



**REPÚBLICA DEL PARAGUAY**  
**DIRECCIÓN NACIONAL DE AERONÁUTICA CIVIL**

**DINAC R 1.417.-**  
**"FRANGIBILIDAD"**

*Esta edición fue aprobada por Resolución N° 840/ 2019.-*  
**PRIMERA EDICIÓN R00 - AÑO 2019.-**

**REGISTRO DE ENMIENDA Y CORRIGENDOS.-**

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

\*\*\*\*\*

**LISTA DE PÁGINAS EFECTIVAS.-**

ÍTEM	TEMAS	EDICIÓN / REVISIÓN	PÁG .
TAPA		<b>PRIMERA EDICION - R00</b>	N/A
REGISTRO	ENMIENDAS, CORRIGENDOS Y SUPLEMENTOS.-		I
LISTA	PAGINAS EFECTIVAS.-		II
INDICE			III
PREÁMBULO			IV
<b>CAPITULO 1</b>	<b>DISPOSICIONES PRELIMINARES.-</b>		
1.1	Objetivo	<b>PRIMERA EDICION - R00</b>	1-1
1.2	Alcance		1-1
<b>CAPITULO 2</b>	<b>OBJETOS QUE DEBEN SER FRANGIBLES.-</b>		
2.1	Objetivo	<b>PRIMERA EDICION - R00</b>	1-14
2.2	Emplazamiento		1-14
2.3	Aplicabilidad		1-14
2.4	Requisitos de Frangibilidad		2-14
2.5	Objeto frangible		2-14
2.6	Conceptos relativos a la frangibilidad		3-14
2.7	Componentes eléctricos		7-14
2.8	Criterios para la frangibilidad		8-14
2.9	Ensayos de frangibilidad		11-14
2.10	Certificados de los ensayos		12-14
<b>CAPITULO 3</b>	<b>RESERVADO</b>		
<b>CAPITULO 4</b>	<b>EMPLAZAMIENTO DE LOS COMPONENTES QUE NO CUMPLEN CON FRANGIBILIDAD.-</b>		
4.1	Generalidades	<b>PRIMERA EDICION - R00</b>	1-3
4.2	Emplazamiento preferido de las casillas de los componentes del ILS		1-3

\*\*\*\*\*

**ÍNDICE.-**

<b>ÍTEM</b>	<b>TEMAS</b>	<b>PÁG.</b>
<b>TAPA</b>		<b>N/A</b>
<b>REGISTRO</b>	<b>ENMIENDAS, CORRIGENDOS Y SUPLEMENTOS</b>	<b>I</b>
<b>LISTA</b>	<b>PAGINAS EFECTIVAS</b>	<b>II</b>
<b>INDICE</b>		<b>III</b>
<b>PREÁMBULO</b>		<b>IV</b>
<b>CAPITULO 1</b>	<b>DISPOSICIONES PRELIMINARES</b>	
<b>1.1</b>	Objetivo	<b>1-1</b>
<b>1.2</b>	Alcance	<b>1-1</b>
<b>CAPITULO 2</b>	<b>OBSTACULOS QUE DEBEN SER FRANGIBLES</b>	
<b>2.1</b>	Objetivo	<b>1-14</b>
<b>2.2</b>	Emplazamiento	<b>1-14</b>
<b>2.3</b>	Aplicabilidad	<b>1-14</b>
<b>2.4</b>	Requisitos de Frangibilidad	<b>2-14</b>
<b>2.5</b>	Objeto frangible	<b>2-14</b>
<b>2.6</b>	Conceptos relativos a la frangibilidad	<b>3-14</b>
<b>2.7</b>	Componentes eléctricos	<b>7-14</b>
<b>2.8</b>	Criterios para la frangibilidad	<b>8-14</b>
<b>2.9</b>	Ensayos de frangibilidad	<b>11-14</b>
<b>2.10</b>	Certificados de los ensayos	<b>12-14</b>
<b>CAPITULO 3</b>	<b>RESERVADO</b>	
<b>CAPITULO 4</b>	<b>EMPLAZAMIENTO DE LOS COMPONENTES QUE NO CUMPLEN CON FRANGIBILIDAD</b>	
<b>4.1</b>	Generalidades	<b>1-3</b>
<b>4.2</b>	Emplazamiento preferido de las casillas de los componentes del ILS	<b>1-3</b>

\*\*\*\*\*

## CAPITULO 1.

### DISPOSICIONES PRELIMINARES.-

#### 1.1 OBJETIVO.-

- a) Una meta fundamental es mejorar la seguridad en los aeropuertos de uso público, específicamente en las "**zonas de seguridad**", que se han establecido en los aeródromos a fin de prohibir la colocación de objetos que puedan presentar un peligro a la operación de aeronaves. Sin embargo, las limitaciones tecnológicas actuales o los requisitos operacionales, a menudo requieren ciertos tipos de objetos, que deben ser emplazados dentro de esas zonas de seguridad designadas. En tales casos, dichos objetos deben tener una masa y altura mínimas, debiendo estar montados en el suelo a la mínima altura posible, e instalados sobre estructuras de apoyo frangibles a fin de garantizar que, en caso de producirse un impacto de la aeronave con un objeto, el mismo no resulte en pérdida de control de la aeronave, o bien que se minimicen o eviten daños a la estructura y/o lesiones a las personas.-

#### 1.2 ALCANCE.-

- a) Un objetivo fundamental del presente apéndice es el de establecer los requisitos mínimos a ser tenidos en cuenta para que cuando se emplacen objetos que debido a su función, deben estar situados en un área operacional, sus equipos e instalaciones y soportes, tengan una masa mínima y/o características apropiadas de frangibilidad.-
- b) Estos requisitos de frangibilidad cubren los niveles mínimos de seguridad operacional, para las áreas de seguridad del aeródromo, resultando muy eficiente y efectivo que estas disposiciones sean incorporadas, también, a las áreas adyacentes a las áreas de seguridad operacional.-
- c) La iluminación simultanea de combinaciones, como las pistas que se cruzan, deben ser prohibidas.-

\*\*\*\*\*

## CAPITULO 2.

### OBSTÁCULOS QUE DEBEN SER FRANGIBLES.-

#### 2.1 OBJETIVO.-

- a) El objetivo del presente capítulo, es determinar los objetos que por su emplazamiento, constituyan obstáculos dentro de la zona de seguridad y en consecuencia impliquen un peligro, que debe ser mitigado, mediante el cumplimiento de las especificaciones y características de frangibilidad, prescritas en el presente documento.-

#### 2.2 EMPLAZAMIENTO.-

- a) Todo equipo o instalación necesaria para fines de navegación aérea o de seguridad operacional, será frangible y se montará lo más bajo posible cuando se encuentre emplazado:
- 1) En una franja de pista (para vuelos que sean o no por instrumentos);
  - 2) en un área de seguridad de extremo de pista;
  - 3) en una zona libre de obstáculos si constituyera un peligro para las aeronaves en vuelo;
  - 4) en una franja de calle de rodaje;
  - 5) dentro de las distancias especificadas.-
  - 6) cerca de una franja de una categoría de pista de aproximación de precisión de **Categorías I, II ó III** y que esté situado dentro de **240 m** desde el extremo de la franja y ubicado a:
    - i) **60 m** de la prolongación del eje cuando el número de clave sea **3 ó 4**;
    - ii) **45 m** de la prolongación del eje cuando el número de clave sea **1 ó 2**;
    - iii) Este colocado en un punto de la franja a **77,5 m** o menos del eje de pista cuando el número de clave sea **4** y la letra de clave sea **F**.-
  - 7) Penetre la superficie de aproximación interna, la superficie de transición interna o la superficie de aterrizaje interrumpido.-
  - 8) emplazado a **75 m** o menos del eje de pista donde el número de clave es **3 o 4** y a **45 m** o menos del eje de pista donde el número de clave es **1 o 2**. Los letreros deben ser frangibles. Los que estén situados cerca de una pista o de una calle de rodaje serán lo suficientemente bajos como para conservar la distancia de protección respecto a las hélices y las barquillas de los reactores. La altura del letrero instalado no sobrepasará la dimensión que figura en la columna apropiada de la **Tabla 2- 1-1**. En el **DINAC R 1.417 – Frangibilidad**, se da orientación al respecto.-

#### 2.3 APLICABILIDAD.-

- a) Este apéndice es aplicable a cualquier obstáculo que se encuentre en un área destinada a la circulación en superficie de aeronaves o que se

extienden sobre una superficie destinada a proteger a una aeronave en vuelo.-

- b) Cualquier estructura que presenta un peligro para la aeronave en caso de impacto accidental durante el aterrizaje, despegue o maniobras en tierra, incluye:
- 1) Luces de pista, de calles de rodaje y de parada elevadas.-
  - 2) Sistemas de iluminación de aproximación elevadas.-
  - 3) Sistemas indicadores de pendiente de aproximación visual.-
  - 4) Letreros y balizas.-
  - 5) Indicadores de la dirección del viento.-
  - 6) Equipo de localización del sistema de aterrizaje por instrumentos **(ILS)**.-
  - 7) Equipo de trayectoria de planeo **ILS**.-
  - 8) Antena de monitor **ILS**.-
  - 9) Equipo de azimut de aproximación del sistema de aterrizaje por microondas **MLS**.-
  - 10) Equipo de elevación de aproximación **MLS**.-
  - 11) Antena de monitor **MLS**.-
  - 12) Reflectores radar.-
  - 13) Anemómetros.-
  - 14) Telémetros de nubes.-
  - 15) Transmisómetros.
  - 16) Medidores de dispersión frontal.-

## 2.4 REQUISITOS DE FRANGIBILIDAD.-

- a) El equipo y sus soportes, ubicados en las áreas descritas en la sección 2 y 3 anteriores, deberán ser frangibles para garantizar que se quebrarán, deformarán o cederán en la eventualidad de que reciban el impacto accidental de una aeronave. Los materiales de diseño seleccionados deberán impedir cualquier tendencia de los componentes, lo cual incluye los conductores eléctricos, etc., a “envolver” la aeronave que choque o cualquier parte de la misma.-
- b) Una estructura frangible deberá estar diseñada de modo de soportar las cargas del viento operacional o del chorro de los reactores con un factor apropiado de seguridad pero deberá quebrarse, deformarse o ceder fácilmente al verse sometida a fuerzas repentinas de colisión de una aeronave de **3 000 kg** en el aire y desplazándose a **140 km/h (75 kt)** o moviéndose en tierra a **50 km/h (27 kt)**.-
- c) La frangibilidad del diseño deberá ser comprobada por medio de ensayos a plena escala, evaluaciones por computadora, o por cálculos basados en la comparación con estructuras análogas ya aprobadas posiblemente apoyadas por ensayos adicionales de los componentes.-

## 2.5 OBJETO FRANGIBLES.-

- a) El equipo (y sus soportes) ubicados cerca de pistas y calles de rodaje deberán estar diseñados de modo que sean frangibles a fin de limitar el peligro de las aeronaves que choquen accidentalmente con ellos desde

cualquier dirección, en vuelo o durante las maniobras en tierra. El impacto puede afectar la seguridad de vuelo de tres maneras:

- 1) La aeronave puede perder impulso.-
  - 2) La aeronave puede cambiar de dirección; y
  - 3) La aeronave puede sufrir daños estructurales.-
- b) El daño estructural de la aeronave guarda relación con la cantidad de energía que necesita para desplazar el obstáculo, o parte del mismo, y debería por lo tanto ser limitada. Esta energía puede desglosarse en los siguientes componentes:
- 1) La energía para activar los mecanismos de separación o de falla.-
  - 2) La energía necesaria para la deformación plástica o elástica del obstáculo, o de parte del mismo; y
  - 3) La energía necesaria para acelerar el obstáculo, o parte del mismo, hasta por lo menos la velocidad de la aeronave.-

## 2.6

### CONCEPTOS RELATIVOS A LA FRANGIBILIDAD.-

- a) **Aspectos generales:** La estructura frangible deberá incluir conceptos como elementos de poca masa, elementos y conexiones quebradizos o de poca dureza, o mecanismos apropiados de separación. Existen diversos conceptos de diseño, cada uno de los cuales tiene sus ventajas y desventajas. Los diseños pueden incorporar uno o más conceptos a fin de garantizar la frangibilidad.-
- b) **Conexiones frangibles:** En un diseño de conexiones frangibles, la frangibilidad se incorpora a la conexión, la cual soporta la carga de diseño pero se fractura al haber impacto. El elemento estructural no está diseñado para que se quiebre sino más bien para que transfiera la fuerza del impacto a la conexión. Un elemento rígido y liviano proporciona una transferencia eficiente de la carga a la conexión y minimiza la energía absorbida del doblamiento y de la aceleración de la masa.-
- 1) La conexión deberá quebrarse a bajos niveles de energía, según lo determinen los ensayos de impactos.-
  - 2) Los tipos de conexiones frangibles incluyen los pernos rebajados o ahusados, los de materiales o aleaciones especiales, los remaches de cabeza avellanada o los sujetadores desgarrables, y las cartelas de unión con secciones separables. Algunos de éstos se describen seguidamente:
    - i) **Pernos fusibles:** La falla de este tipo de conexión se induce proporcionando un “**concentrador de tensiones**”, debido a la remoción de material del vástago del perno. Un método utilizado para lograr esto es hacer una muesca para reducir el diámetro del perno o rebajos en los costados del perno, haciéndolo más débil en determinada dirección. Se mantiene la resistencia al corte y se reduce la resistencia a la tracción perforando un orificio a través del diámetro del perno y ubicándolo en el plano de corte. Los pernos fusibles deben instalarse cuidadosamente para asegurarse de que no sufran daño o exceso de tensión al apretarse. El problema con los pernos fusibles es que el concentrador de tensiones puede acortar la vida de la fatiga del perno o puede propagarse bajo las cargas de servicio y fallar prematuramente. Hay disponibles comercialmente pernos fusibles con muescas maquinadas.-



Véase la **Figura 2-6-1** por un ejemplo de la aplicación de dichos pernos fusibles.-

- ii) **Pernos de materiales especiales:** La utilización de sujetadores fabricados de materiales especiales elimina la necesidad del trabajado o de la fabricación muy elaborada y permite que el diseño básico consista en técnicas convencionales de costo eficaz. Los sujetadores se dimensionan de modo que soporten las cargas de diseño pero se fabrican de material de resistencia baja a los impactos. Los materiales como el acero, el aluminio y plásticos deberán seleccionarse basándose en la resistencia y la elongación mínima en caso de falla. Se recomiendan los pernos de aluminio de aleación de la norma **ANSI 2024-T4** debido a que son resistentes como los pernos de acero inoxidable pero tienen sólo una elongación máxima del **10%** en comparación con el **50%** de los de acero inoxidable. Los pernos de plástico pueden tener valores de elongación bajos pero habría que establecer su resistencia mediante ensayos. Dado que la frangibilidad se basa en la selección de los materiales, es sumamente importante comprar artículos que cumplan debidamente con las propiedades físicas.-
- iii) **Sujetadores desgarrables:** Los sujetadores como los remaches de cabeza avellanada pueden emplearse para soportar cargas cortantes pero se desgarran a través del material de la base si la fuerza del impacto crea una carga de tracción. El orificio en el material de la base se puede trabajar con precisión para que apriete una porción mínima del área bajo la cabeza del sujetador. El ahusamiento de la cabeza avellanada también ayuda a iniciar el tirón. Esta técnica se funda sobremanera en el proceso de fabricación y exige una amplia inspección de la calidad.-



**Figura 2-6-1. Perno fusible.-**

- iv) Secciones separables. Las piezas de sostén pueden diseñarse con muescas que se separarán con el elemento. En este tipo de conexión el sujetador no se rompe sino que, en cambio, se utiliza para tirar de una sección de la pieza de sostén. La vida de la fatiga y la calidad de fabricación constituyen las consideraciones primarias de diseño.-
- c) **Elementos frangibles.** En este diseño, es necesario que falle el elemento estructural y no la conexión del extremo. El elemento deberá lograr una separación segmentada a lo largo de su longitud, minimizando así la cantidad de aceleración de la masa y reduciendo la posibilidad de un efecto envolvente. Es más probable que en vez de metales se utilicen materiales quebradizos como los plásticos, la fibra de vidrio u otros no metálicos. La ventaja principal con los elementos frangibles es que las fuerzas del impacto no tienen que retroceder a la conexión para que la sección falle. Esto significa que la energía no es absorbida arqueando el elemento como en un diseño de conexión frangible. La desventaja es que los materiales especiales, no metálicos, exigen extensos ensayos para establecer las propiedades a utilizar para el análisis de deformación de la estructura.-
  - i) El análisis deberá también confirmarse mediante ensayos de cargas con modelos de tamaño natural sobre la estructura.-
  - ii) Los elementos no metálicos deben contener igualmente inhibidores de los rayos ultravioleta para protección contra el medio ambiente.-
  - iii) Las extrusiones de plásticos o las secciones de fibra de vidrio moldeada existen en forma angular tubular.
  - iv) Los elementos pueden también fabricarse con puntos de rotura incorporados. Esto se hace uniendo un material a otro en puntos a lo largo de la longitud del elemento.-
  - v) La línea de unión se convierte entonces en el punto de iniciación de fractura del elemento.-

Véase la Figura 2-6-2 por un ejemplo de la aplicación de dichos elementos frangibles.-



Figura 2-6-2. Torres de iluminación de aproximación — Estructuras reticulares de fibra de vidrio.-

- d) **Mecanismo frangible:** La frangibilidad puede incorporarse a la estructura de soporte mediante un mecanismo que se desliza, quiebra o dobla al haber impacto y elimina la integridad estructural del soporte. Se puede diseñar un mecanismo frangible que soporte altas cargas de viento pero que se mantenga muy sensible a las cargas de impacto. Los mecanismos frangibles tienden a ser direccionales en cuanto a la resistencia, es decir que soportan fuerte tracción y flexión pero muy poco cizallamiento.-

En las figuras 2-6-3 a 2-6-6 se muestran ejemplos de elementos frangibles aceptables para las instalaciones de ayudas visuales conforme al presente **Apéndice 7.-**



Figura 2-6-3. Ejemplos de Cuplas Frangibles.-



Figura 2-6-4. Ejemplos de Cuplas Frangibles montaje de tubos en luces de aproximación.-

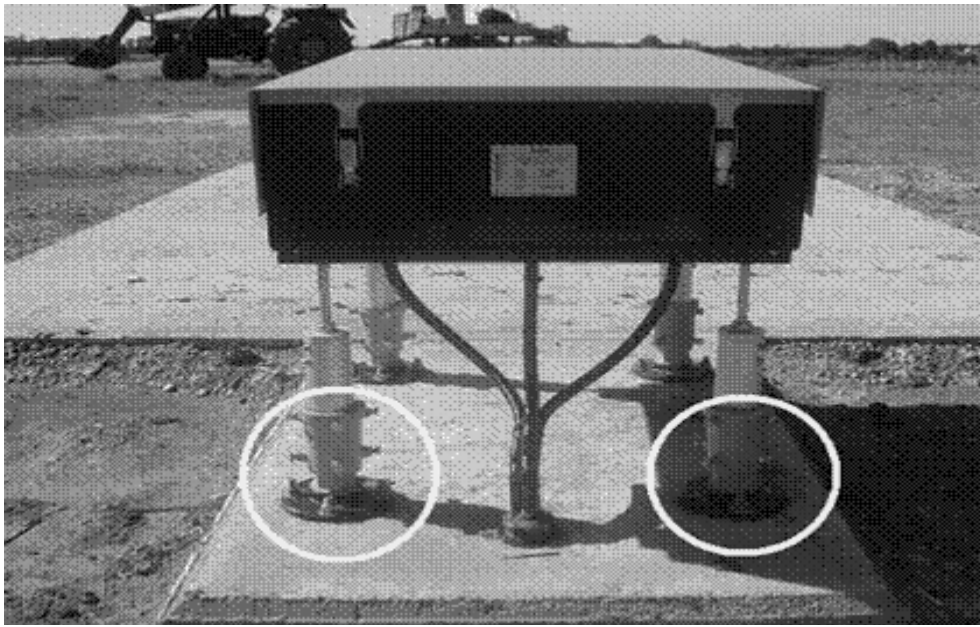


Figura 2-6-5. Ejemplos de cuplas Frangibles en las instalaciones del PAPI.-



Figura 2-6-6. Ejemplos de cuplas Frangibles en las instalaciones de los Letreros.-

## 2.7

### COMPONENTES ELÉCTRICOS.-

- a) El equipo electrónico o los componentes y soportes deberán estar diseñados de modo de ser frangibles, garantizando al mismo tiempo que las funciones operacionales no se degraden. Se recomienda que, de ser posible, el equipo electrónico, etc., esté colocado por debajo del nivel del suelo.-
- b) Se deberá considerar la solidez de los conductores eléctricos incorporados en el diseño de las estructuras frangibles, así como el peligro de incendio planteado por la formación de arcos en los conductores rotos. Los conductores no deben romperse sino que se deben quebrarse en puntos determinados dentro de los límites de frangibilidad de la estructura

mediante el suministro de conectores. Además, los conectores deberán estar protegidos mediante una envuelta de separación de un tamaño acorde con el voltaje empleado a fin de contener toda formación posible de arcos al haber desconexión.-



Figura 2-7-1. Conectores para cables de los circuitos de ayudas visuales.-

## 2.8 CRITERIOS PARA LA FRANGIBILIDAD.-

- a) Luces elevadas de pista y de borde de calle de rodaje.-
  - 1) **Viento.-** Los dispositivos luminosos pueden quedar expuestos a cargas de viento o de los chorros de reactores extremas. Los aeródromos deberán asegurarse de que las luces elevadas de las pistas y calles de rodaje pueden resistir a las velocidades de los chorros de los reactores de las aeronaves cuyas operaciones están normalmente previstas. Se trata típicamente de velocidades de viento del orden de **480 km/h (260 kt)** para todas las luces de alta y de mediana intensidades y de **240 km/h (130 kt)** para todos los otros dispositivos (luces de baja intensidad).-
  - 2) **Dispositivo frangible.-** Cada dispositivo luminoso elevado deberá tener un punto de elasticidad cerca del punto o de la posición en que la luz se fija a la base o al mástil de montaje. El punto de elasticidad no deberá estar a más de **38 mm** sobre la superficie del suelo y deberá ceder antes de que cualquier otra parte del dispositivo se vea dañado. El punto de elasticidad deberá soportar un momento de flexión de **204 J** sin falla pero deberá separarse netamente del sistema de montaje antes de que el momento de flexión llegue a **678 J**. No obstante, algunos dispositivos pueden doblarse en vez de separarse. En dicho caso, el dispositivo no deberá inclinarse más de **25 mm** con respecto a la vertical bajo la carga de viento especificada. Los dispositivos frangibles no metálicos deberán proporcionar la performance especificada dentro de la gama de temperaturas de cálculo con la capacidad apropiada de puesta a tierra para el dispositivo fijado.-
- b) Letreros de guía para el rodaje.-
  - 1) **Requisitos ambientales:** Los letreros, deberán estar construidos para uso continuo a la intemperie bajo las siguientes condiciones:
    - i) Temperatura. Temperatura ambiente de entre **-20oC** y **+55oC** o de entre **-55oC** y **+55oC**, según corresponda.-
    - ii) Viento. Exposición a velocidades de viento o de chorro de los reactores de hasta **480 km/h (260 kt)**. Pueden ser aceptables requisitos de velocidad reducidos, p. ej., **322 km/h (174 kt)** o **240 km/h (130 kt)**, según el emplazamiento previsto del letrero o el uso del aeropuerto. Los letreros deberán estar construidos para estar expuestos a las velocidades del chorro de los

- reactores según el empuje utilizado para el despegue o el rodaje.-
- iii) Lluvia. Exposición a lluvias batientes.-
  - iv) Nieve y formación de hielo. Exposición a nevadas y engelamiento, según corresponda.-
  - vi) Salinidad. Exposición a excesiva salinidad del aire, según corresponda.-
  - vii) Humedad. Exposición a una humedad relativa de entre el **5%** y el **95%**, según corresponda.-
- 2) **Construcción de los letreros:** Los letreros deberán construirse con materiales livianos, no ferrosos para su instalación sobre una plataforma de hormigón o sobre postes. Todo el material necesario para el montaje o los soportes deberán considerarse parte del letrero por lo que atañe a la frangibilidad.-
- 3) **Frangibilidad:** Los letreros deberán ser frangibles. La masa total de un letrero, incluyendo los accesorios de montaje, deberá ser limitada a **24,5 kg** por metro de longitud y la longitud total de un letrero no deberá exceder de **3 m**. En caso de que todo el texto no quepa en un letrero de **3 m**, deberán colocarse lado a lado dos letreros. Los letreros emplazados cerca de una pista o calle de rodaje deberán estar lo suficientemente bajos para permitir un margen de separación para las hélices y las barquillas de los motores de las aeronaves de reacción.-
- 4) **Patas de montaje:** Las patas de montaje de cada letrero deberán tener puntos frangibles situados a **50 mm** o menos encima de la plataforma de hormigón o del poste. Los puntos frangibles deberán resistir la carga especificada del viento debido al chorro de los reactores. Para una carga especificada del viento de **322 km/h (174 kt)**, la rotura deberá ocurrir antes de que la carga estática aplicada llegue a un valor de **8,96 kPa**.-
- 5) **Mecanismo de separación:** Cada mecanismo de separación deberá tener en forma permanente una marca con el nombre del fabricante (que puede abreviarse) y el tamaño del letrero para el mecanismo al que está destinado, como mínimo.-
- c) **PAPI/APAPI.-**
- 1) **Viento:** Los **PAPI/APAPI** pueden estar expuestos a cargas de viento o al chorro de los reactores. Los aeródromos deberán asegurarse de que estos sistemas pueden resistir velocidades de chorro de reactores de las aeronaves cuyas operaciones están normalmente previstas. Se trata de velocidades de viento ordinariamente de **480 km/h (260 kt)** para los aeródromos utilizados por aeronaves con altas velocidades de chorro de reactores y **240 km/h (130 kt)** para los demás aeródromos.-
- 2) **Montaje:** Los elementos luminosos deberán estar montados lo más bajo posibles y deberán ser frangibles. Además, deberán tener un mínimo de tres patas de montaje ajustables, que deberán ser ajustables para permitir la nivelación. Las patas deberán consistir en material de montaje y ajuste, un mecanismo de separación, como corresponda, así como bridas apropiadas para el montaje sobre una plataforma de hormigón. El material de ajuste deberá estar diseñado de modo de impedir cualquier desplazamiento del sistema óptico provocado por la vibración. Pueden proponerse otros sistemas de

montaje que proporcionen una rigidez, frangibilidad y ajustabilidad equivalentes.-

- d) Sistemas de iluminación de aproximación.-
- 1) Las luces de aproximación elevadas y sus estructuras de soporte deberán ser frangibles salvo que, en la parte del sistema de iluminación de aproximación más allá de **300 m** del umbral.-
  - 2) Cuando la altura de la estructura de soporte sea de más de **12 m**, debería aplicarse el requisito de frangibilidad a los **12 m** superiores únicamente; y
  - 3) Cuando la estructura de soporte esté rodeada de objetos no frangibles, únicamente la parte de la estructura que se extiende sobre los objetos circundantes debería ser frangible.-

En la **Figura 2-8-1** se puede ver un ejemplo de torres de iluminación de aproximación cuyas estructuras de soporte exceden de **12 m**.-



**Figura 2-8-1. Torres de iluminación de aproximación de fibra de vidrio sobre estructuras de soporte rígidas.-**

- 4) La estructura de soporte no deberá imponer una fuerza a la aeronave mayor de **45 kN**. La energía máxima impartida a la aeronave como resultado de la colisión no debería exceder de **55 kJ** en el período de contacto entre la aeronave y la estructura. Para permitir que la aeronave pase, el modo de falla de la estructura debería ser uno de los siguientes:
  - i) fractura;
  - ii) abertura; o
  - iii) flexión.-
- 5) La estructura impactada deberá permitir el paso de la aeronave de manera que ésta pueda todavía realizar satisfactoriamente un aterrizaje, despegue o una aproximación frustrada.-
- 6) Todos los elementos individuales de la estructura liberados por el impacto deberán mantenerse a la menor masa posible a fin de minimizar todo peligro para la aeronave.-
- 7) El dispositivo luminoso y la estructura de soporte deberán ser considerados como un todo para establecer la frangibilidad del sistema.-
- 8) Con respecto al cableado, el diseñador deberá asegurarse de que haya puntos de desconexión de modo que la segmentación no se vea obstaculizada, si es éste el modo de falla.-



Figura 2-8-2. Torres de iluminación de aproximación de fibra de vidrio.-

## 2.9

### ENSAYOS DE FRANGIBILIDAD.-

- a) La finalidad principal de esta sección es fomentar los procedimientos uniformes para los ensayos con los que la **DINAC** puede determinar la



aceptabilidad de los diseños como conformes a los requisitos de frangibilidad.-

- b) La **DINAC** deberá exigir como evidencia satisfactoria de los ensayos de producción, los certificados expedidos por los Laboratorios habilitados oficialmente u otros certificadores, que demuestren la capacidad y competencia para realizar las pruebas necesarias.-
- c) La **DINAC** se asegurará que los equipos aeronáuticos para aeródromos que se suministren, se instalen y se mantengan, cumplan con las especificaciones técnicas de fabricación establecidas en el presente apéndice. La frangibilidad de toda ayuda deberá siempre estar probada antes de que se la considere para la instalación.-
- d) Debido al número de ayudas involucradas y a la variedad de condiciones de los emplazamientos, los ensayos aquí detallados no representan el límite de los que podrían llevarse a cabo sino que se indican a título de orientación general en la medida de lo posible.-
- e) Los ensayos estáticos, a diferencia de los dinámicos, son considerados adecuados para verificar la frangibilidad de las ayudas visuales de poca masa que tengan una altura total igual a **1,2 m**, o menos, como las luces elevadas de pistas y calles de rodaje, los letreros de guía de rodaje y los sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación.-
- f) Son considerados los ensayos dinámicos adecuados para verificar la frangibilidad de las ayudas para la navegación que posean una altura total superior a **1,2 m** y emplazados en lugares en que probablemente sufran el impacto de una aeronave en vuelo. Esas ayudas son las torres de iluminación de aproximación, los indicadores de la dirección del viento, debido al tamaño y a la masa del instrumento y de la estructura de soporte.-

## 2.10

### CERTIFICADOS DE LOS ENSAYOS.-

- a) Luces elevadas de pista y de borde de calle de rodaje.-
  - 1) El fabricante deberá suministrar certificados de los ensayos que muestren que el dispositivo frangible satisface los requisitos de **CRITERIOS PARA LA FRANGIBILIDAD**.-
  - 2) Todos los ensayos deberán realizarse con el elemento luminoso totalmente armado a una altura nominal sobre una chapa de montaje rígidamente asegurada. La carga deberá aplicarse al órgano en un punto justo debajo de la lente, no más rápida que **220 N** por minuto hasta lograr el momento mínimo de flexión descrito en **CRITERIOS PARA LA FRANGIBILIDAD**.-
  - 3) Después de que se determine que el elemento luminoso soporta esta carga sin daño, la carga deberá continuar al mismo régimen hasta que el punto de elasticidad ceda. Para dispositivos que “saltan” u otros a fricción, el ensayo deberá repetirse diez veces en el mismo dispositivo para verificar si la fijación se afloja.
  - 4) El ensayo deberá repetirse sobre un total de cinco accesorios frangibles. Los ensayos de dispositivos frangibles no metálicos también deberán realizarse a **-55°C** y **+55°C ("15°)**.
  - 5) La imposibilidad de que cualquiera de los dispositivos satisfaga los requisitos de **CRITERIOS PARA LA FRANGIBILIDAD** o el daño a cualquier parte del dispositivo luminoso antes de que el dispositivo frangible ceda deberán ser causa de rechazo.-

- 6) Para dispositivos a fricción, el fabricante deberá proporcionar datos sobre cuántos “saltos” pueden esperarse antes de que el dispositivo se fracture por debajo del valor mínimo de flexión.
- b) Letreros de guía de rodaje.-
- 1) Los letreros deben ponerse a prueba para verificar su desempeño para satisfacer los requisitos de frangibilidad mientras soportan las cargas de viento especificadas en **CRITERIOS PARA LA FRANGIBILIDAD.-**
  - 2) Carga de viento y ensayo de frangibilidad. El ensayo deberá realizarse como sigue:
    - i) El letrero deberá ponerse a prueba en cuanto a su capacidad de resistir la carga de viento especificada. El ensayo deberá efectuarse con el letrero totalmente armado y montado por la base del montaje. Si se aplica una carga de viento con el letrero montado en una superficie vertical, el peso del letrero deberá incluirse como parte del peso total aplicado. El ensayo deberá diseñarse de modo de garantizar que el panel de la leyenda recibe total la carga. Los letreros montados sobre resortes diseñados para oscilar deberán estar inmovilizados para impedir movimientos durante el ensayo. Deberá aplicarse una carga estática uniformemente sobre toda la superficie del panel de la leyenda por un período de diez minutos. El letrero no deberá quebrarse en los puntos frangibles ni sufrir distorsión permanente. Para una carga de viento especificada de **322 km/h (174 kt)**, la carga estática aplicada deberá ser de **6,21 kPa.-**
    - ii) Después de satisfacer el ensayo especificado en Carga de viento y ensayo de frangibilidad, todo letrero que satisfaga el requisito de masa máxima indicada en frangibilidad deberá considerarse frangible. Todo letrero que no satisfaga el requisito relativo a la masa deberá ser sometido a ensayo nuevamente de conformidad con Carga de viento y ensayo de frangibilidad carga estática.-
    - iii) La carga estática sobre el panel de la leyenda deberá entonces aumentarse hasta que el letrero se rompa en los puntos frangibles. La rotura deberá ocurrir antes que la carga estática aplicada alcance un valor determinado. Seguidamente, el panel de la leyenda y los soportes del panel deberán inspeccionarse para comprobar daños. Toda rotura o deformación deberá ser motivo de rechazo.-
    - iv) Para una carga de viento especificada de **322 km/h (174 kt)**, la rotura deberá producirse antes de que la carga estática aplicada alcance el valor de **8,96 kPa.-**
- c) **PAPI/APAPI.-**
- 1) **Carga de viento.** El fabricante deberá demostrar mediante ensayos en túnel de viento o de carga estática que el sistema resistirá la carga de viento especificada en **CRITERIOS PARA LA FRANGIBILIDAD** Viento desde cualquier dirección del azimut sin desplazar la configuración óptica más de lo permitido en el ensayo de rigidez.-
  - 2) **Ensayo de frangibilidad.** El fabricante deberá demostrar la frangibilidad de las patas de montaje.-

- d) Torres de iluminación de aproximación y estructuras análogas.-
- 1) **Ensayo de frangibilidad.** Se deberá verificar mediante ensayos dinámicos la frangibilidad de las ayudas para la navegación como las torres de iluminación de aproximación que tengan una altura total de más de **1,2 m** y que estén emplazadas en lugares en que probablemente sufran el impacto de una aeronave en vuelo. Es conveniente que los ensayos se realicen de modo que las condiciones en que la estructura pudiera realmente sufrir impacto se simule sobre la base del peor caso posible. A estos efectos, los ensayos deberán realizarse con un vehículo que produzca el impacto con una masa representativa equivalente al peso de la ayuda prevista montada en el extremo superior de la torre.-
  - 2) **Impacto de referencia.** Se deberán realizar ensayos de impactos con torres de iluminación de aproximación con aparatos que dupliquen, lo más fielmente posible, la estructura, la resistencia y la rigidez de un ala de un avión de **3000 kg**.-
    - i) Ensayos de alta velocidad a **140 km/h (75 kt)** que representan un impacto durante el vuelo;
    - ii) ensayos de velocidad mediana a **80 km/h (43 kt)**; y
    - iii) ensayos de baja velocidad a **50 km/h (30 kt)** que representan aeronaves rodando en el suelo.-
  - 3) Los ensayos deberán realizarse a la velocidad de **140 km/h (75 kt)**. El aparato impactante deberá estar montado en el vehículo de modo que golpee la estructura en un punto aproximadamente a **4 m** encima del nivel del suelo ó **1 m** debajo del punto superior de la estructura, optando por el que sea más alto. Deberá montarse en el punto superior de la estructura una masa representativa equivalente al peso de la ayuda prevista. Todos los hilos y cableado de la ayuda deberán también estar montados y protegidos. La altura total de la torre deberá medirse desde el nivel del suelo y deberá incluir tanto la estructura de soporte como la masa representativa.-
- e) Indicadores de la dirección del viento/Transmisómetros/Medidores de la dispersión frontal.-
- a) Las estructuras de soporte para los indicadores de la dirección del viento, Transmisómetros y medidores de la dispersión frontal deberán ensayarse en cuanto a la frangibilidad de conformidad con los procedimientos para las torres de iluminación de aproximación.-

\*\*\*\*\*

## CAPITULO 3.

## RESERVADO

\*\*\*\*\*

## CAPITULO 4.

### EMPLAZAMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LOS EQUIPOS QUE NO CUMPLEN FRANGIBILIDAD.-

#### 4.1 GENERALIDADES.-

- a) En los casos en que fuera imposible el diseño frangible de equipos o que se pusiera en peligro la performance operacional para los requisitos estipulados, debe desarrollarse un Estudio aeronáutico que sea aprobado por la **DINAC** y que garantice que la reubicación del objeto o que su permanencia no constituya un peligro a las operaciones de las aeronaves, o bien se demuestre que el riesgo se encuentra en un nivel aceptable.-
- b) En el diseño de los sistemas, se debe considerar la posibilidad de disponer los componentes de modo que se limite el número o la masa de los obstáculos en las áreas que deben mantenerse libres de todo objeto, salvo para el equipo y las instalaciones frangibles necesarias para fines de navegación aérea.-
- c) Un examen de datos de accidentes pertinentes revela que la mayoría de los accidentes en la zona de recorrido suceden dentro de una distancia de **300 m** desde el extremo de pista. Todo equipo ubicado dentro de esta zona debe ser de poca masa y frangible.-
- d) Todo equipo ubicado más allá del extremo de pista hasta una distancia de **300 m** debe ser de poca masa y frangible. Los datos disponibles sobre accidentes también indican que una mayoría de los mismos suceden cuando la aeronave llega a inmovilizarse dentro de la parte inclinada de la franja de pista. Todo equipo ubicado dentro de esta porción de la franja deberá, por lo tanto, ser de poca masa y frangible. En lo posible, todo equipo ubicado dentro de la porción no inclinada de la franja de pista debe ser de poca masa y frangible. El objetivo del presente capítulo, es determinar los objetos que por su emplazamiento, constituyan obstáculos dentro de la zona de seguridad y en consecuencia impliquen un peligro, que debe ser mitigado, mediante el cumplimiento de las especificaciones y características de frangibilidad, prescritas en el presente documento.-

#### 4.2 EMPLAZAMIENTO PREFERIDO DE LAS CASILLAS DE LOS COMPONENTES DEL ILS.-

- a) Debido a su pesada masa, la casilla del transmisor para las instalaciones **ILS** no puede ser frangible. Por lo tanto, al proyectar la instalación de un **ILS**, la ubicación de la casilla del transmisor para el localizador así como para la trayectoria de planeo se debe considerar de manera cuidadosa. En ningún caso la casilla del transmisor para el localizador **ILS** estará situada dentro de la zona de seguridad de extremo de pista (o la prolongación de la misma dentro de una distancia de **300 m** a partir del extremo de pista).-
- b) La casilla del transmisor para la trayectoria de planeo **ILS** estará colocada fuera de la franja de pista. En todo caso, el desplazamiento lateral de la casilla del transmisor para la trayectoria de planeo **ILS** no será inferior a **120 m** con respecto al eje de la pista.-

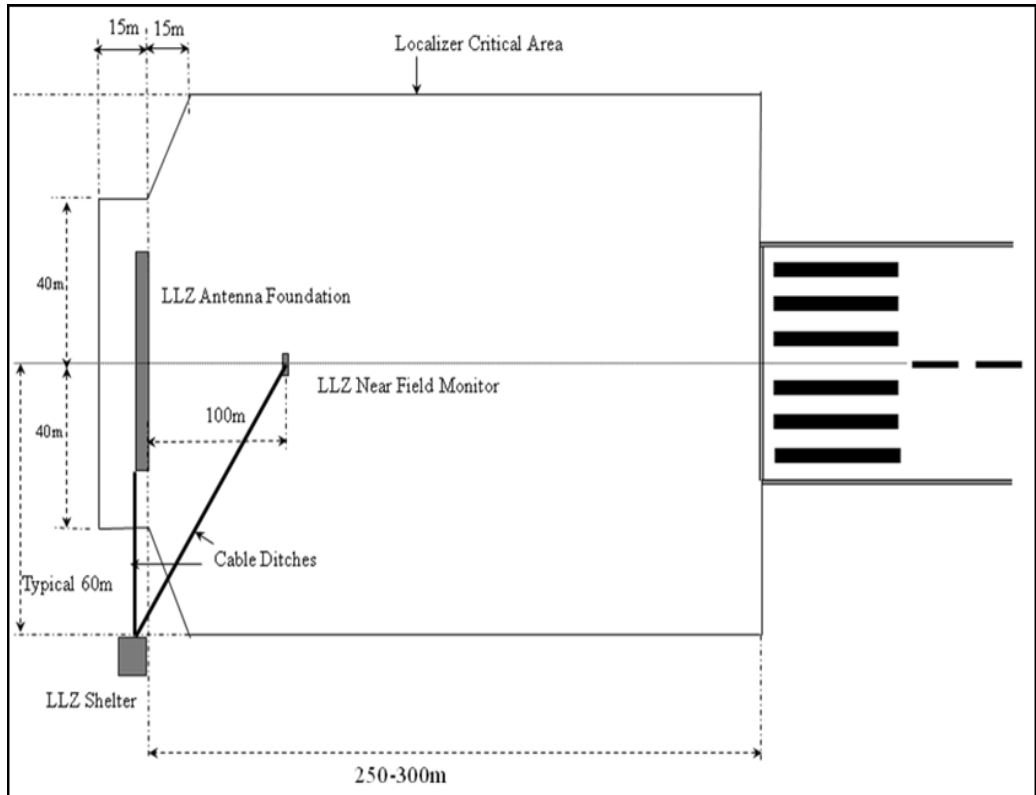


Figura 4-2-1. Instalación del Localizador del ILS.-

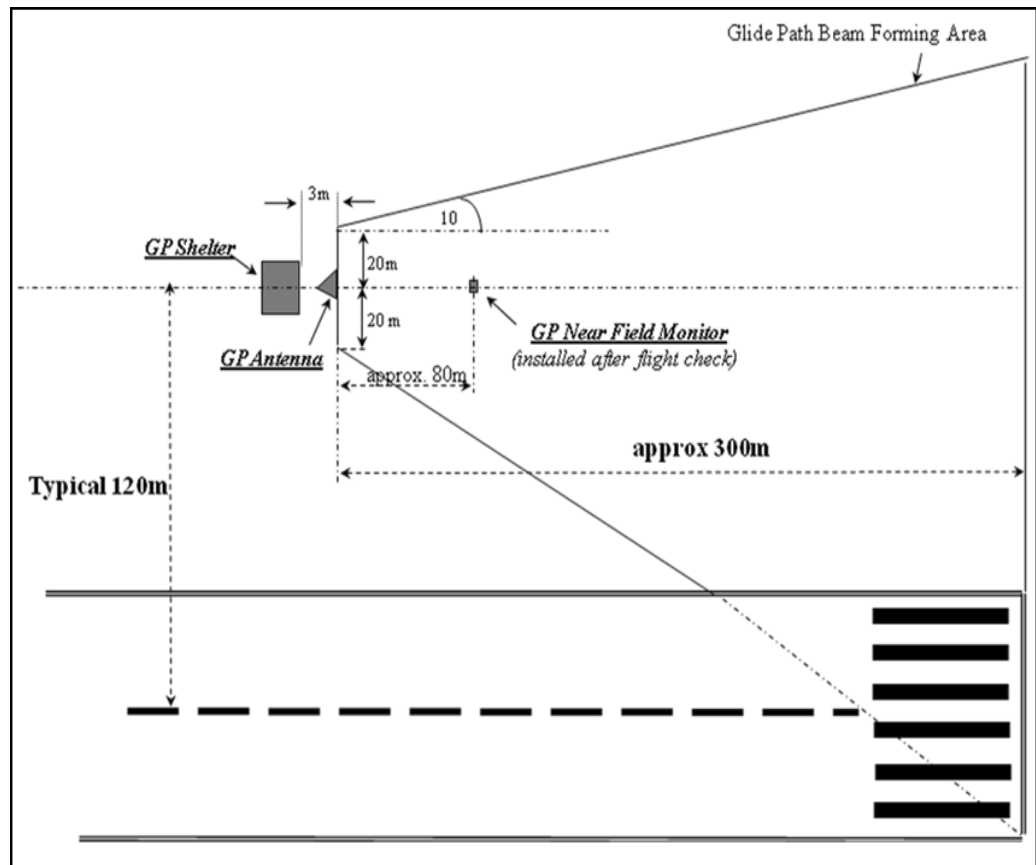
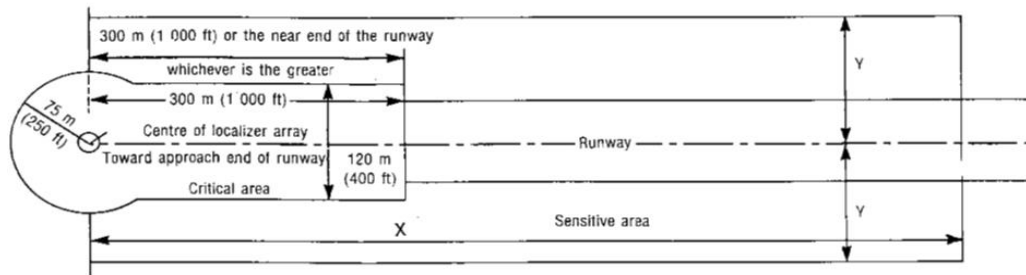
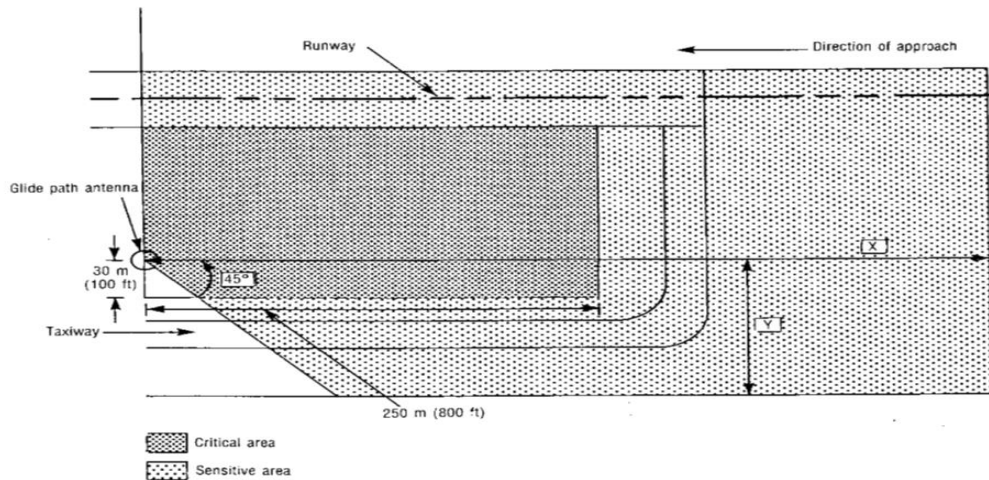


Figura 4-2-2. Instalación de la Senda de Planeo del ILS.-



	<i>Example 1</i>	<i>Example 2</i>	<i>Example 3</i>
<i>Aircraft type</i>	B-747	B-747	B-727
<i>Localizer antenna aperture</i>	Typically 27 m (90 ft) (Directional dual freq., 14 elements)	Typically 16 m (50 ft) (Semidirectional, 8 elements)	Typically 16 m (50 ft) (Semidirectional, 8 elements)
<i>Sensitive area (X, Y)</i>			
<i>Category I</i>	X 600 m (2 000 ft) Y 60 m ( 200 ft)	600 m (2 000 ft) 110 m ( 350 ft)	300 m (1 000 ft) 60 m ( 200 ft)
<i>Category II</i>	X 1 220 m (4 000 ft) Y 90 m ( 300 ft)	2 750 m (9 000 ft) 210 m ( 700 ft)	300 m (1 000 ft) 60 m ( 200 ft)
<i>Category III</i>	X 2 750 m (9 000 ft) Y 90 m ( 300 ft)	2 750 m (9 000 ft) 210 m ( 700 ft)	300 m (1 000 ft) 60 m ( 200 ft)

Figura 4-2-3. Áreas críticas y sensibles Localizador para una pista de 3000m.-



	<i>Example 1</i>	<i>Example 2</i>	<i>Example 3</i>
<i>Aircraft type</i>	B-747	B-727	small & medium*
<i>Category I</i>	X 915 m (3 000 ft) Y 60 m ( 200 ft)	730 m (2 400 ft) 30 m ( 100 ft)	250 m (800 ft) 30 m (100 ft)
<i>Category II/III</i>	X 975 m (3 200 ft) Y 90 m ( 300 ft)	825 m (2 700 ft) 60 m ( 200 ft)	250 m (800 ft) 30 m (100 ft)

\* Small and medium aircraft here are considered as those having both a length less than 18 m (60 ft) and a height less than 6 m (20 ft).

Note.— In some cases the sensitive areas may be extended beyond the opposite side of the runway.

Figura 4-2-4 Ejemplos de áreas críticas y sensibles Senda de Planeo.-

\*\*\*\*\*