



**UNIVERSITA' "MEDITERRANEA" DI REGGIO CALABRIA**  
**LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE**

**CORSO DI**  
**INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI ED ELIPORTUALI**

**LECTURE 15**  
**GLI ELIPORTI**

**Docente: Prof. Ing. Marinella GIUNTA**

## GLI ELICOTTERI: CARATTERISTICHE PRINCIPALI

L'elicottero, come l'aereo, è un aeromobile più pesante dell'aria in grado di staccarsi dal suolo e volare. Tuttavia, le differenze dal punto di vista aerodinamico e di controllo del velivolo tra aereo ed elicottero sono notevoli.

La caratteristica principale dell'elicottero è il sostenersi nell'aria anche con velocità di traslazione nulla, sollevarsi e posarsi verticalmente; ciò è possibile perché la sua sustentazione e la sua traslazione sono ottenute grazie alle forze aerodinamiche prodotte dalla rotazione delle pale costituenti il rotore.

La sustentazione negli elicotteri è data appunto da un **ROTORE PRINCIPALE**, il quale è provvisto di un minimo di due pale che sono collegate tramite un mozzo ad un albero; il movimento all'albero viene fornito dal motore e da un **ROTORE DI CODA** o **ROTORE ANTICOPPIA**, la cui funzione è quella di compensare la coppia interna del motore impedendo così che il velivolo ruoti su se stesso.

## GLI ELICOTTERI: CARATTERISTICHE PRINCIPALI

Il **ROTORE PRINCIPALE**, è costituito da due o più pale ed ha lo scopo principale di assicurare la sustentazione, il sollevamento, l'abbassamento e la traslazione dell'elicottero, il tutto utilizzando la componente verticale della risultante delle forze per l'abbassamento e il sollevamento e la componente orizzontale per la traslazione.



## DEFINIZIONE DI ELIPORTO E SUE COMPONENTI

**Eliporto.** Un aerodromo o un'area determinata su una struttura da utilizzare completamente o in parte per l'arrivo, la partenza e movimenti a terra degli elicotteri.

**Eliporto a livello del suolo (Surface-level heliport).** Un eliporto situato sul terreno o sulla superficie dell'acqua.

**Eliporto sopraelevato (Elevated heliport).** Un eliporto situato su una struttura sopraelevata dal suolo.

**Ponte di volo per elicotteri (Helideck).** Un eliporto situato su una struttura off-shore galleggiante o fissa.

**Pista di rullaggio a terra per elicotteri.** Una pista di rullaggio a terra ad uso esclusivo degli elicotteri.

**Pista di rullaggio in volo.** Un sentiero determinato in superficie destinato al rullaggio in volo degli elicotteri.

**Rotta di transito in volo.** Un sentiero determinato in superficie destinato allo spostamento in volo degli elicotteri.

## **DEFINIZIONE DI ELIPORTO E SUE COMPONENTI**

**Area di avvicinamento finale e decollo FATO (Final Approach and Take-Off area).**

Un'area definita sulla quale viene completata la fase finale della manovra di avvicinamento al volo stazionario (hover) o all'atterraggio e dalla quale viene iniziata la manovra di decollo.

**Area libera da ostacoli per elicotteri (Clearway).** Un'area definita, sul terreno o sull'acqua, sotto il controllo delle autorità competenti, scelta e/o preparata come area adatta sulla quale un elicottero può accelerare e raggiungere una determinata altezza.

**Area di sicurezza.** Un'area definita su di un eliporto che circonda la FATO e che è libera da ostacoli, salvo quelli necessari per la navigazione aerea, e intesa a ridurre i rischi di danni ad un elicottero che dovesse accidentalmente scostarsi dalla FATO.

**Area di atterraggio e sollevamento dal suolo (Touchdown and lift-off area TLOF).** Un'area di appropriata resistenza sulla quale un elicottero può toccare terra o sollevarsi dal suolo.

# DEFINIZIONE DI ELIPORTO E SUE COMPONENTI

## Distanze dichiarate – eliporti.

a) **Distanza disponibile per il decollo** (TODAH). La lunghezza dell' area di avvicinamento finale e decollo più la lunghezza dell' area libera da ostacoli (se fornita) dichiarata disponibile e adatta all' elicottero per completare il decollo.

b) **Distanza disponibile per il decollo abortito** (RTODAH). La lunghezza dell' area di Avvicinamento finale e decollo dichiarata disponibile e adatta per un elicottero a completare la manovra di decollo abortito.

c) **Distanza disponibile per l' atterraggio** (LDAH). La lunghezza dell' area di avvicinamento finale e decollo più ogni area addizionale dichiarata disponibile e adatta per gli elicotteri per terminare la manovra di atterraggio da un' altezza definita.

**Piazzola per elicotteri.** Una piazzola adatta al parcheggio di un elicottero e, dove sono previste manovre di rullaggio in volo, all'atterraggio e al sollevamento dal suolo dell' elicottero.

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

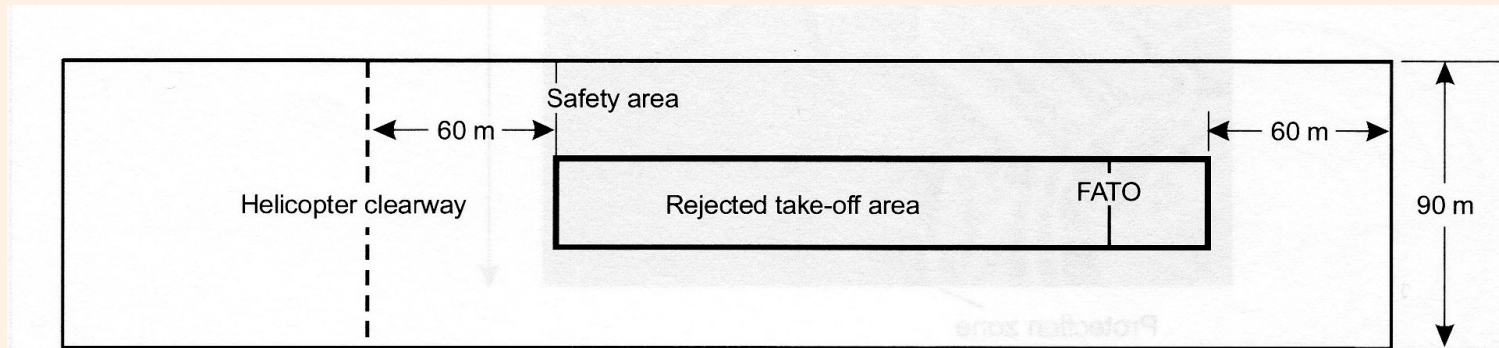
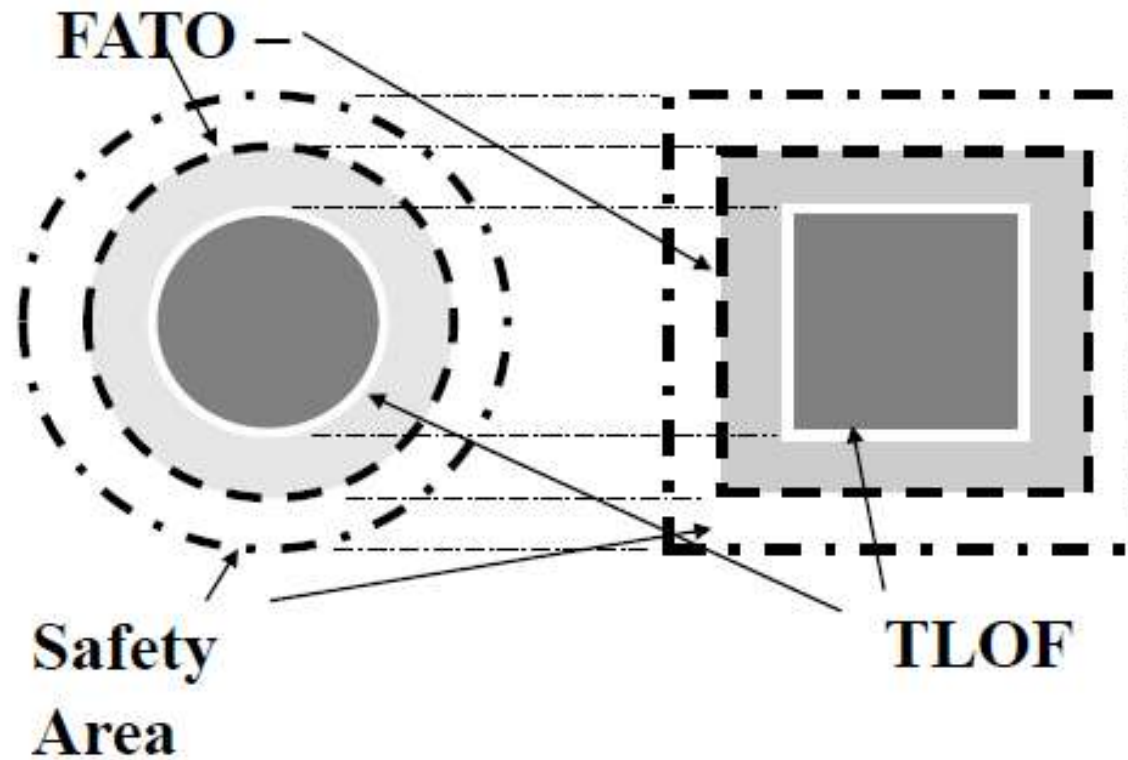


Figure 3-1. Safety area for instrument FATO

## ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE



**FATO: Final Approach and Takeoff Area**

**TLOF: Touchdown and Liftoff Area**



# DATI DI UN ELIORTO

Ad un eliporto si associano i seguenti dati:

**1. DATI AERONAUTICI:** Il punto di riferimento dell' eliporto deve trovarsi vicino al centro geometrico iniziale o pianificato dell' eliporto e deve normalmente rimanere dove inizialmente stabilito.

La posizione del punto di riferimento dell' eliporto deve essere misurata e riferita al Servizio Informazioni Aeronautiche - AIS in gradi, minuti e secondi. Se l' eliporto fa parte di un aeroporto il punto di riferimento dell' eliporto coincide con quello dell' aeroporto.

**3. ELEVAZIONE DELL' ELIORTO:** l' elevazione dell' eliporto e l' ondulazione del geoide al livello dell' eliporto debbono essere misurate e riportate all' AIS con la precisione di mezzo metro oppure un piede.

## DATI DI UN ELIPORTO

### DIMENSIONI DELL' ELIPORTO E INFORMAZIONI RELATIVE:

Per ogni eliporto dovranno essere forniti i seguenti dati:

- a) Tipo d' eliporto** – a livello del suolo, sopraelevato o helideck;
- b) TLOF (Touchdown and lift-off area)** – dimensioni al più vicino metro o piede, pendenza, tipo di superficie, resistenza al carico in tonnellate;
- c) FATO (Final Approach and Take-Off area)** – tipo, rilevamento vero al centesimo di grado, numero di designazione (dove appropriato), lunghezza, larghezza al più vicino metro o piede, pendenza, tipo di superficie;
- d) Area di sicurezza** – lunghezza, larghezza e tipo di superficie;
- e) Vie di rullaggio a terra, di rullaggio in volo e vie di transito in volo** per elicotteri – designazione, larghezza, tipo di superficie;
- f) Piazzali** – tipo di superficie, piazzole per elicotteri;
- g) Area libera da ostacoli** – lunghezza, profilo del terreno;
- h) Ausili visivi per procedure di avvicinamento, marking e segnali luminosi** della FATO, TLOF, piste di rullaggio e piazzali;
- i) Distanze al più vicino metro o piede degli elementi del localizzatore e del sentiero di discesa**, compreso ILS, o azimut ed elevazione dell' antenna del MLS (Microwave Landing System) in relazione alle estremità dell' associata FATO o TLOF.

# DATI DI UN ELIPORTO

## DISTANZE DICHIARATE:

- a) distanza disponibile per il decollo;
- b) distanza disponibile per il decollo abortito;
- c) distanza disponibile per l'atterraggio.

# DATI DI UN ELIPORTO

**Prestazioni di Classe 1:** operazioni di volo in cui, in caso di avaria ad una turbina, l'elicottero è in grado di offrire, in funzione del momento in cui avviene l'avaria, prestazioni tali da consentire un atterraggio entro la RTODAH (Rejected Take-Off Distance Available) o continuare il volo in sicurezza verso una idonea area di atterraggio.

**Prestazioni di Classe 2:** operazioni di volo in cui, in caso di avaria ad una turbina, l'elicottero è in grado di offrire prestazioni tali da consentire di poter continuare il volo in sicurezza, salvo i casi in cui l'avaria dovesse accadere inizialmente durante la manovra di decollo e prima di un punto definito, o durante l'ultima fase della manovra di atterraggio dopo un punto definito. In entrambi i casi è richiesto un atterraggio forzato.

**Prestazioni di Classe 3:** operazioni di volo in cui, in caso di avaria ad un motore in qualsiasi fase del volo, un elicottero plurimotore potrebbe non essere in grado di continuare il volo e dovrebbe, così come accade certamente ad un monomotore, effettuare un atterraggio forzato.

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

## Aree per l' avvicinamento finale e il decollo (FATO)

Un eliporto a livello del suolo deve avere almeno una FATO.

Le dimensioni di una FATO devono essere:

- a) per un eliporto destinato ad essere utilizzato da elicotteri con prestazioni in Classe 1, questa deve essere non inferiore ad 1.5 volte la lunghezza/larghezza fuori tutto, quale delle due è la maggiore, del più lungo/largo elicottero che si prevede l' eliporto debba servire;
- b) per un eliporto sull' acqua destinato ad essere utilizzato da elicotteri con prestazioni in Classe 1, come prescritto in a), più il 10%;
- c) per un eliporto destinato ad essere utilizzato da elicotteri con prestazioni in Classe 2 e 3, di sufficiente dimensione e forma a contenere un' area entro la quale può essere disegnato un cerchio di diametro non inferiore ad 1.5 volte la lunghezza/larghezza fuori tutto, quale delle due è maggiore, del più lungo/largo elicottero che si prevede l' eliporto debba servire.

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

## Aree per l' avvicinamento finale e il decollo (FATO)

d) per un eliporto sull' acqua destinato ad essere utilizzato da elicotteri con prestazioni in Classe 2 e 3, di sufficiente dimensione e forma a contenere un' area entro la quale può essere disegnato un cerchio di diametro non inferiore ad 2 volte la lunghezza/larghezza fuori tutto, quale delle due è maggiore, del più lungo/largo elicottero che si prevede l' eliporto debba servire;

La pendenza totale in ogni direzione sulla FATO non deve eccedere il 3%.

Nessuna porzione della FATO deve avere una pendenza che ecceda:

- a) il 5% quando l' eliporto è destinato ad essere utilizzato da elicotteri con prestazioni in Classe 1;
- b) il 7% quando l' eliporto è destinato ad essere utilizzato da elicotteri con prestazioni in Classe 2 e 3;

# **ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE**

## **Aree per l' avvicinamento finale e il decollo (FATO)**

La superficie della FATO deve:

- a) essere resistente al flusso in basso del rotore;
- b) essere priva di irregolarità che potrebbero influenzare negativamente le manovre di atterraggio o decollo degli elicotteri;
- c) avere resistenza sufficiente a sopportare un decollo abortito di un elicottero che opera con prestazioni in Classe 1.

La FATO dovrebbe fornire effetto suolo.

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

## EFFETTO SUOLO

*Il comportamento aerodinamico del rotore di un elicottero, che si mantiene in volo a quote molto ridotte rispetto a una sottostante estesa superficie piana, risente vistosamente della presenza della superficie che altera radicalmente il campo aerodinamico rispetto quello che normalmente si riscontra quando il volo viene effettuato a quote sostanzialmente infinite rispetto a un qualsiasi ostacolo.*

*Quando il rotore opera ad una altezza dell'ordine del suo diametro (o inferiore) a pari potenza impegnata, si ottiene un aumento di portanza sensibilmente più elevato che non nel caso delle usuali condizioni di volo a quote ragguardevoli poiché si determina una cospicua diminuzione delle perdite di portanza indotte, per effetto della presenza del terreno (o della superficie liquida) che riduce l'entità delle velocità indotte, e rende viceversa maggiore il contributo dato alla portanza dai campi di pressione che vengono a stabilirsi sotto il rotore.*



## **ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE**

### **Aree libere da ostacoli per elicotteri (Helicopter Clearways)**

Quando è necessario fornire un' area libera da ostacoli ad un elicottero, questa deve trovarsi al di là dell' estremità sopravento dell' area disponibile per il decollo abortito (Rejected Take-Off Distance Available Helicopter).

La larghezza di un' area libera da ostacoli non dovrebbe essere inferiore a quella dell' area di sicurezza associata.

Un oggetto situato su un' area libera da ostacoli che potrebbe danneggiare l' elicottero in volo, dovrebbe essere considerato un ostacolo ed essere rimosso.

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

## Aree di atterraggio e sollevamento (Touchdown and Lift-Off Area TLOF)

Su un eliporto deve esservi almeno un' area di decollo e sollevamento da terra (TLOF). Essa

- può non essere situata all' interno della FATO.
- deve essere di dimensioni sufficienti a contenere un cerchio di diametro 1.5 volte la lunghezza o larghezza, quale delle due è maggiore, del carrello del più grande elicottero che l' area deve servire.
- può essere di qualunque forma.
- deve avere pendenze tali da essere sufficienti a prevenire l' accumulo di acqua sulla superficie dell' area, ma non devono eccedere il 2% in ogni direzione.
- deve essere in grado di sopportare il traffico degli elicotteri che l' area deve servire.

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

## Area di sicurezza

Una FATO deve essere circondata da un' area di sicurezza.

Un' area di sicurezza intorno ad una FATO che si usa in condizioni meteo per volo a vista (VMC) deve estendersi al di là dei bordi della FATO per una distanza di **almeno 3 m o 0.25** volte la lunghezza/larghezza fuori tutto, quale delle due è maggiore, del più lungo/largo elicottero che si prevede l' area debba servire.

Nell' area di sicurezza non sono ammessi **oggetti se non quelli frangibili** che, per la loro funzione, devono essere collocati su quell' area. Nessun oggetto mobile è consentito sull' area di sicurezza durante le operazioni dell' elicottero.

Gli oggetti collocati sull' area di sicurezza, non devono essere più alti di 25 cm se posti sul perimetro della FATO né penetrare un piano che ha origine 25 cm sopra il bordo della FATO e si estende all' esterno di essa con una pendenza del 5%.

La superficie dell' area di sicurezza non deve superare **la pendenza del 4%** positiva (verso l' alto) verso l' esterno dal bordo della FATO.

La superficie dell' area di sicurezza deve essere trattata in modo da non permettere il sollevamento di detriti dovuti al flusso del rotore.

La superficie dell' area di sicurezza che si diparte dalla FATO deve essere continua con questa ed essere in grado di sopportare, senza danni strutturali, gli elicotteri che l' eliporto intende servire.

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

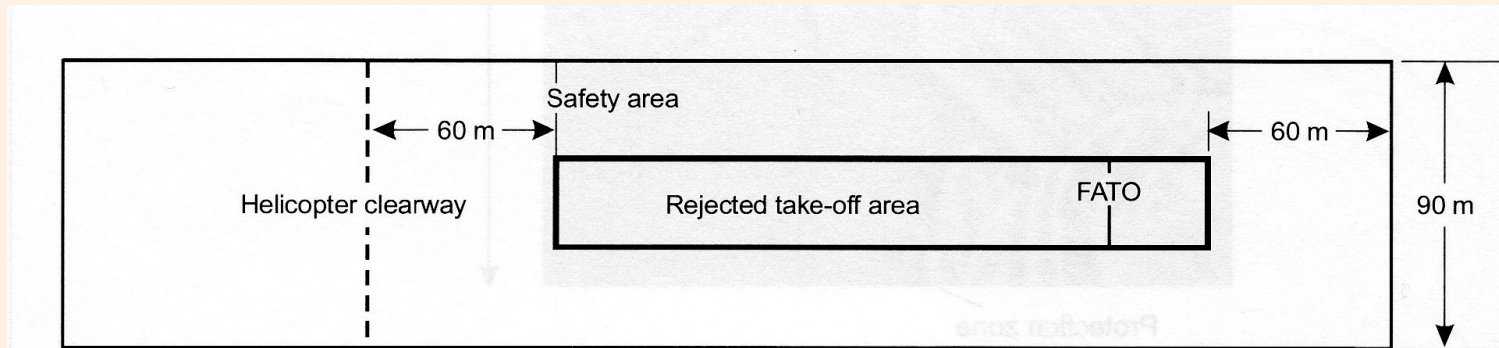


Figure 3-1. Safety area for instrument FATO

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

## Piste di rullaggio a terra per elicotteri

*Una pista di rullaggio a terra per elicotteri è intesa a permettere operazioni di movimenti in superficie di elicotteri muniti di ruote sotto la spinta della propria potenza. Quando una pista di rullaggio è destinata all'uso sia di aeroplani che elicotteri, saranno esaminati i requisiti richiesti per gli aeroplani e quelli per gli elicotteri e saranno adottati i più restrittivi.*

La larghezza di una pista di rullaggio a terra per elicotteri non deve essere inferiore a:

<u>Larghezza del carrello principale dell'elicottero</u>	<u>Pista di rullaggio</u>
Fino a ma non inclusi 4.5 m	7.5 m
Da 4.5 fino a ma non inclusi 6 m	10.5 m
Da 6 m fino a ma non inclusi 10 m	15.0 m
Da 10 m in su	20.0 m

La separazione tra una pista di rullaggio a terra per elicotteri ed un'altra pista di rullaggio a terra, una pista di rullaggio in volo, un oggetto o piazzola per elicotteri non devono essere inferiori delle appropriate dimensioni riportate in Tabella

# **ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE**

## **Piste di rullaggio a terra per elicotteri**

La pendenza longitudinale di una pista di rullaggio a terra per elicotteri non deve eccedere il 3%.

Una pista di rullaggio a terra per elicotteri dovrebbe essere in grado di sopportare il traffico di elicotteri che la stessa intende servire.

La pista di rullaggio a terra per elicotteri e le sue banchine debbono assicurare un rapido drenaggio, ma la pendenza laterale la pista di rullaggio a terra per elicotteri non deve superare il 2%.

La superficie delle banchine di una pista di rullaggio a terra per elicotteri dovrebbero essere resistenti all'effetto del flusso del rotore.

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

## Piste di rullaggio a terra per elicotteri

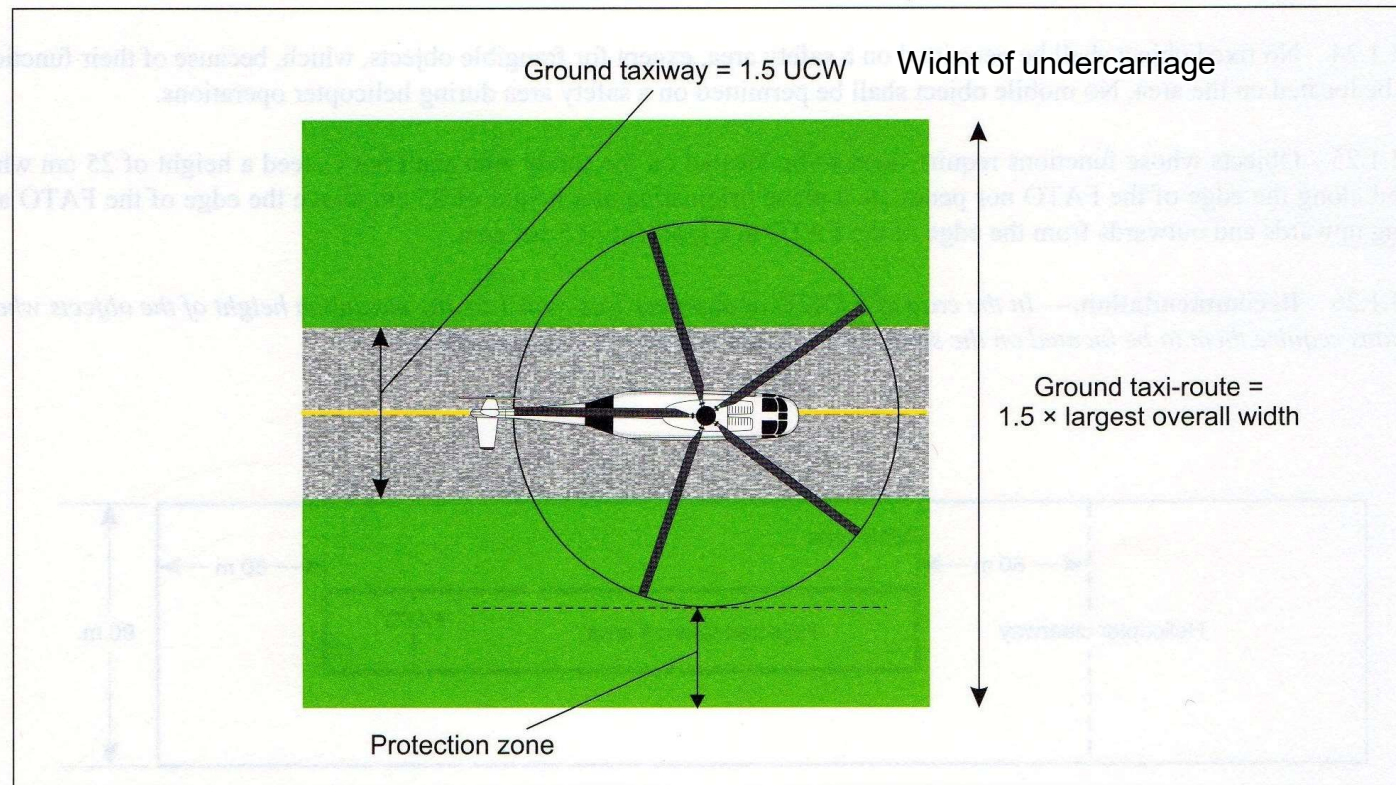
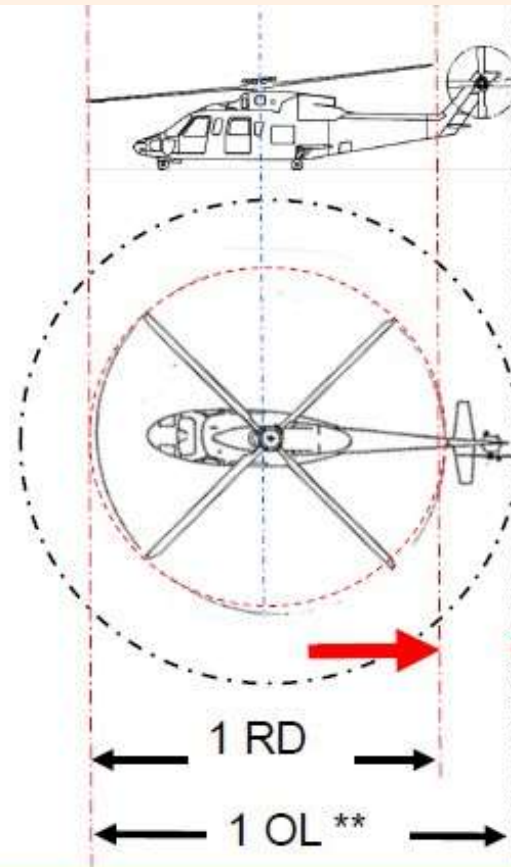


Figure 3-2. Ground taxi-route

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE



**OL = Overall Length**

**RD = (Main) Rotor Diameter**

“Arc of Tail Rotor”

$(1 \text{ OL} - 1 \text{ RD}) = (\text{approx.}) 0.2 \text{ RD}$

1 RD

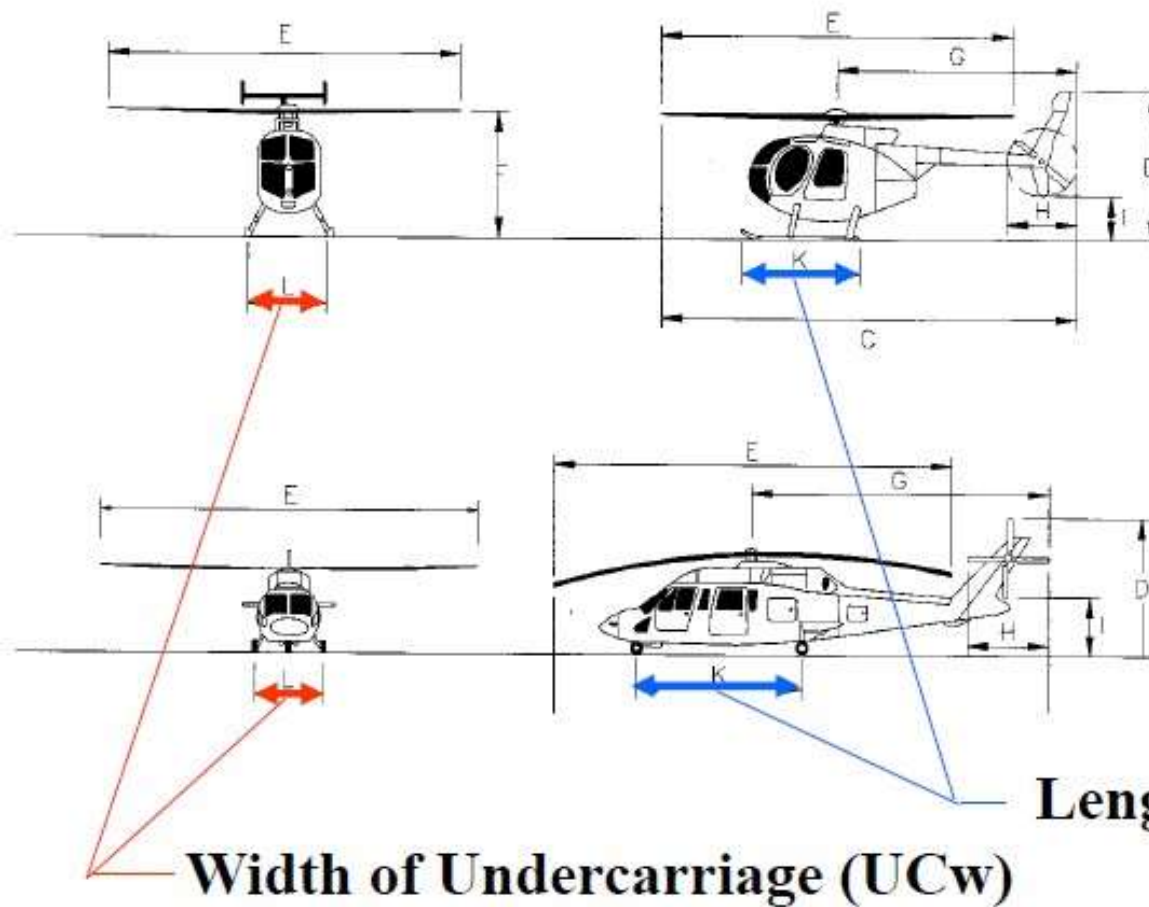
1 OL \*\*

**1 OL = 1D = (approx.) 1.2 RD**

**\*\*Internationally OL = D or D-value**



# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE



**UC = Maximum width or length of the undercarriage:** used to define some characteristics.

**UCw = undercarriage width:** used for defining taxiway width

**Length of Undercarriage**

**Width of Undercarriage (UCw)**

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

## Piste di rullaggio in volo

*Una pista di rullaggio in volo è intesa a permettere i movimenti di un elicottero sopra la superficie del suolo ad una altezza generalmente associata all'effetto suolo e ad una velocità al suolo inferiore ai 37 km/h (20 kt).*

La larghezza di una pista di rullaggio in volo deve essere almeno pari a 2 volte la maggiore larghezza fuori tutto dell'elicottero che la pista è intesa servire.

La superficie di una pista di rullaggio in volo deve:

- a) essere resistente al flusso in basso del rotore; e
- b) essere adatta ad atterraggi di emergenza.

La superficie di una pista di rullaggio in volo dovrebbe assicurare l'effetto suolo.

La distanza di separazione tra una pista di rullaggio in volo e un'altra pista di rullaggio in volo, una pista di rullaggio a terra, un oggetto o una piazzola per elicotteri deve essere non inferiore alle appropriate dimensioni definite dall'ICAO.

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

## Piste di rullaggio in volo

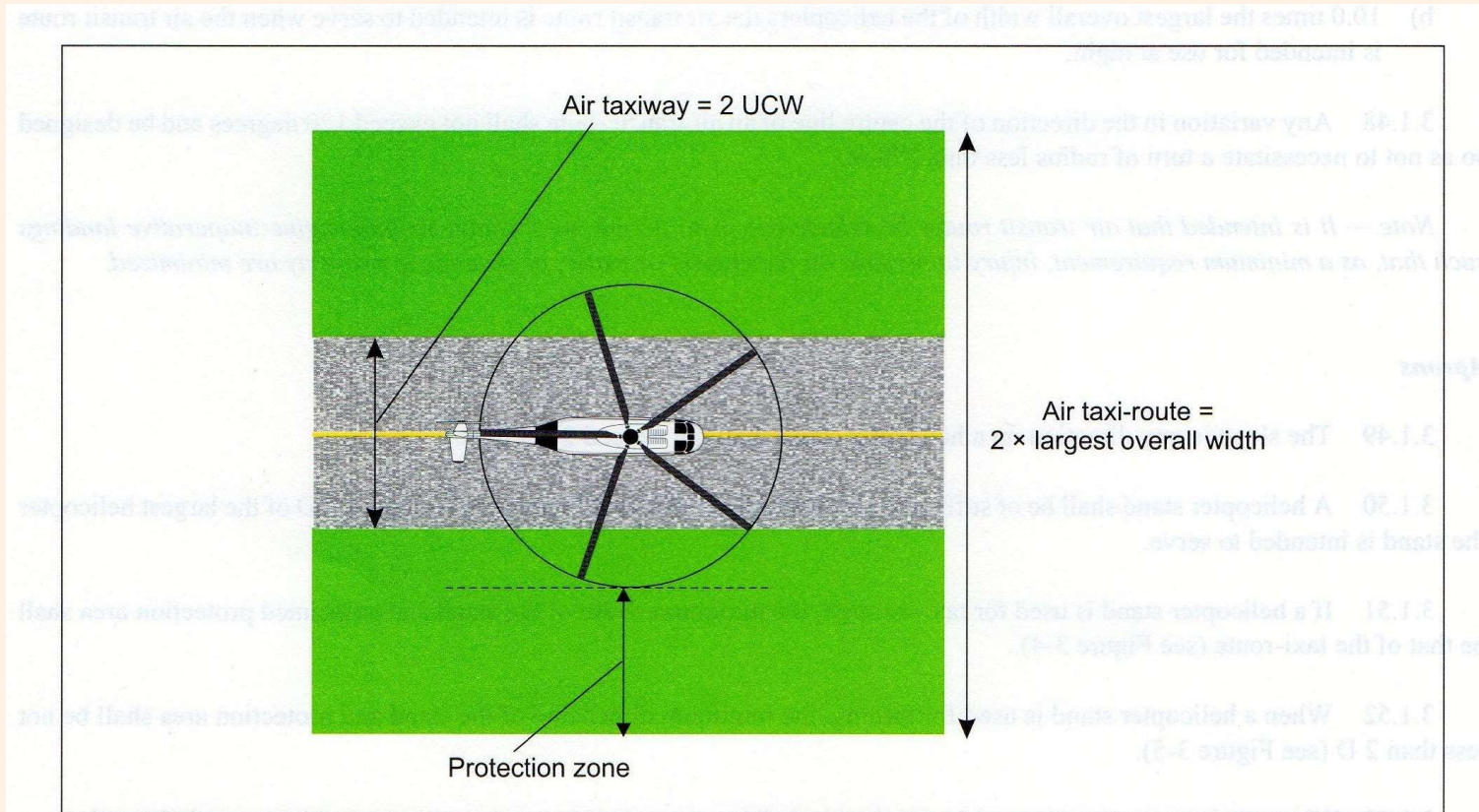


Figure 3-3. Air taxi-route

# **ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE**

## **Piste di rullaggio a terra per elicotteri**

	<b>Pista di rullaggio a terra per elicotteri</b>	<b>Pista di rullaggio in volo per elicotteri</b>	<b>Oggetto</b>	<b>Piazzola per elicottero</b>
<b>Pista di rullaggio a terra per elicotteri</b>	<b>2</b> (tra i bordi)	<b>4</b> (tra le linee centrali)	<b>1</b> (dal bordo all'oggetto)	<b>2</b> (tra i bordi)
<b>Pista di rullaggio in volo per elicotteri</b>	<b>4</b> (tra le linee centrali)	<b>4</b> (tra le linee centrali)	<b>1</b> (dalla linea centrale all'oggetto)	<b>4</b> (dalla linea centrale al bordo)

**Distanze di separazione tra pista di rullaggio a terra e in volo per elicotteri  
(espresse in termini di multipli della maggiore  
larghezza fuori tutto con rotore in moto)**

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

## Rotte di transito in volo

*Una rotta di transito in volo è intesa a permettere i movimenti di un elicottero sopra la superficie, normalmente ad una altezza non superiore a 30 m (100 ft) sul livello del suolo e ad una velocità non superiore a 37 km/h (20 kt).*

La larghezza di una rotta di transito in volo non deve essere inferiore a:

- a) 7.0 volte RD quando si prevede che la rotta sia utilizzata soltanto di giorno;
  - b) 10.0 volte RD quando si prevede che la rotta sia utilizzata anche di notte;
- dove RD è il diametro del rotore dell'elicottero più grande che la rotta è intesa servire.

Ogni variazione nella direzione della linea centrale di una rotta di transito in volo non deve eccedere i 120° ed essere progettata in modo tale da non richiedere un raggio di virata inferiore a 270 m.

Si intende che le rotte di transito in volo devono essere tali da permettere atterraggi in autorotazione o con un motore in avaria, tali che, come minimo requisito, minimizzino il ferimento di persone a terra o sull'acqua e i danni alle proprietà.

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

## Piazzali

*Le specifiche per i piazzali aeromobili sono ugualmente applicabili agli eliporti con le modifiche sotto riportate.*

Le **pendenza** in ogni direzione di una piazzola per elicotteri non deve eccedere il 2%.

Il **minimo spazio libero** tra un elicottero che utilizza una piazzola e un oggetto o qualunque altro aeromobile su un'altra piazzola, non deve essere inferiore a metà della massima larghezza fuori tutto degli elicotteri che si devono servire di quella piazzola.

Quando sono previste operazioni di hovering simultanee, devono essere applicate le distanze di separazione stabilite per due piste di rullaggio in volo.

Una piazzola per elicotteri deve essere di dimensione sufficiente a contenere un cerchio di diametro almeno pari alla dimensione massima fuori tutto del più grande elicottero che si deve servire di quella piazzola.

# ELIORTI A LIVELLO DEL SUOLO – CARATTERISTICHE FISICHE

## Piazzali

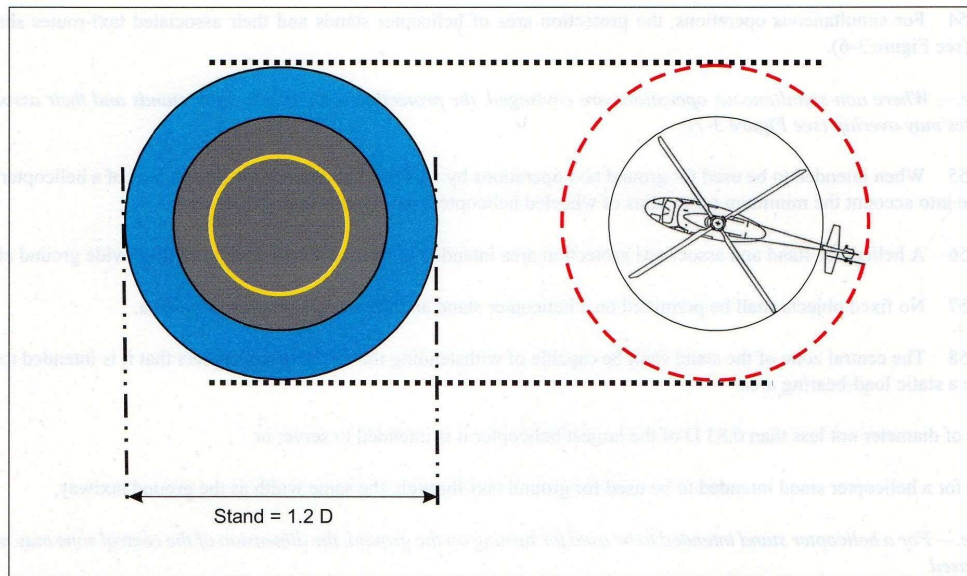


Figure 3-4. Helicopter stand

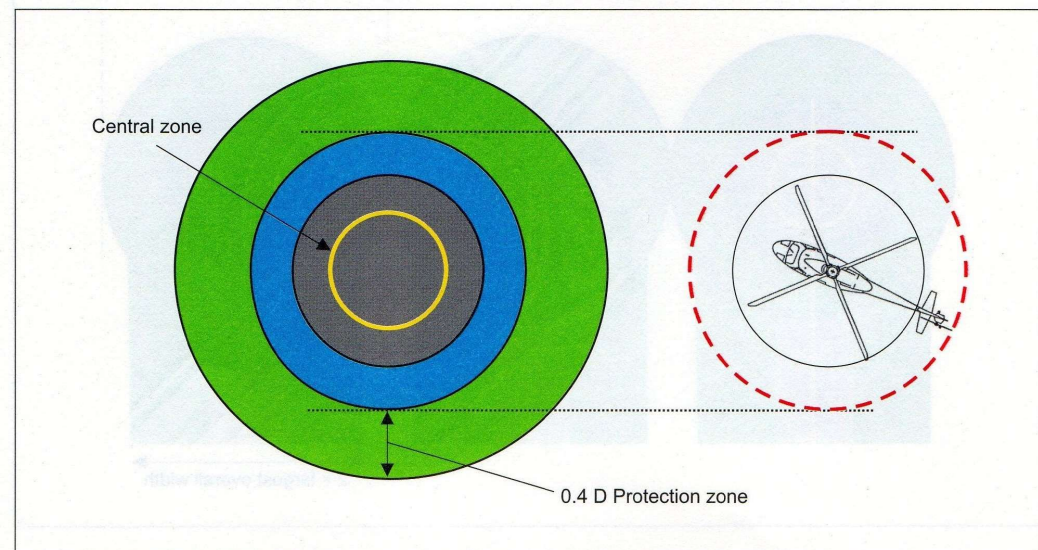


Figure 3-5. Helicopter stand protection area

# **OSTACOLI E LIMITAZIONI**

*Occorre definire uno spazio aereo intorno agli eliporti da mantenere libero da ostacoli così da permettere che le operazioni di volo da effettuare sugli eliporti siano condotte in sicurezza ed evitare che gli eliporti diventino inutilizzabili dalla proliferazione di ostacoli intorno ad essi. Questo scopo è raggiunto stabilendo una serie di superfici di limitazione per gli ostacoli che definiscono i limiti entro i quali gli oggetti possono proiettarsi nello spazio aereo.*

## **Superficie di avvicinamento**

*Un piano inclinato o una combinazione di piani inclinati verso l'alto a partire dal limite esterno dell'area di sicurezza e centrati su una linea passante per il centro della FATO.*

## **Superficie di transizione**

*Una superficie complessa lungo il lato dell'area di sicurezza e parte della superficie di avvicinamento, che si allontana con gradiente positivo fino alla superficie interna orizzontale o ad una predeterminata altezza.*



# OSTACOLI E LIMITAZIONI

## Superficie orizzontale interna

*Lo scopo della superficie orizzontale interna è quello di permettere manovre a vista in sicurezza. Una superficie circolare situata in un piano orizzontale sopra la FATO e i suoi dintorni.*

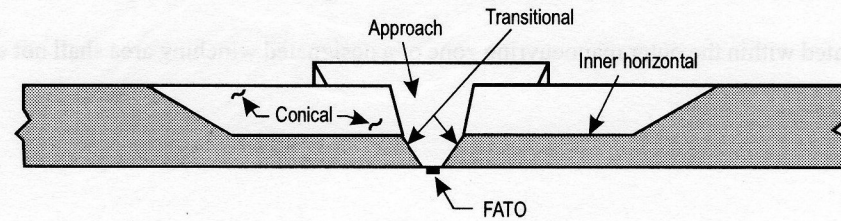
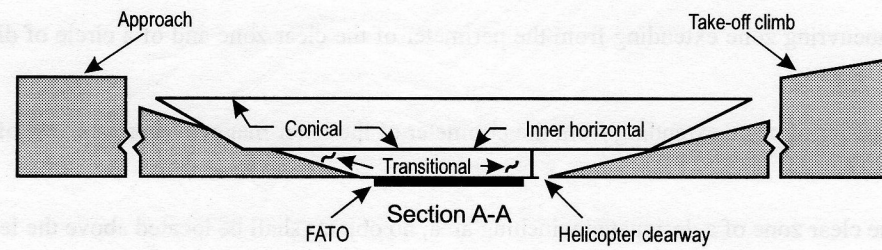
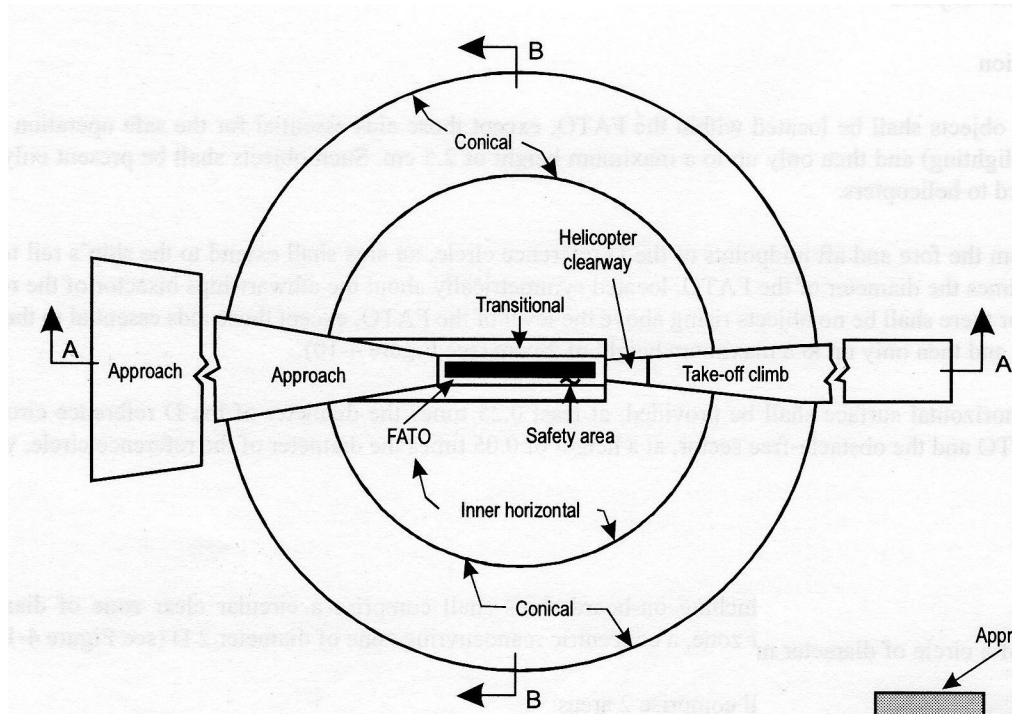
## Superficie conica

*Una superficie che si sviluppa verso l'alto e in fuori dalla periferia della superficie orizzontale interna, o dal limite esterno della superficie di transizione se non è prevista una superficie orizzontale interna.*

## Superficie di salita al decollo

*Un piano inclinato, una combinazione di piani o, quando è prevista una virata, una superficie complessa che si sviluppa verso l'alto dalla fine dell'area di sicurezza e centrata su una linea passante per il centro della FATO.*

# OSTACOLI E LIMITAZIONI



Section B-B