleración-parada disponible (ASDA) y la distancia de aterrizaje disponible (LDA).
- 3.2. Si la pista no está provista de una zona de parada ni de una zona libre de obstáculos y además el umbral está situado en el extremo de la pista, de ordinario las cuatro distancias declaradas tendrán una longitud igual a la de la pista, según se indica en la Figura A-1 (A).
- 3.3. Si la pista está provista de una zona libre de obstáculos (CWY), entonces en la TODA se incluirá la longitud de la zona libre de obstáculos, según se indica en la Figura A-1 (B).
- 3.4. Si la pista está provista de una zona de parada (SWY), entonces en la ASDA se incluirá la longitud de la zona de parada, según se indica en la Figura A-1 (C).
- 3.5. Si la pista tiene el umbral desplazado, entonces en el cálculo de la LDA se restará de la longitud de la pista la distancia a que se haya desplazado el umbral, según se indica en la Figura A-1 (D). El umbral desplazado influye en el cálculo de la LDA solamente cuando la aproximación tiene lugar hacia el umbral; no influye en ninguna de las distancias declaradas si las operaciones tienen lugar en la dirección opuesta.
- 3.6. Los casos de pistas provistas de zona libre de obstáculos, de zona de parada, o que tienen el umbral desplazado, se esbozan en las Figuras A-1 (B) a A-1 (D). Si concurren más de una de estas características habrá más de una modificación de las distancias declaradas, pero se seguirá el mismo principio esbozado. En la Figura A-1 (E) se presenta un ejemplo en el que concurren todas estas características.
- 3.7. Se sugiere el formato de la Figura A-1 (F) para presentar la información concerniente a las distancias declaradas. Si determinada dirección de la pista no puede utilizarse para despegar o aterrizar, o para ninguna de estas operaciones por estar prohibido operacionalmente, ello debería indicarse mediante las palabras “no utilizable” o con la abreviatura “NU”.



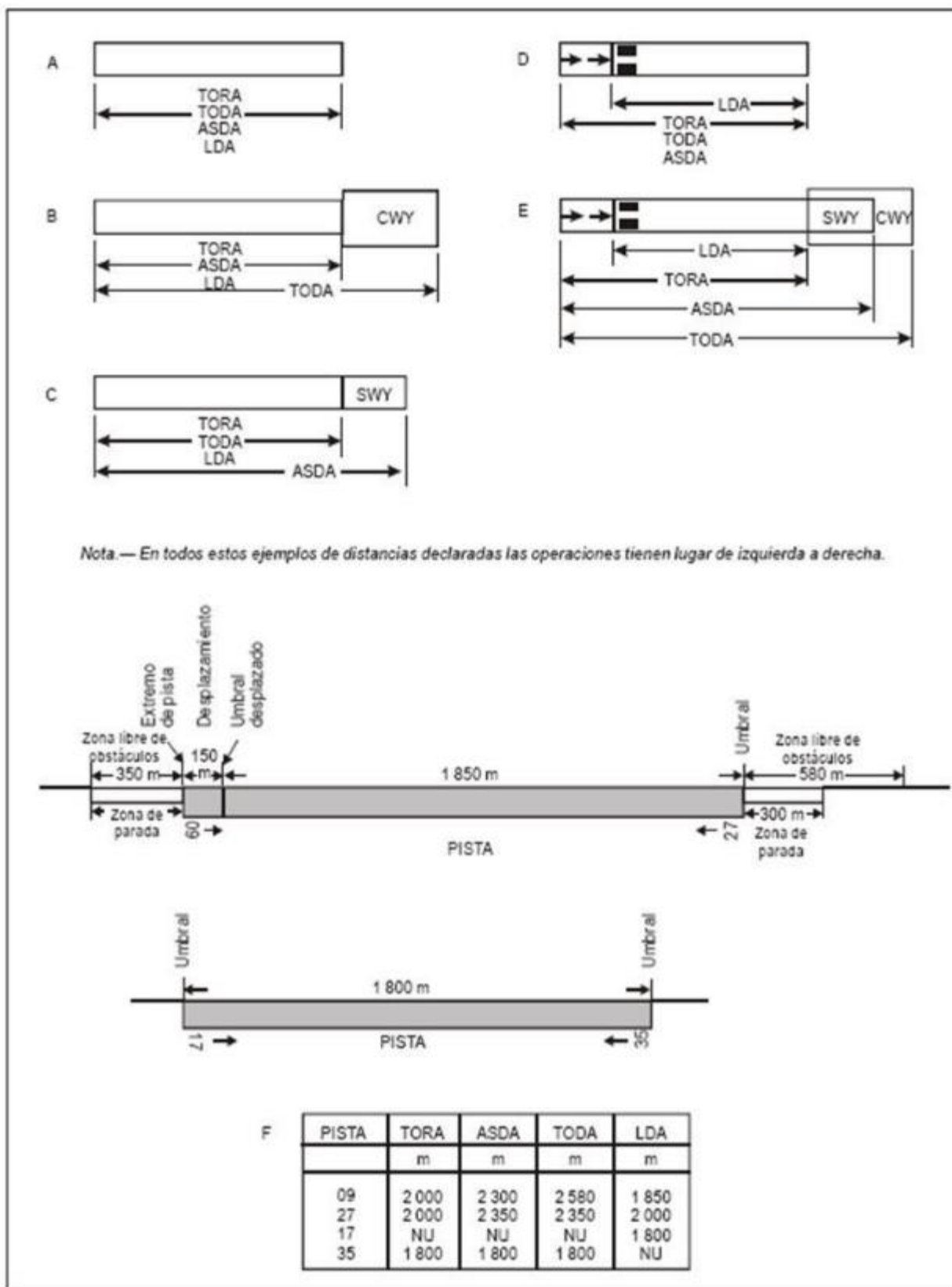


Figura A-1. Distancias Declaradas

#### 4. Pendientes de las pistas

##### 4.1. Distancia entre cambios de pendiente

El siguiente ejemplo ilustra cómo debe determinarse la distancia entre cambios de pendiente (véase la Figura A-2):

La distancia D para una pista de número de clave 3 debería ser por lo menos igual a:

$$15\,000 (|x - y| + |y - z|) \text{ m}$$

Siendo  $|x - y|$  el valor numérico absoluto de  $x - y$  e  $|y - z|$  el valor numérico absoluto de  $y - z$

Suponiendo

x	= + 0,01
y	= - 0,005
z	= + 0,005

Resultará

$ x - y $	= 0,015
$ y - z $	= 0,01

Para cumplir con la especificación, D no debería ser inferior a:

$$15\,000 (0,015 + 0,01) \text{ m es decir,}$$

$$15\,000 \times 0,025 = 375 \text{ m}$$

##### 4.2. Consideración de las pendientes longitudinales y transversales.

Cuando se proyecte una pista que combine los valores extremos para las pendientes y cambios de pendiente permitidos según la RAB 137.201, párrafos (m) a (s), debería hacerse un estudio para asegurar que el perfil de la superficie resultante no dificulte las operaciones de los aviones.

##### 4.3. Área de funcionamiento del radio altímetro

Con el fin de que puedan servirse del aeropuerto los aviones que efectúan aproximaciones y aterrizajes con el piloto automático acoplado (independientemente de las condiciones meteorológicas), es conveniente que los cambios de pendiente del terreno se eviten o reduzcan a un mínimo en un área rectangular de por lo menos 300 m de longitud antes del umbral de una pista para aproximaciones de precisión. El área debería ser simétrica con respecto a la prolongación del eje de la pista, y de 120 m de anchura. Si hay circunstancias especiales que lo justifiquen, la anchura podrá reducirse a un mínimo de 60 m siempre que estudios aeronáuticos indiquen que dicha reducción no afecta a la seguridad de las operaciones de aeronaves. Esto es conveniente porque estos aviones están equipados con un radio- altímetro para la guía final de altura y enderezamiento, y cuando el avión está sobre el terreno inmediatamente anterior al umbral el radio altímetro empieza a proporcionar al piloto automático información para el enderezamiento. Cuando no puedan evitarse cambios de pendiente, el régimen de cambio entre dos pendientes consecutivas no debería exceder del 2% en 30 m.

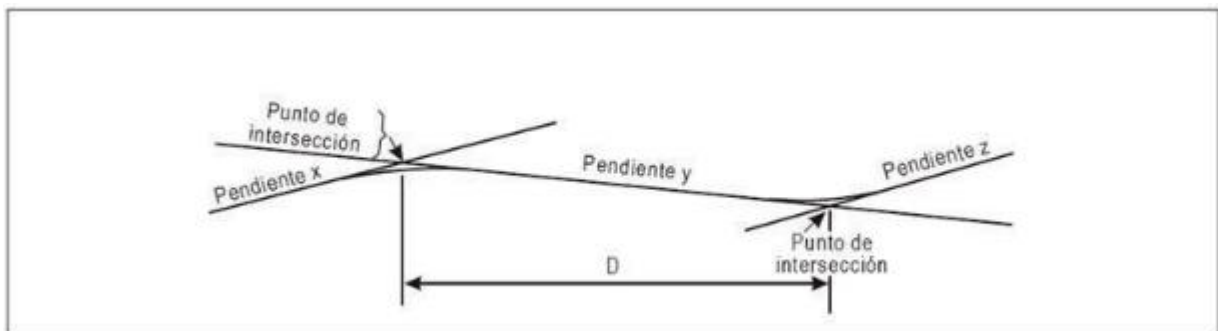


Figura A-2. Perfil del eje de pista

## 5. Lisura de la superficie de las pistas

- 5.1. Al adoptar tolerancias para las irregularidades de la superficie de la pista, la siguiente norma de construcción es aplicable a distancias cortas del orden de 3 m y se ajusta a los buenos métodos de ingeniería:

El acabado de la superficie de la capa de rodadura debe ser de tal regularidad 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 3 mm entre el borde de la regla y la superficie del pavimento.

- 5.2. Debería tenerse también cuidado al instalar luces empotradas de pista o rejillas de drenaje en la superficie de la pista, a fin de mantener la lisura satisfactoria.
- 5.3. Los movimientos de las aeronaves y las diferencias de asentamiento de los cimientos con el tiempo tienden a aumentar las irregularidades de la superficie. Las pequeñas desviaciones respecto a las tolerancias anteriormente mencionadas no deben afectar mayormente a los movimientos de las aeronaves. En general, y según se ilustra en la figura A-3 son aceptables las irregularidades del orden de 2,5 cm a 3 cm en una distancia de 45 m. Aunque la desviación máxima aceptable varía con el tipo y la velocidad de cada aeronave, los límites aceptables de irregularidades en la superficie pueden calcularse razonablemente. En la siguiente tabla se describen los límites Aceptables, tolerables y excesivos;

- si las irregularidades de la superficie exceden las alturas definidas por la curva del límite aceptable pero son menores que las alturas definidas por la curva del límite tolerable, a la longitud aceptable mínima especificada señalada aquí mediante la región tolerable, entonces deberían preverse medidas de mantenimiento. La pista puede seguir en servicio. Esta región representa el inicio de posible incomodidad para pasajeros y pilotos;
- si las irregularidades de la superficie exceden las alturas definidas por la curva del límite tolerable, pero son menores que las alturas definidas por la curva del límite excesivo, a la longitud aceptable mínima especificada señalada aquí mediante la región excesiva, entonces es obligatorio adoptar medidas correctivas de mantenimiento para restablecer la condición a la región aceptable. La pista puede seguir en servicio, pero debe repararse en un plazo razonable. Esta región podría generar el riesgo de posible daño estructural de las aeronaves debido a un solo suceso o a rotura por fatiga con el tiempo; y
- si las irregularidades de la superficie exceden las alturas definidas por la curva del límite excesivo, a la longitud aceptable mínima especificada, señalada aquí mediante la región inaceptable, entonces se justifica el cierre de la porción de la pista donde se han detectado las irregularidades. Deben efectuarse las reparaciones necesarias para restablecer la condición hasta quedar en la región del límite aceptable y puede informarse a los explotadores de aeronaves al respecto. Esta región representa el riesgo extremo de rotura estructural y debe atenderse inmediatamente.

Irregularidad de la superficie	Longitud de la irregularidad, m								
	3	6	9	12	15	20	30	45	60
Altura (cm) aceptable de la irregularidad de la superficie	2,9	3,8	4,5	5	5,4	5,9	6,5	8,5	10
Altura (cm) tolerable de la irregularidad de la superficie	3,9	5,5	6,8	7,5	8,6	9,6	11	13,6	16
Altura (cm) excesiva de la irregularidad de la superficie	5,8	7,6	9,1	10	10,8	11,9	13,9	17	20

- 5.4. Obsérvese que “irregularidad de la superficie” se define aquí como desviaciones aisladas medias de la elevación de la superficie que no están en una pendiente uniforme en alguna sección dada de una pista. Para los fines que aquí interesan, por “sección de pista” se entiende un segmento de una pista en la que prevalece una pendiente general ascendente, descendente o suave y continua. La longitud de esta sección generalmente es de 30 a 60 m, o más, dependiendo del perfil longitudinal y de la condición del pavimento.

La protuberancia máxima tolerable de tipo escalonado, como la que podría existir entre lasas adyacentes, es simplemente la altura de la protuberancia que corresponde a una longitud cero de la protuberancia en el extremo superior de la región tolerable de los criterios sobre irregularidad de la Figura A-3. La altura de la protuberancia en este lugar es de 1,75 cm.

- 5.5. En la Figura A-3 se comparan los criterios sobre irregularidad de la superficie con los elaborados por la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos. En el Manual de diseño de aeródromos, Parte 3 — Pavimentos (Doc 9157) se proporciona orientación adicional acerca de rampas temporales para el trabajo de recrecimiento en pistas operacionales.
- 5.6. La deformación de la pista con el tiempo puede también aumentar la posibilidad de la formación de charcos. Los charcos cuya profundidad sólo sea de unos 3 mm — especialmente si están situados en lugares de la pista donde los aviones que aterrizan tienen gran velocidad — pueden inducir el hidroplaneo, fenómeno que puede mantenerse en una pista cubierta con una capa mucho más delgada de agua. Con el fin de mejorar los textos de orientación relativos a la longitud y profundidad significativas de los charcos en relación con el hidroplaneo, se están llevando a cabo más investigaciones. Por supuesto, resulta especialmente necesario evitar la formación de charcos cuando exista la posibilidad de que se congelen.



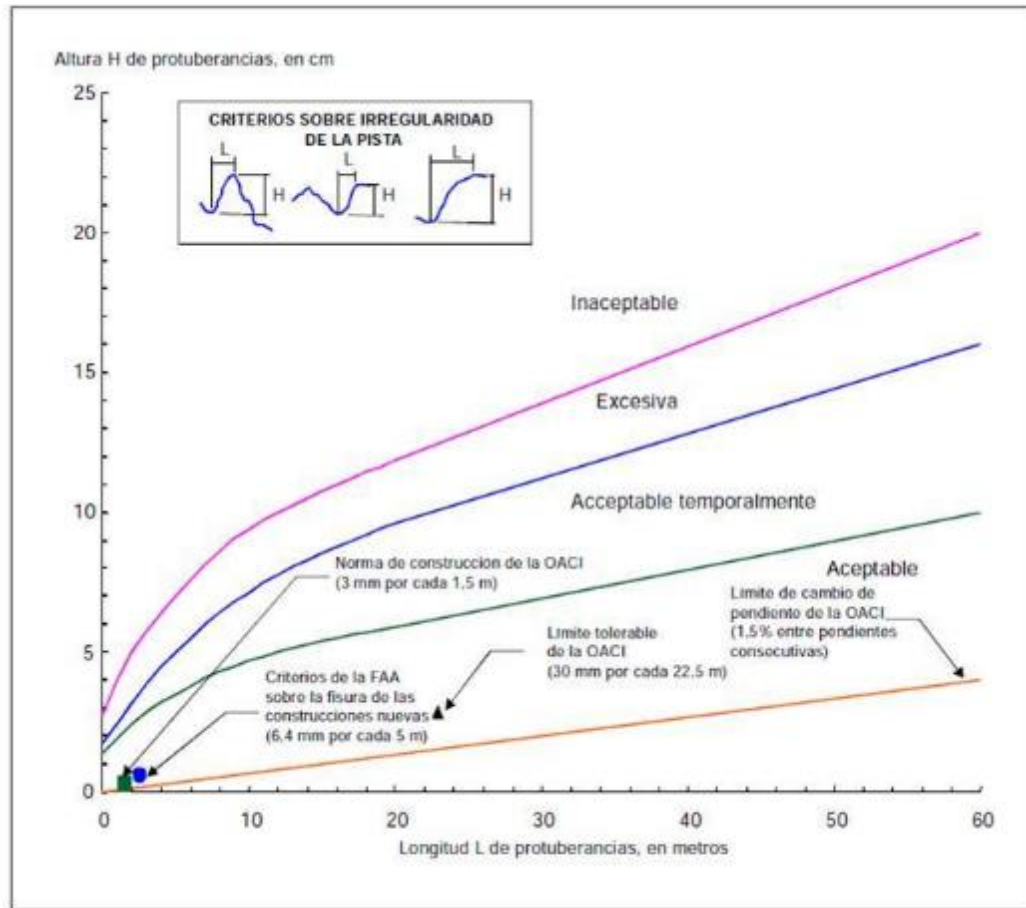


Figura A-3. Comparación de los criterios sobre irregularidades

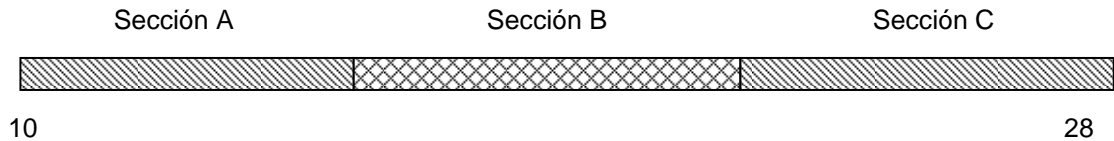
*Nota.- Obsérvese que estos criterios se refieren a una irregularidad aislada, no a efectos armónicos de onda larga ni de ondulaciones repetidas de la superficie.*

6. Evaluación de las características de rozamiento de superficies pavimentadas cubiertas de nieve, nieve fundente o escarcha. (Aplicable hasta el 3 de noviembre de 2021).
  - 6.1. En las operaciones se necesita información fiable y uniforme sobre el estado de la superficie de las pistas contaminadas. El tipo, distribución y, en el caso de los contaminantes sueltos, el espesor del contaminante se evalúan para cada tercio de la pista. Es conveniente tener una indicación de las características de rozamiento de las pistas para hacer una evaluación de las condiciones de las pistas. Esto puede obtenerse mediante dispositivos de medición del rozamiento; no obstante, no hay consenso internacional sobre la capacidad para correlacionar directamente los resultados obtenidos mediante dichos equipos con la performance de las aeronaves. Sin embargo, para contaminantes de nieve fundente, nieve mojada y hielo mojado, el arrastre de contaminantes en la rueda de medición del equipo, entre otros factores, puede ocasionar que las lecturas obtenidas en estas condiciones no sean fiables.
  - 6.2. Todo dispositivo de medición del rozamiento para Predecir la eficacia de frenado de las aeronaves de conformidad con un procedimiento local o nacional aceptado debería demostrar que correlaciona dicha eficacia de un modo aceptable para el Estado.
  - 6.3. El rozamiento en una pista puede evaluarse en términos descriptivos como “rozamiento estimado en la superficie”. El rozamiento estimado en la superficie se caracteriza como bueno, mediano, mediano a deficiente y deficiente, y se publica en los PANS-AIM (Doc. 10066), Apéndice 4, “Formato SNOWTAM”, así como en los PANS-ATM, Capítulo 12, 12.3, “Fraseología bilingüe ATC”.

- 6.4. La tabla y los términos descriptivos conexos que se dan a continuación se prepararon basándose solamente en los datos sobre el rozamiento recopilados en condiciones de nieve compactada y de hielo, y, por lo tanto, no deberían aceptarse como valores absolutos aplicables en todas las condiciones. Si la superficie está afectada por nieve o hielo y el rozamiento estimado en la superficie se notifica como “bueno”, los pilotos no deberían esperar encontrar condiciones tan buenas como las de una pista limpia y seca (en la que el coeficiente de rozamiento puede muy bien ser superior al necesario en cualquier caso). La indicación “buena” tiene, pues, un valor relativo, y con ella se intenta expresar que los aviones no deberían experimentar dificultades de mando de dirección, ni de frenado, especialmente durante el aterrizaje. Las cifras de la columna “Coeficiente  $\mu$  medido” se dan a título indicativo. Se puede elaborar una tabla específica para cada aeródromo, según el dispositivo de medición usado en el aeródromo y según la norma y los criterios de correlación establecidos o aceptados por el Estado. Los valores  $\mu$  corresponderán específicamente a cada dispositivo de medición del rozamiento así como a la superficie medida y la velocidad empleada.

Coeficiente $\mu$ medido	Rozamiento estimado en la superficie	Clave
0,40 o superior	Bueno	5
0,39 a 0,36	Mediano a bueno	4
0,35 a 0,30	Mediano	3
0,29 a 0,26	Mediano a deficiente	2
0,25 e inferior	Deficiente	1

- 6.5. Ha resultado difícil, durante años, tratar de relacionar la eficacia de frenado con las mediciones de rozamiento. La razón principal es que, hasta la fecha, la industria no ha tenido la capacidad de controlar la total incertidumbre respecto a las mediciones de estos dispositivos. Por consiguiente, los valores obtenidos por un dispositivo de medición del rozamiento sólo debería usarse como parte de una evaluación general del estado de pistas. Una diferencia importante entre los dispositivos de tipo decelerómetro y los de otro tipo es que cuando se usa el tipo decelerómetro el operador es parte integrante del proceso de medición. Además de efectuar la medición, el operador puede sentir el comportamiento del vehículo en que está instalado el decelerómetro y sentir así el proceso de deceleración, lo que da información adicional en el proceso de evaluación total.
- 6.6. Se ha visto que resulta necesario proporcionar información sobre la evaluación del estado de la pista, incluido el rozamiento estimado en la superficie para cada tercio de la pista. Estos tercios de la pista se denominan respectivamente A, B y C. Para los fines de notificar la información a las dependencias del servicio de información aeronáutica, la sección A se encuentra siempre del lado de la pista que tiene el número de designación más bajo. Al proporcionar a un piloto información para el aterrizaje, las secciones citadas se denominan, sin embargo, primera, segunda o tercera parte de la pista. Se entiende siempre por “primera parte” el primer tercio de la pista, tal como se ve en el sentido del aterrizaje. Las evaluaciones se realizan siguiendo dos líneas paralelas a la pista, es decir, a lo largo de una línea a cada lado del eje de la pista, separadas de éste por unos 3 m o por la distancia al eje de pista en que se realizan la mayoría de las operaciones. El objeto de la evaluación es determinar el tipo, el espesor y la cobertura de los contaminantes y su efecto sobre el rozamiento estimado en la superficie, dadas las condiciones meteorológicas prevalentes para las secciones A, B y C. En los casos en que se utilice un dispositivo de medición continua del rozamiento, los valores medios se obtienen a partir de los valores de rozamiento registrados para cada sección. En los casos en que se use un dispositivo de medición selectiva del rozamiento como parte de la evaluación total del rozamiento estimado en la superficie, en cada tercio de la pista deberían efectuarse un mínimo de tres ensayos cuando sea factible.



- 6.7. La información compilada y evaluada sobre el estado de la superficie del pavimento se difunde empleando formularios preparados por el Estado para los SNOWTAM y NOTAM.



7. Determinación de las características de rozamiento de la superficie para fines de construcción y mantenimiento. (*Aplicable hasta el 3 de noviembre de 2021*).

La orientación de esta sección trata de la medición funcional de los aspectos de rozamiento relacionados con la construcción y mantenimiento de pistas. Se excluye de esta sección la medición operacional, por oposición a la funcional, del rozamiento en las pistas contaminantes.

7.1. Las características de rozamiento de la superficie de una pista pavimentada deben:

- Evaluarse para verificar las características de rozamiento de las pistas nuevas o repavimentadas (Capítulo C 137.201 (w));
- evaluar periódicamente en qué medida las pistas pavimentadas son resbaladizas cuando están mojadas (Capítulo F 138.610 (b));

7.2. La condición del pavimento de una pista generalmente se evalúa cuando está seco, usando un dispositivo humectador automático de medición continua de rozamiento. Los ensayos de evaluación de las características de rozamiento de la superficie de las pistas. se hacen sobre superficies limpias. cuando se acaban de construir o después de reconstruir la superficie.

7.3. Periódicamente se hacen ensayos de las condiciones actuales de la superficie, con el fin de no quedar por debajo del nivel de rozamiento mínimo especificado por en la Tabla A-1 del presente Adjunto. Cuando se compruebe que el rozamiento en cualquier parte de una pista es inferior a ese valor, la información se publica en un NOTAM. especificando la parte de la pista que está por debajo del nivel mínimo de rozamiento y el lugar en que está. Deben adoptarse sin demora las medidas correctivas de mantenimiento. Las mediciones del rozamiento se efectúan a intervalos que garanticen la identificación de las pistas que requieren mantenimiento o un tratamiento especial de la superficie antes que su estado se agrave. Los intervalos de tiempo entre las mediciones dependen de factores tales como el tipo de aeronave y la frecuencia del uso, las condiciones climáticas, el tipo de pavimento y las necesidades de reparación y mantenimiento del pavimento.

7.4. Las mediciones del rozamiento en las pistas existentes, nuevas o repavimentadas se hacen con un dispositivo de medición continua del rozamiento, utilizando un neumático de rodadura no acanalado. El dispositivo debería tener humectador automático para que las mediciones de las características de rozamiento de la superficie puedan efectuarse cuando la capa del agua sea por lo menos de 1 mm de espesor.

7.5. Cuando se sospeche que las características de rozamiento de una pista pueden ser reducidas en razón de un drenaje deficiente, debido a lo escaso de las pendientes o a la existencia de depresiones, debería efectuarse otra medición, esta vez en circunstancias normales representativas de la lluvia en la localidad. Esta medición difiere de la anterior por el hecho de que, por lo general, la altura del agua en las zonas de drenaje deficiente es mayor en el caso de la lluvia local. Por lo tanto, es más factible, que en el caso de la medición anterior, que los resultados permitan determinar cuáles son las áreas problemáticas con valores de rozamiento bajos que podrían causar el hidroplaneo. Si las circunstancias no permiten efectuar mediciones en condiciones normales representativas de la lluvia, puede simularse esta situación.

- 7.6. Cuando se efectúan ensayos del rozamiento usando un dispositivo humectador automático de medición continua del rozamiento, es importante observar que, a diferencia de las condiciones que se presentan con nieve compactada o hielo, en las cuales se produce una variación muy limitada del coeficiente de rozamiento en función de la velocidad, en una pista mojada generalmente se produce una disminución del rozamiento a medida que aumenta la velocidad. Sin embargo, a medida que aumenta la velocidad disminuye el régimen de reducción del rozamiento. Entre los factores que afectan al coeficiente de rozamiento entre el neumático y la superficie de la pista, la textura tiene particular importancia. Si la pista tiene una gran macrotextura que permite que el agua escape por debajo del neumático, el rozamiento dependerá menos de la velocidad. En cambio, si la superficie es de pequeña macrotextura, el rozamiento disminuye más rápidamente al aumentar la velocidad.
- 7.7. En la columna (7) de la Tabla A-1 del presente Adjunto, se especifica el nivel mínimo de rozamiento que establece el Estado Plurinacional de Bolivia. En la columna (6), se indica el nivel por debajo del cual deben iniciarse medidas correctivas de mantenimiento.

Tabla A-1.

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 la 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
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





## 8. Características de drenaje del área de movimiento y las áreas adyacentes

### 8.1. Generalidades

8.1.1. El drenaje rápido del agua de la superficie es una consideración primordial para la seguridad operacional en el diseño, la construcción y el mantenimiento de las áreas de movimiento y las áreas adyacentes. El objetivo es minimizar la profundidad del agua en la superficie drenando el agua de la pista por el trayecto más corto posible y, particularmente, fuera del área de la trayectoria de las ruedas. Hay dos procesos de drenaje distintos:

- a) el drenaje natural del agua de la superficie que sale de la superficie del pavimento hasta que llegar al depósito final, tal como un río u otra masa de agua; y
- b) el drenaje dinámico del agua de la superficie atrapada debajo de un neumático en movimiento hasta que sale del área de contacto entre el neumático y el suelo.

8.1.2. Ambos procesos pueden controlarse mediante:

- a) diseño;
- b) construcción; y
- c) mantenimiento de los pavimentos a fin de impedir la acumulación de agua en la superficie del pavimento.

### 8.2. Diseño del pavimento

8.2.1. El drenaje superficial es un requisito básico y sirve para reducir al mínimo la profundidad del agua en la superficie. El objetivo es drenar el agua de la pista a través de la trayectoria más corta. Se proporciona un drenaje superficial adecuado principalmente mediante una superficie con pendiente apropiada (tanto en sentido longitudinal como en sentido transversal). La pendiente longitudinal y transversal combinada que resulta es la trayectoria para la escorrentía del agua de drenaje. Esta trayectoria puede hacerse más corta agregando estrías transversales.

8.2.2. El drenaje dinámico se logra mediante una textura incorporada en la superficie del pavimento. Los neumáticos al rodar hacen que aumente la presión del agua y sacan el agua exprimiéndola a través de los canales de escape que la textura ofrece. El drenaje dinámico del área de contacto de los neumáticos con el suelo se puede mejorar al añadirse estrías transversales, siempre y cuando éstas se sometan a un mantenimiento riguroso.

### 8.3. Construcción del pavimento

8.3.1. Por medio de la construcción, las características de drenaje de la superficie quedan incorporadas al pavimento. Las características de la superficie son:

- a) pendientes;
- b) textura
  - i) microtextura;
  - ii) macrotextura.

8.3.2. Las pendientes para las diversas partes del área de movimiento y áreas adyacentes están descritas en el Anexo 14, Volumen I, Capítulo 3, y las cifras están dadas en porcentajes. En el *Manual de diseño de aeródromos*, Parte 1, Pistas, Capítulo 5, se da más orientación.

8.3.3. En los textos, la textura se describe como microtextura o macrotextura. Esos términos se entienden de modo diferente en los diversos sectores de la industria de la aviación.

8.3.4. La microtextura es la textura de las piedras consideradas individualmente y es difícil de detectar a simple vista. La microtextura se considera un componente esencial de la resistencia al deslizamiento a bajas velocidades. Sobre una superficie mojada a altas velocidades, una película de agua puede impedir el contacto directo entre las asperezas de la superficie y el neumático debido al drenaje insuficiente del área de contacto entre el neumático y el suelo.

- 8.3.5. La microtextura es una cualidad incorporada en la superficie del pavimento. Cuando se especifica el material triturado que soportará la microtextura de pulido, se asegura por un período más largo el drenaje de las películas finas de agua. La resistencia al pulido se expresa en función de los valores de piedra pulida (PSV) que, en principio, constituyen un valor que se obtiene al medir el rozamiento según normas internacionales, las cuales definen los valores mínimos PSV que permitirán seleccionar un material con buena microtextura.
- 8.3.6. Un problema importante de la microtextura es que puede cambiar en poco tiempo sin que el cambio se detecte fácilmente. Un ejemplo típico de esto es la acumulación de depósitos de caucho en la zona de toma de contacto que ocultarán mucho la microtextura sin reducir necesariamente la macrotextura.
- 8.3.7. La macrotextura es la textura entre piedras individuales. Esta escala de textura puede juzgarse aproximadamente a simple vista. La macrotextura la crea fundamentalmente el tamaño del agregado que se usa o el tratamiento de la superficie del pavimento y es el factor principal que influye en la capacidad de drenaje a altas velocidades. Los materiales se seleccionarán de manera que posean una buena macrotextura.
- 8.3.8. El principal objetivo de estriar la superficie de una pista es aumentar el drenaje superficial. La textura de la superficie puede hacer más lento el drenaje natural, pero las estrías pueden acelerarlo al ofrecer una trayectoria de drenaje más corta y al aumentar la velocidad de drenaje.
- 8.3.9. A fin de medir la macrotextura se elaboraron métodos simples tales como los de “mancha de arena” y de “mancha de grasa”, descritos en el Manual de servicios de aeropuertos (Doc 9137), Parte 2. Estos métodos se usaron para las primeras investigaciones sobre las cuales se basan los requisitos de aeronavegabilidad actuales, relativos a una clasificación de categorías de macrotextura de A a E. Esta clasificación la elaboró la Engineering Sciences Data Unit (ESDU) usando técnicas para medir manchas arena o de grasa y la publicó en 1971.

Clasificación de las pistas basada en la información sobre textura de ESDU 71026:	
Clasificación	Profundidades de la textura (mm)
A	0,10 – 0,14
B	0,15 – 0,24
C	0,25 – 0,50
D	0,51 – 1,00
E	1,01 – 2,54

- 8.3.10. Usando esta macrotextura, el valor de umbral entre microtextura y macrotextura es 0,1 mm de profundidad media de la textura (MTD). Con relación a esta escala, la performance normal de una aeronave en pista mojada se basa en la textura, reconociendo cualidades de drenaje y de rozamiento medianas entre la clasificación B y C (0,25 mm). Un drenaje mejor, obtenido mediante una textura mejor, puede resultar en una mejor clasificación de la performance de la aeronave. Sin embargo, este reconocimiento debe ajustarse a la documentación de los fabricantes de aeronaves y ser aceptado por el Estado. Actualmente, se reconocen las pistas de capa de rozamiento estriada o porosa que siguen los criterios de diseño, construcción y mantenimiento aceptables para el Estado. Las normas de certificación armonizadas de algunos Estados se refieren a la textura, que reconocen cualidades de drenaje y de rozamiento medianas entre la clasificación D y E (1,00 mm).
- 8.3.11. Para el diseño, la construcción y el mantenimiento, los Estados usan varias normas internacionales. Actualmente, la norma ISO 13473-1 Caracterización de la textura de los pavimentos mediante el uso de perfiles de superficie – Parte 1: Determinación de la profundidad media del perfil vincula la técnica de medición volumétrica con técnicas de medición sin contacto que dan valores de textura comparables. Estas normas describen el valor de umbral entre microtextura y macrotextura como 0,5 mm. El método volumétrico tiene una escala de validez de 0,25 a 5 mm MTD. El método profilométrico tiene una escala de validez que va de 0 a 5 mm de

profundidad media del perfil (MPD). Los valores de MTD y MPD difieren debido al tamaño limitado de las esferas de vidrio que se usan en la técnica volumétrica y a que el MPD se deriva de un perfil de dos dimensiones en vez de una superficie tridimensional. Por lo tanto, debe establecerse una ecuación de transformación para que el equipo de medición empleado relacione MPD con MTD.

- 8.3.12. La escala ESDU agrupa superficies de pistas según la macrotextura de A a E, donde E representa la superficie con la mejor capacidad de drenaje dinámico. Así pues, la escala ESDU refleja las características del drenaje dinámico del pavimento. Estriar estas superficies aumenta la capacidad de drenaje dinámico. Por lo tanto, la capacidad de drenaje que resulta es una función de la textura (A a E) y de las estrías. La contribución de las estrías es una función del tamaño de las estrías y del espaciado entre ellas. Los aeródromos expuestos a grandes lluvias o lluvias torrenciales deben asegurarse de que el pavimento y las áreas adyacentes tengan capacidad de drenaje para soportar estas lluvias o poner límites al uso de los pavimentos durante esas situaciones extremas. Estos aeropuertos deberían tratar de tener el máximo número admisible de pendientes y de utilizar agregados que ofrezcan buenas características de drenaje. También, deberían considerar contar con pavimentos con estrías de la clase E, a fin de no menoscabar la seguridad operacional.

#### *8.4. Mantenimiento de las características del pavimento*

- 8.4.1. La macrotextura no cambia en un corto período de tiempo, pero la acumulación de caucho puede rellenar la textura y reducir la capacidad de drenaje, lo que puede menoscabar la seguridad operacional. Además, la estructura de la pista puede cambiar con el tiempo y presentar desniveles que resultan en la formación de charcos después de la lluvia.
- 8.4.2. Cuando se utilice estriado, la condición de las estrías debería inspeccionarse en forma regular para asegurarse de que no se produzca deterioro y las estrías estén en buenas condiciones.
- 8.4.3. El pavimento puede granallarse a fin de mejorar su macrotextura.

#### *9. Márgenes y Parte Nivelada de la Franja*

- 9.1. Los márgenes de una pista o de una zona de parada deberían prepararse o construirse de manera que se reduzca al mínimo el peligro que pueda correr un avión que se salga de la pista o de la zona de parada. En los párrafos siguientes se da alguna orientación sobre ciertos problemas especiales que pueden presentarse y sobre la cuestión de las medidas para evitar la ingestión de piedras sueltas u otros objetos por los motores de turbina. En algunos casos, el terreno natural de la franja puede tener una resistencia suficiente que le permita satisfacer, sin preparación especial alguna, los requisitos aplicables a los márgenes. Cuando se necesite una preparación especial, el método empleado depende de las condiciones locales del terreno y de la masa de los aviones que la pista esté destinada a servir. Los ensayos del terreno ayudan a determinar el método óptimo de mejoramiento (p. ej., drenaje, estabilización, capa de sellado, ligera pavimentación).
- 9.3. Debería también prestarse atención al proyectar los márgenes para impedir la ingestión de piedras o de otros objetos por los motores de turbina.
- 9.4. Cuando se han preparado en forma especial los márgenes, ya sea para obtener la resistencia requerida o bien para evitar la presencia de piedras o materiales sueltos, pueden presentarse dificultades debido a la falta de contraste visual entre la superficie de la pista y la franja contigua. Esta dificultad puede eliminarse proporcionando un buen contraste visual en la superficie de la pista o de la franja, empleando una señal de faja lateral de pista.
- 9.5. Objetos en las franjas. Deberían tomarse medidas para que cuando la rueda de un avión se hunda en el terreno de la franja contigua a la pista no se encuentre con una superficie vertical dura. A este respecto, el montaje de las luces de pista u otros accesorios dispuestos en la franja o en la intersección con una calle de rodaje u otra pista puede presentar problemas especiales. Tratándose de construcciones como las pistas o calles de rodaje, en las que la superficie debe estar enrasada con la superficie de la franja, puede eliminarse el lado vertical achaflanando a partir de la parte superior de la construcción hasta no menos de 30 cm por debajo del nivel de la superficie de la franja. Los demás objetos cuyas funciones no les exija estar al nivel de la superficie deberían enterrarse a una profundidad no inferior a 30 cm.

- 9.6. Nivelación de una franja en pistas para aproximaciones de precisión. En RAB 137.215 (h) se establece que la parte de una franja que comprenda una pista de vuelo por instrumentos con número de clave 3 ó 4 se nivele hasta una distancia del eje de la pista de 75 m por lo menos. En el caso de las pistas para aproximaciones de precisión, debe adoptarse una anchura mayor si el número de clave es 3 ó 4. En la Figura A-3 se indica la forma y dimensiones de una franja más ancha que podría considerarse para dichas pistas. Esta franja se ha proyectado utilizando los datos sobre las aeronaves que se salen de la pista. La parte que debe nivelarse se extiende lateralmente hasta una distancia de 105 m desde el eje, pero esta distancia se reduce paulatinamente a 75 m en ambos extremos de la franja, a lo largo de una distancia de 150 m, contada desde el extremo de la pista.

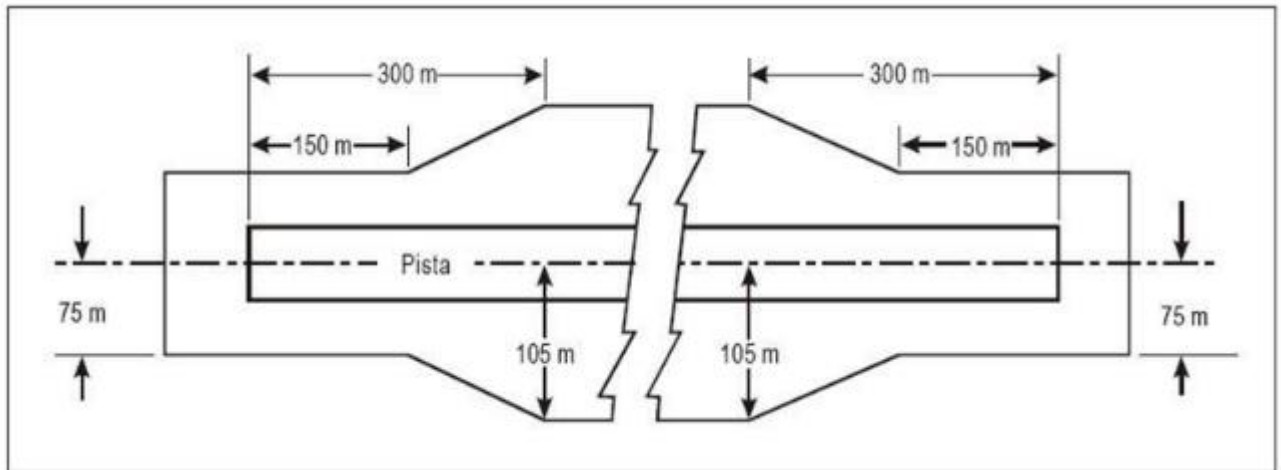


Figura A-4. Parte nivelada de la franja de una pista para aproximaciones de precisión cuyo número de clave sea 3 ó 4.



## 10. Áreas de seguridad de extremo de pista

- 10.1. Cuando, de acuerdo con el Capítulo C, se proporcione un área de seguridad de extremo de pista, debería considerarse el proporcionar un área suficientemente larga como para dar cabida a los casos en que se sobrepasa el extremo de la pista y los aterrizajes demasiado largos y los demasiado cortos que resulten de una combinación, razonablemente probable, de factores operacionales adversos. En una pista para aproximaciones de precisión, el localizador del ILS es normalmente el primer obstáculo y las áreas de seguridad de extremo de pista deberían llegar hasta esa instalación. En otras circunstancias, el primer obstáculo puede ser una carretera, una vía férrea, una construcción u otra característica natural. Al proporcionarse áreas de seguridad de extremo de pista deben tenerse en cuenta esos obstáculos.
- 10.2. Donde resulte particularmente prohibitivo procurar áreas de seguridad de extremo de pista, debería considerarse reducir algunas de las distancias declaradas, de la pista para el suministro de un área de seguridad de extremo de pista y la instalación de un sistema de parada.
- 10.3. Los programas de investigación, y la evaluación de casos de aeronaves que efectuaron aterrizajes demasiado largos sobre sistemas de parada, han demostrado que la eficacia de algunos sistemas de parada puede ser predecible y resulta eficaz para detener los aterrizajes demasiado largos de las aeronaves.
- 10.4. La eficacia previamente demostrada de un sistema de parada puede reproducirse por medio de un método de diseño validado, con el que puede predecirse la eficacia del sistema. El diseño y la eficacia deberían basarse en el tipo de aeronave que se prevé que utilizará la pista correspondiente e imponga las mayores exigencias en el sistema de parada.

- 10.5. En el diseño de un sistema de parada deberían tenerse en cuenta los distintos parámetros de las aeronaves, entre los que figuran las cargas y configuración del tren de aterrizaje, la presión de contacto de los neumáticos y el centro de gravedad y velocidad de las aeronaves. También deberían tenerse en cuenta los aterrizajes demasiado cortos. Además, el diseño debería permitir que se lleven a cabo con seguridad las operaciones de vehículos de salvamento y extinción de incendios con carga completa, así como su entrada y salida.
- 10.6. La información relativa al suministro de un área de seguridad de extremo de pista y a la presencia de un sistema de parada debería publicarse en la AIP.

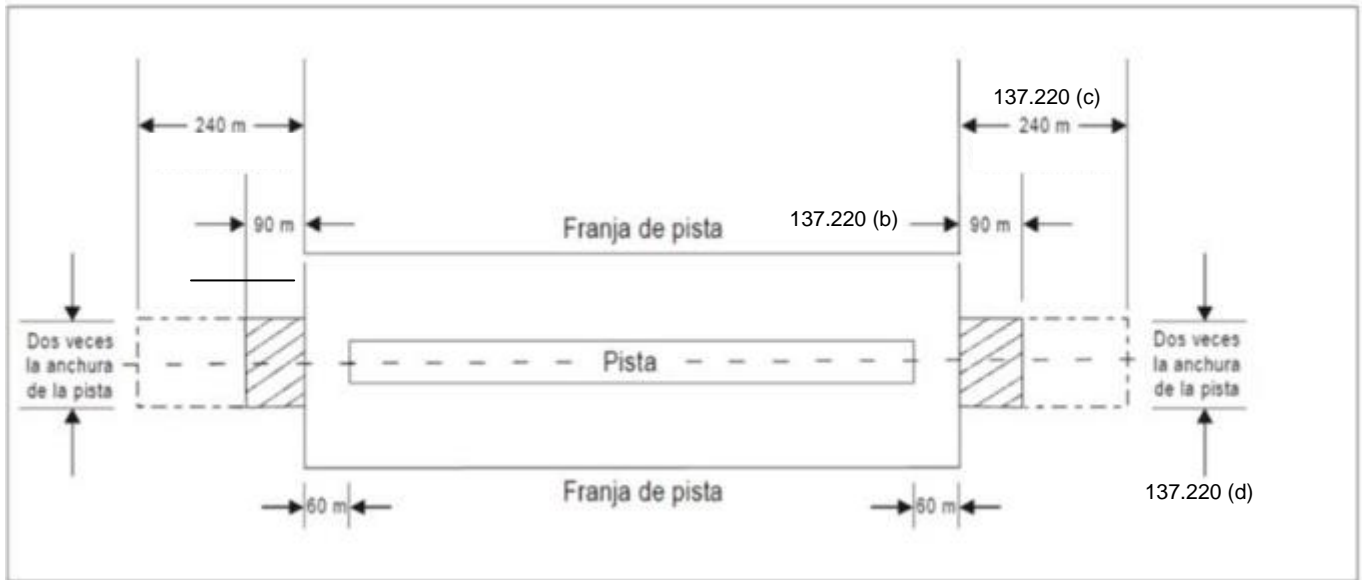


Figura A-5. Área de seguridad de extremo de pista para una pista en la que el número de clave es 3 ó 4.



## 11. Emplazamiento del umbral

- 11.1. El umbral está situado normalmente en el extremo de la pista, si no hay obstáculos que sobresalgan por encima de la superficie de aproximación. En algunos casos, sin embargo, debido a condiciones locales, podría ser conveniente desplazar permanentemente el umbral (véase más adelante). Al estudiar el emplazamiento del umbral, debería considerarse también la altura de la referencia ILS, y altura de la referencia de aproximación MLS, y determinarse el límite de franqueamiento de obstáculos. (En la RAB, se dan las especificaciones concernientes a la altura de la referencia ILS y a la altura de la referencia de aproximación MLS. Se mantiene la documentación anotada hasta que se apruebe Reglamentación Aeronáutica Civil correspondiente)
- 11.2. Al determinar que no hay obstáculos que penetren por encima de la superficie de aproximación, debería tomarse en cuenta la presencia de objetos móviles (vehículos en las carreteras, trenes, etc.), por lo menos dentro de la porción del área de aproximación comprendida en una distancia de 1 200 m medida longitudinalmente desde el umbral, y con una anchura total de por lo menos 150 m.
- 11.3. Umbral desplazado
- a) Si un objeto sobresale por encima de la superficie de aproximación y no puede eliminarse dicho objeto, debería considerarse la conveniencia de desplazar el umbral permanentemente.

- b) Para lograr los objetivos de la Capítulo D en cuanto a la limitación de obstáculos, lo mejor sería desplazar el umbral a lo largo de la pista, la distancia suficiente para lograr que la superficie de aproximación esté libre de obstáculos.
- c) Sin embargo, el desplazamiento del umbral con respecto al extremo de la pista causa inevitablemente una reducción de la distancia disponible para el aterrizaje, y esto puede tener más importancia, desde el punto de vista de las operaciones, que la penetración de la superficie de aproximación por obstáculos señalados e iluminados. Por consiguiente, la decisión con respecto al desplazamiento del umbral y la extensión del desplazamiento debería hacerse tratando de obtener el equilibrio óptimo entre una superficie de aproximación libre de obstáculos y una distancia adecuada para el aterrizaje. Al decidir esta cuestión, deben tenerse en cuenta los tipos de aviones para los que la pista esté destinada, las condiciones de límite de visibilidad y base de nubes en que se haya de utilizar la pista, la situación de los obstáculos en relación con el umbral y con la prolongación del eje de pista, y, en el caso de pistas para aproximaciones de precisión, la importancia de los obstáculos para la determinación del límite de franqueamiento de obstáculos.
- d) No obstante la consideración de la distancia disponible para el aterrizaje, el emplazamiento que se elija para el umbral debería ser tal que la superficie libre de obstáculos hasta el umbral no tenga una pendiente mayor del 3,3% cuando el número de clave de la pista sea 4, ni mayor del 5% cuando el número de clave de la pista sea 3.
- e) En el caso de que el umbral esté emplazado de acuerdo con los criterios relativos a las superficies libres de obstáculos, mencionados en el párrafo precedente, deberían continuar satisfaciéndose los requisitos de la Capítulo F relativos al señalamiento de obstáculos, en relación con el umbral desplazado.



## 12. Sistemas de iluminación de aproximación

- 12.1. Tipos y características. Las especificaciones en este volumen definen las características básicas de los sistemas sencillos de iluminación de aproximación y los sistemas de iluminación de aproximación de precisión. Se permite cierta tolerancia en lo que concierne a algunos aspectos de dichos sistemas; p. ej., en el espaciado entre las luces de eje y las barras transversales. En las Figuras A-6 y A-7 se muestran las configuraciones de la iluminación de aproximación que han sido adoptadas generalmente. En la Figura E-14 se ofrece un diagrama de los 300 m interiores del sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categorías II y III.
- 12.2. Se instalará la misma configuración de iluminación de aproximación, independientemente de la posición del umbral, o sea, tanto si el umbral está situado en un extremo de la pista como si está desplazado. En ambos casos, el sistema de iluminación de aproximación debería extenderse hasta el umbral de la pista. Sin embargo, en el caso de un umbral desplazado, se emplean luces empotradas desde dicho extremo hasta el umbral, a fin de obtener la configuración especificada. Esas luces empotradas están diseñadas de forma que satisfagan los requisitos estructurales especificados en RAB 137.410 (i) y los requisitos fotométricos especificados en el Apéndice 2, Figura A2-1 ó A2-2.
- 12.3. En la Figura A-5 se presentan las envolventes de trayectorias de vuelo que deben utilizarse para el diseño de las luces.
- 12.4. Tolerancias de instalación

### ***En el plano horizontal***

- a) Las tolerancias dimensionales se indican en la Figura A-7.
- b) La línea central del sistema de iluminación de aproximación debería coincidir lo más posible con la prolongación del eje de la pista, con una tolerancia máxima de  $\pm 15$ .
- c) El espaciado longitudinal de las luces de la línea central debería ser tal que una luz (o grupo de luces) de línea central esté situada en el centro de cada barra transversal, y las luces de línea central intermedias estén espaciadas de la forma más uniforme posible, entre dos barras transversales o entre una barra transversal y un umbral.

- d) Las barras transversales y las barretas deberían ser perpendiculares a la línea central del sistema de iluminación de aproximación, con una tolerancia máxima de  $\pm 30$ , si se adopta la configuración de la Figura A-7 (A), o de  $\pm 2^\circ$ , si se adopta la de la Figura A-7 (B).
- e) Cuando se tenga que desplazar una barra transversal de su posición normal, las barras transversales adyacentes que puedan existir deberían desplazarse, de ser posible, en la medida apropiada, con objeto de reducir las diferencias en el espaciado de las mismas.
- f) Cuando una barra transversal del sistema que se muestra en la Figura A-7 (A) esté desplazada de su posición normal, debería ajustarse su longitud total, para que sea igual a  $1/20$  de la distancia de la barra al punto de origen. Sin embargo, no es necesario ajustar el espaciado normal de 2,7m entre las luces de la barra transversal, pero las barras transversales deberían seguir siendo simétricas respecto a la línea central de la iluminación de aproximación.

#### ***En el plano vertical***

- a) La disposición ideal sería que todas las luces de aproximación se monten en el plano horizontal que pasa a través del umbral (véase la Figura A-8) y ésta debería ser la finalidad que se persigue, siempre que las condiciones locales lo permitan. Sin embargo, los edificios, árboles, etc., no deberían ocultar las luces a un piloto que se halle a  $1^\circ$  por debajo de la trayectoria de planeo definida por medios electrónicos en la proximidad de la radiobaliza exterior.
  - b) Dentro de las zonas de parada o de las zonas libres de obstáculos, y dentro de la distancia de 150m desde el extremo de la pista, las luces deberían montarse tan cerca del suelo como permitan las condiciones locales, con el fin de reducir al mínimo el riesgo de daños a los aviones que rebasen el extremo de la pista o realicen un aterrizaje demasiado corto. Más allá de las zonas de parada y de las zonas libres de obstáculos, no es necesario que las luces se monten próximas al suelo, y, por lo tanto, pueden compensarse las ondulaciones del terreno montando las luces sobre postes de altura adecuada.
  - c) Conviene que las luces se monten de manera que, dentro de lo posible, ningún objeto comprendido en la distancia de 60 m a cada lado del sistema de línea central sobresalga del plano de la iluminación de aproximación. Cuando haya un objeto elevado a menos de 60 m de la línea central y 1 350 m del umbral en un sistema de iluminación de aproximación de precisión, o de 900 m en el caso de un sistema sencillo de iluminación de aproximación, quizás convenga instalar las luces de modo que el plano de la mitad externa de la configuración pase con cierto margen sobre la cima del objeto.
  - d) Con objeto de evitar dar una impresión errónea del plano del terreno, a partir del umbral hasta un punto situado a 300 m, las luces no deberían montarse por debajo de un plano inclinado con una pendiente negativa de 1:66 y a partir del punto a 300 m del umbral las luces no deberían montarse por debajo de un plano inclinado con una pendiente negativa de 1:40. Para un sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categorías II y III puede ser necesario adoptar criterios más estrictos, p. ej., no permitir pendientes negativas a menos de 450 m del umbral.
- 12.5. Línea central (eje). Las pendientes en cualquier sección de la línea central (incluso una zona de parada o una zona libre de obstáculos), deberían ser lo más pequeñas posible, y los cambios de pendiente deberían ser los menos posibles y del menor valor que se pueda lograr, no debiendo exceder de 1:60. La experiencia ha demostrado que, alejándose de la pista, son admisibles pendientes ascendentes que no excedan de 1:66 en cualquier sección y pendientes descendentes que no excedan de 1:40.
- 12.6. Barras transversales. Las luces de las barras transversales deberían disponerse de manera que formen una línea recta, horizontal siempre que sea posible, que pase por las luces de la línea central correspondientes. No obstante, es permisible montar las luces con una pendiente transversal que no exceda de 1:80, si ello permite montar más cerca del suelo las luces de las barras transversales comprendidas en una zona de parada o una zona libre de obstáculos, en los lugares donde exista una pendiente transversal.

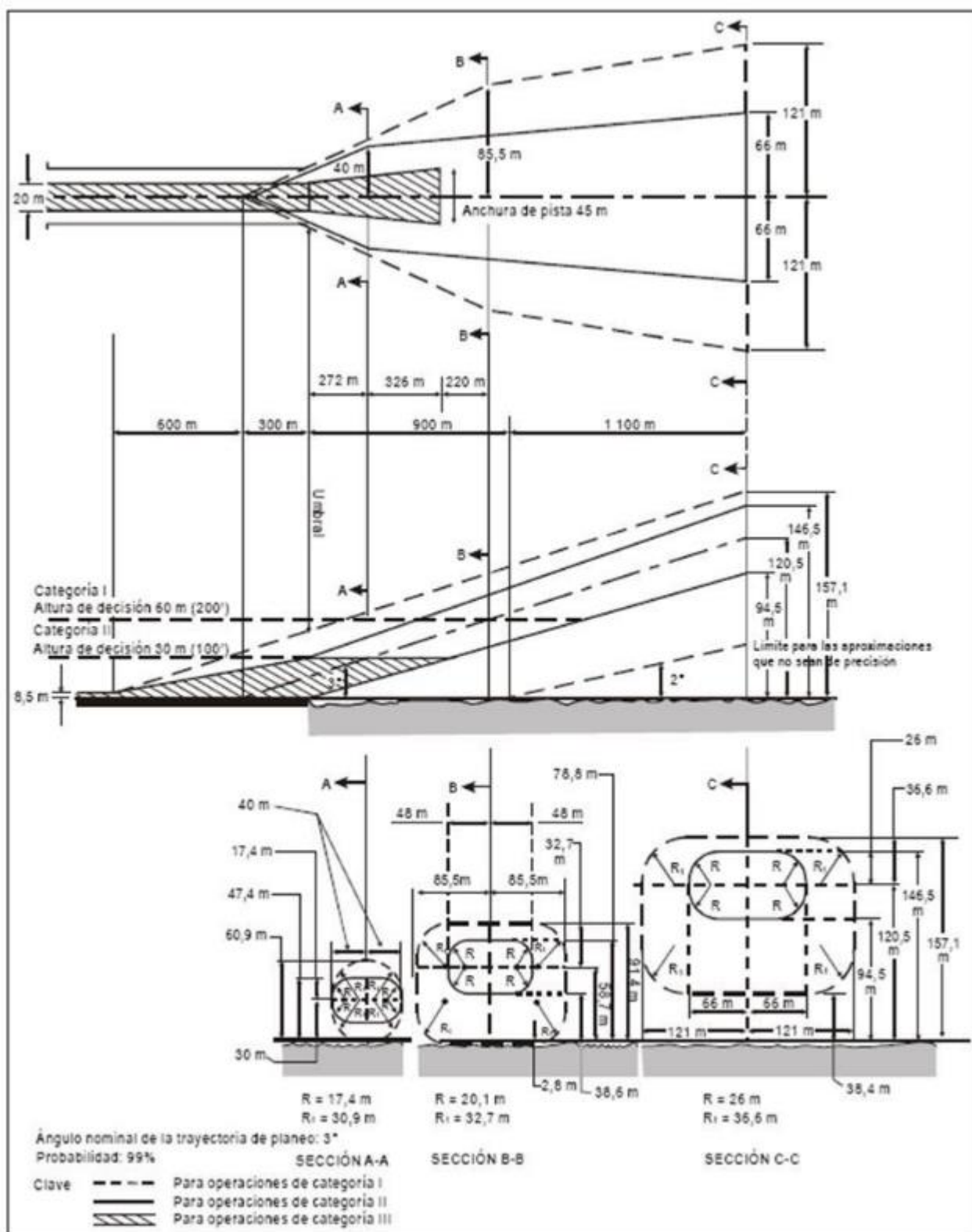


Figura A-5. Envolventes de trayectorias de vuelo que han de utilizarse en el proyecto de iluminación para las operaciones de las Categorías I, II y III



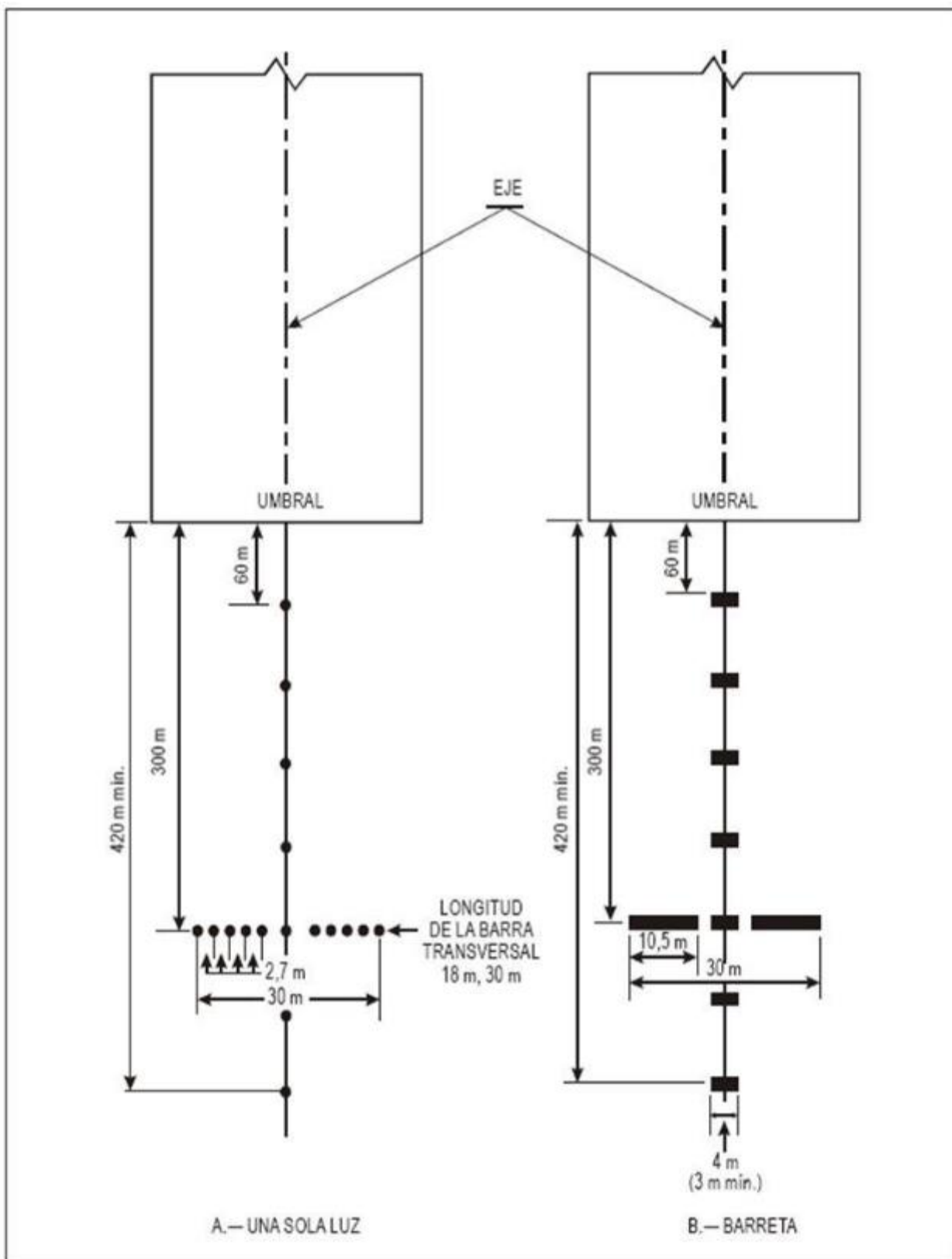


Figura A-6 Sistemas sencillos de iluminación de aproximación.

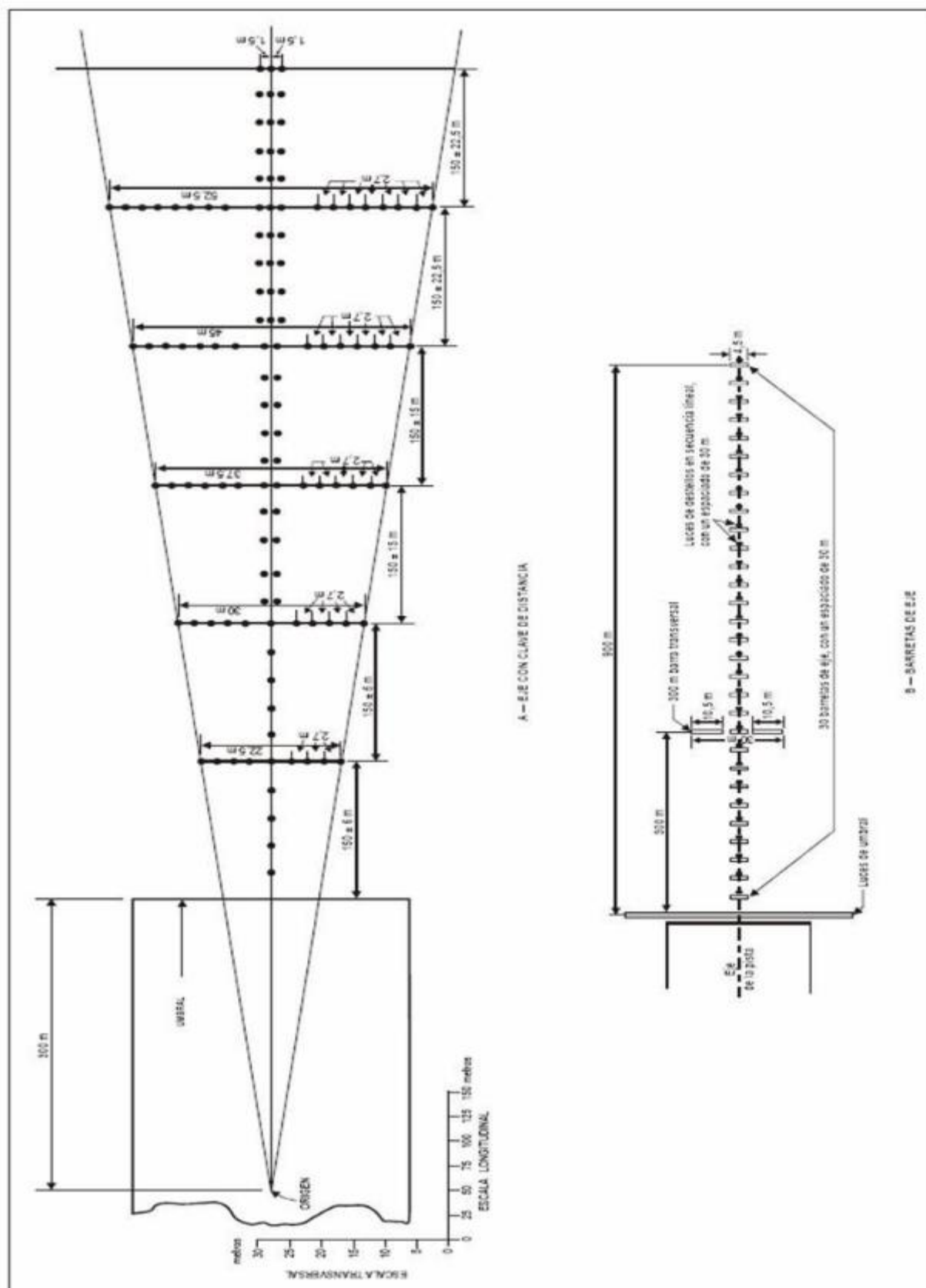


Figura A-7. Sistemas de iluminación de aproximación de precisión de Categoría I

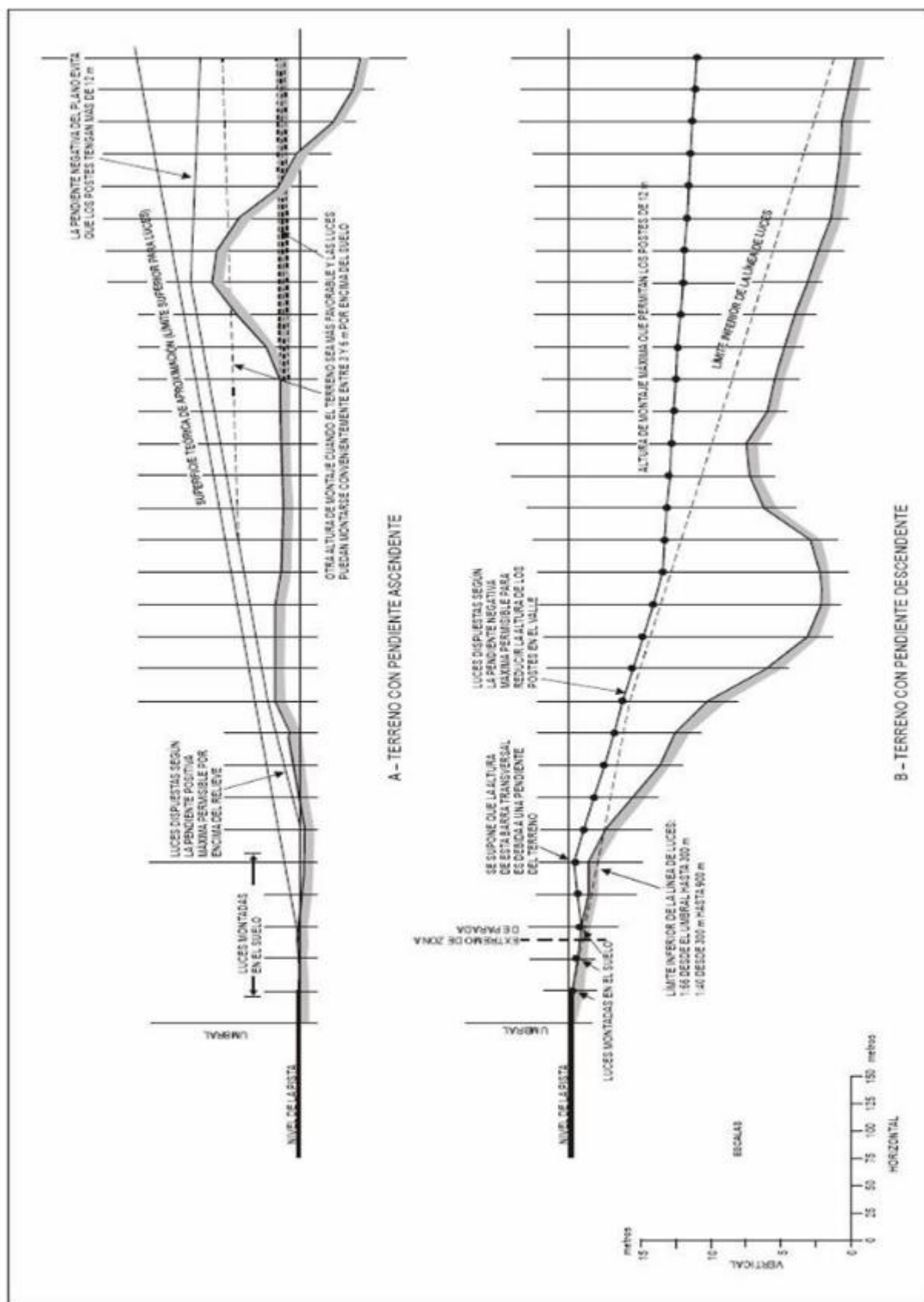


Figura A-8. Tolerancias verticales de instalación

### **Restricción de obstáculos**

- 12.7. Se ha establecido un área, que en adelante se llama “plano de luces”, para limitar los obstáculos y todas las luces del sistema están en ese plano. Dicho plano, que es de forma rectangular y está situado simétricamente respecto al eje del sistema de iluminación de aproximación, comienza en el umbral, se extiende hasta 60 m más allá del extremo de la aproximación del sistema y tiene 120 m de ancho.
- 12.8. No se permite la existencia de objetos más altos que el plano de luces dentro de los límites del mismo, excepto los objetos designados a continuación. Todos los caminos y autopistas se consideran como obstáculos de una altura de hasta 4,8m sobre el bombeo del camino excepto el caso de los caminos de servicio del aeropuerto, en los que todo el tráfico de vehículos está bajo el control de las autoridades del aeródromo y coordinado por la torre de control de tránsito aéreo del aeropuerto. Los ferrocarriles, cualquiera que sea la importancia del movimiento, se consideran como obstáculos de una altura de 5,4 m sobre la vía.
- 12.9. Se tiene presente que algunos componentes de los sistemas de ayudas electrónicas para el aterrizaje, tales como reflectores, antenas, equipo monitor, etc., deben instalarse por encima del plano de luces. Debería hacerse todo lo posible para desplazar tales componentes fuera de los límites del plano de luces. Cuando se trata de reflectores y equipo monitor, esto puede conseguirse en muchos casos.
- 12.10. Cuando un localizador de ILS esté instalado dentro de los límites del plano de luces, se admite que el localizador, o la pantalla si se usa, ha de sobresalir por encima del plano de luces. En tales casos, la altura de estas estructuras debería mantenerse al mínimo y deberían situarse lo más lejos posible del umbral. En general, la regla relativa a las alturas permisibles es: 15 cm por cada tramo de 30 m de distancia que separe la estructura del umbral; p. ej., si el localizador está situado a 300 m del umbral, se permitirá que la pantalla sobresalga por encima del plano del sistema de iluminación de aproximación hasta una altura máxima de  $10 \times 15 = 150$  cm, pero preferiblemente debería mantenerse tan baja como sea posible y compatible con el funcionamiento correcto del ILS.
- 12.11. Para emplazar una antena de azimuth MLS, debería seguirse la orientación que figura en el la Reglamentación RAB 69. Este texto, que también proporciona orientación sobre el emplazamiento común de una antena de azimuth MLS con una antena de localizador ILS, sugiere que la antena de azimuth MLS puede emplazarse dentro de los límites del plano de luces cuando no sea posible o no resulte práctico emplazarla más allá del extremo exterior de la iluminación de aproximación. Si la antena de azimuth MLS está emplazada sobre la prolongación del eje de la pista, debería estar lo más lejos posible de la luz más cercana a la antena de azimuth MLS en el sentido del extremo de la pista. Además, el centro de fase de la antena de azimuth MLS debe estar por lo menos a 0,3 m por encima de las luces más cercanas a la antena de azimuth MLS en el sentido del extremo de la pista. (Esta distancia podría disminuir a 0,15 m si el emplazamiento se encontrara, por lo demás, libre de problemas importantes en cuanto a trayectos múltiples.) El cumplimiento de este requisito, cuyo objetivo es asegurar que la calidad de la señal MLS no se vea afectada por el sistema de iluminación de aproximación, podría tener como consecuencia la obstrucción parcial del sistema de iluminación por la antena de azimuth MLS. Para asegurar que la obstrucción resultante no disminuya la guía visual más allá de un nivel aceptable, la antena de azimuth MLS no debería estar emplazada a una distancia menor de 300 m del extremo de la pista, y el emplazamiento preferible será a 25 m más allá de la barra transversal de 300 m (de este modo, la antena quedaría a 5 m por detrás de la luz situada a 330 m del extremo de la pista). En los casos en que una antena de azimuth MLS esté emplazada de ese modo, sólo se vería parcialmente obstruida una parte central de la barra transversal de 300 m del sistema de iluminación de aproximación. Con todo, es importante asegurar que las luces de la barra transversal no obstruidas estén en servicio en todo momento.
- 12.12. Los objetos existentes dentro de los límites del plano de luces y que requieran que se eleve el plano a fin de satisfacer los criterios aquí expuestos, deberían eliminarse, rebajarse o desplazarse cuando ello sea más económico que elevar dicho plano.

12.13. En algunos casos pueden existir objetos que no sea posible eliminar, rebajar, ni desplazar de manera económica. Estos objetos pueden estar situados tan cerca del umbral que sobresalgan por encima de la pendiente del 2%. Cuando existan tales condiciones y no haya solución posible, puede excederse la pendiente del 2%, o se recurre a un “escalón”, a fin de mantener las luces de aproximación sobre los objetos. Tales “escalones” o pendientes aumentadas sólo deberían constituir el último recurso, cuando no sea posible seguir los criterios normales respecto a las pendientes, y deberían mantenerse al mínimo más estricto. Según este criterio, no se permite ninguna pendiente negativa en la parte más externa del sistema.

12.14. Examen de los efectos de las longitudes reducidas

- a) Nunca se insistirá demasiado en la necesidad de que exista un sistema de iluminación de aproximación suficiente para las aproximaciones de precisión durante las que el piloto necesita referencias visuales, antes del aterrizaje. La seguridad y regularidad de dichas operaciones dependen de esta información visual. La altura por encima del umbral de la pista a la cual el piloto decide que hay con suficientes referencias visuales para continuar la aproximación de precisión y efectuar el aterrizaje, variará según el tipo de aproximación que se efectúa y otros factores como las condiciones meteorológicas, el equipo terrestre y de a bordo, etc. La longitud necesaria del sistema de iluminación de aproximación que servirá para todas las variantes de las aproximaciones de precisión es de 900 m, y se proporcionará esta longitud siempre que sea posible.
- b) No obstante, hay algunos lugares en que existen pistas en las cuales es imposible proporcionar los 900 m de longitud en el sistema de iluminación para las aproximaciones de precisión.
- c) En dichos casos, debería hacerse todo lo posible para suministrar un sistema de iluminación de aproximación lo más largo posible. La autoridad competente puede imponer restricciones a las operaciones en las pistas dotadas de sistemas de iluminación de longitud reducida. Existen muchos factores que determinan a qué altura el piloto debe haber decidido continuar la aproximación hasta aterrizar o bien ejecutar una aproximación frustrada. Se entiende que el piloto no hace un juicio instantáneo al llegar a una altura determinada. La decisión propiamente dicha de continuar con la secuencia de aproximación y aterrizaje es un proceso acumulativo que sólo concluye a la altura debida. A menos que el piloto disponga de luces antes de llegar al punto de decisión, el proceso de evaluación visual es imperfecto y la posibilidad de que ocurran aproximaciones frustradas aumentará considerablemente. Hay muchas consideraciones de orden operacional que deben tomar en cuenta las autoridades competentes al decidir si es necesario imponer alguna restricción a cualquier aproximación de precisión; estas consideraciones se exponen detalladamente en el Reglamento Aeronáutico Boliviano RAB 91.



13. Prioridad de instalación de sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación

13.1. Se considera prácticamente imposible elaborar un texto de orientación que permita efectuar un análisis totalmente objetivo a fin de determinar qué pista de un aeródromo debe tener prioridad para la instalación de un sistema visual indicador de pendiente de aproximación. No obstante, para tomar tal decisión, se tendrán en cuenta los factores siguientes:

- a) frecuencia de utilización;
- b) gravedad del peligro;
- c) presencia de otras ayudas visuales y no visuales;
- d) tipos de aviones que utilizan la pista;
- e) frecuencia y tipo de condiciones meteorológicas desfavorables en que se utiliza la pista.

13.2. Respeto a la gravedad del peligro, puede utilizarse como guía general la ordenación contenida en la especificación de aplicación de un sistema visual indicador de pendiente de aproximación, que se indica en el RAB 137.410 (e) Estos pueden resumirse como sigue:

guía visual inadecuada debido a:

- 1) aproximaciones sobre agua o sobre terreno desprovisto de puntos de referencia visuales, o, de noche, por no haber suficientes luces no aeronáuticas en el área de aproximación;
- 2) información visual equívoca debida al terreno circundante;
- 3) peligro grave en la aproximación;
- 4) peligro grave en caso de aterrizaje demasiado corto o demasiado largo; y
- 5) turbulencia anormal.

13.3. La presencia de otras ayudas visuales o no visuales es un factor muy importante. Las pistas equipadas con ILS o MLS recibirían en general la última prioridad en lo que se refiere a la instalación de un sistema visual indicador de pendiente de aproximación. Sin embargo, debe recordarse que los sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación son de por sí ayudas para la aproximación visual y como tales pueden complementar las ayudas electrónicas. Cuando existan peligros graves o cuando un número considerable de aviones que no están equipados para el ILS o MLS utilice una determinada pista, podría darse prioridad a la instalación de un indicador visual de pendiente de aproximación en dicha pista.

13.4. Debería darse prioridad a las pistas utilizadas por aviones de reacción.



#### 14. Iluminación de áreas fuera de servicio y de vehículos

Cuando una zona esté fuera de servicio temporalmente podrá señalarse con luces fijas de color rojo. Estas luces deberían indicar aquellos extremos de la zona fuera de servicio que puedan presentar más riesgos. Deberían utilizarse como mínimo cuatro de estas luces, a menos que la zona en cuestión sea triangular, en cuyo caso podrán utilizarse tres. El número de luces debería aumentarse si la zona es grande o de forma poco usual. Debería instalarse una luz, por lo menos, a cada 7,5 m de distancia a lo largo de la periferia de la superficie. Si son direccionales, las luces deberían colocarse de forma que sus haces estén orientados, en la medida de lo posible, hacia la dirección de donde proceden las aeronaves o vehículos. Cuando las aeronaves o vehículos puedan venir hacia dicha zona desde varias direcciones durante el ejercicio de operaciones normales, habría que considerar la posibilidad de agregar otras luces o de utilizar luces omnidireccionales para que la zona en cuestión se vea desde esas direcciones. Las luces de las áreas fuera de servicio deberían ser frangibles. Su altura debería ser tal que puedan franquearla las hélices y las góndolas de los motores de aeronaves de reacción.



#### 15. Luces indicadoras de calle de rodaje de salida rápida

15.1. Las luces indicadoras de calle de rodaje de salida rápida (RETIL) comprenden un conjunto de luces unidireccionales amarillas instaladas en la pista y adyacentes al eje. Las luces se colocan en una secuencia 3-2-1 a intervalos de 100 m antes de la calle de rodaje de salida rápida. Están destinadas a proporcionar una indicación a los pilotos sobre la ubicación de la siguiente calle de rodaje de salida rápida disponible.

15.2. En condiciones de escasa visibilidad las RETIL proporcionan referencias útiles para tomar conocimiento de la situación, permitiendo al mismo tiempo al piloto concentrarse en mantener la aeronave en el eje de la pista.

15.3. Después de un aterrizaje, el tiempo de ocupación de la pista tiene un efecto significativo en la capacidad utilizable de la pista. Las RETIL permiten a los pilotos mantener una velocidad satisfactoria de rodaje de salida hasta que sea necesario desacelerar a una velocidad adecuada para el viraje hacia un desvío de salida rápida. Se considera que resulta óptima una velocidad de rodaje de salida de 60 nudos hasta que se llegue a la primera RETIL (barreta de tres luces).



## 16. Control de intensidad de las luces de aproximación y de pista

- 16.1. La percepción nítida de una luz depende de la impresión visual recibida del contraste entre la luz y el fondo sobre el que se vea. Para que una luz sea útil al piloto durante el día, cuando está haciendo una aproximación, debe tener una intensidad de por lo menos 2 000 cd o 3 000 cd, y en el caso de las luces de aproximación es conveniente una intensidad del orden de 20 000 cd. En condiciones de niebla diurna muy luminosa, quizá no sea posible proporcionar luces con intensidad suficiente para que se vean bien. Por otra parte, con tiempo despejado en una noche oscura, puede considerarse conveniente una intensidad del orden de 100 cd para las luces de aproximación, y de 50 cd para las luces de borde de pista. Aun entonces, por la corta distancia a que se observan, los pilotos se han quejado algunas veces de que las luces de borde de pista parecen exageradamente brillantes.
- 16.2. Con niebla, la cantidad de luz difusa es muy grande. Por la noche esta luz difusa aumenta la luminosidad de la niebla sobre el área de aproximación y la pista, hasta el punto de que sólo puede obtenerse un pequeño aumento en el alcance visual de las luces aumentando su intensidad a más de 2 000 cd o 3 000 cd. No debe aumentarse la intensidad de las luces, tratando de aumentar la distancia a la que puedan empezar a verse de noche, hasta un punto en que pueden deslumbrar al piloto a una distancia menor.
- 16.3. De lo que antecede resulta evidente la importancia de ajustar la intensidad de las luces de un sistema de iluminación de aeródromo, de acuerdo con las condiciones predominantes del momento, de manera que se obtengan los mejores resultados sin excesivo deslumbramiento, que desconcertaría al piloto. El ajuste apropiado de la intensidad depende, en todos los casos, tanto de las condiciones de luminosidad de fondo como de la visibilidad.



## 17. Área de señales

Sólo es necesario proporcionar un área de señales cuando se desee utilizar señales visuales terrestres para comunicarse con las aeronaves en vuelo. Dichas señales pueden ser necesarias cuando el aeródromo no cuenta con torre de control o con una dependencia de información de vuelo, o cuando el aeródromo es utilizado por aviones que no están equipados con radio. Las señales visuales terrestres pueden también ser útiles en caso de falla de las comunicaciones por radio en ambos sentidos con las aeronaves. Cabe destacar, sin embargo, que el tipo de información que puede proporcionarse mediante señales visuales terrestres debería figurar normalmente en las publicaciones de información aeronáutica o en los NOTAM. En consecuencia, debe evaluarse la posible necesidad de las señales visuales terrestres antes de adoptar una decisión con respecto a la instalación de áreas de señales en un aeródromo.



## 18. Reservado



## 19. Reservado



## 20. Método ACN-PCN para notificar la resistencia de los pavimentos

(Aplicable hasta el 27 de noviembre de 2024)

### 20.1. Operaciones de sobrecarga

20.1.1 La sobrecarga de los pavimentos puede ser provocada por cargas excesivas, por un ritmo de utilización considerablemente elevado, o por ambos factores a la vez. Las cargas superiores a las definidas (por cálculo o evaluación) acortan la vida útil del pavimento, mientras que las cargas menores la prolongan. Salvo que se trate de una sobrecarga masiva, los pavimentos no están supeditados, en su comportamiento estructural, a determinado límite de carga, por encima del cual podrían experimentar fallas repentinas o catastróficas. Dado su comportamiento, un pavimento puede soportar reiteradamente una carga definible durante un número previsto de veces en el transcurso de su vida útil. En consecuencia, una sobrecarga ocasional de poca importancia puede aceptarse, de ser necesario, ya que reducirá en poca medida la vida útil del pavimento y acelerará relativamente poco su deterioro. Para las operaciones en que la magnitud de la sobrecarga o la frecuencia de utilización del pavimento no justifiquen un análisis detallado, se sugieren los siguientes criterios:

- a) en el caso de pavimentos flexibles, los movimientos ocasionales de aeronaves cuyo ACN no exceda del 10% del PCN notificado, no serían perjudiciales para el pavimento;
- b) en el caso de pavimentos rígidos o compuestos, en los cuales una capa de pavimento rígido constituye un elemento primordial de la estructura, los movimientos ocasionales de aeronaves cuyo ACN no exceda en más de un 5% el PCN notificado, no serían perjudiciales para el pavimento;
- c) si se desconoce la estructura del pavimento, debería aplicarse una limitación del 5%; y
- d) el número anual de movimientos de sobrecarga no debería exceder de un 5%, aproximadamente, de los movimientos totales anuales de la aeronave.

20.1.2 Normalmente, esos movimientos de sobrecarga no deberían permitirse sobre los pavimentos que presenten señales de peligro o falla. Además, debería evitarse la sobrecarga durante todo período de deshielo posterior a la penetración de las heladas, o cuando la resistencia del pavimento o de su terreno de fundación pueda estar debilitada por el agua. Cuando se efectúen operaciones de sobrecarga, la autoridad competente debería examinar periódicamente tanto las condiciones del pavimento como los criterios relativos a dichas operaciones, ya que la excesiva frecuencia de la sobrecarga puede disminuir en gran medida la vida útil del pavimento o exigir grandes obras de reparación.

### 20.2. ACN para varios tipos de aeronaves

A título de ejemplo, se han evaluado varios tipos de aeronaves actualmente en uso sobre pavimentos rígidos y flexibles apoyados en las cuatro categorías de resistencia del terreno de fundación que figuran en el Capítulo 2, 2.6.6 b), y los resultados se presentan en el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 3.

## 20 Método ACR-PCR para notificar la resistencia de los pavimentos

(Aplicable a partir del 28 de noviembre de 2024)

### 20.1 Operaciones de sobrecarga

20.1.1 La sobrecarga de los pavimentos puede ser provocada por cargas excesivas, por un ritmo de utilización considerablemente elevado, o por ambos factores a la vez. Las cargas superiores a las definidas (por cálculo o evaluación) acortan la vida útil del pavimento, mientras que las cargas menores la prolongan. Salvo que se trate de una sobrecarga masiva, los pavimentos no están supeditados, en su comportamiento estructural, a determinado límite de carga, por encima del cual podrían experimentar fallas repentinas o catastróficas. Dado su comportamiento, un pavimento puede soportar reiteradamente una



carga definible durante un número previsto de veces en el transcurso de su vida útil. En consecuencia, una sobrecarga ocasional de poca importancia puede aceptarse, de ser necesario, ya que reducirá en poca medida la vida útil del pavimento y acelerará relativamente poco su deterioro. Para las operaciones en que la magnitud de la sobrecarga o la frecuencia de utilización del pavimento no justifiquen un análisis detallado, se sugieren los siguientes criterios:

1. en el caso de pavimentos flexibles y rígidos, los movimientos ocasionales de aeronaves cuyo ACR no exceda del 10% del PCR notificado, no deberían ser perjudiciales para el pavimento;
2. el número anual de movimientos de sobrecarga no debería exceder de un 5%, aproximadamente, de los movimientos totales anuales, excepto en el caso de las aeronaves livianas.

20.1.2 Normalmente, esos movimientos de sobrecarga no deberían permitirse sobre los pavimentos que presenten señales de peligro o falla. Además, debería evitarse la sobrecarga durante todo período de deshielo posterior a la penetración de las heladas, o cuando la resistencia del pavimento o de su terreno de fundación pueda estar debilitada por el agua. Cuando se efectúen operaciones de sobrecarga, la autoridad competente debería examinar periódicamente tanto las condiciones del pavimento como los criterios relativos a dichas operaciones, ya que la excesiva frecuencia de la sobrecarga puede disminuir en gran medida la vida útil del pavimento o exigir grandes obras de reparación.

## 20.2. ACR para varios tipos de aeronaves

En el sitio web de la OACI se encuentra disponible el software específico para calcular el ACR de aeronaves, cualquiera que sea la masa, en movimiento rígidos y flexibles, en función de las cuatro categorías estándar de resistencia del terreno de fundación.

## 21. Sistema autónomo de advertencia de incursión en la pista (ARIWS)

Nota 1.— Estos sistemas autónomos son por lo general muy complejos en cuanto a su diseño y operación y, por lo tanto, todos los niveles de la industria, desde la autoridad reguladora hasta el usuario final, deben considerarlos cuidadosamente. Esta orientación proporciona una descripción más clara del sistema o sistemas y algunas sugerencias sobre las medidas que se requieren para implantar adecuadamente estos sistemas en un aeródromo en cualquier Estado.

Nota 2.— El Manual sobre la prevención de incursiones en la pista (Doc 9870) presenta diferentes formas de prevenir incursiones en la pista.

### 21.1 Descripción general

21.1.1 La operación de un ARIWS se basa en un sistema de vigilancia que sigue de cerca la situación real en una pista y envía automáticamente esta información a las luces de advertencia en los umbrales (despegue) y entradas de las pistas. Cuando una aeronave está saliendo en una pista (rodaje) o llegando (final corto), se iluminarán luces rojas de advertencia en las entradas, indicando que no es seguro entrar o cruzar la pista. Cuando una aeronave se alinea en la pista para despegar y otra aeronave o vehículo entra a la pista o la cruza, se iluminarán luces rojas de advertencia en la zona del umbral, indicando que no es seguro iniciar el rodaje de despegue.

21.1.2 Por lo general, el ARIWS consta de un sistema de vigilancia independiente (radar primario, multilateración, cámaras especializadas, radar especial, etc.) y un sistema de advertencia en forma de sistemas adicionales de iluminación del aeropuerto conectados a través de un procesador que genera alertas independientes del ATC directamente a las tripulaciones de vuelo y operadores de vehículos.

21.1.3 Un ARIWS no requiere entrelazado de circuitos, fuente de energía secundaria ni conexión operacional a otros sistemas de ayudas visuales.

21.1.4 En la práctica, no todas las entradas o umbrales necesitan estar equipados con luces de advertencia. Cada aeródromo tendrá que evaluar sus necesidades individuales, dependiendo de las características del mismo. Existen varios sistemas que ofrecen la misma funcionalidad o una similar.

## 21.2 Medidas de la tripulación de vuelo

21.2.1 Es de importancia crítica que las tripulaciones de vuelo entiendan la advertencia que transmite el sistema ARIWS. Las advertencias se hacen en tiempo casi real, directamente a la tripulación de vuelo porque no hay tiempo para tipos de comunicaciones de “retransmisión”. En otras palabras, una advertencia de conflicto generada para ATS –que debe entonces interpretarla, evaluar la situación y comunicarse con la aeronave en cuestión– tomaría varios segundos, cuando cada segundo es crítico para poder detener la aeronave en forma segura y prevenir una posible colisión. A los pilotos se les presenta una señal mundialmente homogénea que significa “DETENERSE INMEDIATAMENTE” y deben estar entrenados para reaccionar en consecuencia. De la misma manera, los pilotos que reciben una autorización ATS para despegar o cruzar una pista, y que ven las luces rojas, deben DETENERSE y avisar a ATS que interrumpieron/pararon a causa de las luces rojas. De nuevo, la naturaleza crítica del tiempo es tal que no hay margen para malinterpretar la señal. Es de importancia extrema que la señal visual sea uniforme en todo el mundo.

21.2.2 También debe destacarse que el hecho de que las luces rojas se extingan no indica, en sí, una autorización para proseguir. Aún sigue siendo necesaria la autorización de control de tránsito aéreo.

La ausencia de luces rojas de advertencia sólo significa que no se han detectado conflictos potenciales.

21.2.3 En el caso de que un sistema quede fuera de servicio, sucederá una de dos cosas. Si el sistema falla cuando las luces están apagadas, no se requieren cambios en los procedimientos. Lo único que sucederá será la pérdida del sistema automático e independiente de advertencia. Las operaciones ATS y los procedimientos de la tripulación de vuelo (en respuesta a autorizaciones ATS) no cambiarán.

21.2.4 Deberían elaborarse procedimientos para responder ante las circunstancias en que el sistema falla cuando está iluminado. Dependerá del ATS y/o del explotador del aeródromo establecer esos procedimientos de acuerdo con sus propias circunstancias. Debe recordarse que las tripulaciones de vuelo reciben la instrucción de “DETENERSE” en todas las luces rojas. Si la porción afectada del sistema, o el sistema completo, se desactiva, la situación vuelve al escenario de luces apagadas descrito en 21.2.3.

## 21.3 Aeródromos

21.3.1 No es necesario instalar ARIWS en todos los aeródromos. Cuando se esté considerando instalar tal sistema en un aeródromo, conviene hacer una evaluación de las necesidades individualmente, dependiendo de sus niveles de tráfico, la geometría del aeródromo, los patrones de rodaje en tierra, etc.

Los grupos de usuarios locales como el Grupo local sobre seguridad operacional de la pista (LRST) pueden ayudar en este proceso. Tampoco todas las pistas o calles de rodaje necesitan estar equipadas con las luces, ni todas las instalaciones requieren un sistema completo de vigilancia en tierra para alimentar información a la computadora de detección de conflicto.

21.3.2 Aunque puede haber requisitos locales específicos, algunos requisitos básicos del sistema se aplican a todos los ARIWS:

1. el sistema de control y suministro de energía del sistema debe ser independiente de cualquier otro sistema que se utilice en el aeródromo, especialmente de otras partes del sistema de iluminación;
2. el sistema debe operar en forma independiente de las comunicaciones ATS;
3. el sistema debe proporcionar una señal visual aceptada a nivel mundial que sea uniforme y que las tripulaciones entiendan al instante; y
4. deberían elaborarse procedimientos locales en caso de funcionamiento defectuoso o falla parcial o total del sistema.

## 21.4 Servicios de tránsito aéreo

21.4.1 El ARIWS está diseñado como complemento de las funciones ATS normales, proporcionando advertencias a las tripulaciones de vuelo y operadores de vehículos cuando involuntariamente se ha creado o ha pasado inadvertido un conflicto durante las operaciones de aeródromo normales. El ARIWS proporcionará una advertencia directa cuando, por ejemplo, el control en tierra o el control (local) de la torre ha emitido una autorización para esperar fuera de una pista, pero la tripulación de vuelo o el operador de un vehículo “no captó” la parte de “esperar fuera” de su autorización y la torre emitió una autorización para despegar o aterrizar en la misma pista, y la falta de colación por parte de la tripulación de vuelo o del operador del vehículo pasó inadvertida para el control de tránsito aéreo.

21.4.2 En el caso en que se haya emitido una autorización y una tripulación informe que no la cumplió a causa de las “luces rojas”, o que interrumpió la maniobra a causa de las “luces rojas”, es imperativo que el controlador evalúe la situación y proporcione las instrucciones adicionales que sean necesarias. Muy bien puede ser que el sistema haya generado una advertencia falsa o que la incursión potencial ya no exista; sin embargo, puede también tratarse de una advertencia válida.

En cualquier caso, es necesario proporcionar instrucciones adicionales y/o una nueva autorización. En caso de que el sistema falle, será necesario poner en práctica procedimientos, según lo descrito en 21.2.3 y 21.2.4. En ningún caso deberá ignorarse la iluminación del ARIWS sin confirmación de que, de hecho, no hay conflicto. Cabe destacar que se han evitado numerosos incidentes en los aeródromos que tienen instalado dicho sistema. También, cabe destacar que se han producido advertencias falsas, comúnmente como resultado de la calibración del soporte lógico de advertencias; sin embargo, en cualquier caso debe confirmarse la existencia o inexistencia del conflicto potencial.

21.4.3 Si bien muchas instalaciones pueden contar con advertencias visuales o de audio para el personal ATS, de ninguna manera se pretende exigir al personal ATS que vigile activamente el sistema.

Dichas advertencias pueden ayudar al personal ATS a evaluar rápidamente el conflicto, en caso de que se produzca una advertencia, y a proporcionar otras instrucciones apropiadas, pero el ARIWS no debería ser parte activa en el funcionamiento normal de las instalaciones ATS.

21.4.4 Cada aeródromo donde se instale el sistema elaborará procedimientos dependiendo de su situación única. Nuevamente, es importante subrayar que bajo ninguna circunstancia debería darse a los pilotos u operadores una instrucción de “cruzar las luces rojas”. Como se señaló anteriormente, el empleo de grupos locales sobre seguridad operacional de la pista (LRST) puede ayudar mucho en este proceso de desarrollo.

## 21.5 Promulgación de información

21.5.1 La información sobre las características y el estado del ARIWS en un aeródromo se promulgan en la sección AD 2.9 de la AIP y su estado se actualiza conforme sea necesario a través de NOTAM o el ATIS, de conformidad con el Anexo 14, Volumen I, 2.9.1.

21.5.2 Los explotadores de aeronave se asegurarán de que la documentación de las tripulaciones de vuelo incluya procedimientos relativos al ARIWS e información con orientación apropiada, conforme al Anexo 6, Parte I.

21.5.3 Los aeródromos pueden proporcionar otras fuentes de orientación sobre operaciones y procedimientos para su personal, los explotadores de aeronave, ATS y los miembros del personal de terceros que pueden tener que interactuar con el ARIWS.

## 22. Orientaciones de diseño de calles de rodaje para minimizar el potencial de incursiones en la pista

22.1 Las buenas prácticas de diseño de aeródromos pueden reducir el potencial de incursiones en la pista, manteniendo la eficiencia y la capacidad operacional. La siguiente orientación sobre el diseño de calles de rodaje pueden considerarse parte de un programa de prevención de incursiones en la pista, como medio para garantizar que los aspectos de las incursiones en la

pista se tengan en cuenta durante la fase de diseño de pistas y calles de rodaje nuevas. En esta orientación focalizada, las principales consideraciones son: limitar el número de aeronaves o vehículos que ingresan o atraviesan una pista, proporcionar a los pilotos una mejor vista despejada de toda la pista y corregir lo más posible las calles de rodaje identificadas como lugares críticos.

- 22.2 Cuando sea posible, el eje de una calle de rodaje de entrada debería ser perpendicular al eje de la pista. Este principio de diseño da a los pilotos una vista despejada de toda la pista, en ambas direcciones, y les permite cerciorarse de que no haya conflictos de tránsito en pista ni en la aproximación antes de proseguir hacia la pista. Cuando el ángulo de la calle de rodaje no permita una vista despejada en ambas direcciones, debería considerarse la posibilidad de que una parte de la calle de rodaje inmediatamente adyacente a la pista sea perpendicular para que los pilotos puedan hacer un barrido visual completo antes de ingresar a una pista o atravesarla.
- 22.3 Para calles de rodaje que se intersecan con pistas, evítese diseñar calles de rodaje con una anchura mayor que la que se recomienda en el Anexo 14. Este principio de diseño permite un reconocimiento optimizado de la ubicación del punto de espera de la pista y de las referencias visuales de los letreros, señales e iluminación.
- 22.4 Las calles de rodaje existentes que sean más anchas de lo que se recomienda en el Anexo 14 pueden rectificarse pintando señales de fajas laterales de calle de rodaje para obtener el ancho recomendado. Siempre que sea posible, es preferible rediseñar correctamente esos emplazamientos que reconfigurarlos o repintarlos.
- 22.5 Las entradas a la pista con múltiples calles de rodaje deberían ser paralelas entre sí y estar separadas notoriamente por medio de una zona no pavimentada. Este principio de diseño proporciona en cada punto de espera de la pista una zona de tierra para el correcto emplazamiento de las referencias visuales de letreros, señales e iluminación en el punto de espera de cada pista. Además, con el principio de diseño se eliminan costos innecesarios en la construcción de pavimento inutilizable y el costo de pintar señales de borde de calle de rodaje para indicar la ubicación del pavimento inutilizable. En general, un exceso de zonas pavimentadas en los puntos de espera de la pista reduce la eficacia de las referencias visuales de los letreros, señales e iluminación.
- 22.6 Constrúyanse calles de rodaje que crucen la pista como si fueran una sola calle de rodaje recta.  
  
Evítese dividir en dos la calle de rodaje, luego de cruzar la pista. Este principio de diseño evita la construcción de calles de rodaje en forma de "Y", que se sabe presentan el riesgo de que ocurran incursiones en la pista.
- 22.7 Si es posible, evítese construir calles de rodaje que entren en el punto medio de la pista. Este principio de diseño reduce el riesgo de colisión en los lugares más peligrosos (lugares de alta energía) porque normalmente en ese punto las aeronaves que salen tienen demasiada energía para frenar, pero no suficiente velocidad para despegar antes de colisionar con otra aeronave o vehículo errante.
- 22.8 Déjese una clara separación de pavimento entre una calle de salida rápida y otras calles de rodaje no rápidas que entren o crucen la pista. Este principio de diseño evita que se superpongan dos calles de rodaje para crear una zona pavimentada excesiva que confundiría a los pilotos al entrar en la pista.
- 22.9 En la medida de lo posible, evítese el uso de diferentes materiales de pavimentación (asfalto y hormigón de cemento) en el punto de espera de la pista o sus alrededores. Este principio de diseño evita crear confusión visual en cuanto a la ubicación precisa del punto de espera de la pista.
- 22.10 Calles de rodaje perimetrales. Muchos aeródromos tienen más de una pista, generalmente pares de pistas paralelas (dos pistas en un lado de la terminal), lo cual genera un problema difícil en cuanto a que, en la llegada o en la salida, las aeronaves tienen que cruzar una pista. Con esa configuración, el objetivo de seguridad operacional consiste en evitar o al menos

reducir al mínimo el número de cruces de pistas. Ese objetivo puede lograrse construyendo una “calle de rodaje perimetral”. Una calle de rodaje perimetral es una ruta para el rodaje que rodea el final de una pista y permite así que la aeronave de llegada (cuando el aterrizaje se efectúa en la pista exterior del par) llegue a la terminal, o que la aeronave de salida (cuando la salida se efectúa desde la pista exterior del par) llegue a la pista sin cruzar una pista y sin entrar en conflicto con una aeronave que esté efectuando una salida o una aproximación.

22.11 Una calle de rodaje perimetral se diseñaría de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) Se requiere espacio suficiente entre el umbral de aterrizaje y el eje de la calle de rodaje por donde se cruza por debajo de la trayectoria de aproximación, para permitir que la aeronave que está efectuando un rodaje crítico pase por debajo de la aproximación sin penetrar ninguna superficie de aproximación.
- b) El impacto del chorro de la aeronave que despegue debería considerarse en consulta con los fabricantes de aeronaves; debería evaluarse la intensidad del empuje del despegue para determinar la ubicación de una calle de rodaje perimetral.
- c) También habría que tener en cuenta el requisito de contar con un área de seguridad de extremo de pista, así como la posible interferencia con los sistemas de aterrizaje y otras ayudas para la navegación. Por ejemplo, en el caso de un sistema de aterrizaje por instrumentos, la calle de rodaje perimetral debería estar ubicada detrás de la antena del localizador, no entre la antena del localizador y la pista, debido a que podría generar perturbaciones graves del sistema de aterrizaje por instrumentos, con la salvedad de que tanto mayor sea la distancia entre el localizador y la pista cuanto mayor será la dificultad para lograr esto.
- d) También, deberían considerarse los factores humanos. Deberían aplicarse medidas apropiadas para ayudar a los pilotos a distinguir entre aeronaves que están cruzando la pista y las que se encuentran en condiciones de seguridad en una calle de rodaje perimetral.

## 23. Datos cartográficos de aeródromo

### 23.1 Introducción

El Capítulo 2, párrafos 2.1.2 y 2.1.3, contiene disposiciones relacionadas con la provisión de datos cartográficos de aeródromo. Los elementos de los datos cartográficos de aeródromo se recopilan y se suministran a los servicios de información aeronáutica para aeródromos designados por los Estados considerando las aplicaciones previstas. Dichas aplicaciones corresponden a una necesidad identificada y al uso operacional para los cuales la aplicación de los datos aportaría beneficios para la seguridad operacional o podría mitigar un problema de seguridad operacional.

### 23.2 Aplicaciones

23.2.1 Los datos cartográficos de aeródromo incluyen información geográfica sobre el aeródromo que apoya las aplicaciones que mejoran la conciencia situacional del usuario o complementan la navegación de superficie, aumentando por lo tanto los márgenes de seguridad y la eficiencia operacional. Con la exactitud apropiada de los elementos de datos, estos conjuntos de datos sirven de apoyo en la toma de decisiones en colaboración, la conciencia situacional común y las aplicaciones de guía de aeródromos. El uso de estos conjuntos de datos se destina a las siguientes aplicaciones de navegación aérea, entre otras:

- a) conciencia sobre la posición y ruta a bordo, incluidos los mapas móviles que indican la posición de la aeronave, guía y navegación en superficie;
- b) conciencia sobre el tránsito, incluida la vigilancia y la detección y alerta de incursiones en la pista (como respectivamente en A-SMGCS, niveles 1 y 2);
- c) conciencia sobre la posición en tierra y la ruta, que incluye pantallas que indican la situación con posición de aeronaves y vehículos, ruta de rodaje y guía y navegación en superficie (como el A-SMGCS, niveles 3 y 4);
- d) facilitación de información aeronáutica relativa a aeródromos, incluidos los NOTAM;

- e) gestión de recursos e instalaciones de aeródromos; y
- f) producción de cartas aeronáuticas.

23.2.2 Los datos podrán utilizarse además en otras aplicaciones como instrucción/simuladores de vuelo y sistemas de visión sintética mejorada (EVS), sistemas de visión sintética (SVS) y sistemas de visión combinados (CVS), a bordo o en tierra.

23.3 Determinación de los aeródromos que deben considerarse para la recopilación de elementos de datos cartográficos de aeródromo

23.3.1 Para determinar los aeródromos que pueden usar las aplicaciones que exigen la recopilación de elementos de datos cartográficos de aeródromo, pueden considerarse las siguientes características de aeródromo:

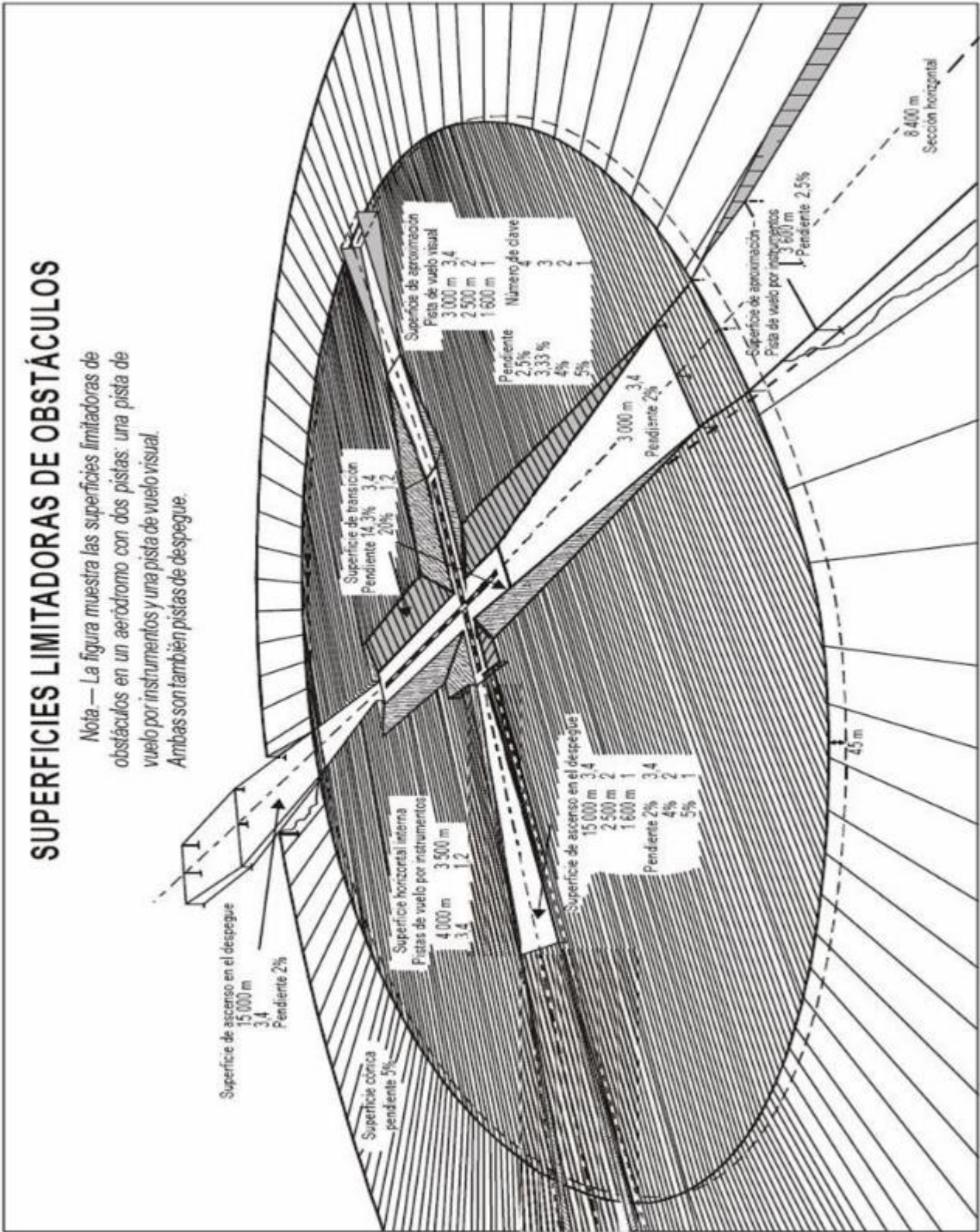
1. Riesgos de seguridad operacional en el aeródromo;
2. Condiciones de visibilidad;
3. Disposición general del aeródromo;
4. Densidad del tránsito.

Nota.— El Manual de servicios de aeropuertos, Parte 8 — Servicios operacionales de aeropuerto (Doc 9137) contiene orientación adicional relativa a datos cartográficos de aeródromo.



ADJUNTO B

SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTÁCULOS



**PÁGINA INTENCIONALMENTE EN BLANCO**



**ADJUNTO C****REGLAMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN - PLATAFORMA DE AERONAVES****1. Introducción.-**

En el presente Reglamento, se recogen los criterios básicos de diseño de la señalización horizontal en Plataforma, los que deben adoptarse en las plataformas de los distintos aeropuertos del país.

Se presta especial atención, a las vías de servicio, y a la clara diferenciación de las zonas que son utilizadas exclusivamente por las aeronaves, así como aquellas aéreas que son transitadas por los vehículos de servicio.

Aunque las señales y letreros están definidos por la OACI, la falta de una guía detallada de su aplicación, genera que se admitan distintas interpretaciones en la señalización horizontal en plataforma, es por ello que, se ha visto por conveniente, adoptar disposiciones más precisas que permitan unificar criterios enmarcados por la OACI, y en especial, por la Reglamentación Aeronáutica Boliviana. Pero el documento, no es una guía de diseño del número de puestos de estacionamientos o de la capacidad en plataforma, u otras características

En consecuencia, y de acuerdo con el objetivo fundamental de la Dirección General de Aeronáutica Civil, de conseguir operaciones seguras y eficientes en los aeropuertos de Bolivia, se edita la presente Reglamentación de Señalización para Plataforma de Aeronaves, en este caso la señalización horizontal.

**2. Señal de eje de calle de rodaje en plataforma.-**

La señal del eje de calle de rodaje en plataforma, proporciona una guía para el piloto, hasta llegar al puesto de estacionamiento de la aeronave.

La señal del eje de la calle de rodaje será, una línea continua de color amarillo de 20 centímetros de ancho. En los lugares que se necesite un contraste, se rebordeará la línea amarilla con un borde negro con un espesor de 10 cm (fig. 1). El contraste se utilizará en las plataformas de pavimento rígido.

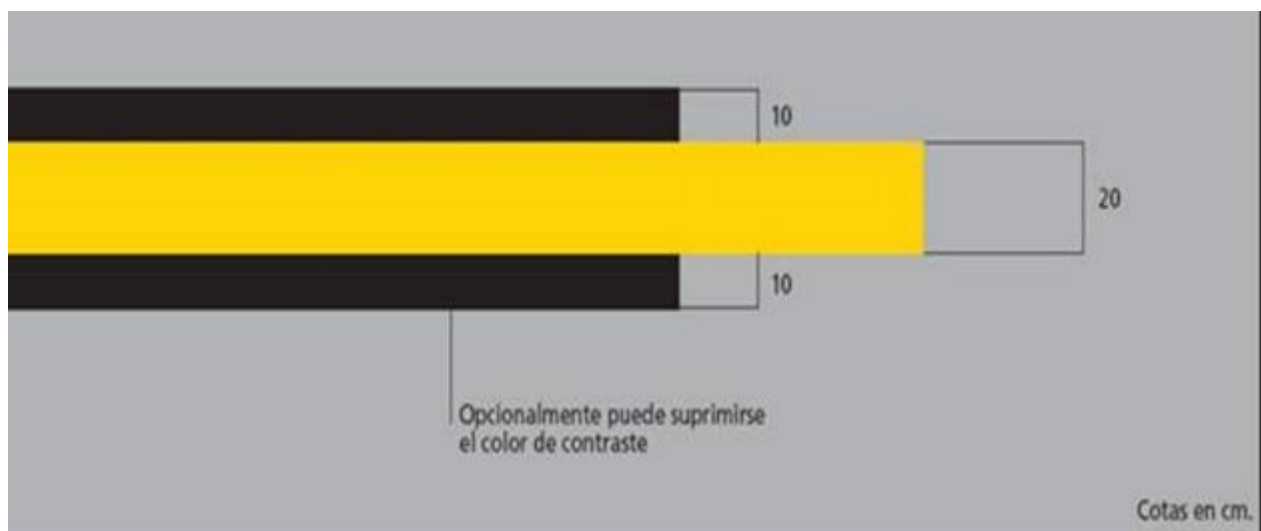


Figura C - 1 Señal de eje de rodaje en plataforma.

### 3. Señal de borde de plataforma.-

La señal de borde de plataforma, delimita el área apta para poder soportar el peso de las aeronaves. Marca la zona en la cual se realizan las operaciones y servicios a las aeronaves.

La señal está conformada por dos líneas de color amarillo continuas con un espesor de 15 cm, y separadas entre por 15 cm. En caso necesario, se podrá colocar un contraste de color negro de 7.5 cm a cada lado de las líneas (fig. 2).

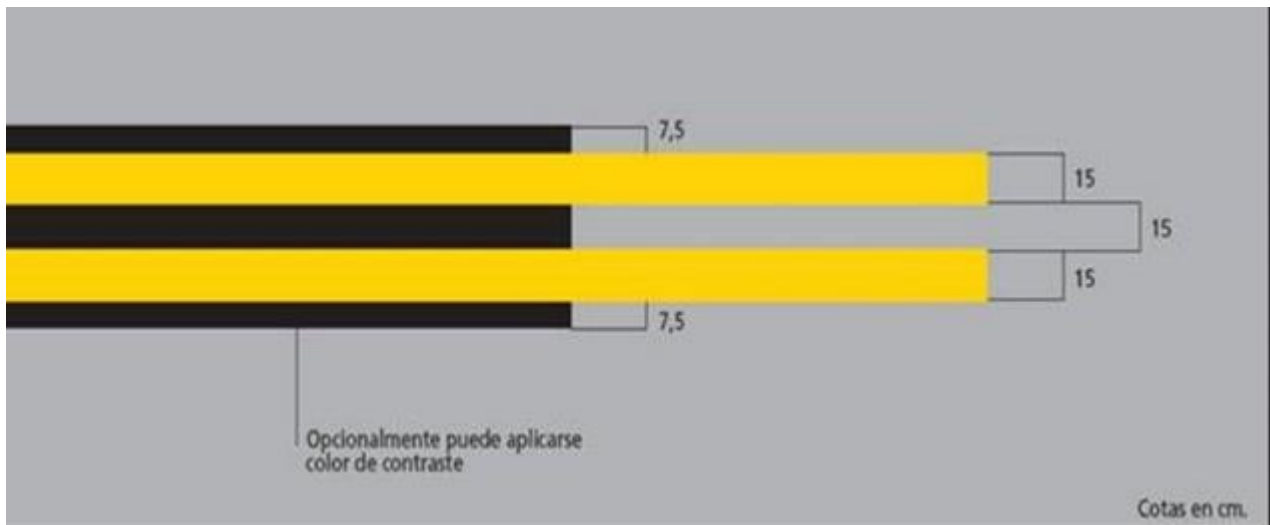


Figura C - 2 Señal de eje de rodaje en plataforma.

En la figura C-3, se indica la configuración que se debe tener en la plataforma.

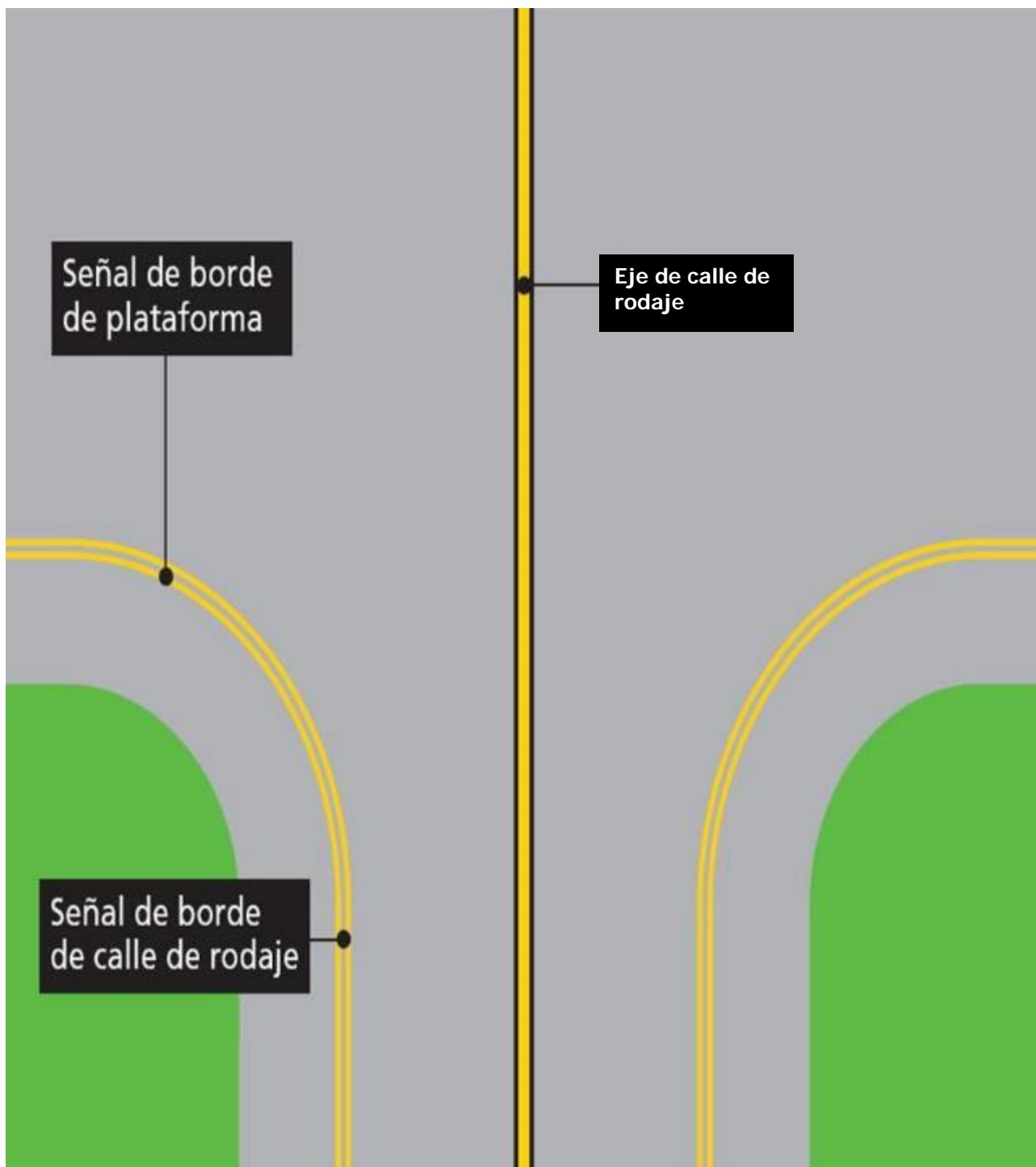


Figura C - 3 Configuración del eje de calle de rodaje en plataforma y el borde de la plataforma.

4. Línea de seguridad en plataforma.-

Es aquella línea, que delimita el área destinada al movimiento de aeronaves, de aquellas que están destinadas a otras operaciones o de servicios, y también separa las zonas que pueden contener obstáculos, como puestos de estacionamientos de aeronaves, patio de equipajes, zonas de servicio, etc.

Está pintada de color rojo con un contraste blanco. Sus dimensiones están indicadas en la figura 4 en centímetros, y la configuración se muestra en la figura C-5.



Figura C - 4 Línea de seguridad en plataforma

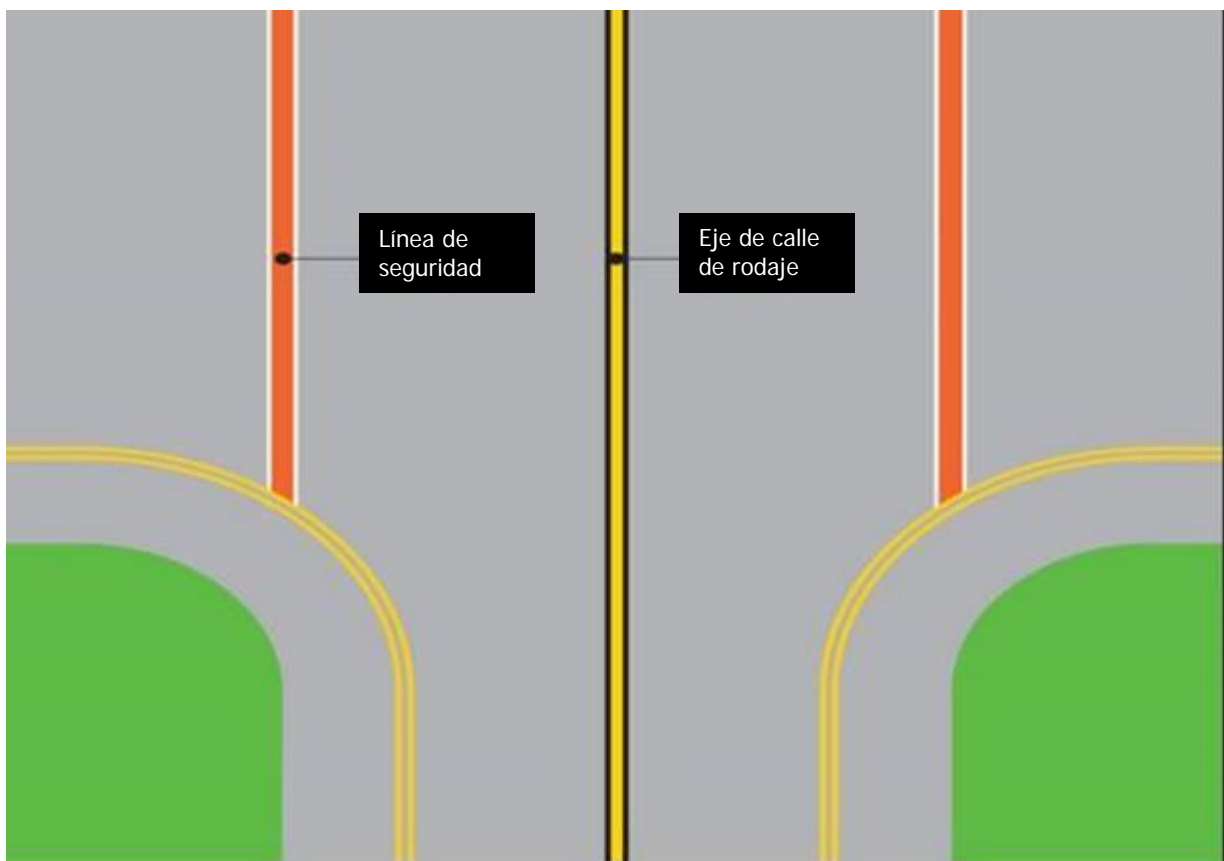


Figura C - 5 Configuración de la plataforma con línea de seguridad.

#### 5. Línea de delimitación de equipos.-

La línea delimita un área interna, en la cual se restringe la entrada de los equipos, o el área del puesto de estacionamiento de la aeronave. Es un área de seguridad para la aeronave (línea de color rojo).

Es aquella zona, en la cual se estaciona la aeronave y es atendida por los vehículos de servicio o de "handling". Durante la llegada de la aeronave, el área debe estar libre de personas, vehículos y equipos, los cuales deben encontrarse a una distancia mínima de la aeronave de 7.5 metros.

El proceso de atención de la aeronave se realizará dentro del área de seguridad, y las todas las zonas asociadas al estacionamiento. Se evitará ocupar las áreas contiguas, mientras se este dando un servicio a una aeronave, así como también, todas aquellas áreas definidas (calle de rodaje adyacentes al estacionamiento),

En la operación de salida de la aeronave del puesto de estacionamiento, el área de seguridad debe estar libre de equipos, excepto aquellos que son imprescindibles para la realización de la maniobra.



Figura B - 6 Señal de delimitación de Área de Restricción de Equipos.

En la figura C-7, se muestra dos configuraciones posibles para delimitar el ERA.

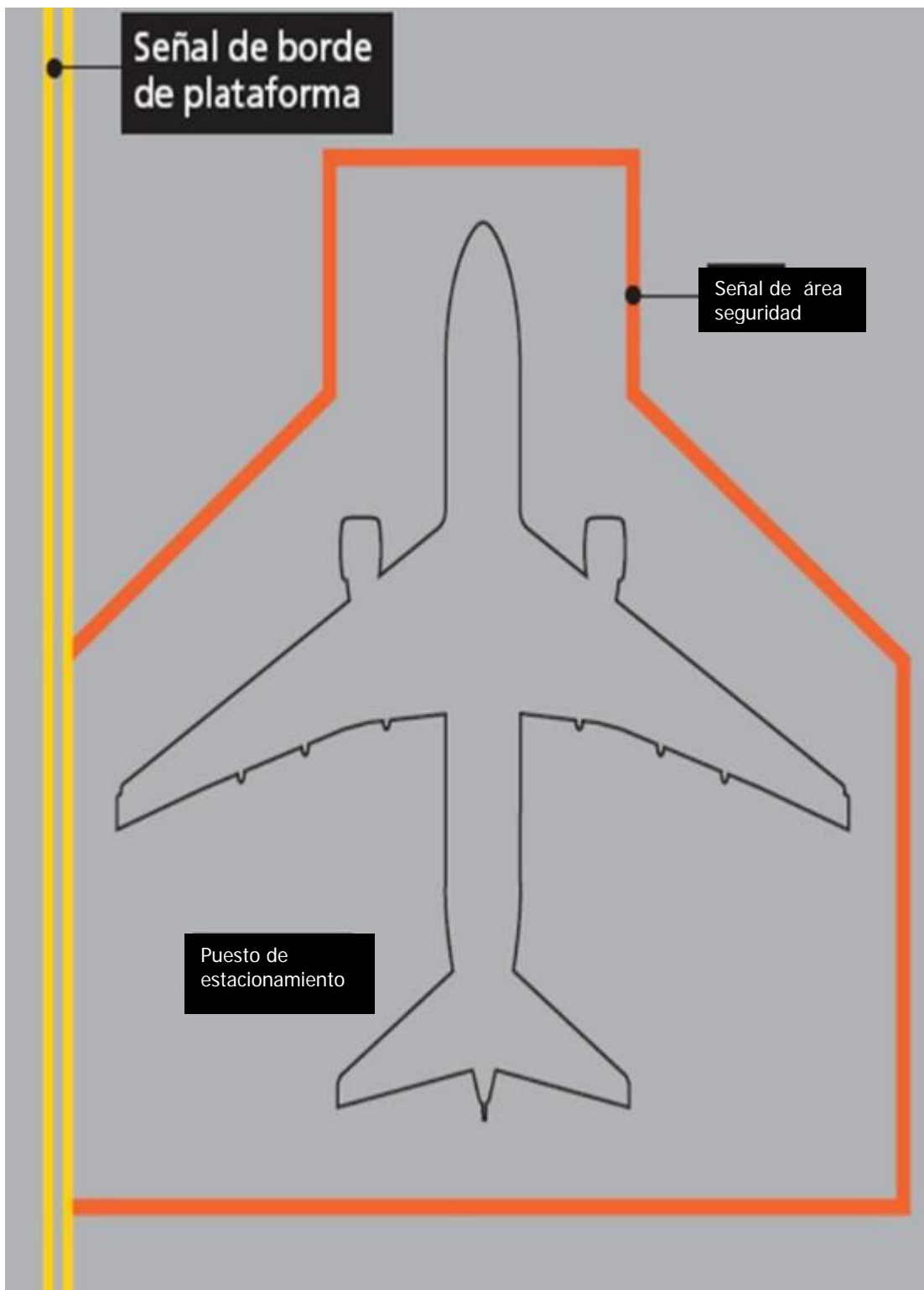


Figura C - 7 Configuración (a) del Área de Restricción de Equipos

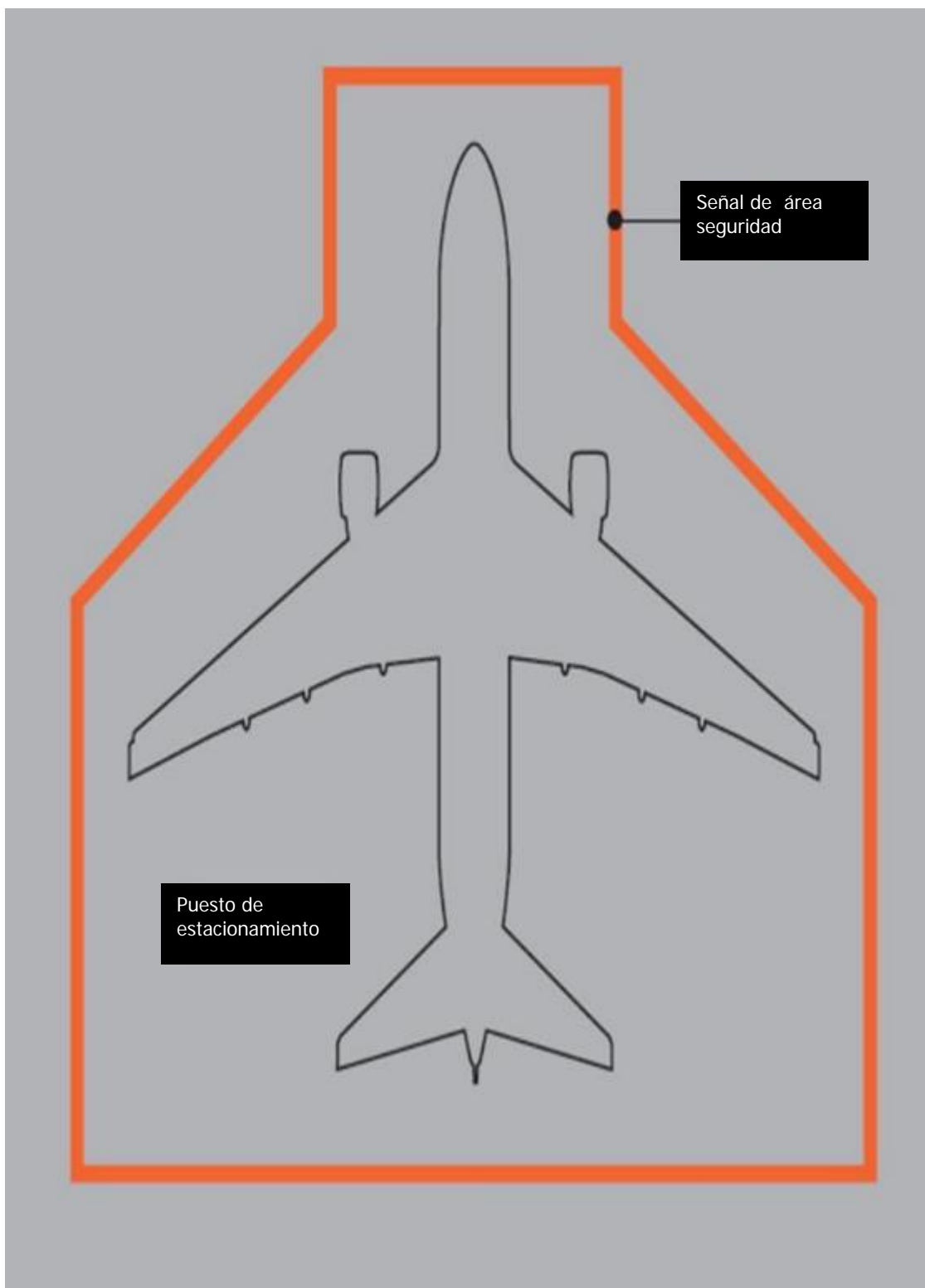


Figura. C 7 Configuración (b) del Área de Restricción de Equipos.

6. Señal de área de espera de equipos.-

Es una señal que indica hasta donde pueden avanzar los vehículos de servicio o “handling” y esperar hasta que la aeronave este completamente parada. Es una línea discontinua de color blanco, que esta ubicada inmediatamente antes de la línea de restricción de equipos.

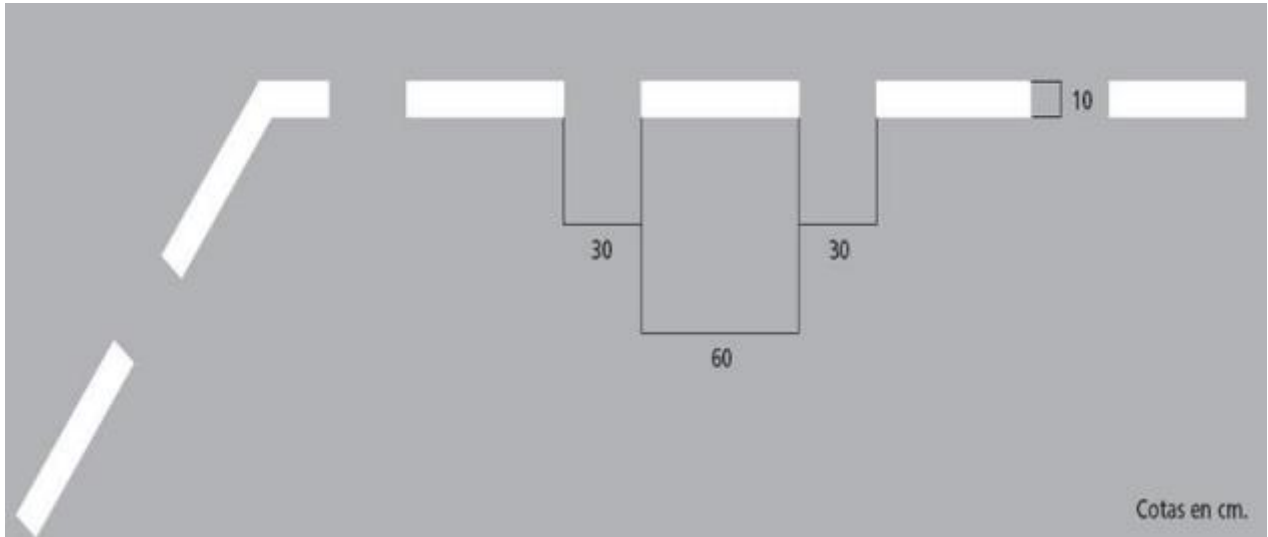


Figura C - 8 Señal de espera de Equipos.

De manera opcional, se puede indicar el punto de espera mediante un mensaje o letrero indicativo, figuras 9 y 10.

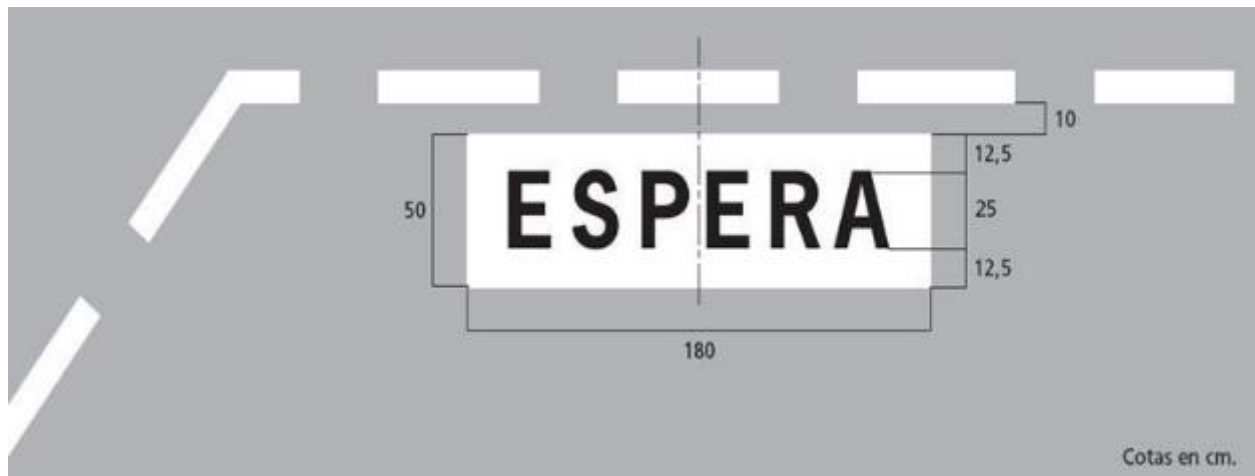


Figura C - 9 Mensaje de espera de equipos.



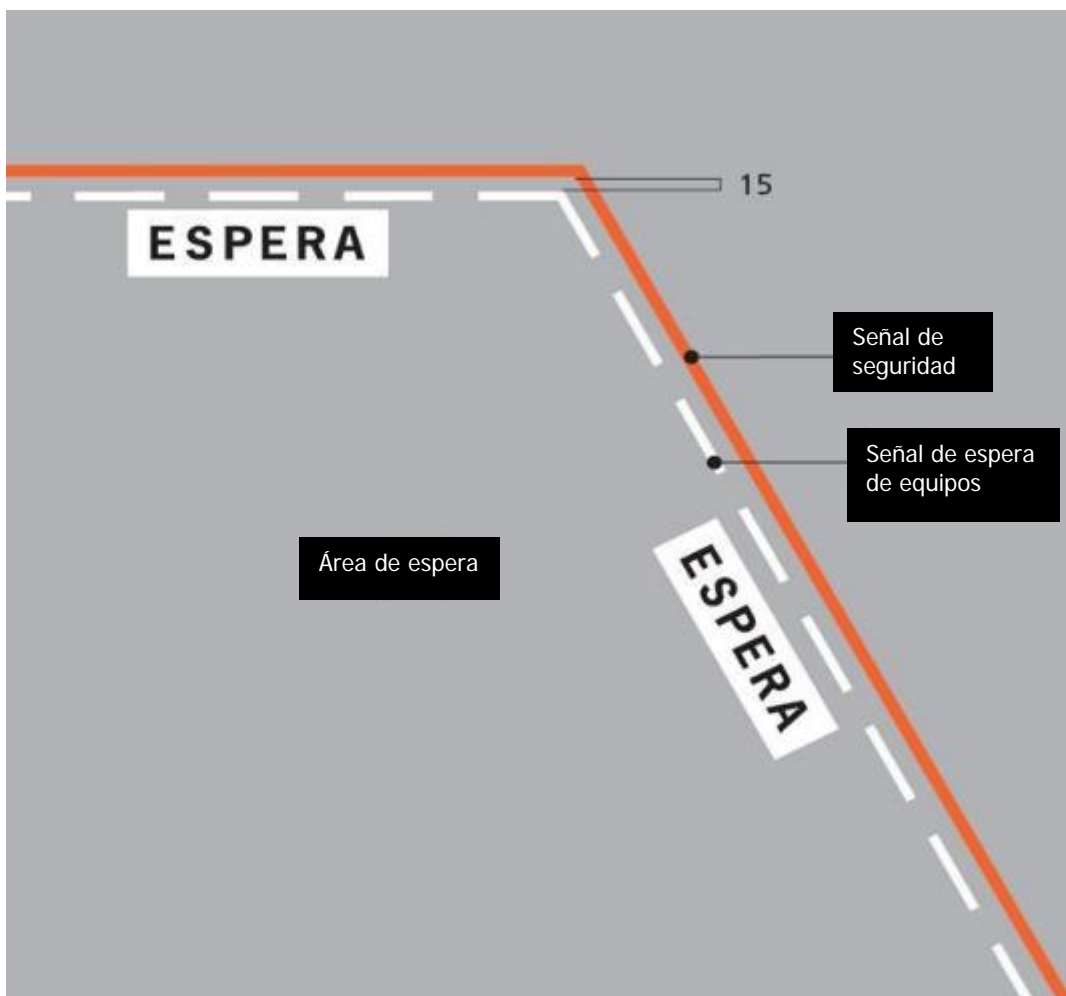


Figura C - 10 Ubicación de la señal de espera de equipo.

7. Señal de área de estacionamiento de equipos.-

La señal correspondiente, delimita una zona de estacionamiento de equipos que dan servicio a las aeronaves. Todos y cada uno de los equipos solo pueden ingresar a través de la línea discontinua de color blanco.

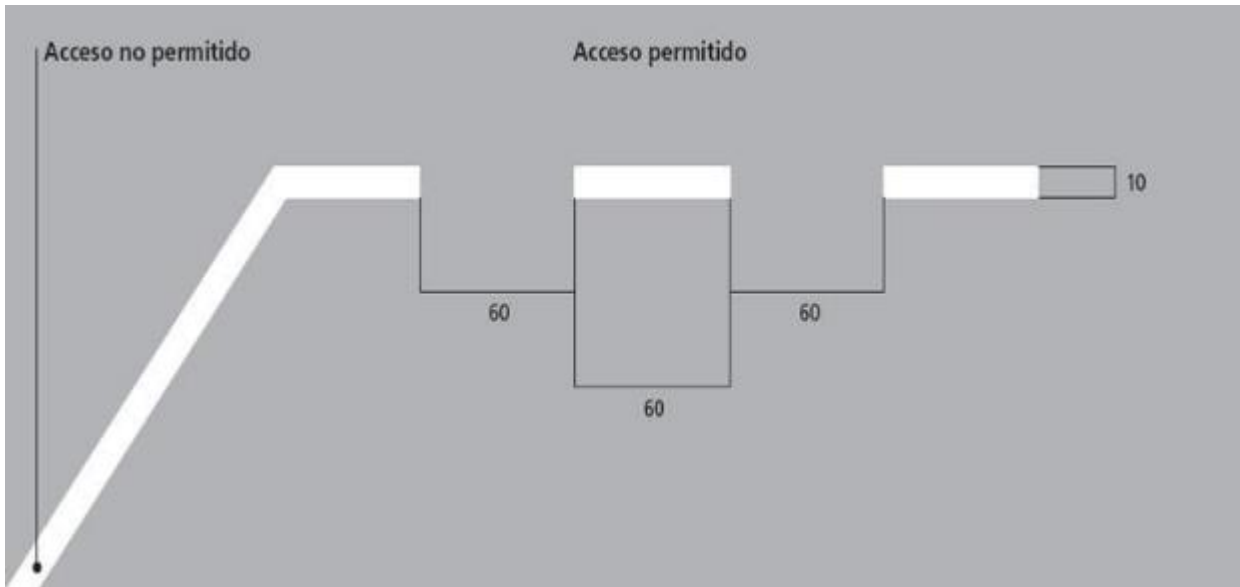


Figura C - 11 Limitación del área de estacionamiento de equipos.

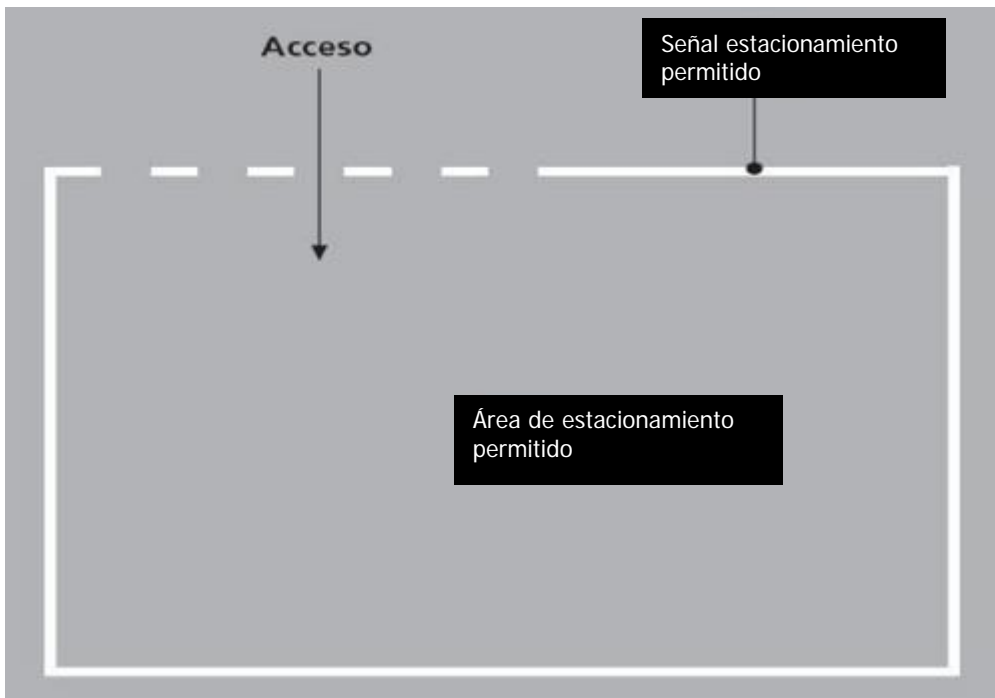


Figura C 12 Área de estacionamiento de equipos.

8. Señal de área de prohibición de estacionamiento de equipos.-

Las áreas donde se prohíbe estacionar equipos, deben estar señalizadas de acuerdo a lo indicado, en las figuras 13, 14 a, b, c.. Las líneas son continuas y de color rojo.

Delimitan en su interior, un área totalmente prohibida para el estacionamiento o parada de equipos de cualquier naturaleza. Cuando se trate de limitar grandes superficies, se colocara la seña alrededor de la misma, como se indica en la figura 14 c

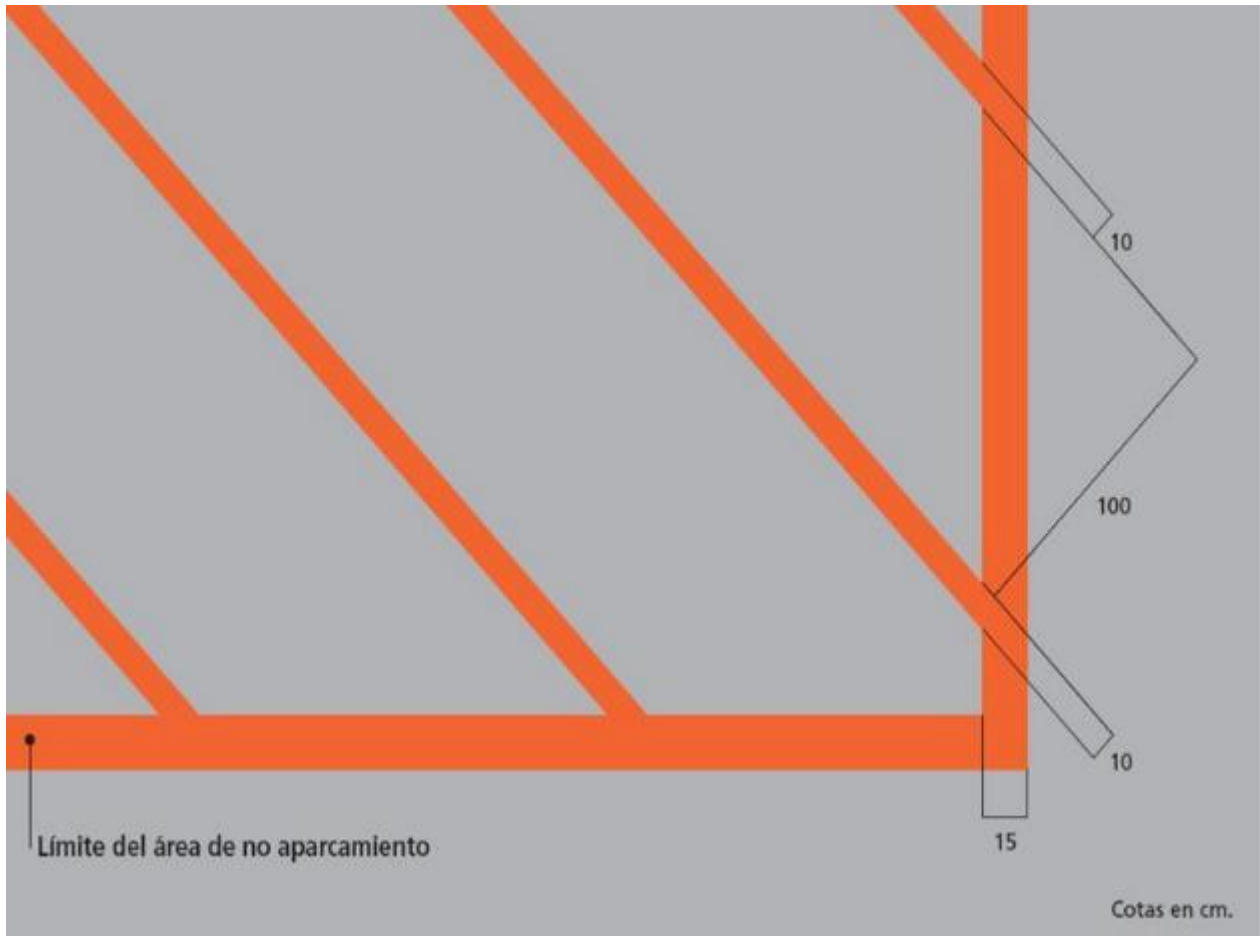


Figura C - 13 Área de estacionamiento de equipos.

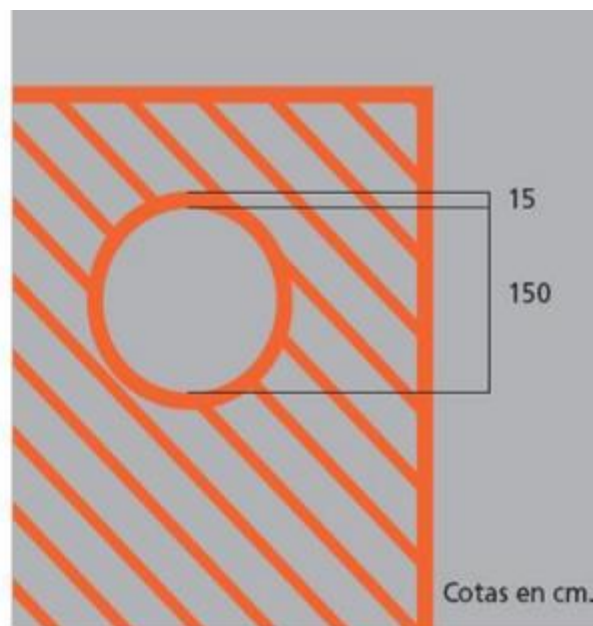
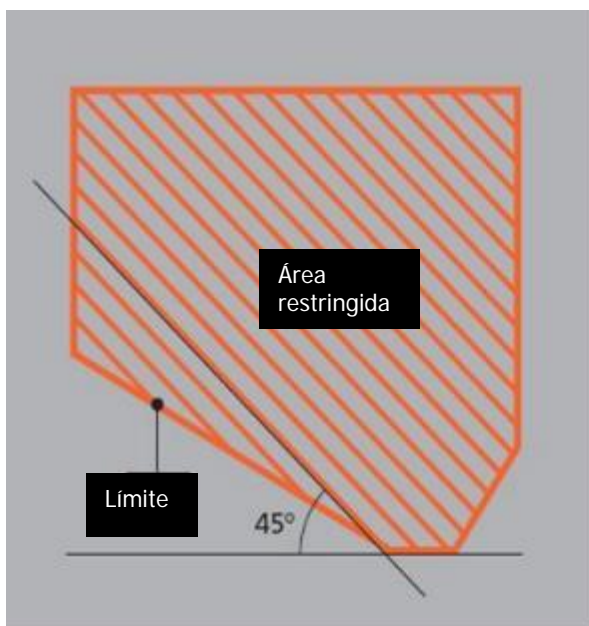


Figura C - 14 a) Área prohibida para el estacionamiento de equipos.

Figura C - 14 b) Señal de posición de reposo de la columna del puente de Abordaje (pasarela).

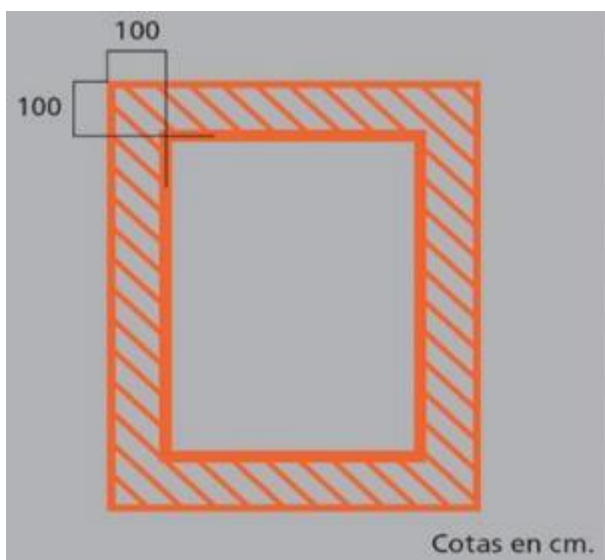


Figura C - 14 c) Delimitación para grandes superficies.

### 9. Señal de entrada al puesto de estacionamiento.

La línea guía al puesto de estacionamiento, se inicia en la calle de rodaje de la plataforma hasta el destino. Si el puesto de estacionamiento permite estacionar distintos tipos de aeronaves, la línea tendrá un trazo continuo indicando el recorrido para la aeronave de uso más frecuente, o para las de mayor envergadura.

Se debe tener en cuenta para el diseño y el trazado de la línea, la separación mínima necesaria, que debe existir entre otras naves estacionadas o las áreas existentes para los vehículos de servicio.

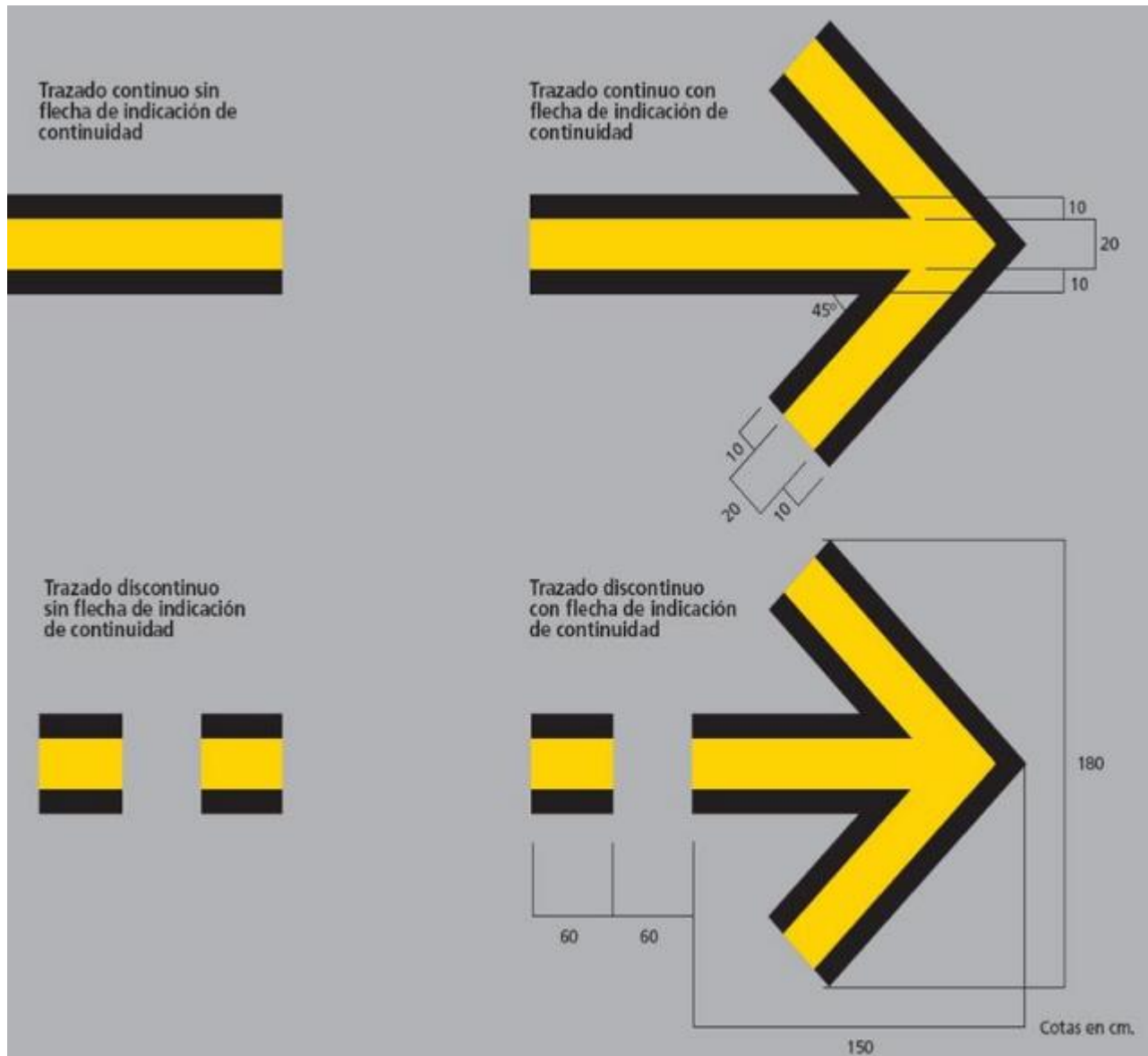


Figura C - 15 Señal de entrada al puesto de estacionamiento.

En lo posible, el trazo de la línea deberá ser recto, desde la intersección con la calle de rodaje hasta el puesto de estacionamiento.

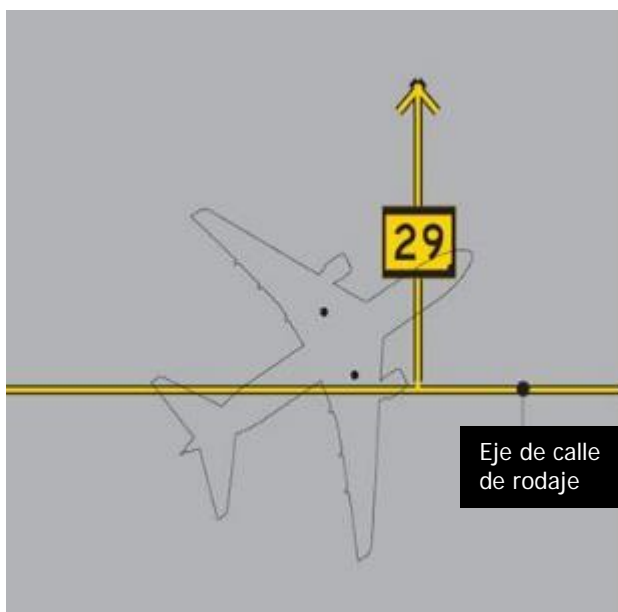


Figura C - 16 a) Diagramación recomendada.

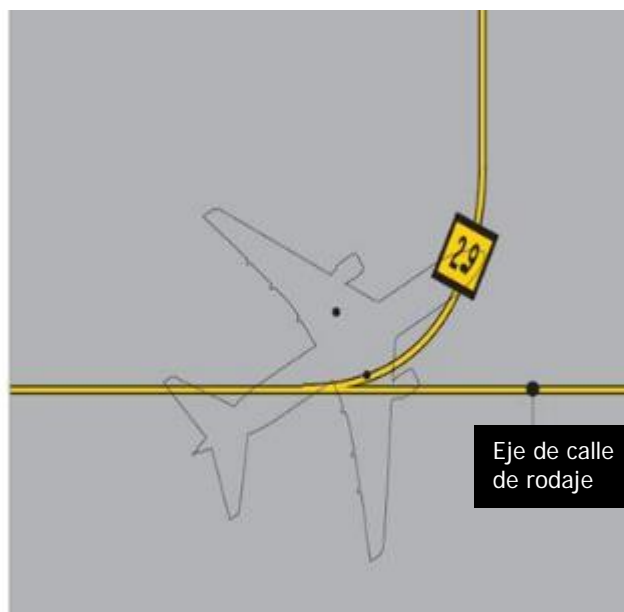


Figura C - 16 b) Diagramación simple.

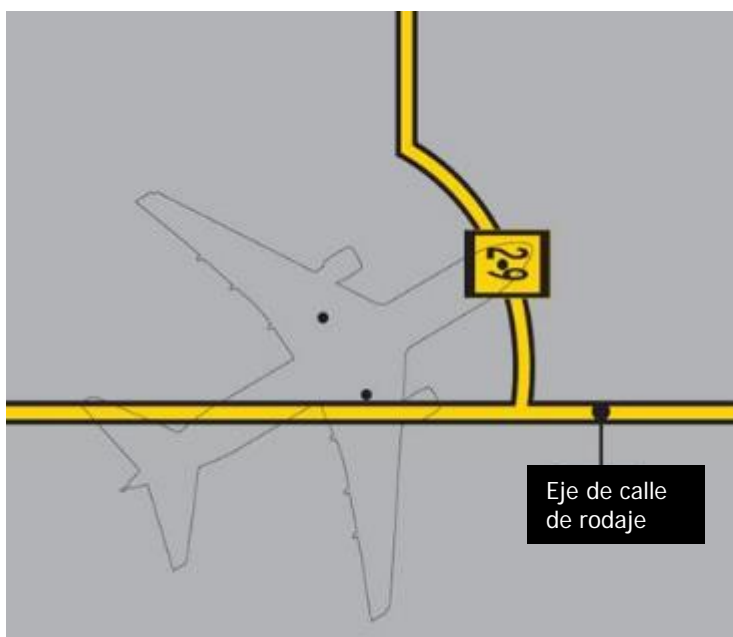


Figura C - 16 c) Señal desplazada.

## 10. Identificación del puesto de estacionamiento en la señal de entrada.-

La señal del número del puesto de estacionamiento, se colocará sobre la línea de ingreso guía (figura C-17 c). En caso de que existan dos direcciones de rodaje al puesto de estacionamiento, se utilizará la configuración indicada en la figura C-17 a), y como una opción más, se utilizará la indicada en la figura C-17 b).

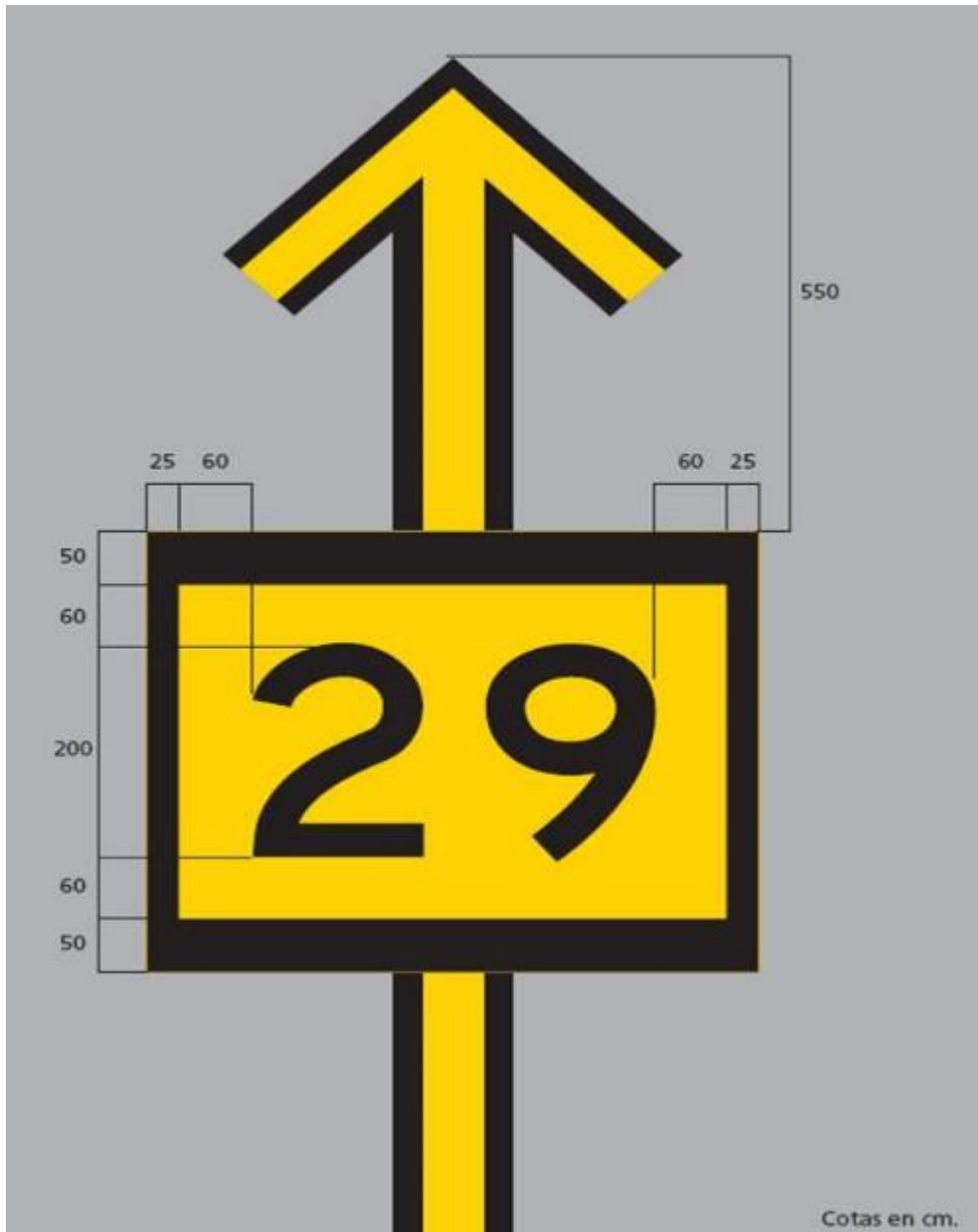


Figura C - 17a) Configuración para estacionamiento con dos direcciones de rodaje hacia el puesto.

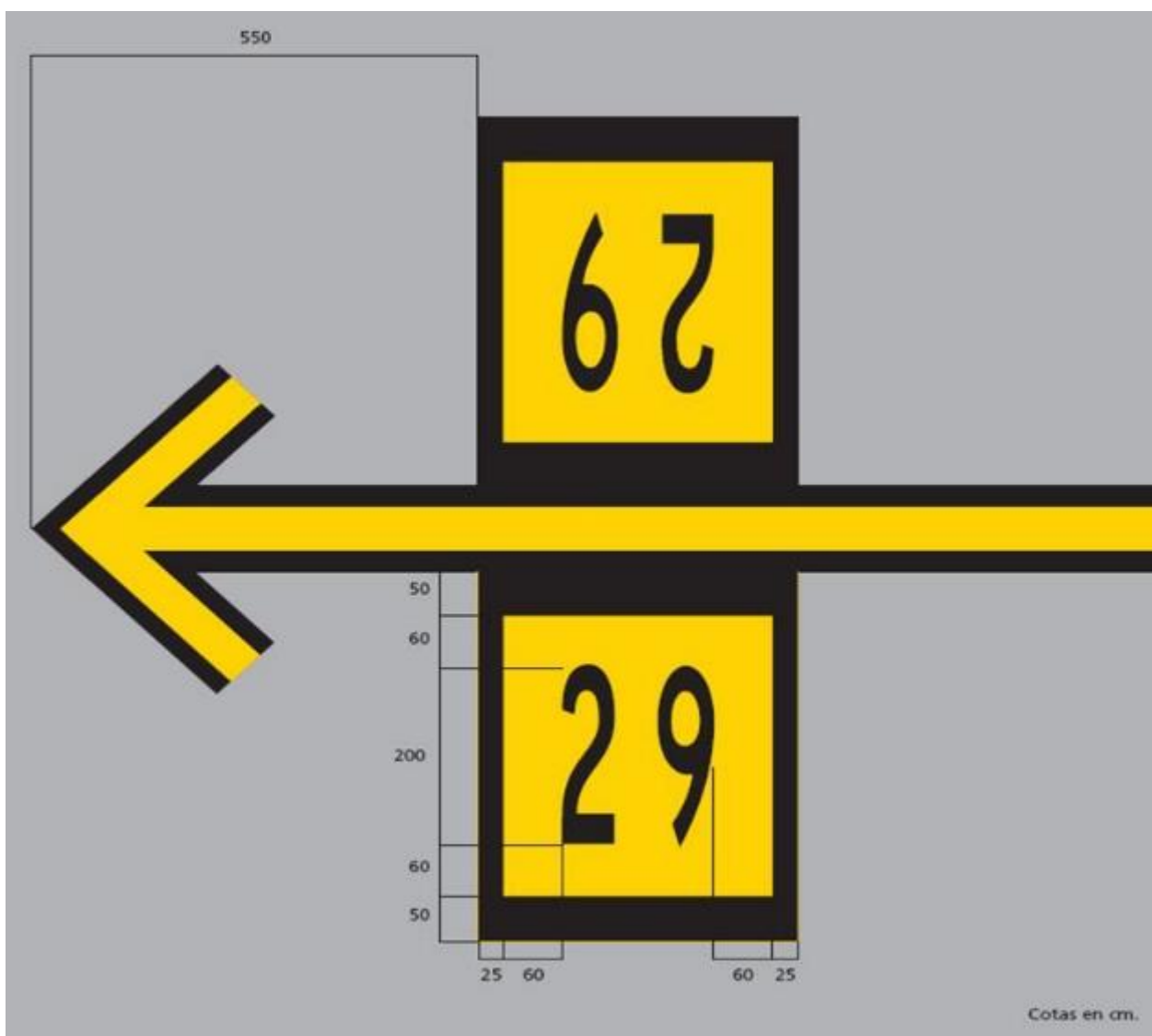


Figura C - 17 b) Configuración para estacionamiento con dos direcciones de rodaje hacia el puesto.



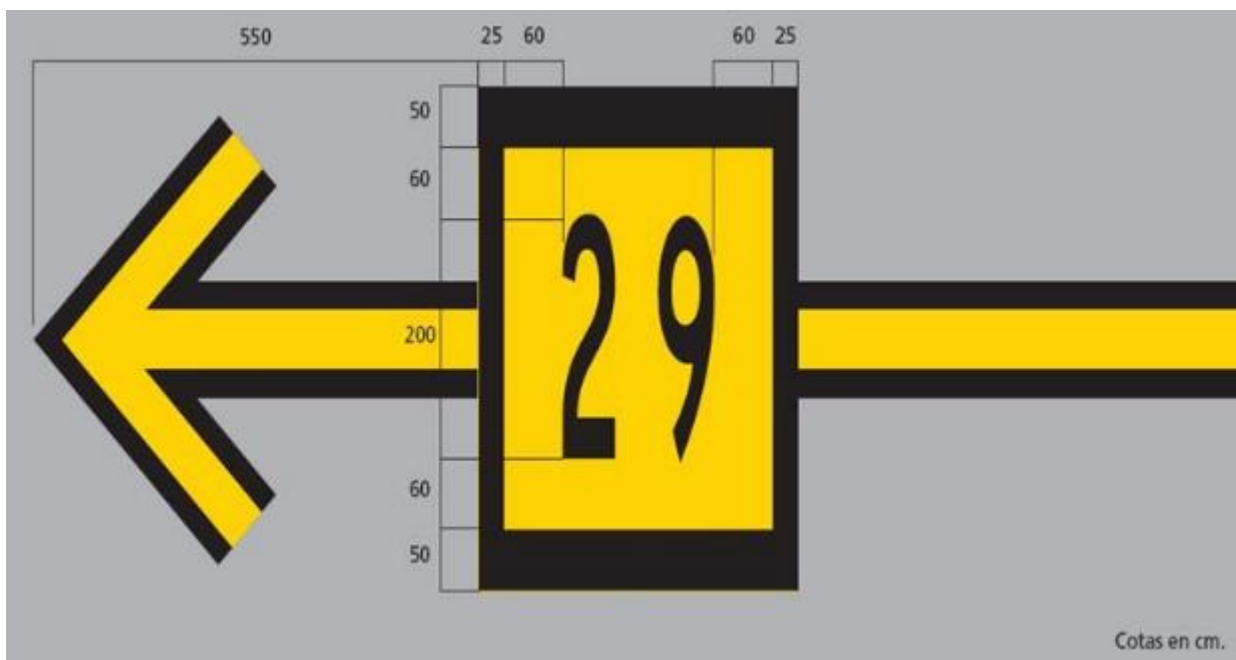


Figura C - 17 c) Configuración para puesto de estacionamiento con una dirección de rodaje hacia el puesto.

La figura 18, muestra la manera en que se debe unir el eje de la calle de rodaje en plataforma, con cualquiera de las líneas indicadora del puesto de estacionamiento. La utilización de uno de los dos tipos de posición, está impuesta por la legibilidad de las señales desde el puesto del piloto.

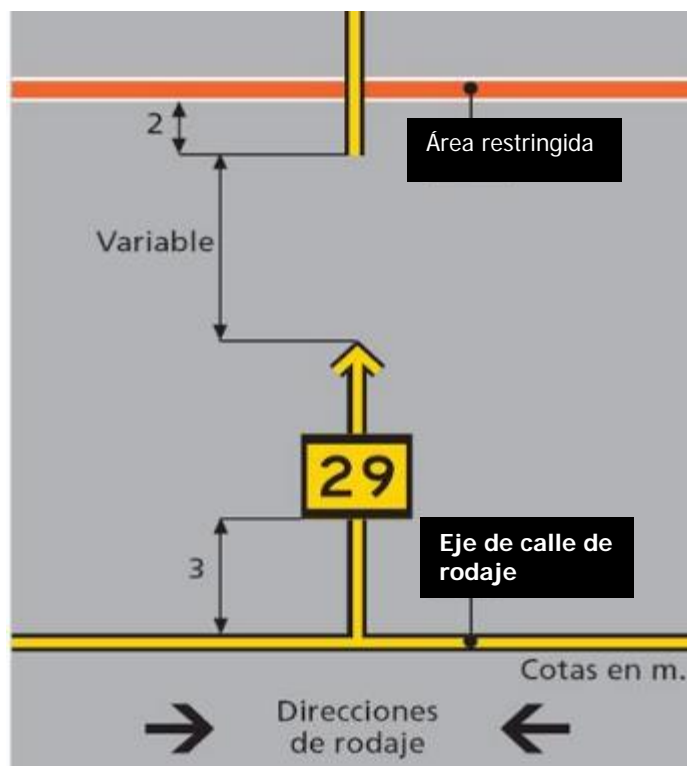


Figura C - 18 a) Configuración para puesto de estacionamiento con dos direcciones de rodaje hacia el puesto.

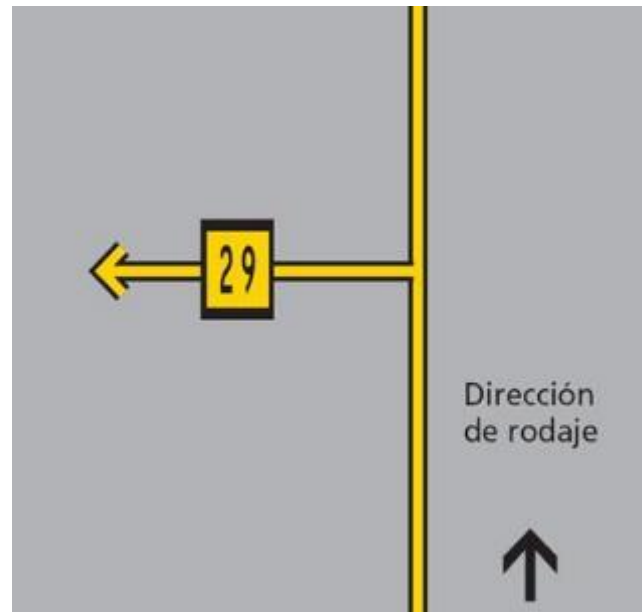
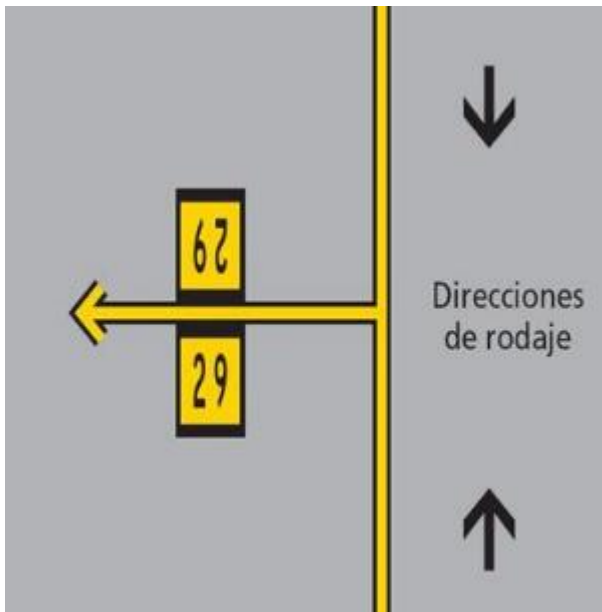


Figura C - 18 b) Opción alternativa, de configuración para puesto de estacionamiento con dos direcciones de rodaje hacia el puesto.

Figura C - 18 c) Configuración para puesto de estacionamiento con una sola dirección de rodaje hacia el puesto.

#### 11. Barra de viraje.-

Indica el lugar de inicio de viraje hacia el puesto de estacionamiento, la señal debe estar ubicada de tal forma que sea visible desde la posición del piloto.

Estará ubicada al lado izquierdo del sentido de la marcha y en ángulo recto a la línea de guía y, con la flecha indicando el sentido de viraje.

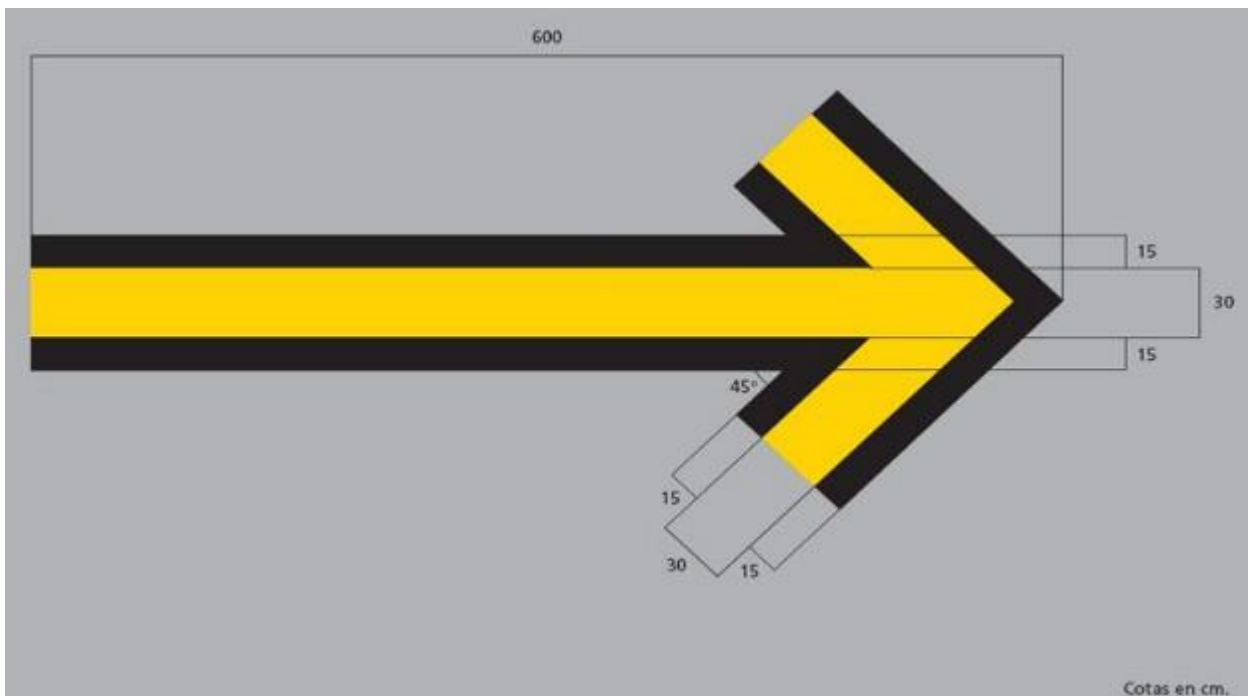


Figura C - 19 Dimensión de la indicación de barra de viraje.

En función a la flota que se espera que utilice el puesto de estacionamiento, se puede pintar varias señales, sin embargo se recomienda utilizar el menor número de señales posibles.

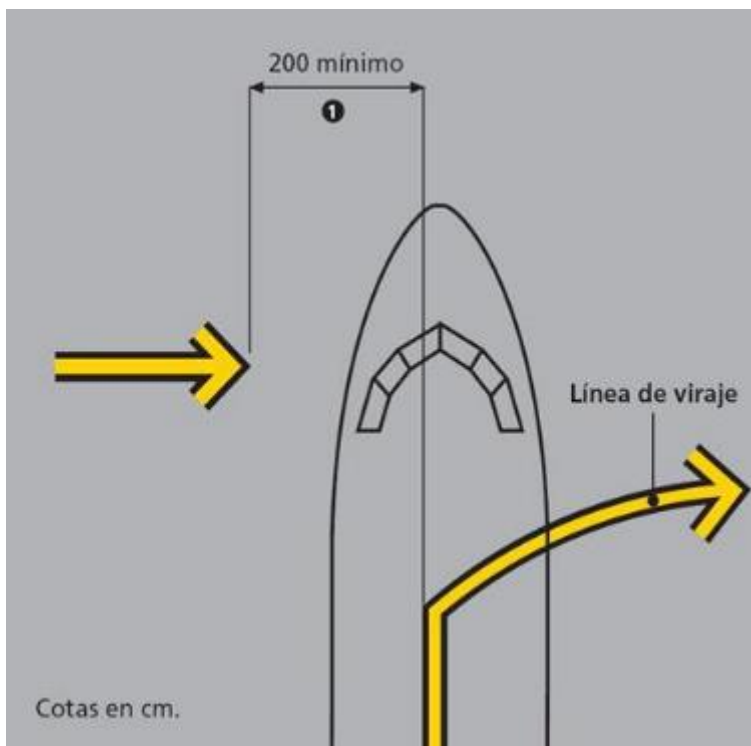


Figura C - 20 ① A determinar en función del tipo para que sea visible por el piloto.

## 12. Barra de parada.-

La barra de parada sirve de ayuda al piloto, para indicarle en que punto debe detenerse en un punto determinado. Ésta opción es valida cuando la aeronave ingresa por sus propios medios a la posición de estacionamiento sin guiado, sean éstos medios automáticos o señalero (fig C-21).

Si nos referimos a la posición del puente (pasarela) de abordaje, se pintará la barra de forma que sea posible la conexión entre la aeronave y el puente. La posición ideal de la puerta de la aeronave está definida para cada tipo de aeronave y está relacionada, con la ubicación final de la rueda de morro.

Para los puentes de abordaje con dos grados de libertad, la posición de la barra de parada, debe ser precisa, considerando los tipos de aeronaves más usuales.

En posiciones remotas, se marcará una barra de parada (o dos como máximo) que corresponda a la aeronave más desfavorable en cuanto al cumplimiento de distancias mínimas de seguridad. Sin embargo, en caso de no existir riesgo de incidentes para las naves que van a utilizar la posición, bastará con señalizar la barra de parada de la aeronave más usual.

Cuando se marquen varias barras de parada en un estacionamiento, podrá añadirse un texto para indicar al piloto en que punto donde detener su aeronave (fig. C-22).

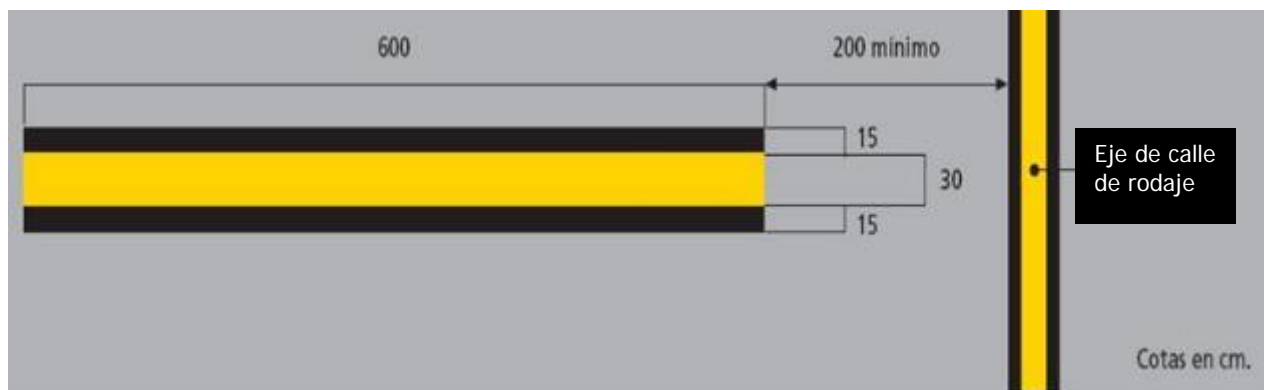


Figura C - 21 Configuración de la señal de barra de parada.

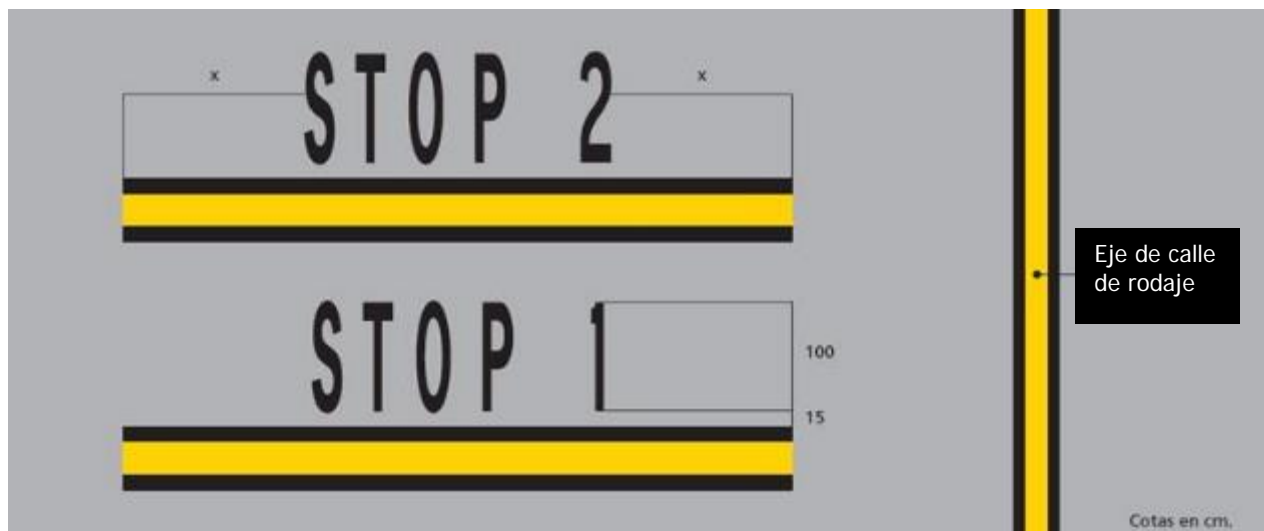
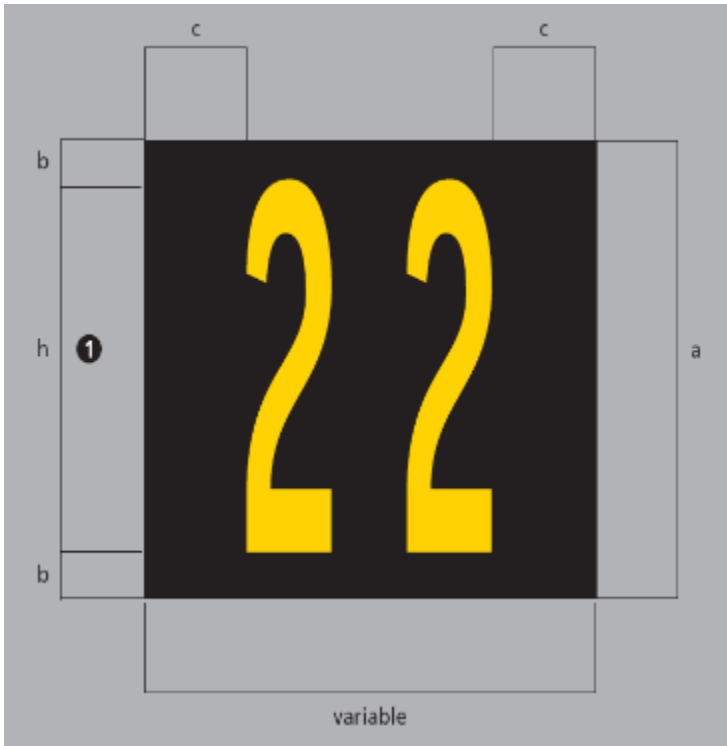


Figura C - 22 Configuración de la señal de barra de parada.

13. Señal de designación de puesto de estacionamiento.-

Es el número .que designa el puesto de estacionamiento de aeronaves. El mismo se encuentra inscrito dentro de un cuadrado negro y está pintado con amarillo (fig 23). El tamaño del número está relación con la letra clave de la

El letrero se colocará en la parte interior superior izquierda del puesto de estacionamiento, cuando se use el puente de bordaje, de tal manera que el piloto pueda observar el mismo correctamente. En las posiciones remotas, la identificación se situará en el extremo de la barra de parada (fig. 24 a y b).



Letra Clave	➊ Tamaño del texto ( h )
A , B	75 cm
C	100 cm
D, E	150 cm

➊ h	a	b	c
75	95	10	25
100	126	13	33
150	190	20	50

Tabla 1. Tamaño en centímetros del número que designa el puesto de estacionamiento.

Figura C - 23 Señal de designación de puesto de estacionamiento.

Para conseguir que la nave quede perfectamente alineada sobre el eje del puesto de estacionamiento, debe existir al menos la mitad de la longitud de la aeronave tras el viraje de entrada.

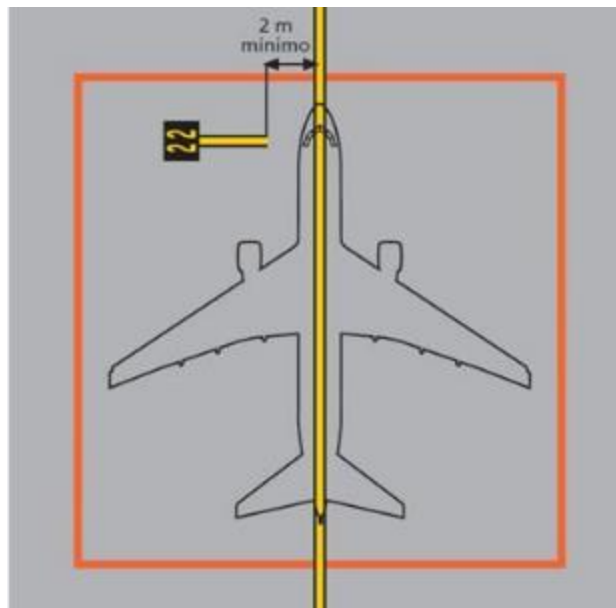
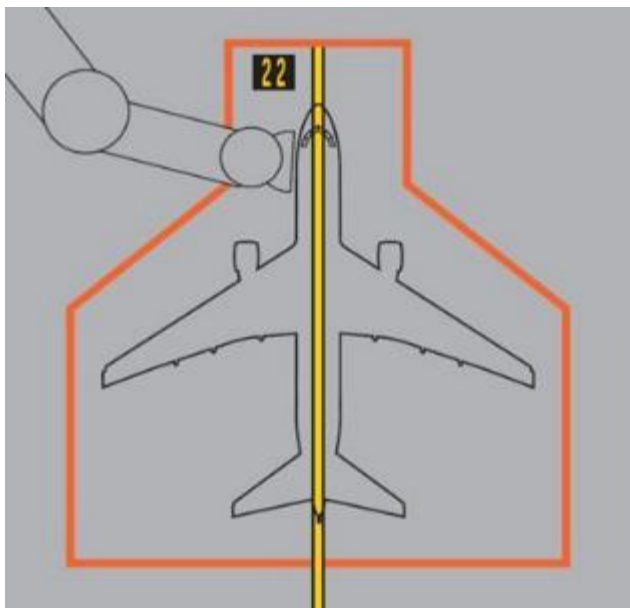


Figura C - 24 a) Configuración del número de puesto de estacionamiento, con aeronave y puente de abordaje.

Figura C - 24 b) Configuración del número de puesto de estacionamiento, en posiciones remotas.

14. Criterio de diseño del puesto de estacionamiento.-

Quando una aeronave manobra en la plataforma, el obstáculo crítico no suele ser la aeronave adyacente, sino los vehículos de servicio que la atiende.

El propósito de señalar el área de estacionamiento de aeronaves, es el de proporcionar un área segura para el personal y vehículos, donde se realizan los servicios que requiere la aeronave antes de dejar la plataforma.

En la posición final, se debe proporcionar un margen libre de obstáculos de  $A=7.50$  m como mínimo, entre la aeronave y entre cada punto de la señal del puesto de estacionamiento. En la punta de las alas y el morro, ésta distancia puede reducirse hasta  $A=4.50$  m para las aeronaves de la clave C.

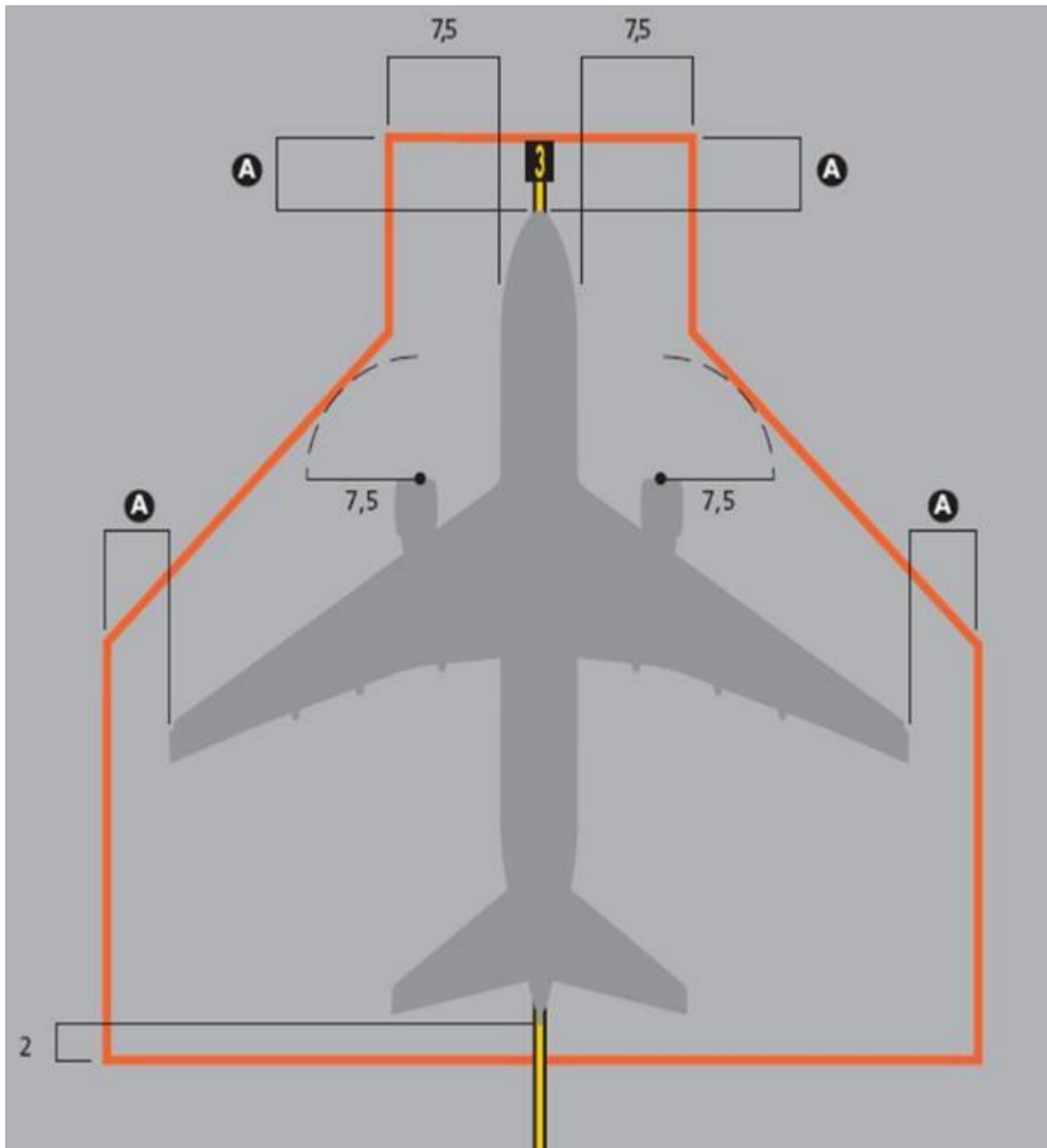


Figura C - 25 Configuración del puesto de estacionamiento.

Normalmente, la flota usuaria del puesto de estacionamiento está compuesta por varios tipos de modelo de aeronaves, con diferentes geometrías. A fin de acomodar correctamente todos los modelos de aeronaves es necesario fijar varias posiciones de parada, considerando las instalaciones, puentes de abordaje, etc.

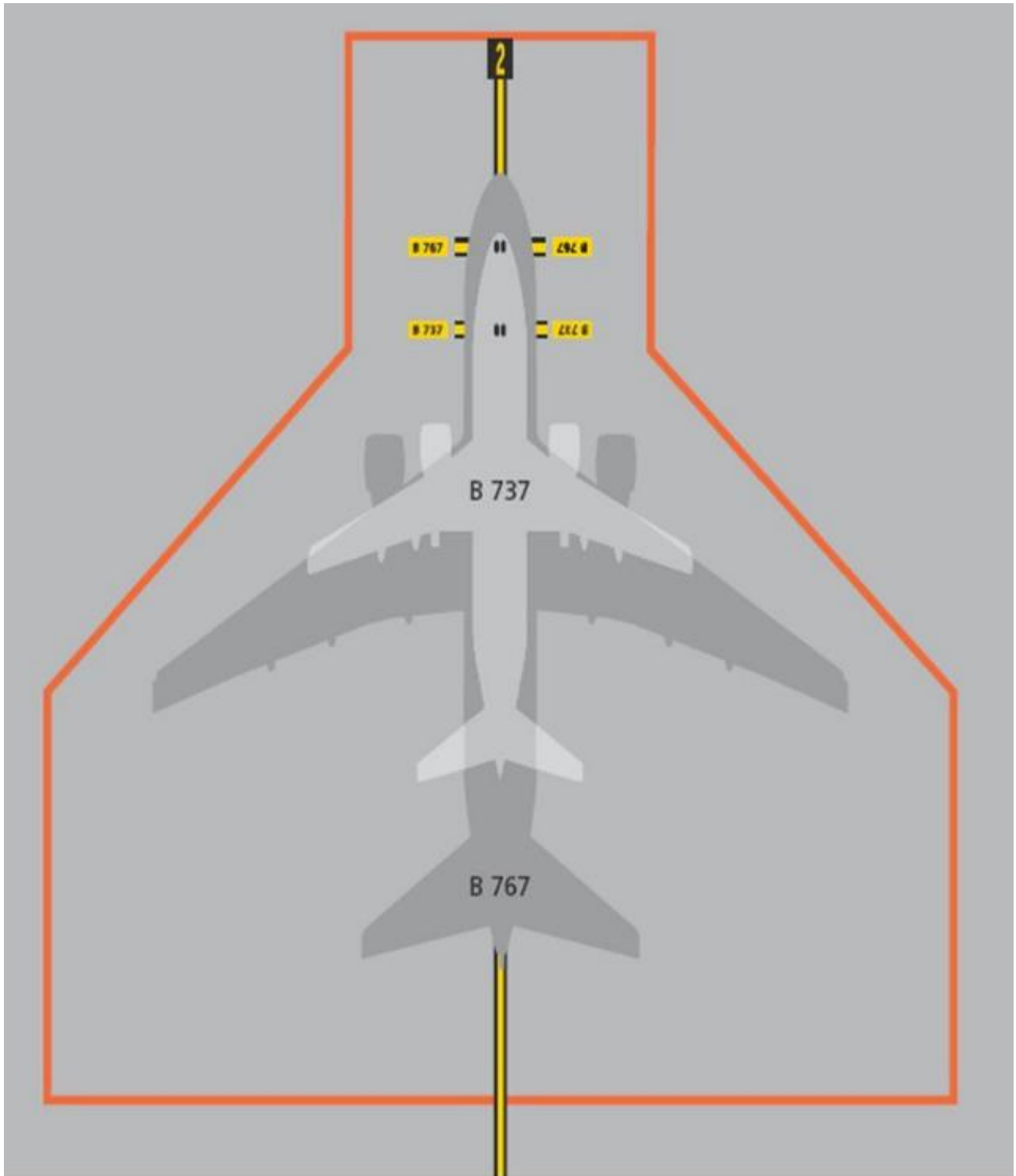


Figura C - 26 Configuración del puesto de estacionamiento.



## 15. Diferentes geometrías del puesto de estacionamiento.-

Las plantillas presentadas en el adjunto, incluyen las dimensiones de los puestos de estacionamiento para los aviones que mayormente operan en los aeropuertos nacionales. Para aeronaves de mayor envergadura se deberá realizar un estudio especial.

Cada estacionamiento, está diseñado para un grupo de aeronaves con características similares de envergadura, de ancho y largo.

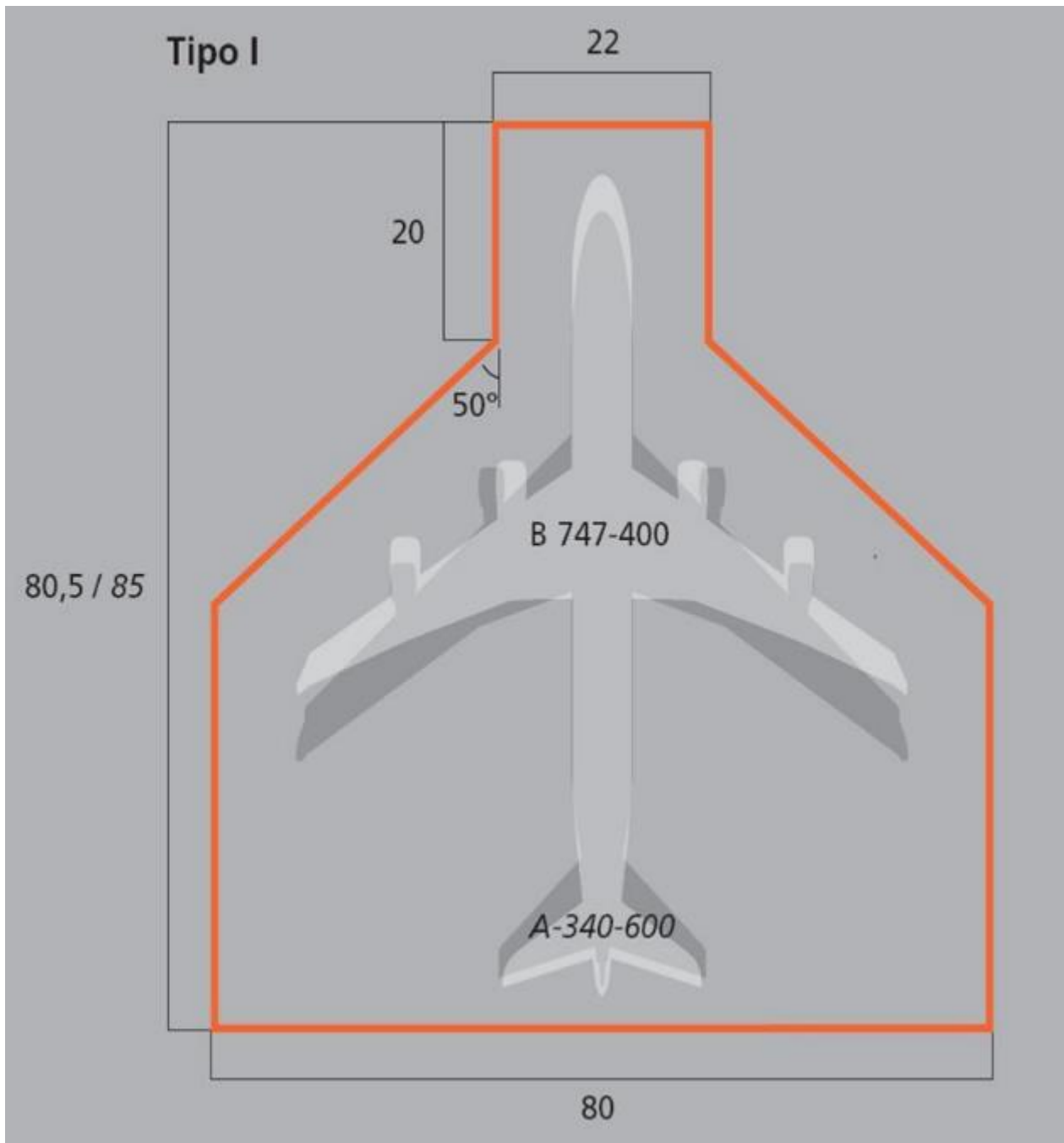


Figura C - 27 a) Configuración del puesto de estacionamiento Tipo I

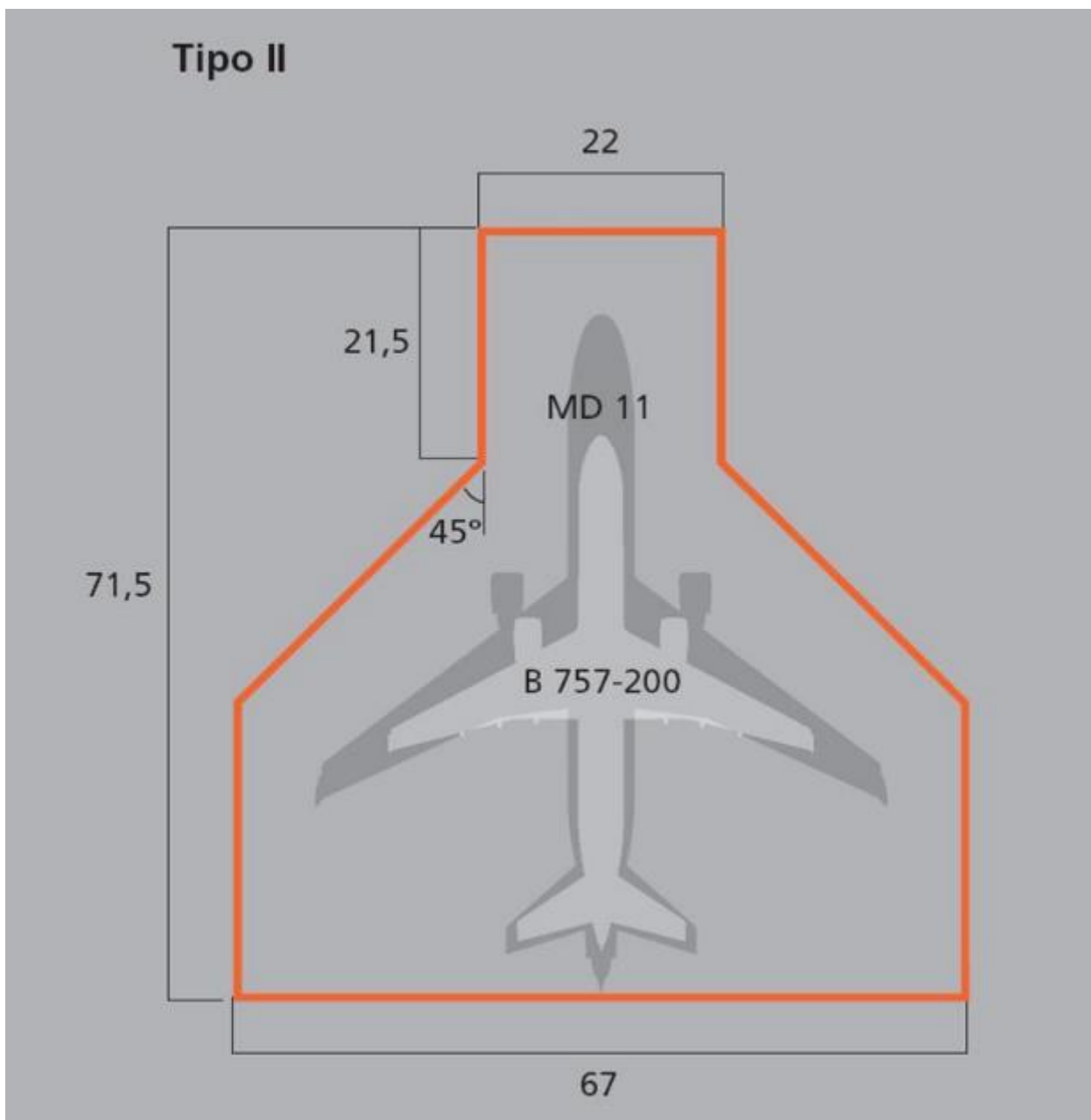


Figura C - 27 b) Configuración del puesto de estacionamiento Tipo II

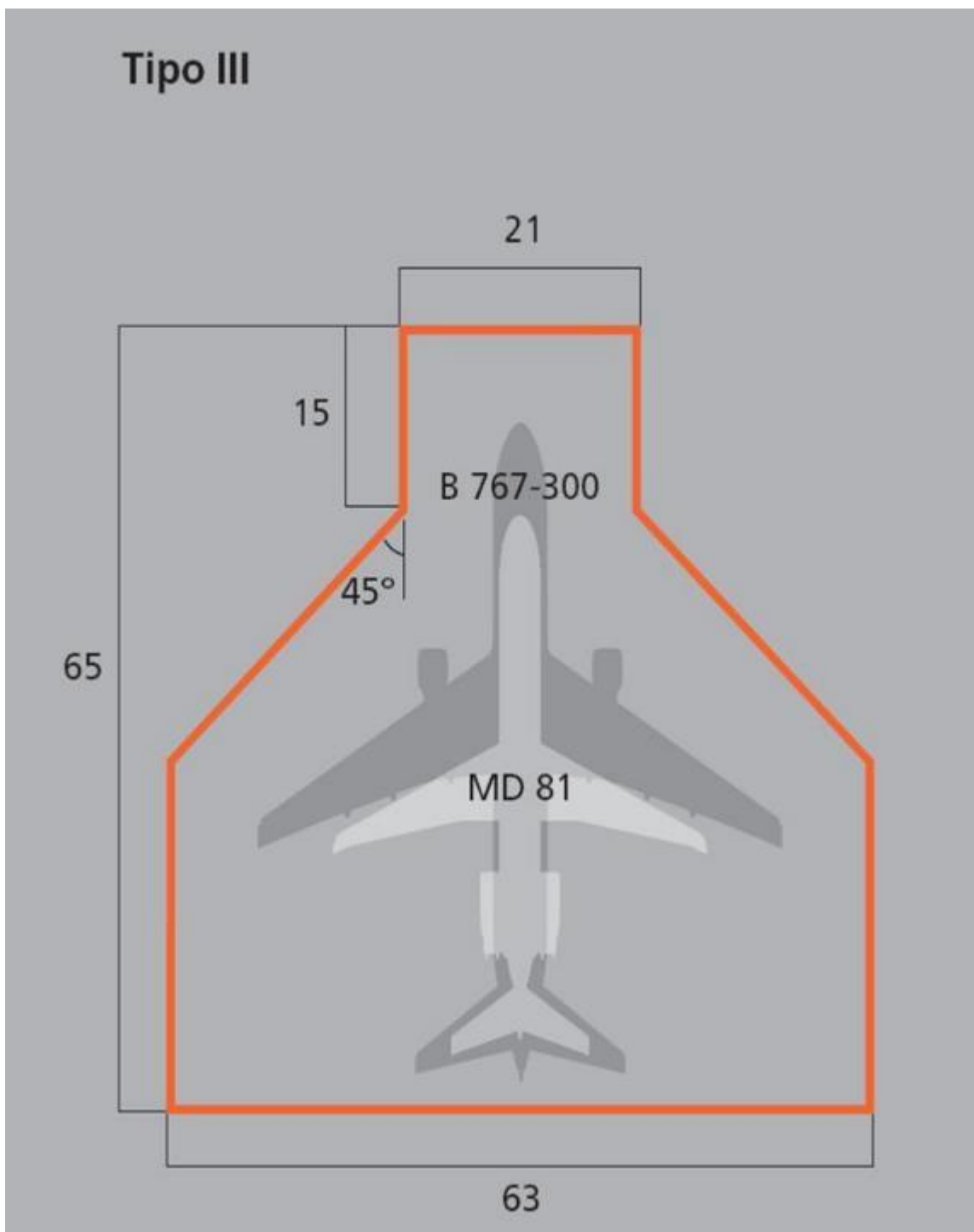


Figura C - 27 c) Configuración del puesto de estacionamiento Tipo III (cotas en metros)

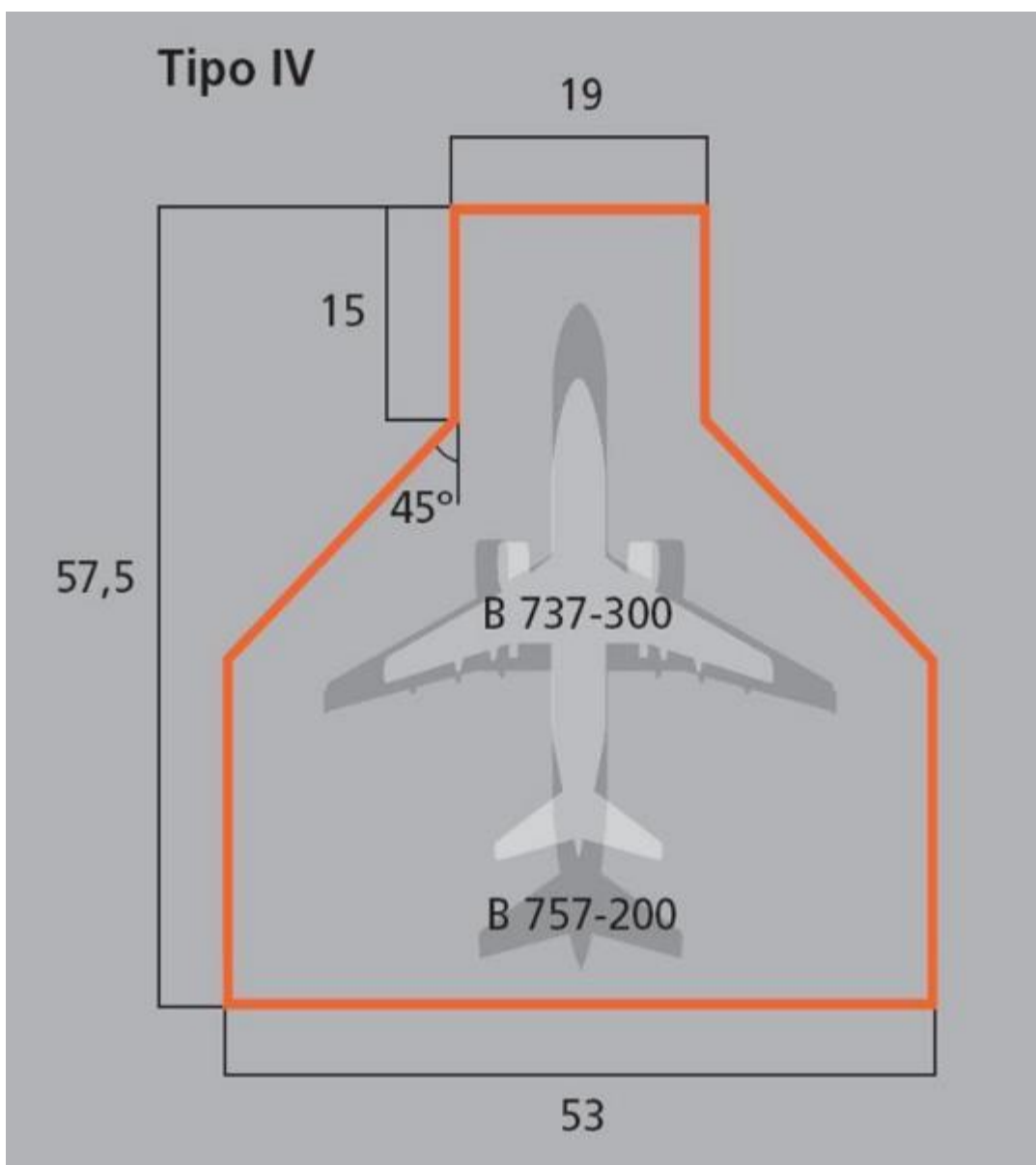


Figura C - 27 d) Configuración del puesto de estacionamiento Tipo IV (cotas en metros)

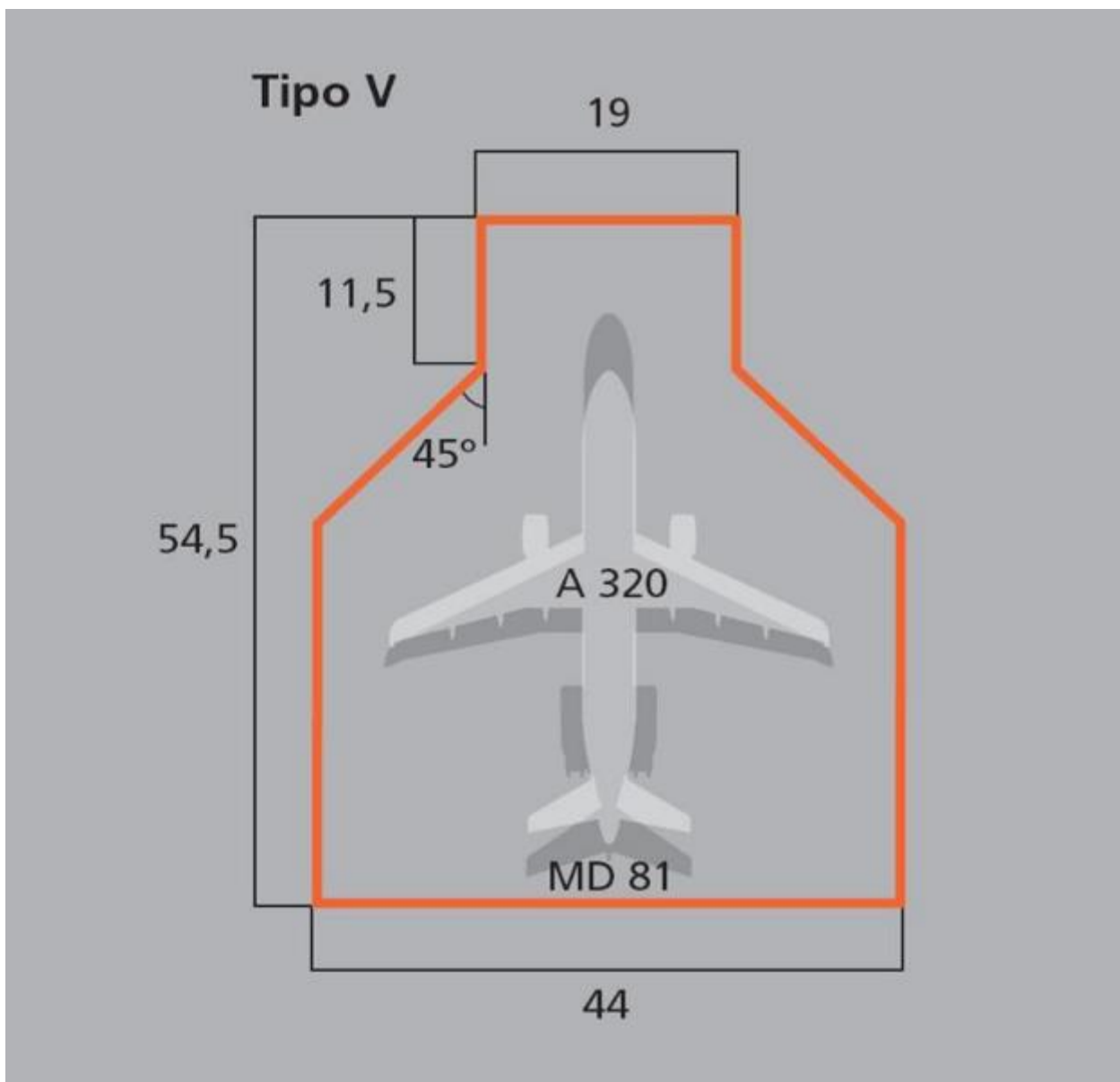


Figura C - 27 e) Configuración del puesto de estacionamiento Tipo V (cotas en metros)

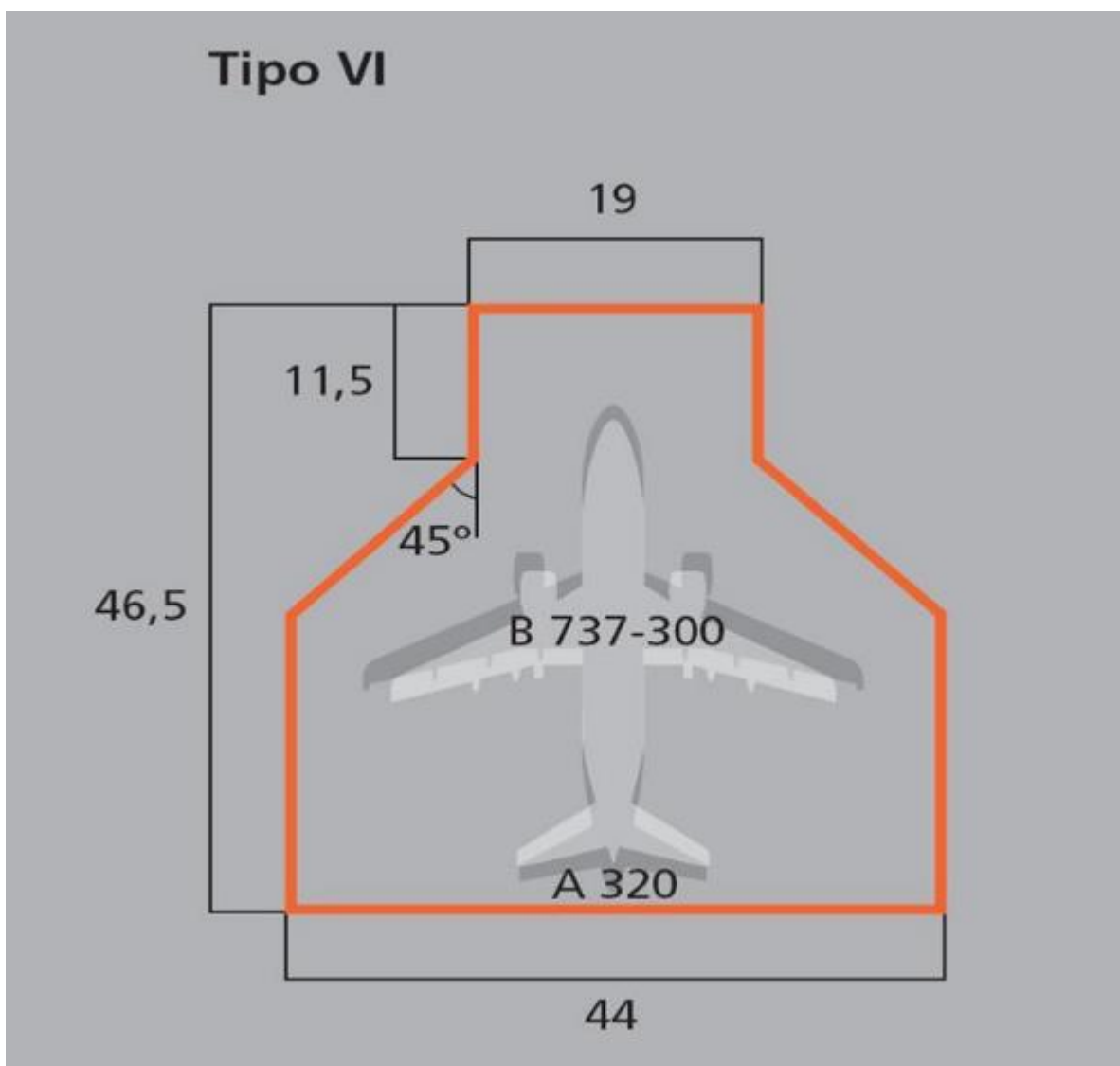


Figura C - 27 f) Configuración del puesto de estacionamiento Tipo VI (cotas en metros)

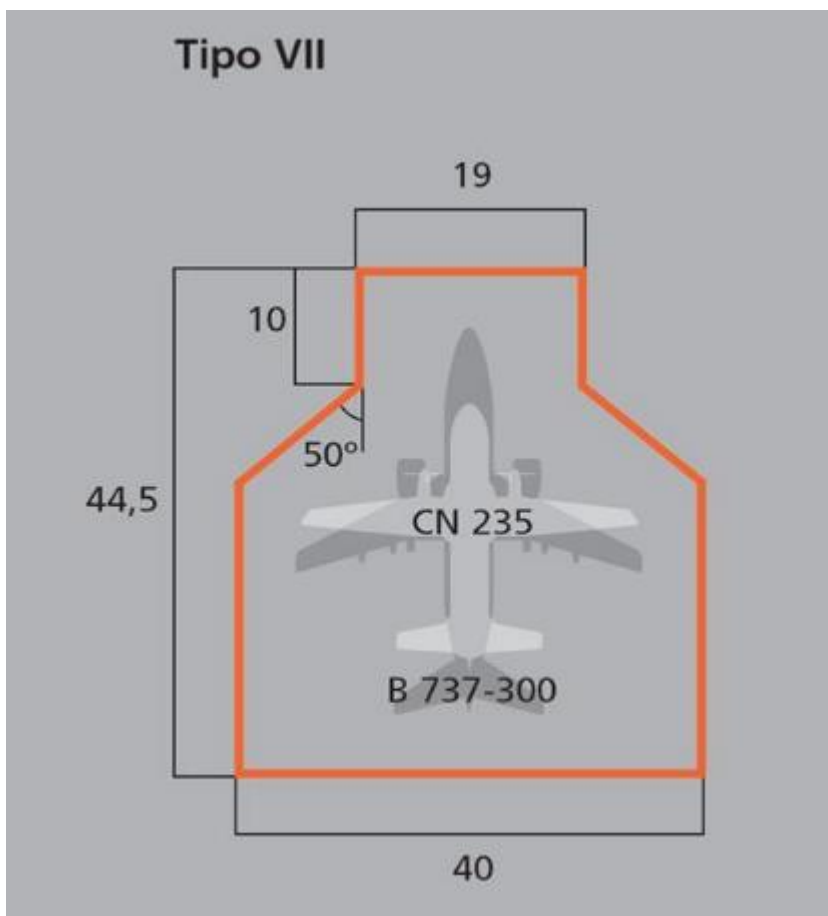


Figura C - 27 g) Configuración del puesto de estacionamiento Tipo VII (cotas en metros)



Figura C - 27 h) Configuración del puesto de estacionamiento Tipo VIII

Dimensiones de los puestos de estacionamiento (metros)			
TIPO	AERONAVES	LONGITUD	ANCHO
I	B-744, B-747, A-340	80.50	80.00
	B-777, A-340-600	85.00	80.00
II	MD-11, DC-10, DC-8/63	71.50	67.00
III	B-763, B-767, B-707, L-1011	65.00	63.00
	IL-62, A-300, A-310, DC-8/53		
IV	B-757, TU-154	57.50	53.00
V	B-727, MD-81 a 83 y 88	54.50	44.00
VI	MD-87, A-320, TU-134	46.50	44.00
	B-737/600 a 800		
VII	DC-9, B-737/100 A 500, F-100	44.50	40.00
	Bae 143, F-28, BA-111		
	Bae 146/200 Y 300		
VIII	ATR-72, ATR-42, CN-235, Bae-146/100	34.50	37.00



En algunas configuraciones del puesto de estacionamiento, es necesario marcar de una manera conveniente, todas aquellas áreas reservadas para los equipos auxiliares, como por ejemplo el tractor de arrastre, abastecimiento de combustible y otros, proporcionando vías rápidas para vehículos de emergencia.

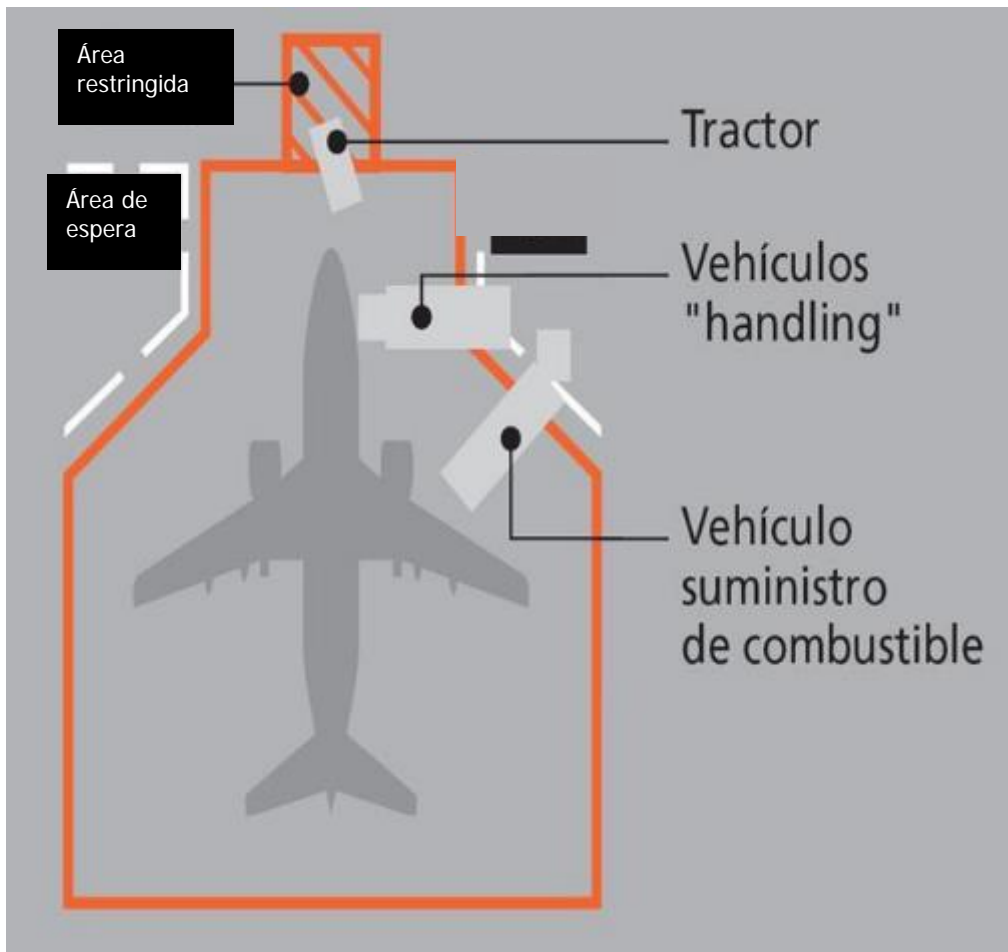


Figura C - 28 Configuración de un puesto de estacionamiento con vehículos de servicio.

Puede ocurrir, que en algunos casos, los puestos de estacionamientos se solapen, para lo cuál se considerará la separación mínima necesaria entre una aeronave y otra. Pero en los casos en las que las aeronaves pertenezcan a las del tipo III o menores, se producirán problemas para la circulación de los vehículos de servicio o “handling”.

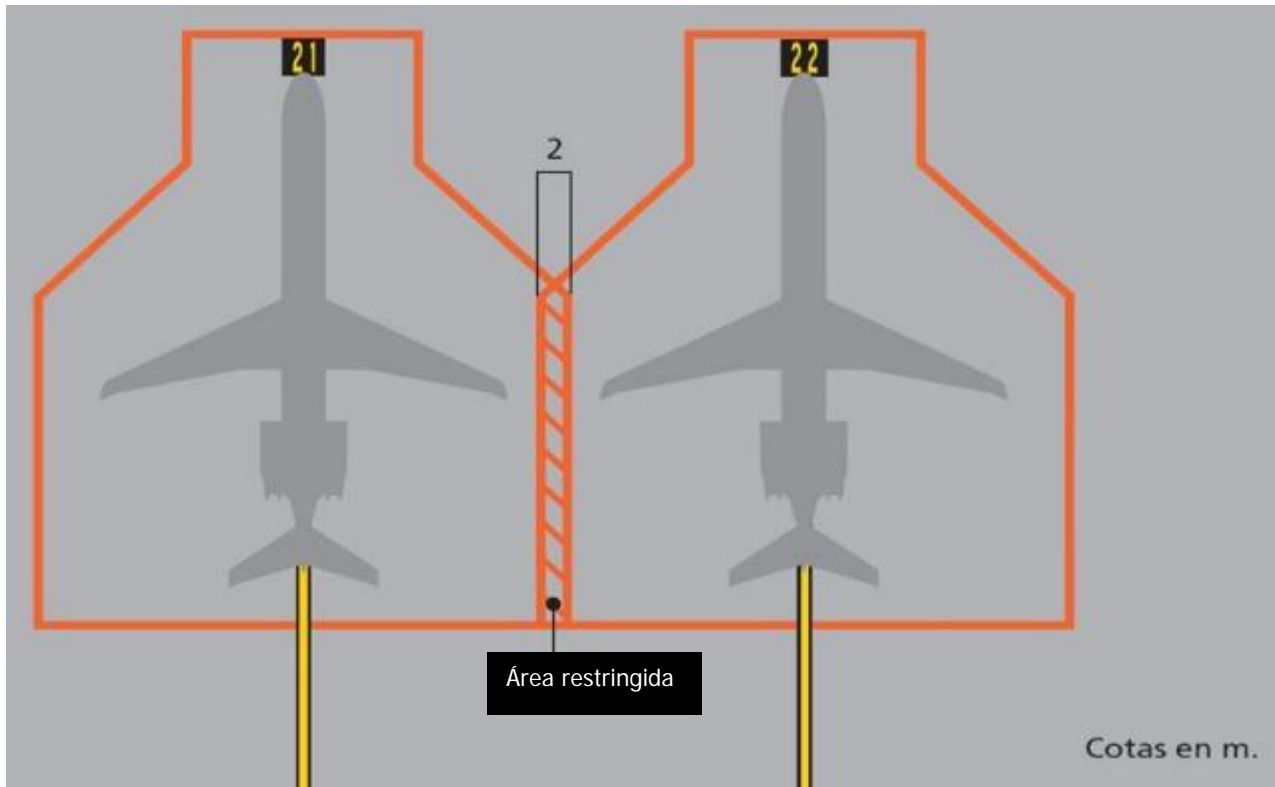


Figura C - 29 Configuración de un puesto de estacionamiento con vehículos de servicio.

Las áreas de solape entre puestos de estacionamientos, serán consideradas como áreas restringidas para el estacionamiento, y serán señaladas de esa forma.

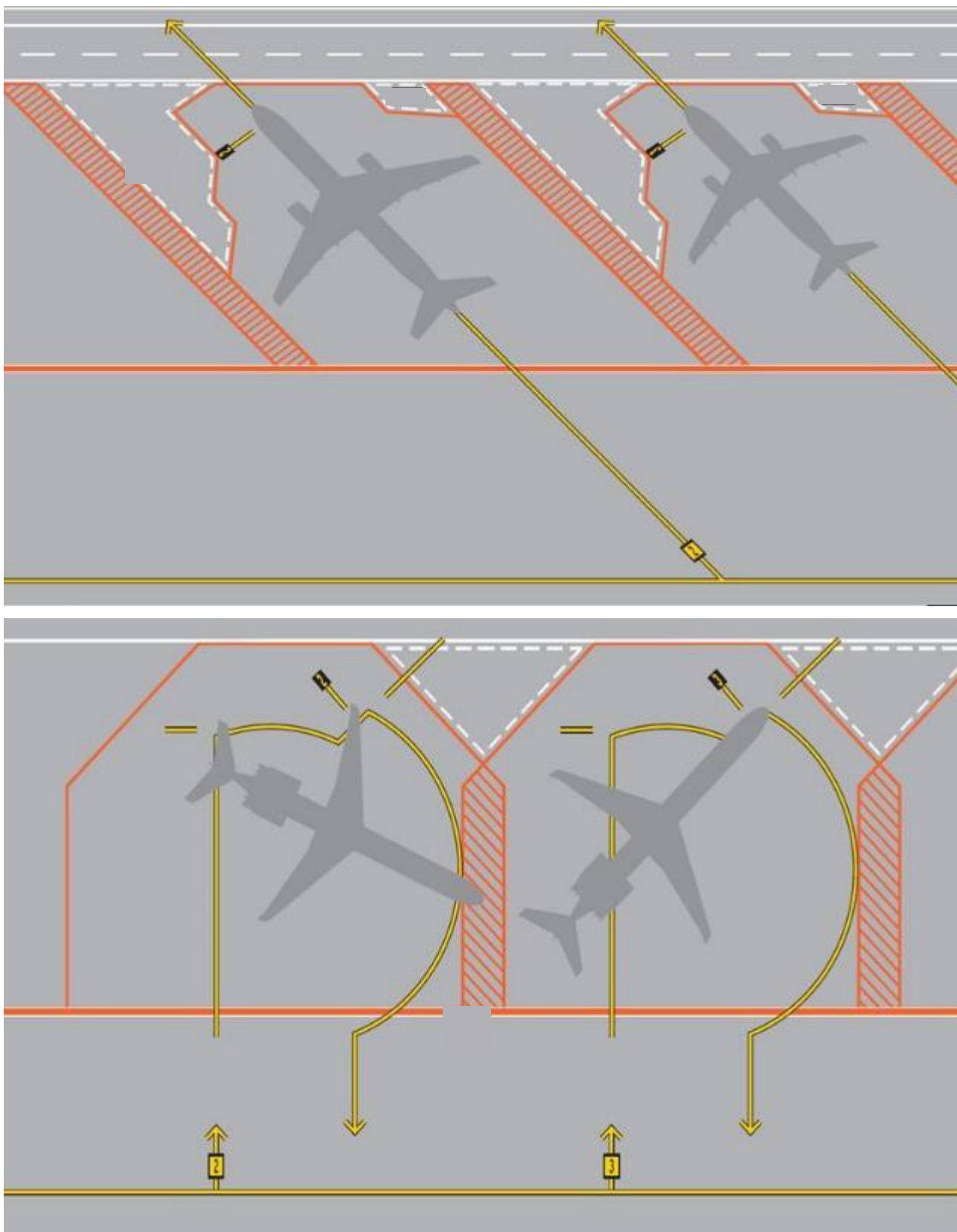


Figura C - 30 Diferentes configuraciones de un puesto de estacionamiento con áreas restringidas.

En algunos casos, se diseña el puesto de estacionamiento de aeronaves para que puedan albergar varias de diferente tamaño, desde luego se debe considerar la nave más grande.

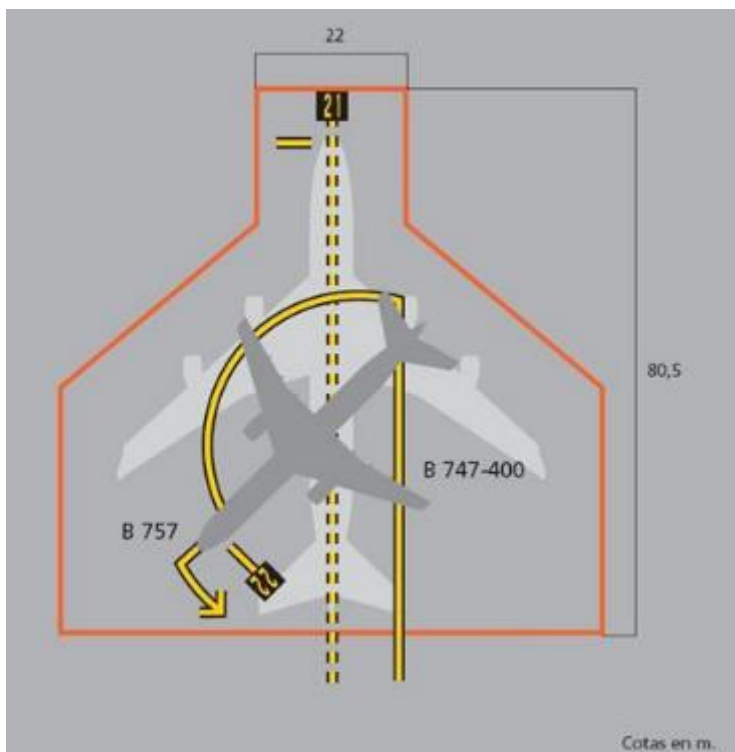


Figura C - 31 Posición compuesta de salida autónoma y remolcada.

Se recomienda ésta posición cuando aeronaves mayores operan con poca frecuencia.

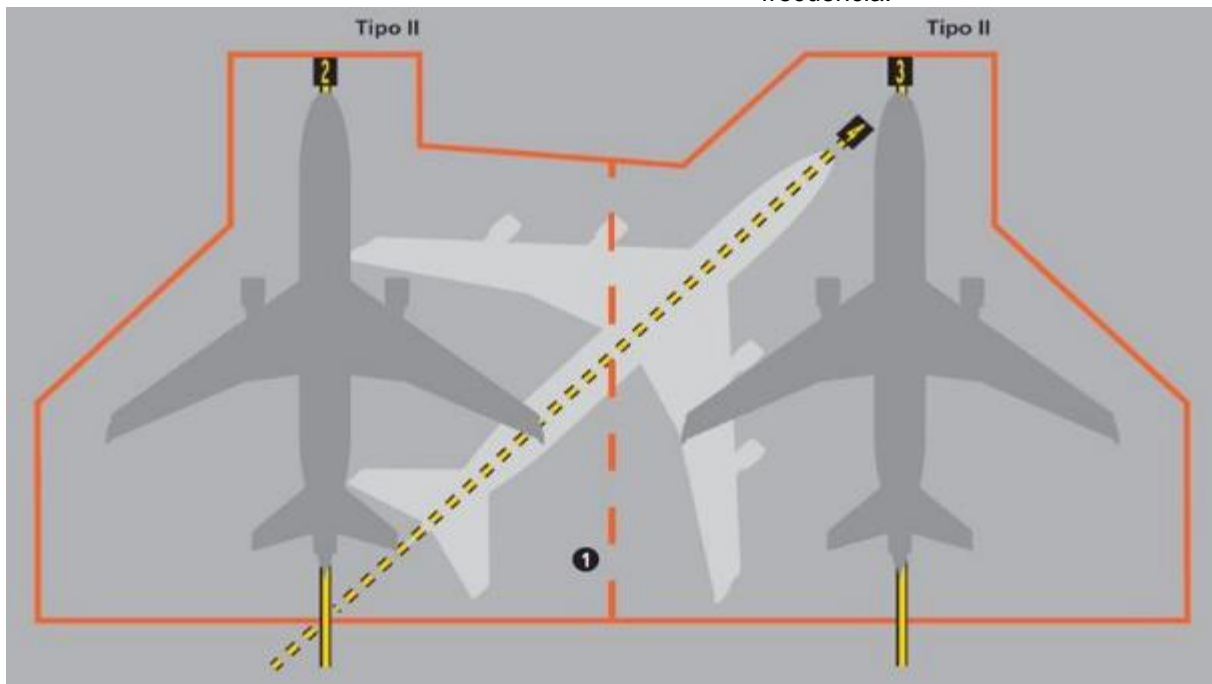


Figura C - 32 Puesto de estacionamiento compartido por varios tipos de aeronave sin solape.

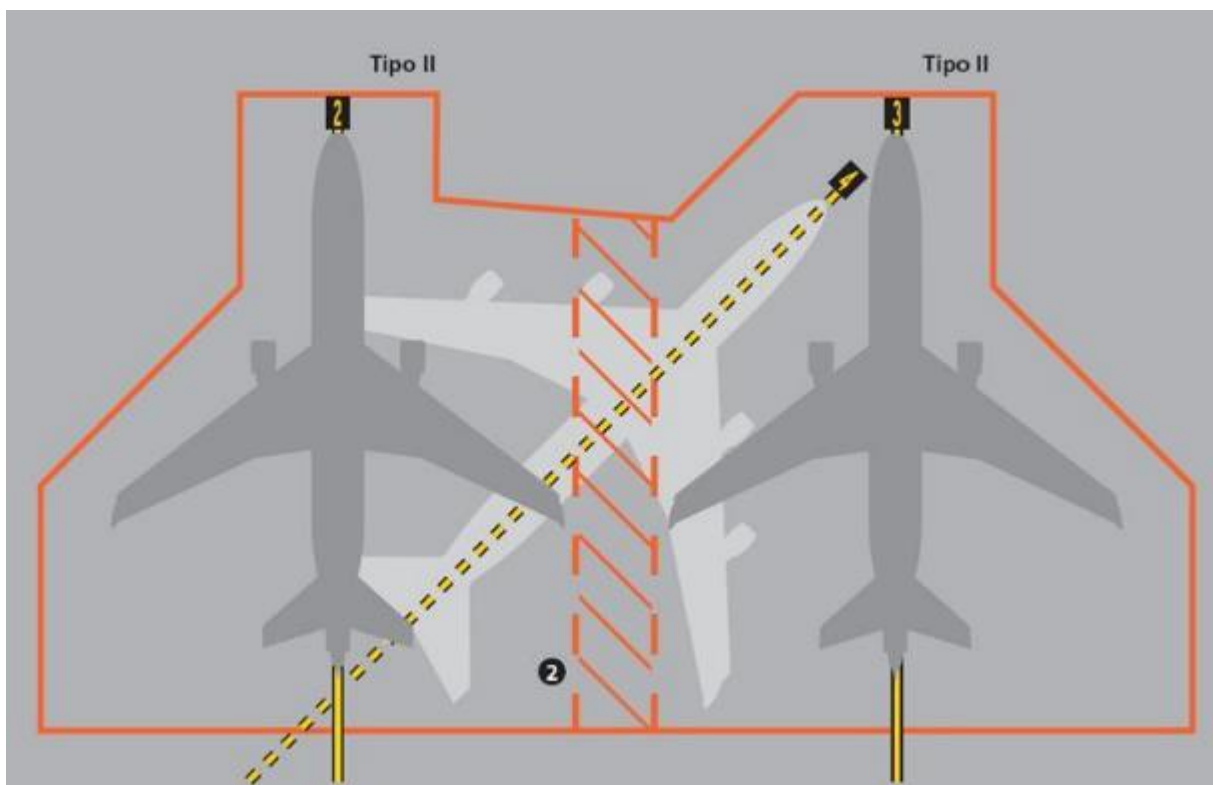


Figura C - 33 Puesto de estacionamiento compartido por varios tipos de aeronave sin solape.

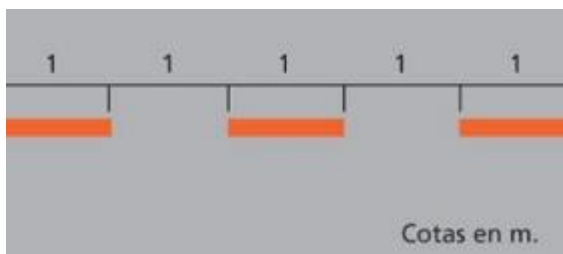


Figura C - 34 ❶ Separación de los puestos de estacionamiento con línea continua de color rojo.

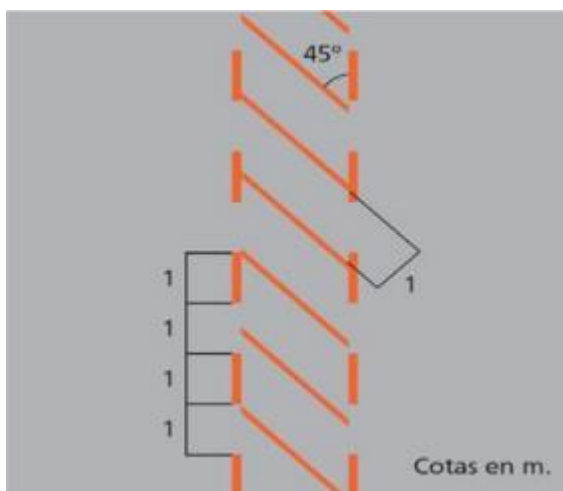
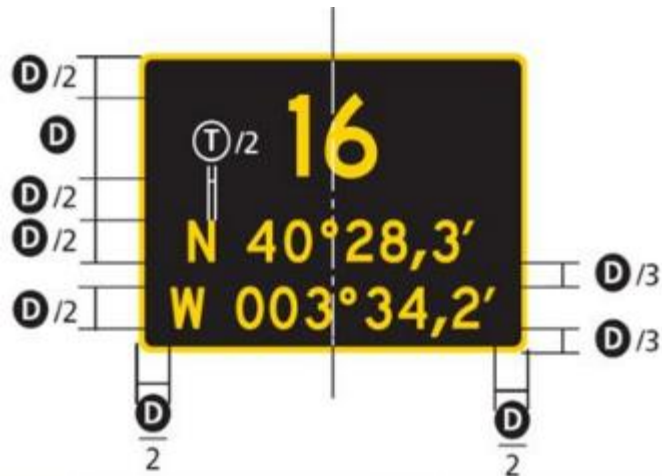


Figura C - 35 ❷ En caso de solape, se utilizará la presente señalización con línea roja.

16. Letrero de designación de puesto de estacionamiento.-

Se ubicara un letrero de designación de puesto de estacionamiento de aeronaves, e un lugar visible para el piloto. Éste letrero tendrá la designación del puesto de estacionamiento (número) junto con las coordenadas del punto de parada de la aeronave. Se diseñara las letras con trazos de color amarillo en fondo negro, con un margen también de color amarillo.

Estará emplazado de forma que resulte visible desde la cabina de la aeronave que ocupa el estacionamiento, se recomienda colocarlo al lado vertical, en caso de que se utilice un puente de abordaje, en una estructura que esté al frente de la aeronave.



D = 200 mm para distancias de lectura del piloto hasta 30 m.

D = 300 mm para distancias de lectura del piloto superiores 30 m.

T = ancho del trazo vertical de los caracteres en relación a la altura. D

D	T
200 mm	32 mm
300 mm	48 mm

Figura C - 36 Dimensiones del letrero de designación de puesto de estacionamiento.

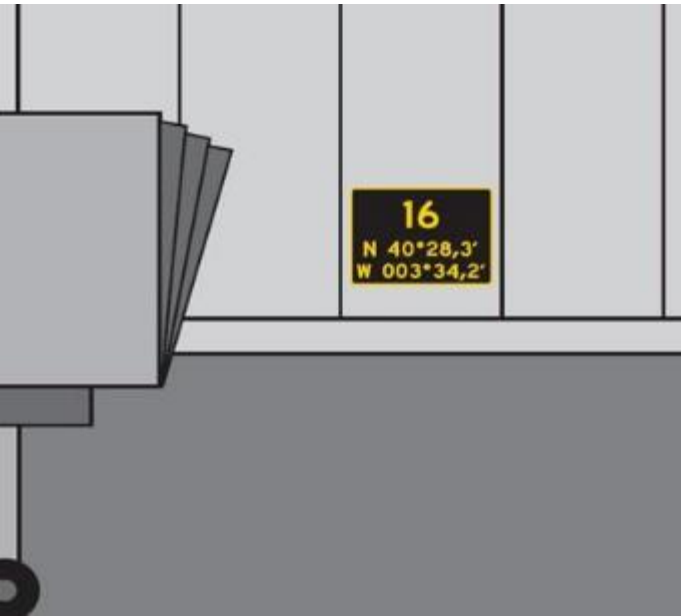


Figura C - 37 Emplazamiento en el puente de abordaje, al lado izquierdo de la cabina del piloto.

## 17. Señal de barra de alineación.-

Es la barra que permite al piloto, orientar la aeronave correctamente, al final de la maniobra de estacionamiento. Las aeronaves deben rodar en línea recta al menos 3 metros después de acabar el viraje de entrada y antes de iniciar el de salida, con el objeto de minimizar los esfuerzos sobre el tren de aterrizaje.



Figura C - 38 Dimensiones de la barra de alineación.

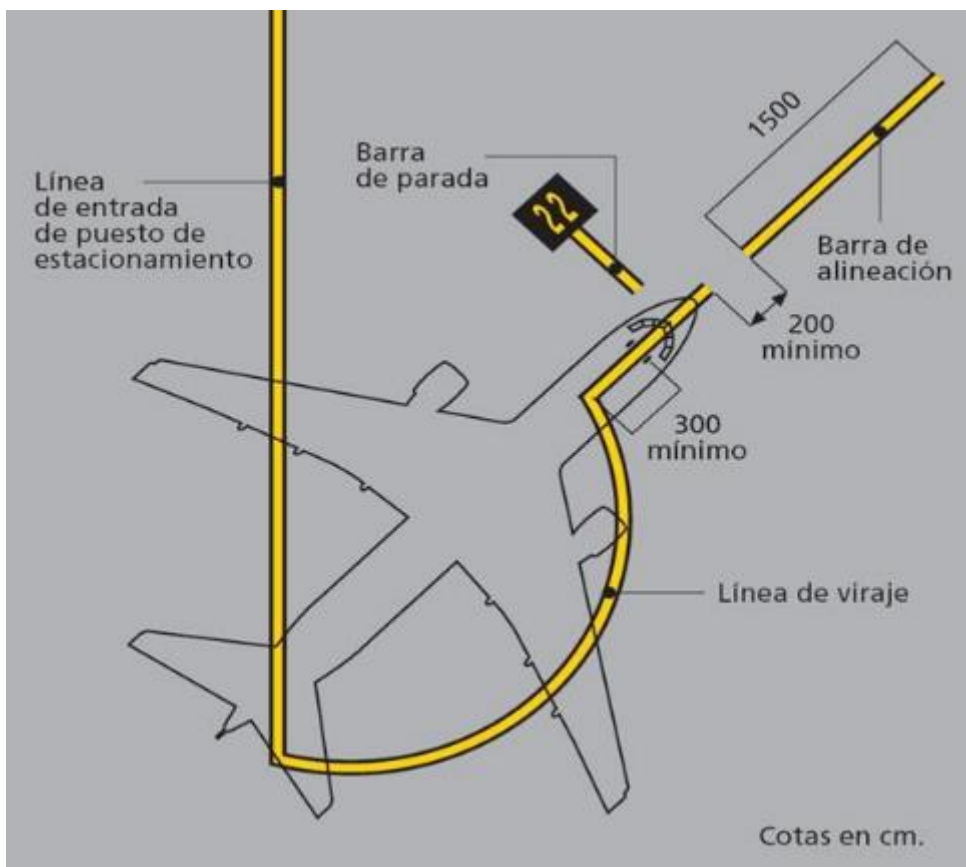


Figura C - 39 Configuración final de puesto de estacionamiento con barra de alineación.





## 19. Señal de instalación.-

Indica la ubicación de una instalación en la plataforma, como por ejemplo los hidrantes, toma a tierra, anclajes, etc.

Las dimensiones se adaptarán al tamaño de la instalación que se hace referencia. Sin embargo las dimensiones mínimas se anotan en la figura C-28. La distancia A, es la mínima que se debe tener desde la instalación, hasta el marco de la señalización.

Para mejor información y catalogación, opcionalmente se podrá identificar, el punto de instalación mediante un código,

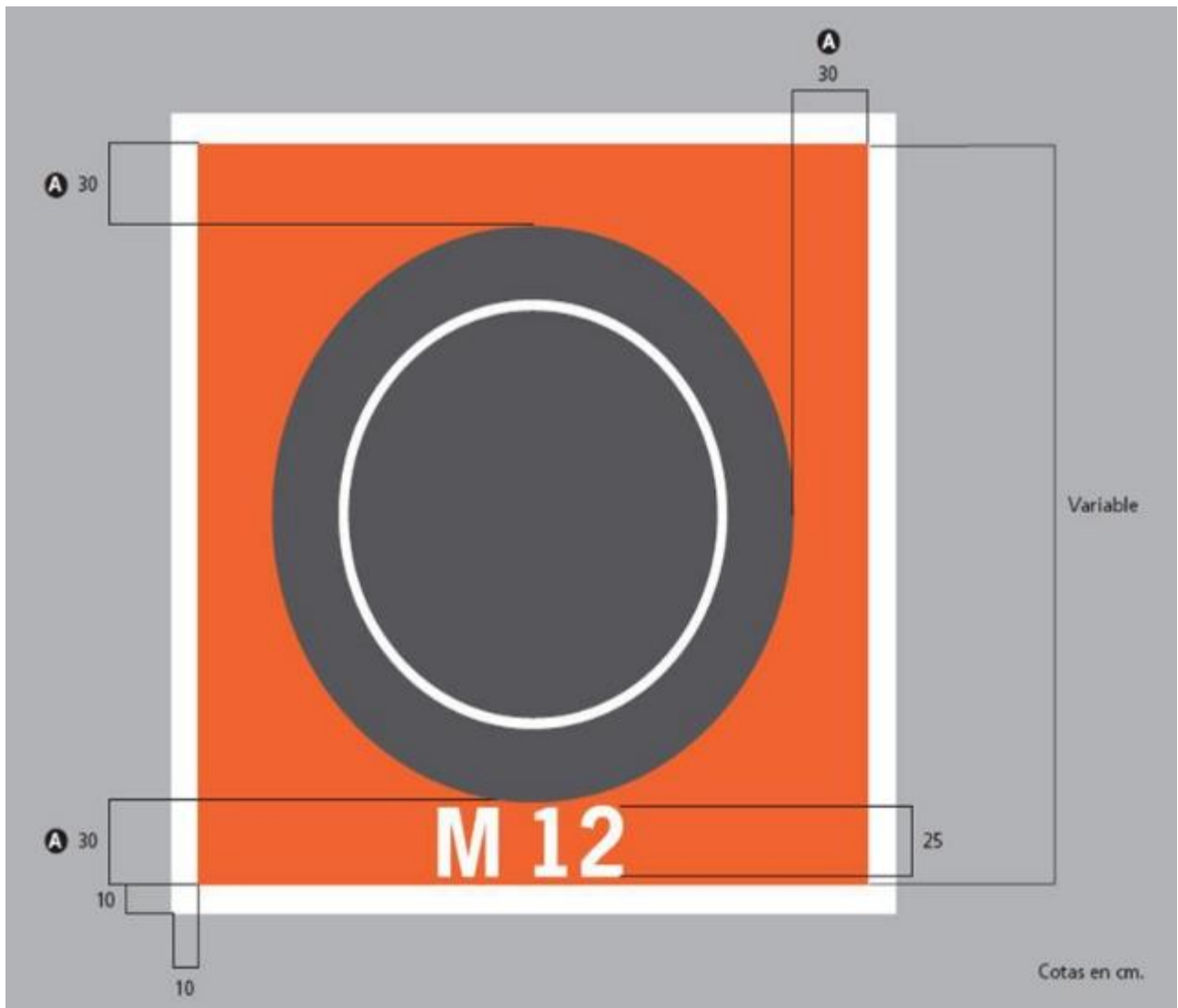


Figura C - 41 Señalización de ubicación instalación.



## 21. Señal de senda peatonal.-

Se utilizará ésta señal, para designar sendas seguras para el peatón en la plataforma. Puede existir más de una senda, se puede utilizar varios colores, siempre y cuando, los mismos sean de tono contrastante con el pavimento y no se confunda con otras señales. El color blanco será el que predomine, pero puede utilizarse otros colores optativos.

La señal peatonal será complementada con otros, que indiquen el tipo de senda u otra información importante como por ejemplo salidas/departures, llegadas/arrivals, o alguna otra necesaria.

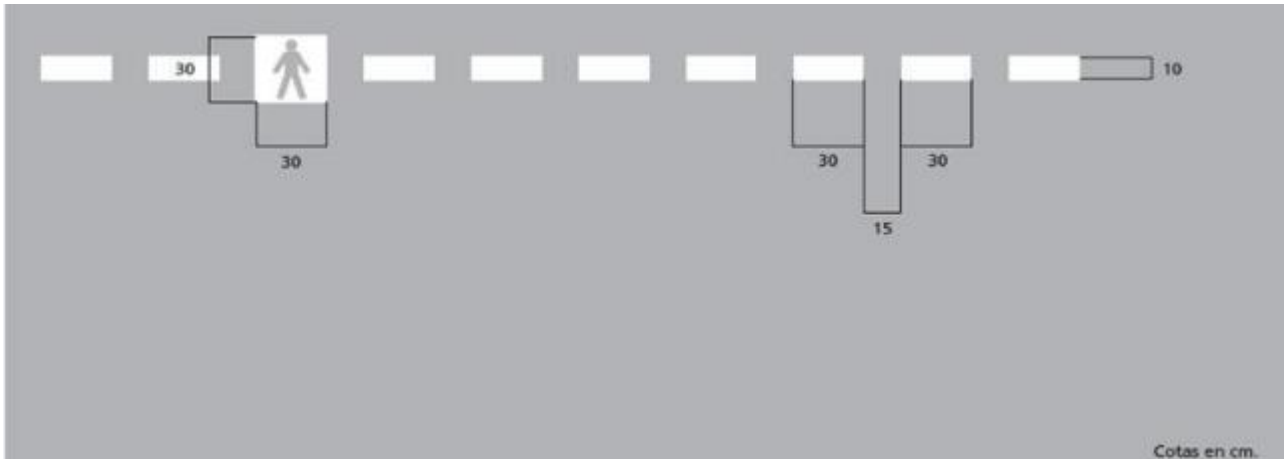


Figura C - 43 Señalización de senda peatonal

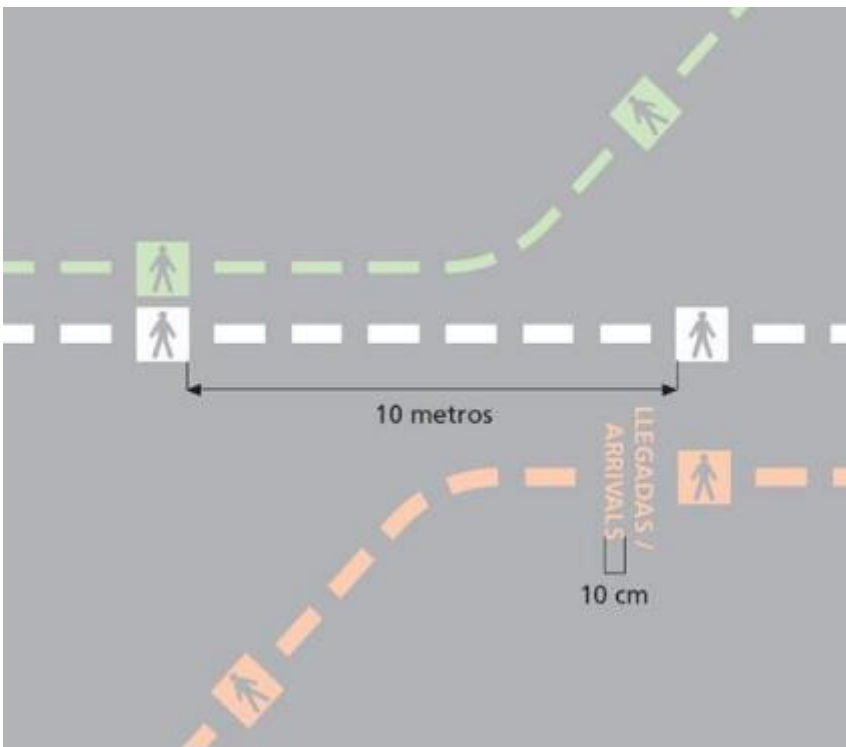


Figura C - 44 Señalización de diferentes tipos de senda.

## 22. Señal de margen y eje de vía de servicio.-

La señal delimita las vías de servicio destinadas al movimiento y circulación de los equipos de tierra.

La línea es de color blanca, de trazo continuo, y solo se puede rebasar a un vehículo de tierra, cuando el trazo del eje es discontinuo

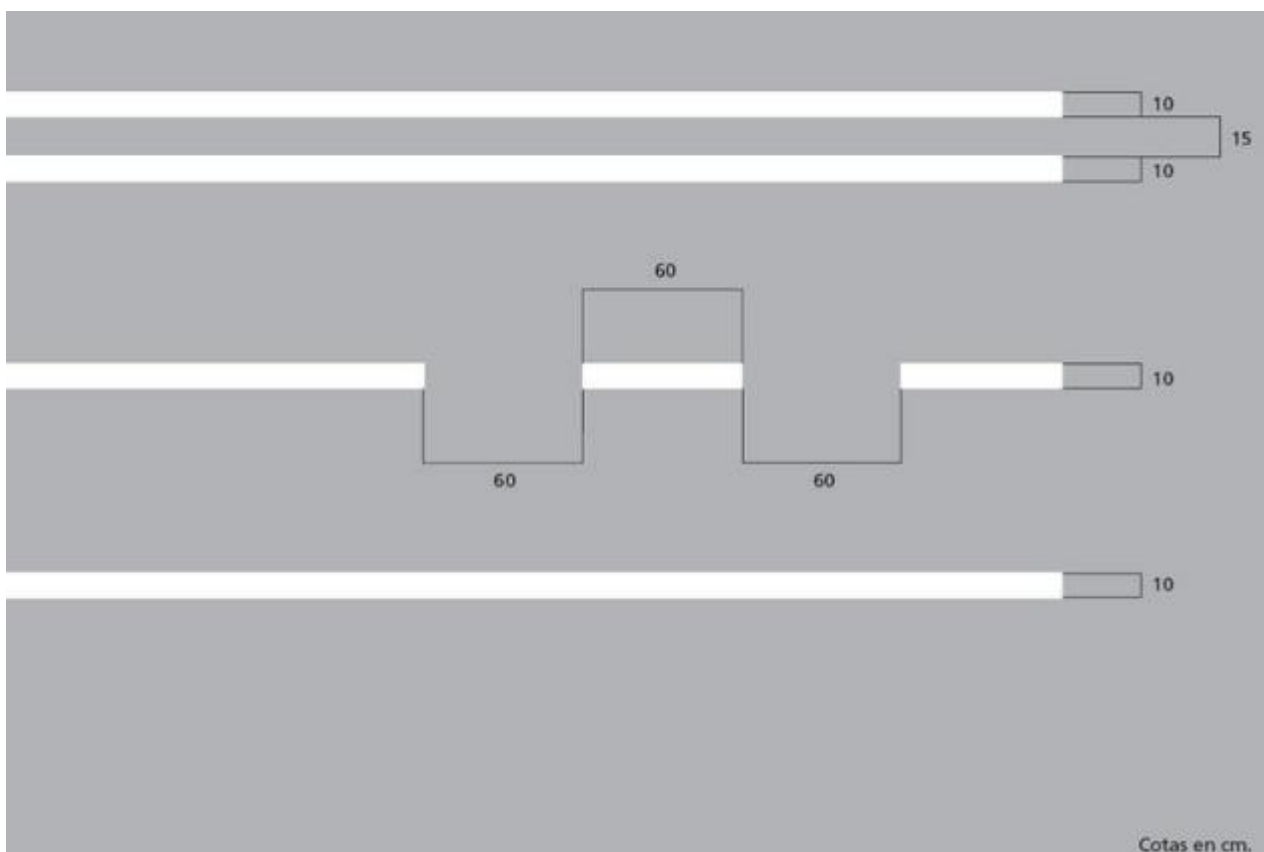


Figura C - 45 Señalización de vía de servicio.

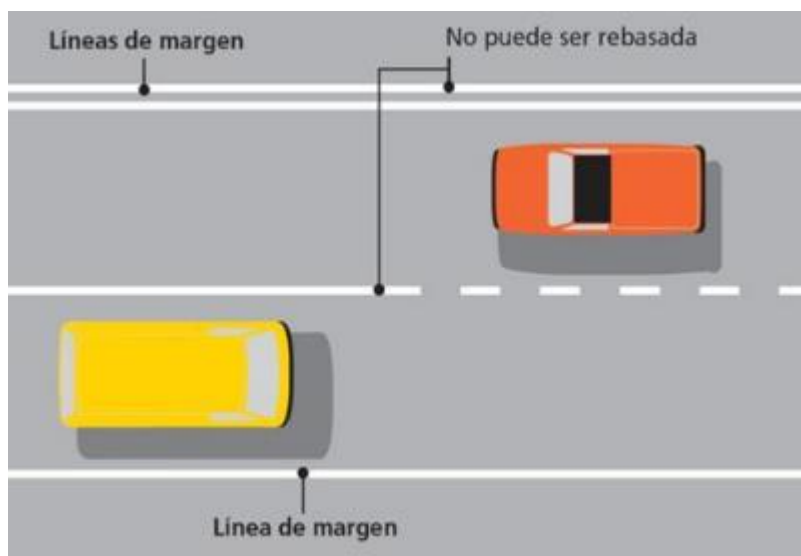


Figura C - 46 Señalización de vía de servicio incluyendo la línea de eje.

Cuando la vía está ubicada al borde del puesto de estacionamiento, la señalización de la vía será paralela a la del puesto de estacionamiento.

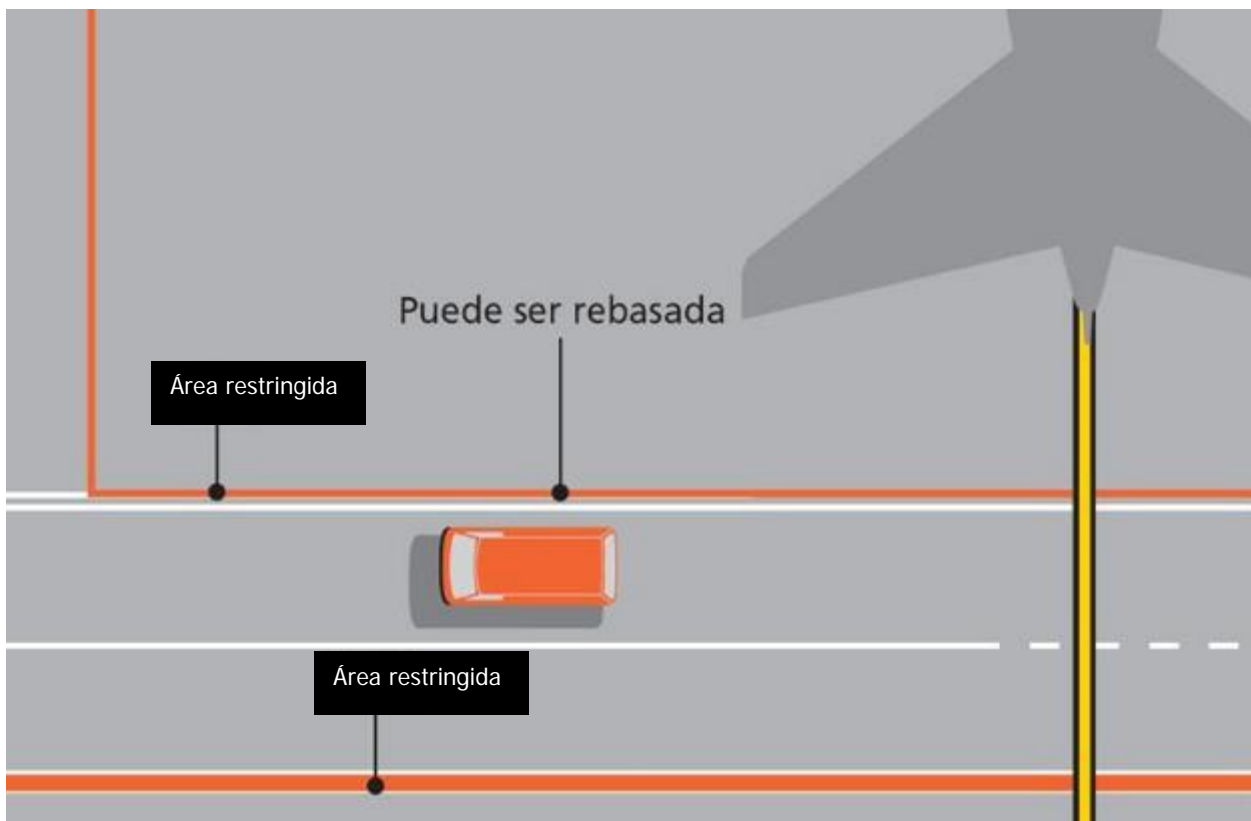


Figura C - 47 Señalización de vía de servicio bordeando el puesto de estacionamiento.

## 23. Señal de margen de vía de servicio al cruzar calles de rodaje en plataforma.-

Se utiliza la misma, cuando la vía de servicio cruza una calle de movimiento aeronave. Las líneas son de color blanco con trazo discontinuo y desplazado.

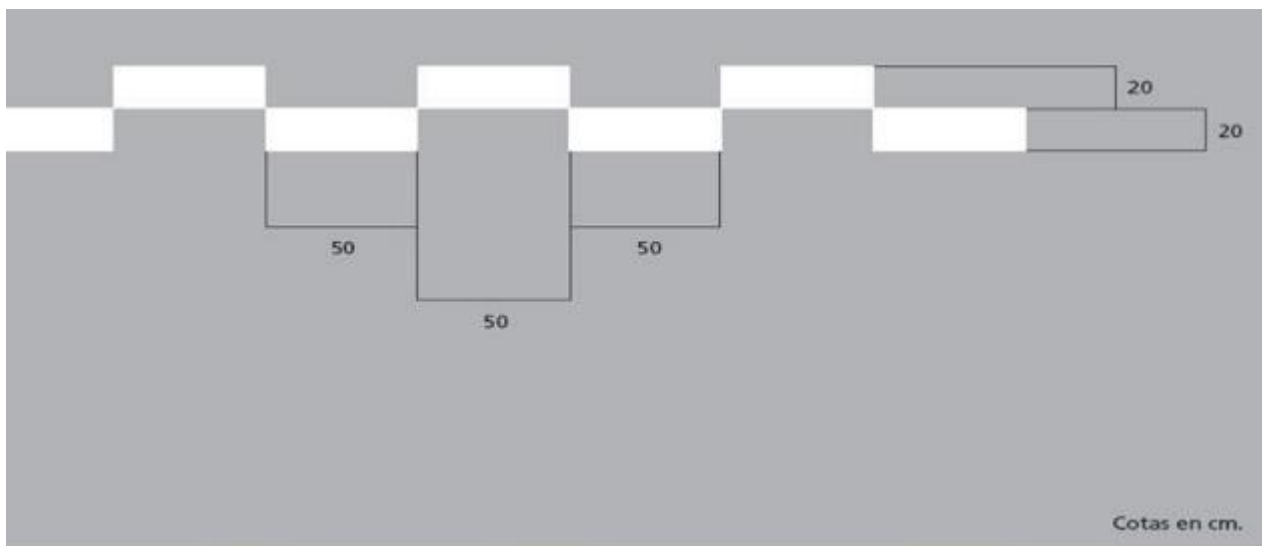


Figura C - 48 Señalización de vía de servicio bordeando el puesto de estacionamiento.

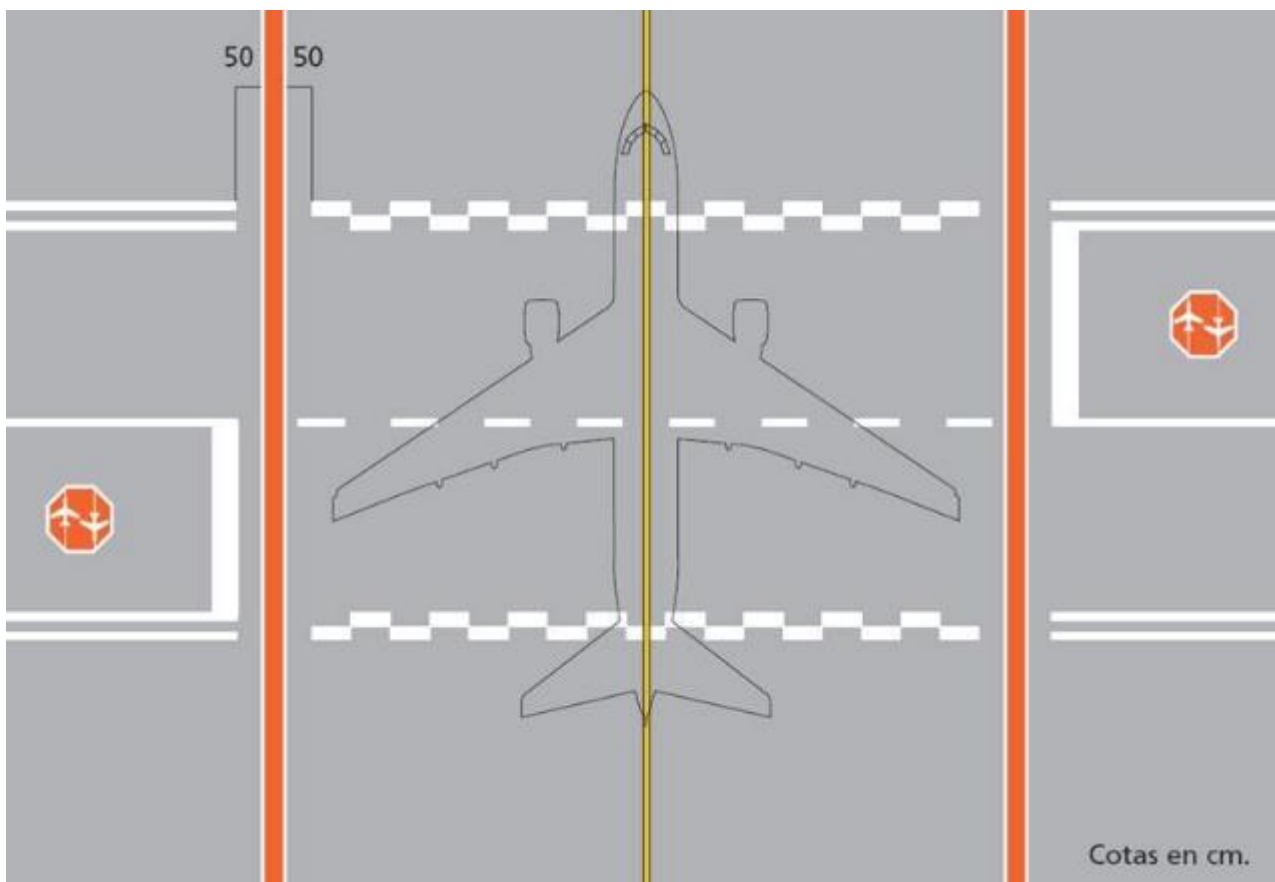


Figura C - 49 Ejemplo de la señal de cruce de una vía de servicio con una calle de rodaje en plataforma.

#### 24. Señal de ceda el paso.-

Es aquella que informa al conductor que debe ceder el paso al vehículo que viene en una vía perpendicular a la ocupada. Es un triángulo pintado de color blanco.

Se puede reforzar el aviso con una línea de parada de diferente grosor al del margen o del eje de la vía de servicio

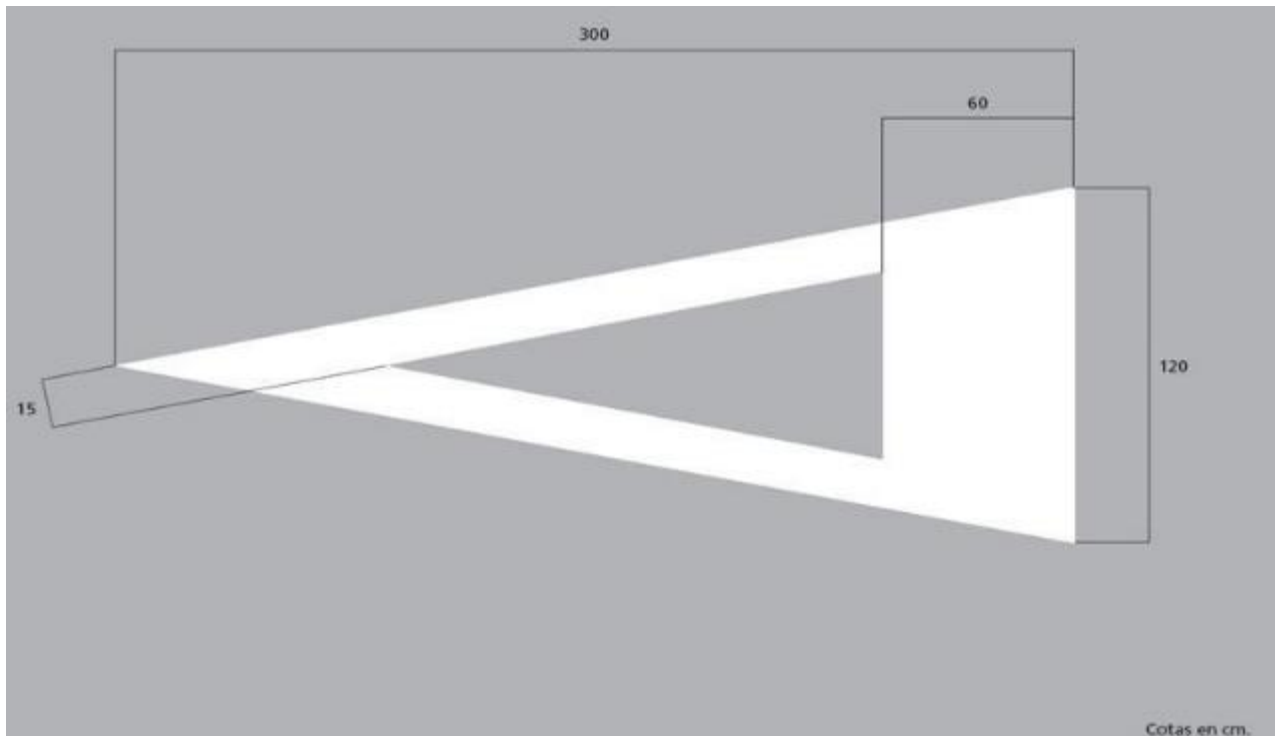


Figura C - 50 Señal de cruce de una vía de servicio con una calle de rodaje en plataforma.

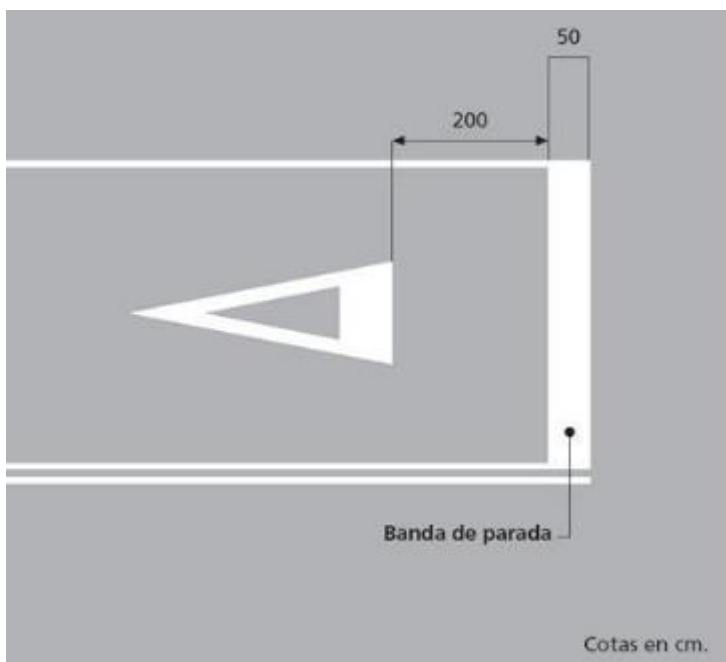


Figura C - 51 Reforzamiento de la señal "ceda el paso" utilizando una línea de parada.

25. Señal de parada por paso de aviones.-

En las vías de servicio, se debe parar obligatoriamente debido al posible paso de aeronaves. Adicionalmente, se pintará una señal de preaviso, que indica en que dirección se producirá el cruce de la aeronave. La silueta del aeronave y de la flecha, es de color blanco sobre un fondo rojo

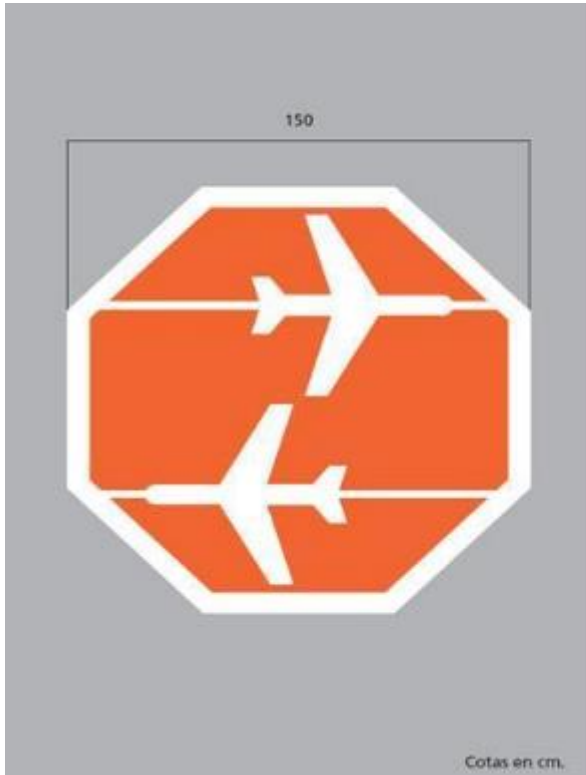


Figura C - 52 Señal de parada por posible cruce de aeronaves.

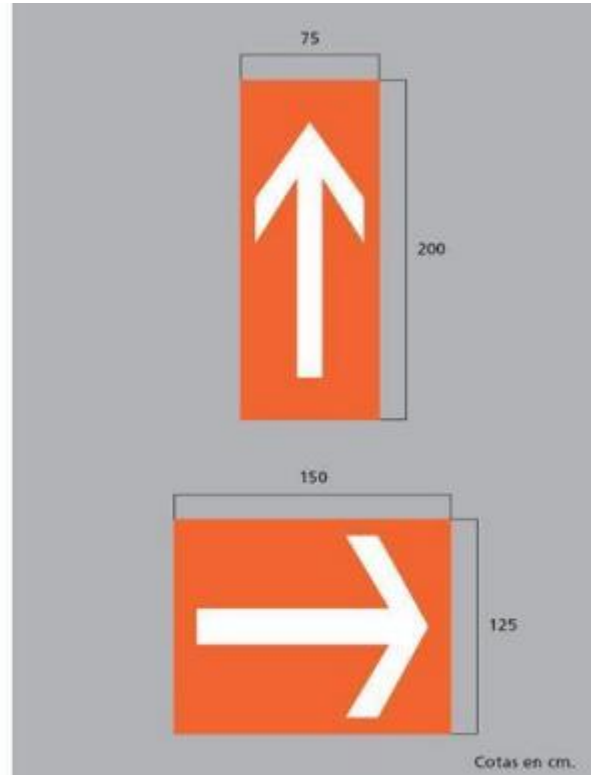


Figura C - 53 Reforzamiento con indicación de la dirección de cruce de la aeronave.

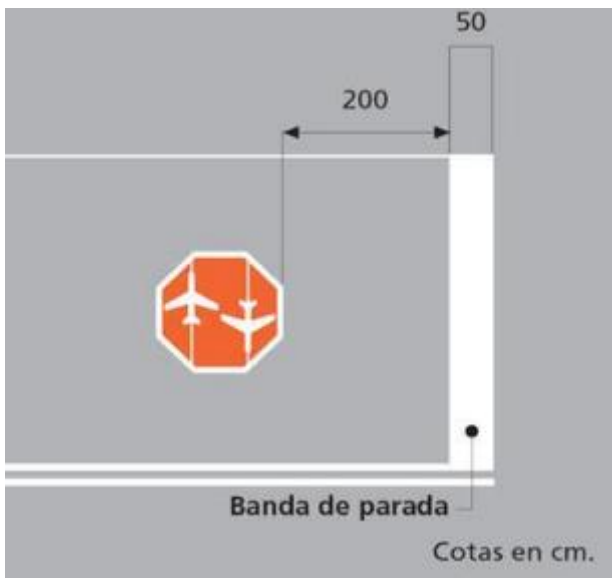


Figura C - 54 Ubicación de la señal de parada por aeronave.



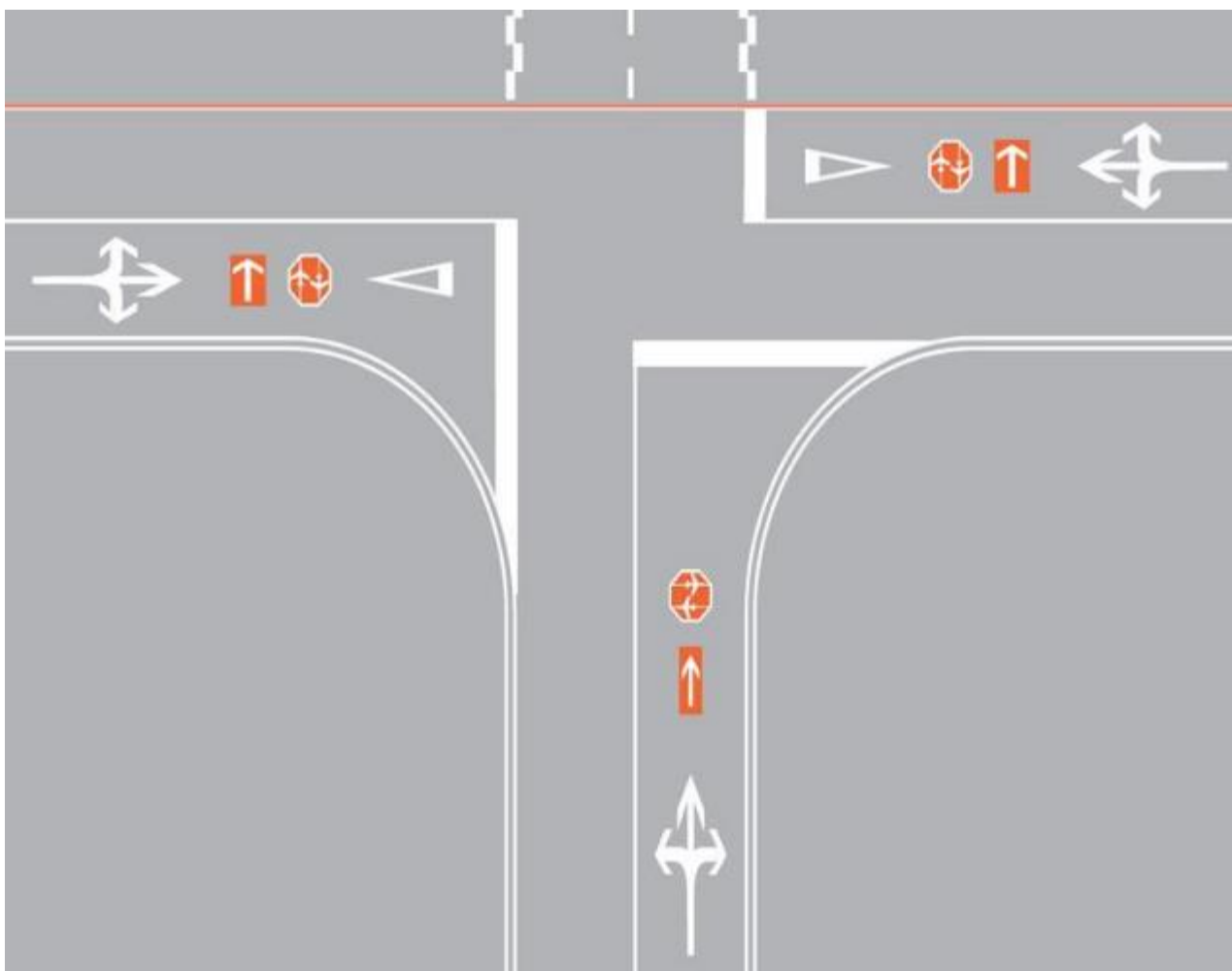


Figura C - 55 Ejemplo de configuración de intersección y parada obligatoria por posible cruce de aeronave.

26. Señal de peligro de chorro de aviones.-

Dicha señal, se colocará en los lugares apropiados de las vías de servicio, o en otras áreas destinadas a personas o equipos que puedan ser afectados por el chorro de los motores a reacción.



Figura C - 56 Señal de peligro de chorro de aeronave.

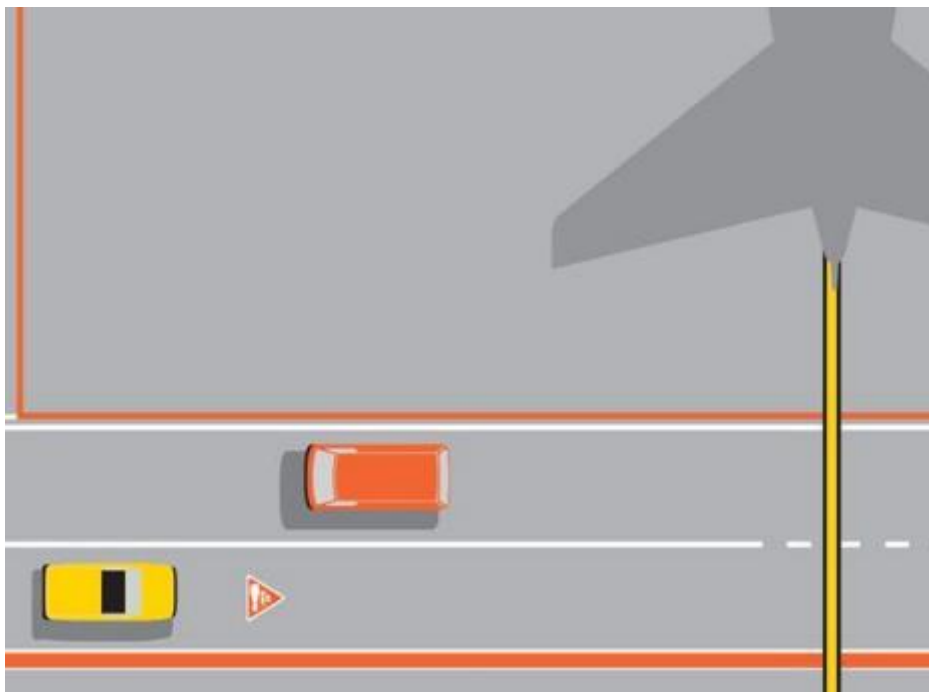


Figura C -57 Ejemplo de configuración de intersección y parada obligatoria por posible cruce de aeronave.

## 27. Señal de velocidad máxima restringida.-

Limita la velocidad máxima de desplazamiento en plataforma, de un vehículo de servicio u otro autorizado.

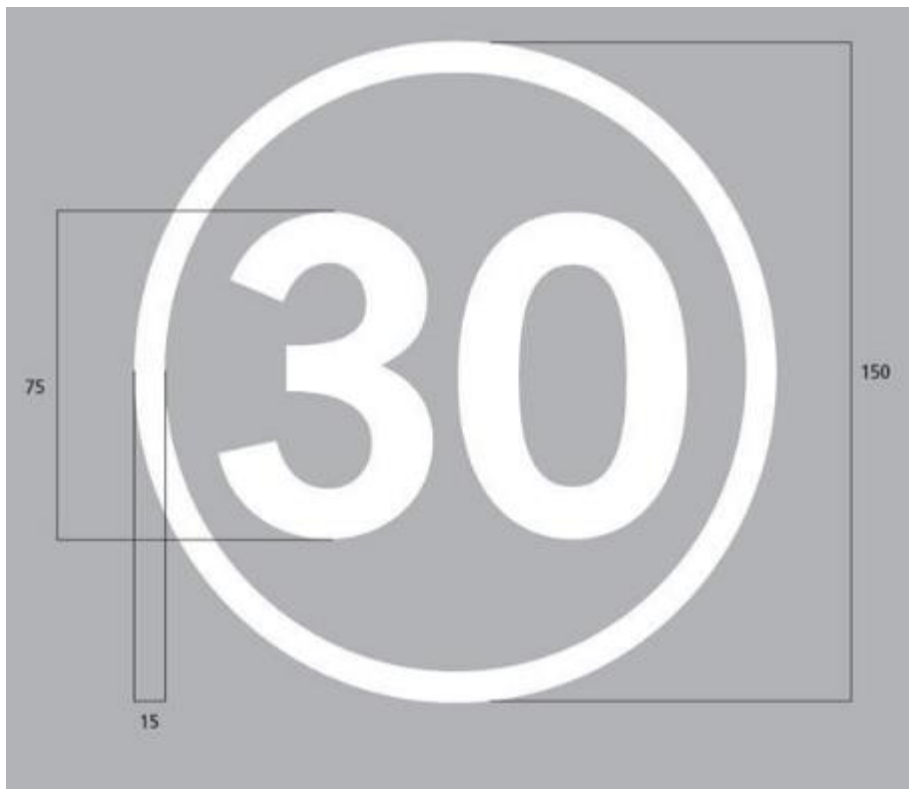


Figura C - 58 Dimensiones mínimas de la señal de límite de velocidad.

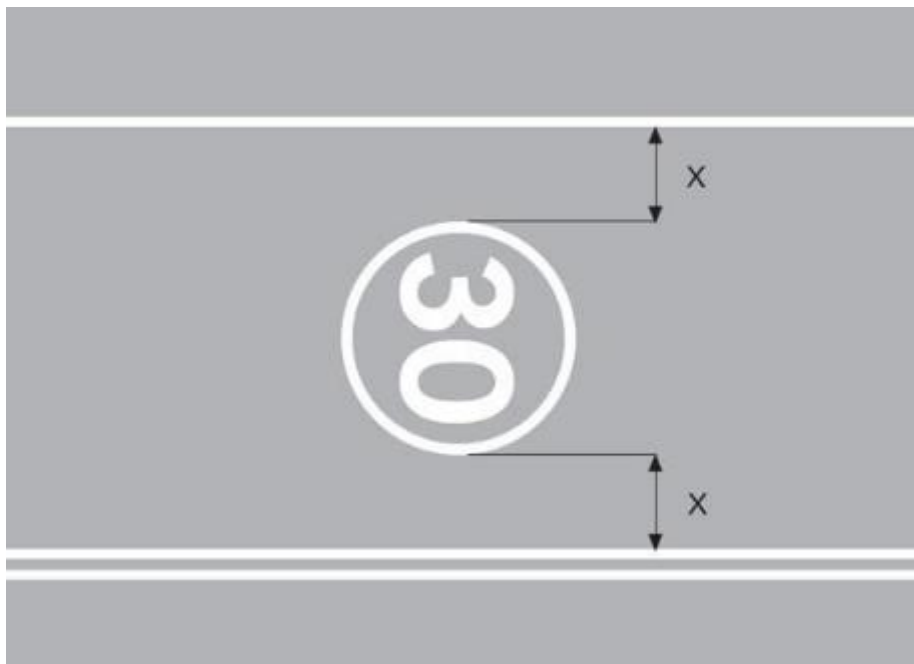


Figura C - 59 Ubicación de la señal en una vía de servicio.

28. Señal de paso de peatones.-

En la plataforma también se desplazan peatones, y para la seguridad de ellos se debe colocar una señal de paso, tipo cebra, en las vías de servicio.

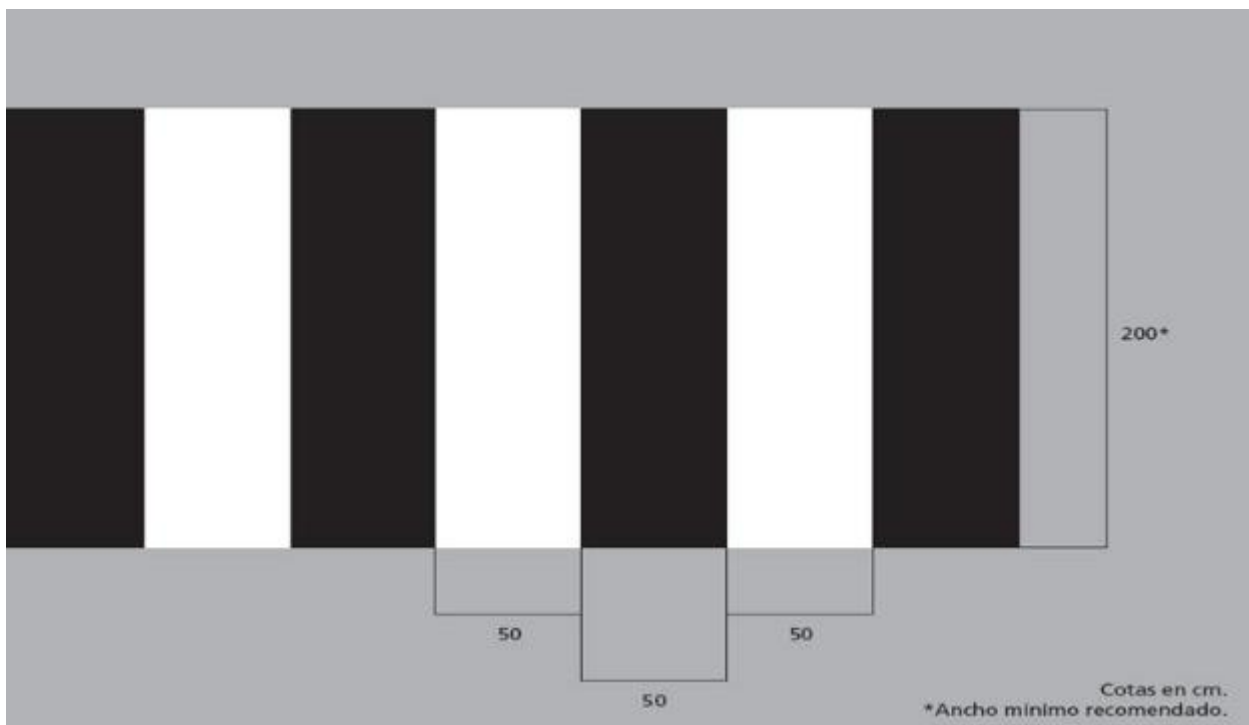


Figura C - 60 Dimensiones mínimas de la señal de límite de velocidad.



Figura C - 61 Ubicación de la señal de paso de peatones en una vía de servicio.

## 29. Señal de parada de bus y designación de islas de protección.-

Designa los lugares permitidos para la parada de buses u otro tipo vehículos autorizados, también se señala lugares de obstáculos. La líneas deben ser de color rojo e inclinadas a 45 grados.

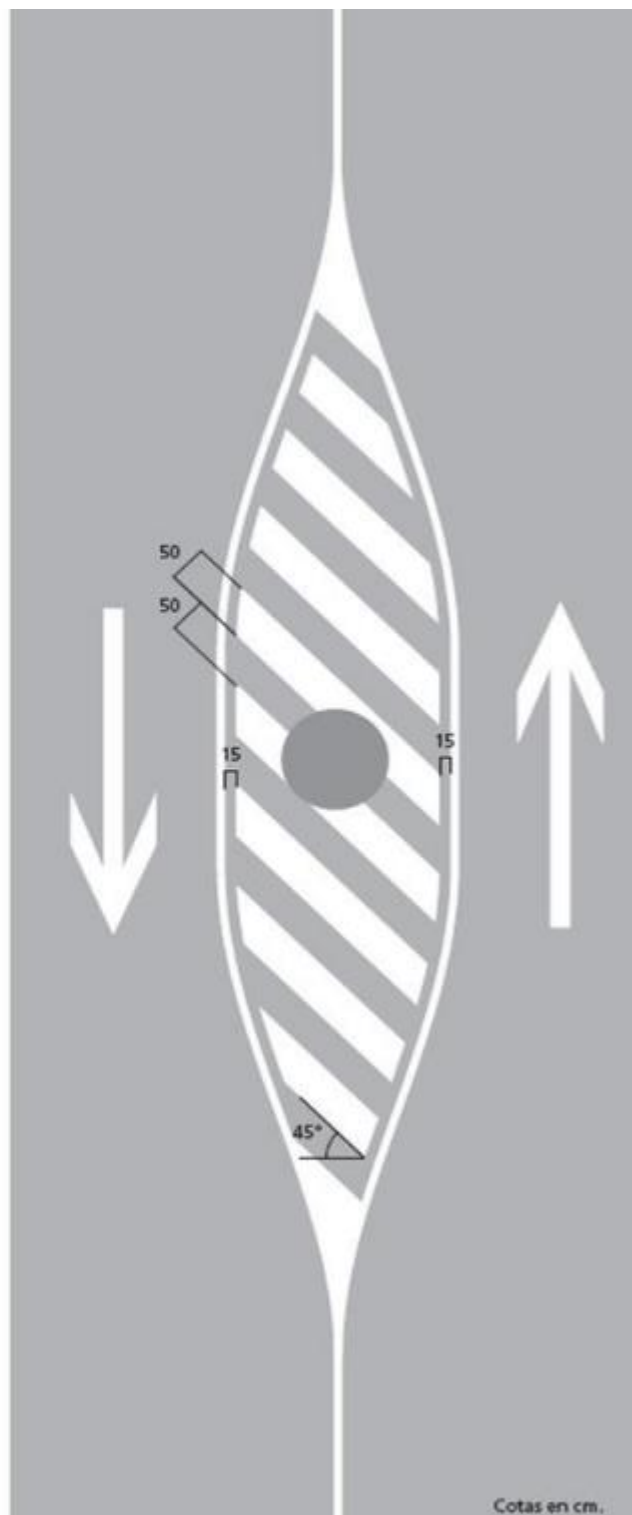
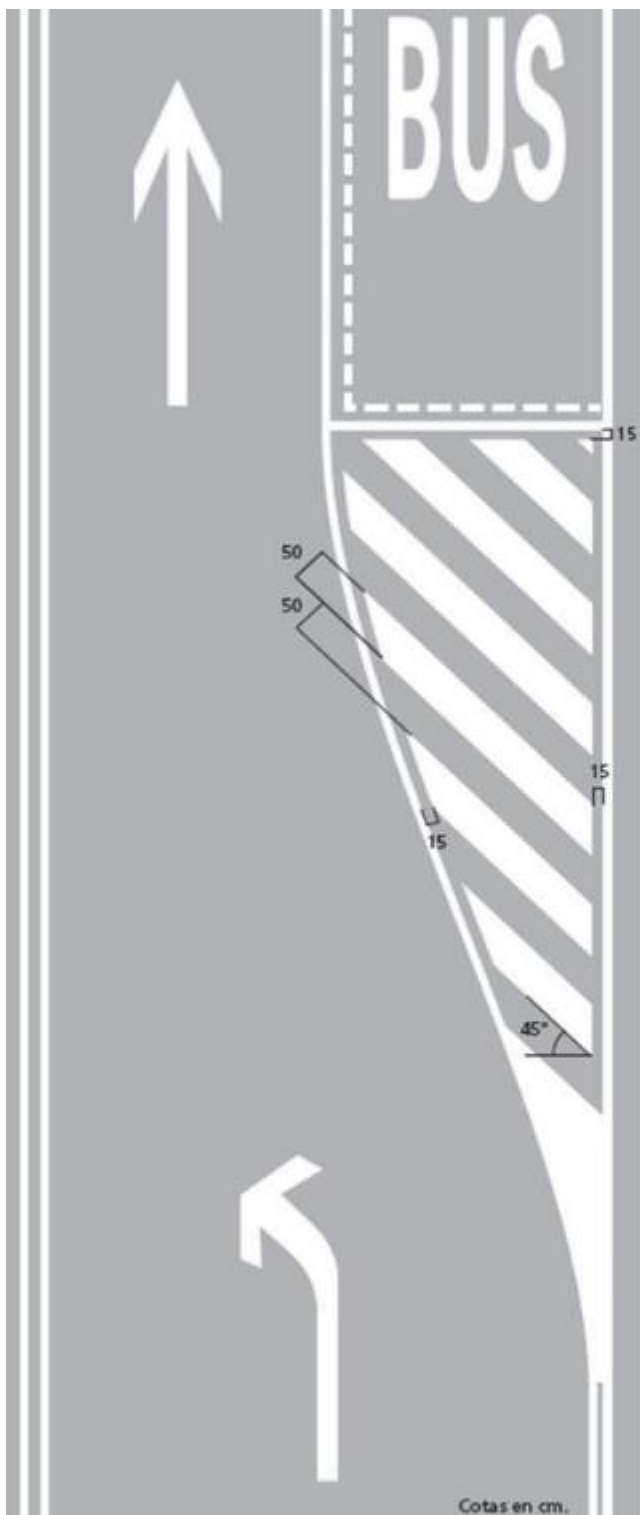


Figura C - 62 Señal de parada de bus

Figura C - 63 Señal de isla protección de obstáculo.

30. Señal de dirección en vías de servicio.-

Son las señales que indican la dirección por la cual deben ir los vehículos. Se aplicará de acuerdo a las plantillas indicadas en el punto 29.

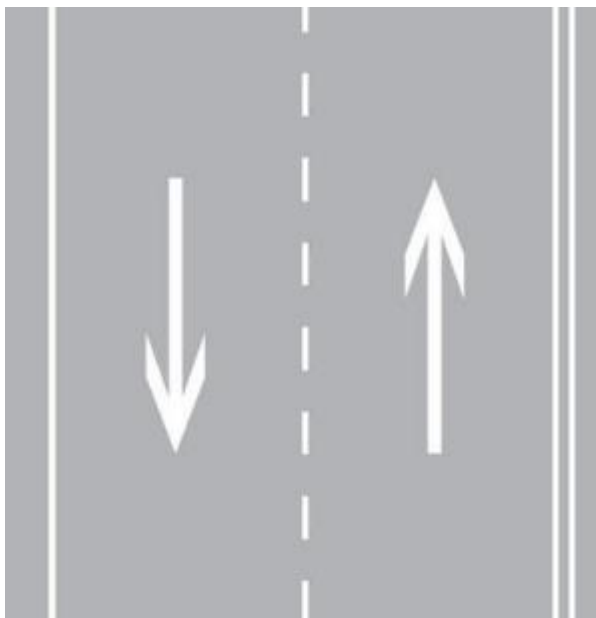


Figura C - 64 Señalización de dirección en vías de servicio.

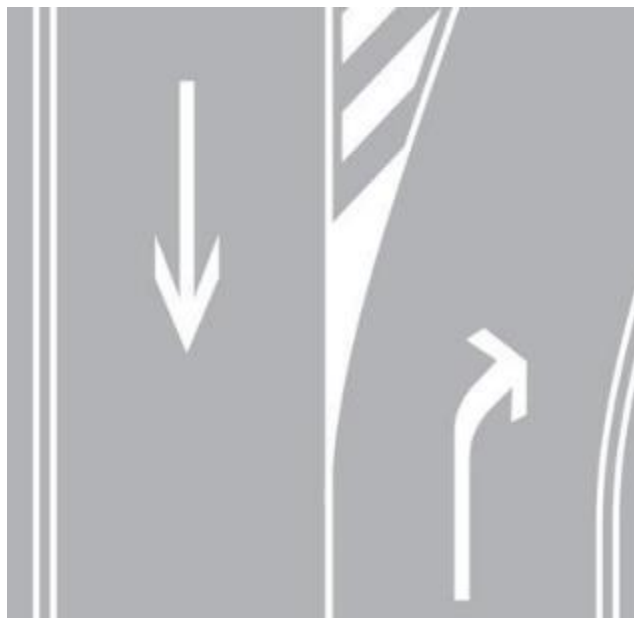


Figura C - 65 Señalización de dirección en vías de servicio.

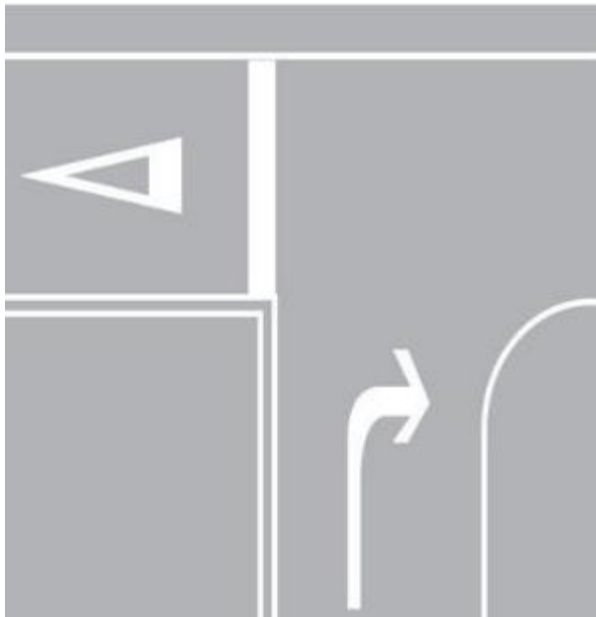


Figura C - 66 Señalización de dirección en vías de servicio.

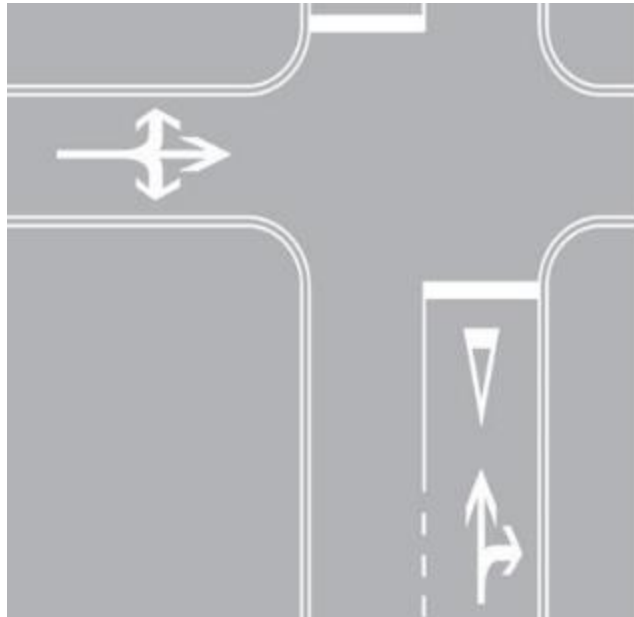


Figura C - 67 Señalización de dirección en vías de servicio.

## 31. Dimensión de la señal de dirección.-

Los trazos deben ser pintados en blanco y en las dimensiones indicadas.

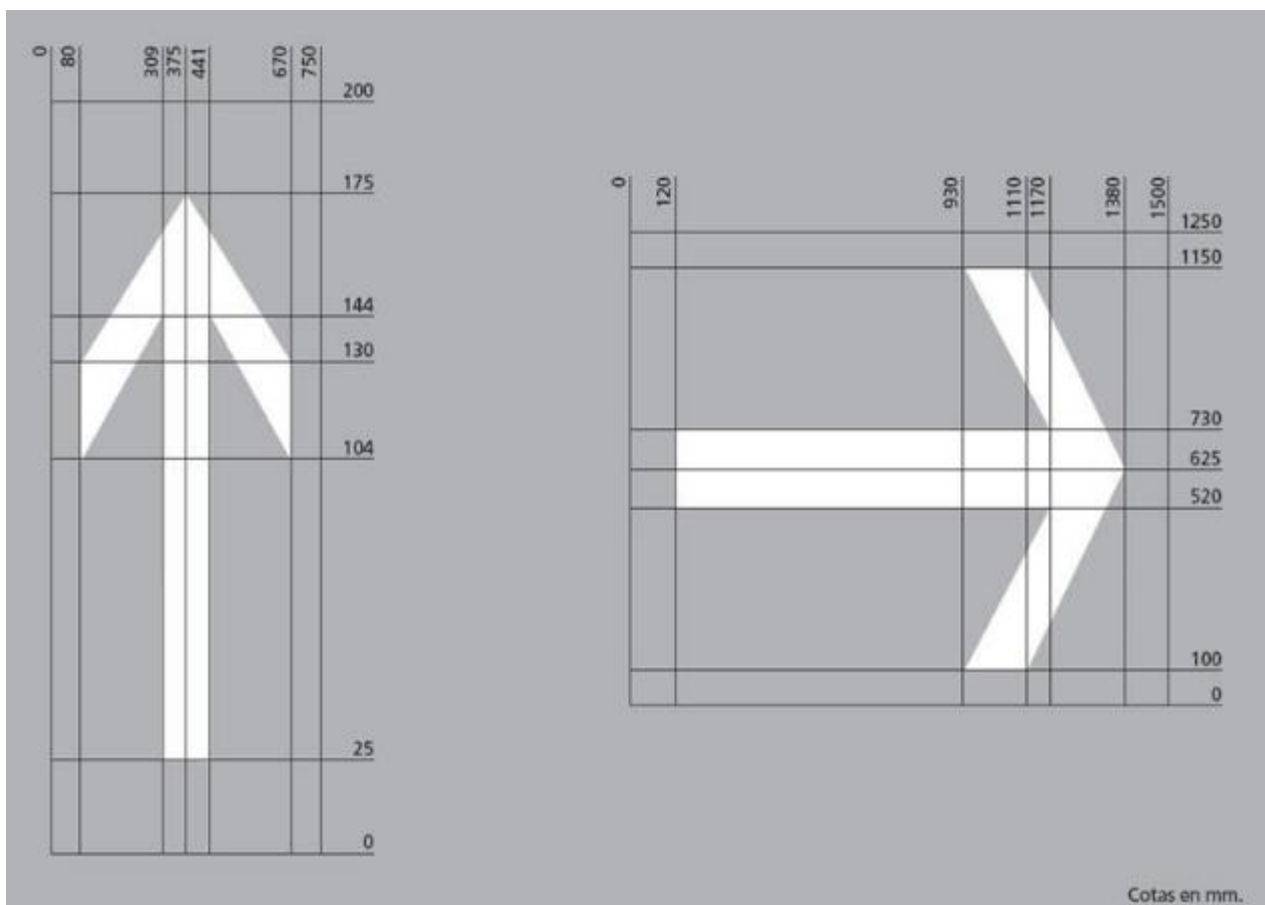


Figura C - 68 Dimensiones de la señal de dirección en vías de servicio.

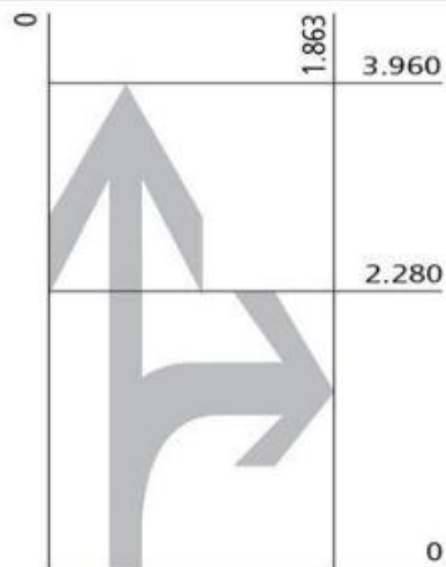


Figura C - 69 Dimensiones de la señal de dirección en vías de servicio.

La presente plantilla está diseñada para poder reproducir las señales de dirección en vías de servicios.

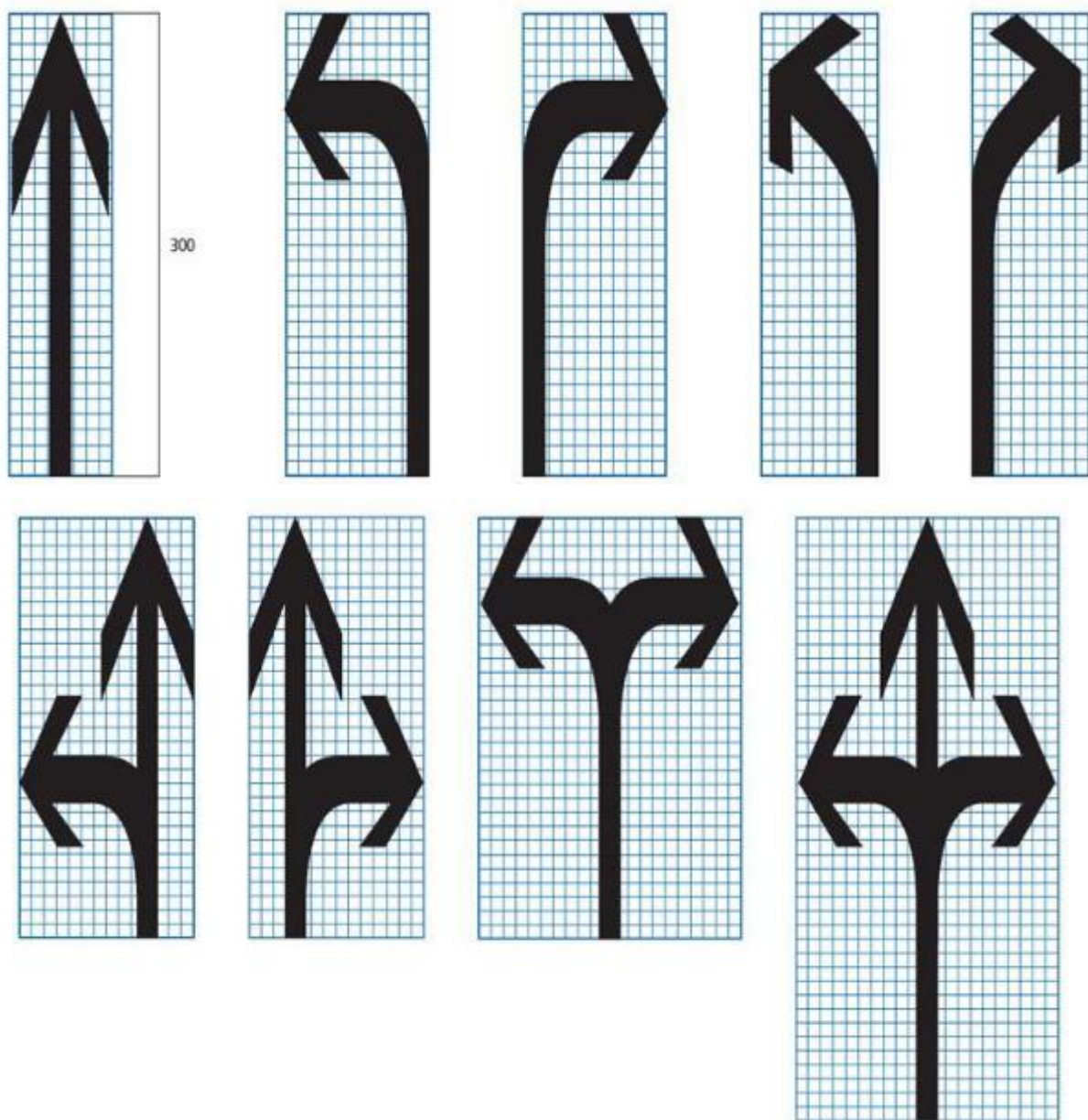


Figura C - 70 Dimensiones de la señal de dirección en vías de servicio.



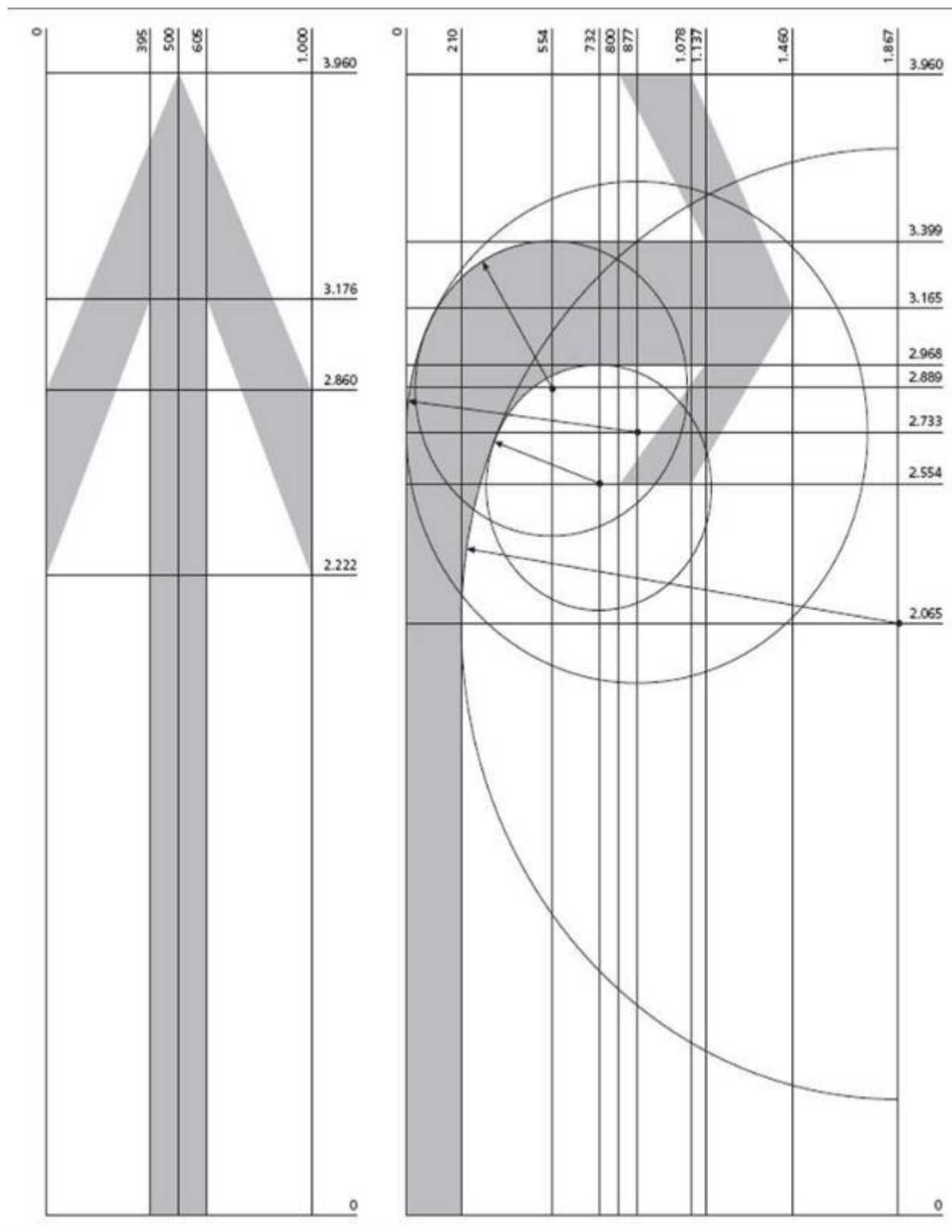
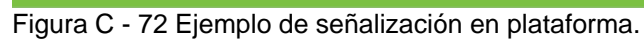


Figura C - 71 Dimensiones de la señal de dirección en vías de servicio.



## 32. Colores de señalización en superficie.-

Los colores indicados en el adjunto, corresponden a los sugeridos por la OACI, en el Anexo 14 Volumen 1, parágrafos 5.2.1.5, que especifica las marcaciones de las calles de rodaje, señal en plataforma, puestos de estacionamientos que deberán ser amarillos.

Amarillas	Las líneas amarillas son universalmente aceptadas para la regulación, control y movimiento de aeronaves (ver párrafo 5.2.1.5, anexo 14 de la OACI ).
Línea Amarilla Doble	Las líneas dobles amarillas son usualmente utilizadas para las marcaciones laterales de las líneas de calle de rodaje, delineando el borde del pavimento completo
Blancas	Se relacionan con la regulación, control y movimiento de vehículos de servicio.
Línea Doble Blanca	Las líneas dobles blancas indican que un vehículo no deberá cruzar a menos que sea seguro hacerlo. Estas marcaciones siguen prácticas comunes de tránsito internacional.
Roja	El rojo es un color que universalmente representa peligro. Es especialmente utilizado para demarcar las líneas del área de seguridad o área restringida, las cuales nunca deberán ser cruzadas cuando el avión se encuentre en movimiento o entrando a la posición de parqueo.

En general, los colores en superficie varían su calidad con el tiempo, y en consecuencia es necesario renovarlos constantemente.

## 33. Aprobación e implementación de la señalización en plataforma.

Se reitera una vez más, que el presente reglamento, no es un documento de diseño del área necesaria en una plataforma, para un determinado número de puestos de estacionamiento ni otras características operacionales de las aeronaves en dicha zona.

El operador deberá diseñar la señalización en plataforma, de acuerdo a las operaciones que se realiza en "su aeropuerto", y en base a la presente reglamentación.

El administrador aeroportuario, deberá presentar un documento preliminar de la propuesta de señalización de plataforma a la AAC para su aprobación, para luego proceder con su implementación.



**PÁGINA INTENCIONALMENTE EN BLANCO**

## ADJUNTO D

### DATOS TÉCNICOS DE ALGUNAS AERONAVES

Fabricante	Modelo	Clave de Referencia	Longitud de campo de referencia del avión (m) <sup>1</sup>	Envergadura (m)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (m)
AIRBUS	A318-100	3C	1 789	34,1	8,9
AIRBUS	A300 B2	3D	1 676	44,8	10,9
AIRBUS	A319-100	4C	1 800	34,1	8,9
AIRBUS	A320-200	4C	2 025	34,1	8,9
AIRBUS	A321-200	4C	2 533	34,1	8,9
AIRBUS	A300 B4	4D	2 605	44,8	10,9
AIRBUS	A300-600	4D	2 332	44,8	10,9
AIRBUS	A300-600R	4D	2 279	44,8	11,1
AIRBUS	A300B4-200	4D	2 727	44,8	11,1
AIRBUS	A310	4D	1 845	44,8	10,9
AIRBUS	A310-300	4D	2 350	43,9	11,0
AIRBUS	A330-200	4E	2 479	60,3	12,6
AIRBUS	A330-300	4E	2 490	60,3	12,6
AIRBUS	A340-200	4E	2 906	60,3	12,6
AIRBUS	A340-300	4E	2 993	60,3	12,6
AIRBUS	A340-500	4E	3 023	63,4	12,6
AIRBUS	A340-600	4E	2 864	63,4	12,6
AIRBUS	A380-800	4F	2 779	79,8	14,3
ANTONOV	An-2	1B	500	18,2	3,4
ANTONOV	An-28	1B	585	22,1	3,4
ANTONOV	An-3	1B	390	18,2	3,5
ANTONOV	An-38-100	2B	965	22,1	3,4
ANTONOV	An-38-200	2B	1 125	22,1	3,4
ANTONOV	An-148-100A	3C	1 740	28,9	4,6
ANTONOV	An-24	3C	1 350	29,2	7,9
ANTONOV	An-24PB	3C	1 600	29,2	7,9
ANTONOV	An-30	3C	1 550	29,2	7,9
ANTONOV	An-32	3C	1 600	29,2	7,9
ANTONOV	An-72	3C	1 250	31,9	4,1
ANTONOV	An-70	3D	1 610	44,1	5,9
ANTONOV	An-140	4C	1 880	24,5	3,7
ANTONOV	An-140-100	4C	1 970	25,5	3,7
ANTONOV	An-148-100B	4C	2 020	28,9	4,6
ANTONOV	An-148-100E	4C	2 060	28,9	4,6
ANTONOV	An-158 <sup>3</sup>	4C	2 060	28,6	4,6
ANTONOV	An-168 <sup>3</sup>	4C	2 060	28,9	4,6
ANTONOV	An-26	4C	1 850	29,2	7,9

Fabricante	Modelo	Clave de Referencia	Longitud de campo de referencia del avión (m) <sup>1</sup>	Envergadura (m)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (m)
ANTONOV	An-26B	4C	2 200	29,2	7,9
ANTONOV	An-32B-100	4C	2 080	29,2	7,9
ANTONOV	An-74	4C	1 920	31,9	4,1
ANTONOV	An-74T-200	4C	2 130	31,9	4,1
ANTONOV	An-74TK-100	4C	1 920	31,9	4,1
ANTONOV	An-74TK-300	4C	2 200	31,9	4,1
ANTONOV	An-12	4D	1 900	38,0	5,4
ANTONOV	An-22	4E	3 120	64,4	7,4
ANTONOV	An-124-100	4F	3 000	73,3	9,0
ANTONOV	An-124-100M-150	4F	3 200	73,3	9,0
ANTONOV	An-225	4F	3 430	88,4	9,01
BAC	1-11-200	4C	1 884	27,0	5,2
BAC	1-11-300	4C	2 484	27,0	5,2
BAC	1-11-400	4C	2 420	27,0	5,2
BAC	1-11-475	4C	2 286	28,5	5,4
BAC	1-11-500	4C	2 408	28,5	5,2
BAE	ATP	3D	1 540	30,6	9,3
BOEING	717-200	3C	1 670	28,4	5,9
BOEING	737-600	3C	1 690	34,3	7,0
BOEING	737-600W	3C	1 640	35,8 <sup>2</sup>	7,0
BOEING	737-700	3C	1 600	34,3	7,0
BOEING	737-700W	3C	1 610	35,8 <sup>2</sup>	7,0
BOEING	DC9-20	3C	1 560	28,4	6,0
BOEING	MD-90	3C	1 800	32,9	6,2
BOEING	727-100	4C	2 502	32,9	6,9
BOEING	727-200	4C	3 176	32,9	7,1
BOEING	727-200W	4C	3 176	33,3 <sup>2</sup>	7,1
BOEING	737-100	4C	2 499	28,4	6,4
BOEING	737-200	4C	2 295	28,4	6,4
BOEING	737-300	4C	2 170	28,9	6,4
BOEING	737-300W	4C	2 550	31,2 <sup>2</sup>	6,4
BOEING	737-400	4C	2 550	28,9	6,4
BOEING	737-500	4C	2 470	28,9	6,4
BOEING	737-500W	4C	2 454	31,1 <sup>2</sup>	6,4
BOEING	737-800	4C	2 090	34,3	7,0
BOEING	737-800W	4C	2 010	35,8 <sup>2</sup>	7,0
BOEING	737-900	4C	2 240	34,3	7,0
BOEING	737-900ER/W	4C	2 470	35,8 <sup>2</sup>	7,0
BOEING	DC9-15	4C	1 990	27,3	6,0
BOEING	DC9-50	4C	2 451	28,5	5,9
BOEING	MD-81	4C	2 290	32,9	6,2

Fabricante	Modelo	Clave de Referencia	Longitud de campo de referencia del avión (m) <sup>1</sup>	Envergadura (m)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (m)
BOEING	MD-82	4C	2 280	32,9	6,2
BOEING	MD-83	4C	2 470	32,9	6,2
BOEING	MD-87	4C	2 260	32,9	6,2
BOEING	MD-88	4C	2 470	32,9	6,2
BOEING	720	4D	1 981	39,9	7,5
BOEING	707-300	4D	3 088	44,4	7,9
BOEING	707-320C	4D	3 079	44,4	8,0
BOEING	707-400	4D	3 277	44,4	7,9
BOEING	757-200	4D	1 980	38,1	8,6
BOEING	757-200W	4D	1 980	41,1 <sup>2</sup>	8,6
BOEING	757-300	4D	2 400	38,1	8,6
BOEING	767-200	4D	1 981	47,6	10,8
BOEING	767-200ER	4D	2 743	47,6	10,8
BOEING	767-300	4D	1 981	47,6	10,9
BOEING	767-300ER	4D	2 540	47,6	10,9
BOEING	767-300ER/W	4D	2 540	50,9 <sup>2</sup>	10,9
BOEING	767-400ER	4D	3 140	51,9	11,0
BOEING	DC8-62	4D	3 100	45,2	7,6
BOEING	MD-11	4D	3 130	51,97	12,6
BOEING	747-100	4E	3 060	59,6	12,4
BOEING	747-200	4E	3 150	59,6	12,4
BOEING	747-300	4E	3 292	59,6	12,4
BOEING	747-400	4E	3 048	64,9	12,6
BOEING	747-400ER	4E	3 094	64,9	12,6
BOEING	747-SP	4E	2 710	59,6	12,4
BOEING	747-SR	4E	1 860	59,6	12,4
BOEING	777-200	4E	2 380	60,9	12,9
BOEING	777-200ER	4E	2 890	60,9	12,9
BOEING	777-200LR	4E	3 390	64,8	12,9
BOEING	777-300	4E	3 140	60,9	12,9
BOEING	777-300ER	4E	3 060	64,8	12,9
BOEING	B787-8	4E	2 660	60,1	11,6
BOEING	747-8	4F	3 070	68,4	12,7
BOEING	747-8F	4F	3 070	68,4	12,7
BOMBARDIER	DHC-8-100	2C	890	25,9	7,9
BOMBARDIER	DHC-8-200	2C	1 020	25,9	8,5
BOMBARDIER	DHC-8-300	2C	1 063	27,4	8,5
BOMBARDIER	CRJ100	3B	1 470	21,2	4,0
BOMBARDIER	CRJ100ER	3B	1 720	21,2	4,0
BOMBARDIER	CRJ200	3B	1 440	21,2	4,0
BOMBARDIER	CRJ200ER	3B	1 680	21,2	4,0

Fabricante	Modelo	Clave de Referencia	Longitud de campo de referencia del avión (m) <sup>1</sup>	Envergadura (m)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (m)
BOMBARDIER	CRJ700	3B	1 606	23,3	5,0
BOMBARDIER	CRJ700ER	3B	1 724	23,3	5,0
BOMBARDIER	CRJ900	3B	1 778	23,3	5,0
BOMBARDIER	CS100 ER <sup>4</sup>	3C	1 509	35,1	8,0
BOMBARDIER	CS100 <sup>4</sup>	3C	1 509	35,1	8,0
BOMBARDIER	CS300 XT <sup>4</sup>	3C	1 661	35,1	8,0
BOMBARDIER	DHC-8-400	3C	1 288	28,4	8,8
BOMBARDIER	CRJ100LR	4B	1 880	21,2	4,0
BOMBARDIER	CRJ200LR	4B	1 850	21,2	4,0
BOMBARDIER	CRJ200R	4B	1 835	21,2	4,0
BOMBARDIER	CRJ700R <sup>4</sup>	4B	1 851	23,3	5,0
BOMBARDIER	CRJ1000 <sup>4</sup>	4C	1 996	26,2	5,1
BOMBARDIER	CRJ1000ER <sup>4</sup>	4C	2 079	26,2	5,1
BOMBARDIER	CRJ900ER	4C	1 862	24,9	5,0
BOMBARDIER	CRJ900R	4C	1 954	24,9	5,0
BOMBARDIER	CS300 ER <sup>4</sup>	4C	1 890	35,1	8,0
BOMBARDIER	CS300 <sup>4</sup>	4C	1 902	35,1	8,0
BRITT. NORMAN	BN2A	1A	353	14,9	4,0
CANADAI	CL44D-4	4D	2 240	43,4	10,5
CESSNA	152	1A	408	10,0	—
CESSNA	180	1A	367	10,9	—
CESSNA	310	1A	518	11,3	—
CESSNA	172 S	1A	381	11,0	2,7
CESSNA	182 S	1A	462	11,0	2,9
CESSNA	310 Turbo	1A	507	11,3	—
CESSNA	Golden Eagle 421 C	1A	708	12,5	—
CESSNA	Skylane	1A	479	10,9	—
CESSNA	Stationair 6	1A	543	11,0	2,9
CESSNA	Stationair 7	1A	600	10,9	—
CESSNA	Titan 404	1A	721	14,1	—
CESSNA	Turbo 6	1A	500	11,0	2,9
CESSNA	Turbo 7	1A	567	10,9	—
CESSNA	Turbo Skylane	1A	470	10,9	—
CESSNA	525	1B	939	14,3	4,1
CONVAIR	240	3C	1 301	28,0	8,4
CONVAIR	440	3C	1 564	32,1	8,6
CONVAIR	580	3C	1 341	32,1	8,6
CONVAIR	600	3C	1 378	28,0	8,4
CONVAIR	640	3C	1 570	32,1	8,6
DASSAULT AVIATION	Falcon 10	3A	1 615	13,1	3,0
DASSAULT AVIATION	F2000	3B	1 658	19,3	5,0



Fabricante	Modelo	Clave de Referencia	Longitud de campo de referencia del avión (m) <sup>1</sup>	Envergadura (m)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (m)
DASSAULT AVIATION	F50/F50EX	3B	1 586	18,9	4,5
DASSAULT AVIATION	Falcon 20	3B	1 463	16,3	3,7
DASSAULT AVIATION	Falcon 200	3B	1 700	16,3	3,5
DASSAULT AVIATION	Falcon 900	3B	1 504	19,3	4,6
DASSAULT AVIATION	Falcon 900EX	3B	1 590	19,3	4,6
DASSAULT AVIATION	Falcon 20-5 (Retrofit)	4B	1 859	16,3	3,7
DEHAVILLAND CANADA	DHC2	1A	381	14,6	3,3
DEHAVILLAND CANADA	DHC2T	1A	427	14,6	3,3
DEHAVILLAND CANADA	DHC3	1B	497	17,7	3,7
DEHAVILLAND CANADA	DHC6	1B	695	19,8	4,1
DEHAVILLAND CANADA	DHC7	1C	689	28,4	7,8
DEHAVILLAND CANADA	DHC5D	3D	1 471	29,3	10,2
DOUGLAS	DC3	3C	1 204	28,8	5,8
DOUGLAS	DC4	3C	1 542	35,8	8,5
DOUGLAS	DC6A/6B	3C	1 375	35,8	8,5
DOUGLAS	DC9-20	3C	1 551	28,5	6,0
DOUGLAS	DC9-10	4C	1 975	27,2	5,9
DOUGLAS	DC9-15	4C	1 990	27,3	6,0
DOUGLAS	DC9-20	4C	1 560	28,4	6,0
DOUGLAS	DC9-30	4C	2 134	28,5	5,9
DOUGLAS	DC9-40	4C	2 091	28,5	5,9
DOUGLAS	DC9-50	4C	2 451	28,5	5,9
DOUGLAS	DC8-61	4D	3 048	43,4	7,5
DOUGLAS	DC8-62	4D	3 100	45,2	7,6
DOUGLAS	DC8-63	4D	3 179	45,2	7,6
DOUGLAS	DC8-71	4D	2 770	43,4	7,5
DOUGLAS	DC8-72	4D	2 980	45,2	7,6
DOUGLAS	DC8-73	4D	3 050	45,2	7,6
EMBRAER	EMB-135 LR	3B	1 745	20,0	4,1
EMBRAER	EMB-120 ER	3C	1 481	19,8	6,6
EMBRAER	ER 170-200 LR and SU	3C	1 667	26,0	6,2
EMBRAER	ERJ 170-100 + SB 170-00-0016	3C	1 644	26,0	6,2
EMBRAER	ERJ 170-100 LR, SU and SE	3C	1 532	26,0	6,2
EMBRAER	ERJ 170-100 STD	3C	1 439	26,0	6,2
EMBRAER	ERJ 170-200 STD	3C	1 562	26,0	6,2
EMBRAER	ERJ 190-100 IGW	3C	1 704	28,7	7,1
EMBRAER	ERJ 190-100 LR	3C	1 616	28,7	7,1
EMBRAER	ERJ 190-100 STD	3C	1 476	28,7	7,1
EMBRAER	ERJ 190-200 LR	3C	1 721	28,7	7,1
EMBRAER	ERJ 190-200 STD	3C	1 597	28,7	7,1
EMBRAER	EMB-145 LR	4B	2 269	20,0	4,1

Fabricante	Modelo	Clave de Referencia	Longitud de campo de referencia del avión (m) <sup>1</sup>	Envergadura (m)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (m)
EMBRAER	ERJ 170-200 + SB 170-00-0016	4C	2 244	26,0	6,2
EMBRAER	ERJ 190-200 IGW	4C	1 818	28,7	7,1
FOKKER	F28-1000	3B	1 646	23,6	5,8
FOKKER	F28-2000	3B	1 646	23,6	5,8
FOKKER	F27-500	3C	1 670	29,0	7,9
FOKKER	F27-600	3C	1 670	29,0	7,9
FOKKER	F28-3000	3C	1 640	25,1	5,8
FOKKER	F28-4000	3C	1 640	25,1	5,8
FOKKER	F28-6000	3C	1 400	25,1	5,8
FOKKER	F50	3C	1 355	29,0	8,0
FOKKER	F100	4C	1 840	28,1	6,0
GULFSTREAM AERO	G V	4C	1 863	28,5	5,1
GULFSTREAM AERO	G IV-SP	3B	1 661	23,7	4,8
HAWKER SIDDLEY	HS 125-400	3A	1 646	14,3	3,3
HAWKER SIDDLEY	HS 125-600	3A	1 646	14,3	3,3
HAWKER SIDDLEY	HS 125-700	3A	1 768	14,3	3,3
I.A.I.	Galaxy	3B	1 798	17,7	—
I.A.I.	SPX	3B	1 644	16,6	—
ILYUSHIN	18V	4D	1 980	37,4	9,9
ILYUSHIN	62M	4D	3 280	43,2	8,0
LEAR JET	24F	2A	1 005	10,9	2,5
LEAR JET	28/29	2A	912	13,4	2,5
LEAR JET	54	3A	1 217	13,4	2,5
LEAR JET	55	3A	1 292	13,4	2,5
LEAR JET	24D	3A	1 200	10,9	2,5
LEAR JET	35A	3A	1 287	12,0	2,5
LEAR JET	36A	3A	1 458	12,0	2,5
LET	L410 UPV	1B	740	19,5	4,0
LET	L410 UPV-E	2B	920	20,0 <sup>5</sup>	4,0
LET	L410 UPV-E20	2B	1 050	20,0 <sup>5</sup>	4,0
LET	L410 UPV-E9	2B	952	20,0 <sup>5</sup>	4,0
LET	L420	2B	920	20,0 <sup>5</sup>	4,0
LOCKHEED	L100-20	4D	1 829	40,8	4,9
LOCKHEED	L100-30	4D	1 829	40,4	4,9
LOCKHEED	L1011-1	4D	2 426	47,3	12,8
LOCKHEED	L1011-100/200	4D	2 469	47,3	12,8
LOCKHEED	L1011-500	4D	2 844	47,3	12,8
LOCKHEED	L188	4D	2 066	30,2	10,5
MCDONNELL DOUGLAS	MD90	3C	1 798	32,9	6,2
MCDONNELL DOUGLAS	MD81	4C	2 290	32,9	6,2
MCDONNELL DOUGLAS	MD82	4C	2 280	32,9	6,2
MCDONNELL DOUGLAS	MD83	4C	2 470	32,9	6,2

Fabricante	Modelo	Clave de Referencia	Longitud de campo de referencia del avión (m) <sup>1</sup>	Envergadura (m)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (m)
MCDONNELL DOUGLAS	MD87	4C	2 260	32,9	6,2
MCDONNELL DOUGLAS	MD88	4C	2 470	32,9	6,2
MCDONNELL DOUGLAS	DC10-10	4D	3 200	47,4	12,6
MCDONNELL DOUGLAS	DC10-30	4D	3 170	50,4	12,6
MCDONNELL DOUGLAS	DC10-40	4D	3 124	50,4	12,6
MCDONNELL DOUGLAS	MD11	4E	3 130	52,0 <sup>8</sup>	12,6
NORD	262	3B	1 260	21,9	3,4
PILATUS	PC-12	1B	452	16,2	4,5
PIPER	PA28-161	1A	494 <sup>6</sup>	10,7	3,2
PIPER	PA28-181	1A	490 <sup>6</sup>	10,8	3,2
PIPER	PA28R-201	1A	487 <sup>6</sup>	10,8	3,4
PIPER	PA32R-301	1A	539 <sup>6</sup>	11,0	3,5
PIPER	PA32R-301T	1A	756 <sup>6</sup>	11,0	3,5
PIPER	PA34-220T	1A	520 <sup>6</sup>	11,9	3,5
PIPER	PA44-180	1A	671 <sup>6</sup>	11,8	3,2
PIPER	PA46-350P	1A	637 <sup>6</sup>	13,1	3,9
RAYTHEON/ BEECHCRAFT	76	1A	430	11,6	3,3
RAYTHEON/ BEECHCRAFT	A24R	1A	603	10,0	3,9
RAYTHEON/ BEECHCRAFT	A36	1A	670	10,2	2,9
RAYTHEON/ BEECHCRAFT	B100	1A	579	14,0	4,3
RAYTHEON/ BEECHCRAFT	B55	1A	457	11,5	2,9
RAYTHEON/ BEECHCRAFT	B60	1A	793	12,0	3,4
RAYTHEON/ BEECHCRAFT	200	1B	579	16,6	5,6
RAYTHEON/ BEECHCRAFT	B80	1B	427	15,3	4,3
RAYTHEON/ BEECHCRAFT	C90	1B	488	15,3	4,3
RAYTHEON/ BEECHCRAFT	E18S	1B	753	15,0	3,9
SAAB	340A	3C	1 220	21,4	7,3
SAAB	340B	3C	1 220	22,8 <sup>7</sup>	7,3
SAAB	SAAB 2000	3C	1 340	24,8	8,9
SHORT	SC7-3/SC7-3A	1B	616	19,8	4,6
SHORT	SD3-30	2B	1 106	22,8	4,6
TUPOLEV	TU134A	4D	2 400	29,0	10,3
TUPOLEV	TU154	4D	2 160	37,6	12,4

1. La longitud de campo de referencia refleja la combinación de modelo/motor que proporciona la longitud de campo más corta y las condiciones normalizadas (masa máxima, nivel del mar, día normal, A/C con motor apagado, pista seca sin pendiente).
2. La envergadura incluye aletas de extremo de ala (winglets) opcionales.
3. Datos preliminares.
4. Datos preliminares — la aeronave aún no está certificada.
5. Con los tanques de extremo de ala instalados.
6. Sobre un obstáculo de 15 m.
7. Con los extremos de ala extendidos.
8. Con planos verticales en los extremos de ala.
9. Los datos de la presente tabla están basados en información proporcionada en los documentos 9157 Parte A y 9981 de la OACI. Se recomienda consultar los mismos para información más específica.

**PÁGINA INTENCIONALMENTE EN BLANCO**