

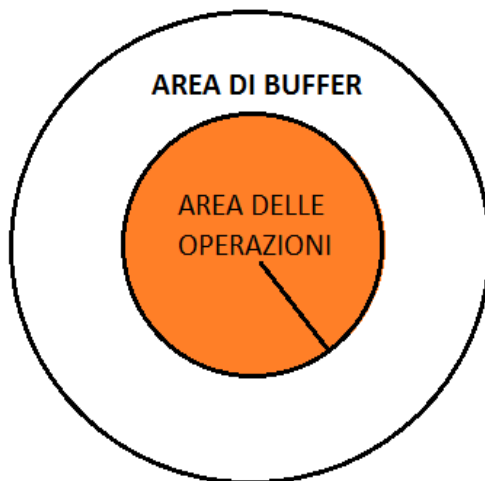
CALCOLO AREA DI BUFFER E DIMENSIONAMENTO DEL CAVO DI VINCOLO

OPERAZIONI SPECIALIZZATE CRITICHE (art. 10.5)

OPERAZIONI CRITICHE (ART. 10.5)

1) AREA DI BUFFER

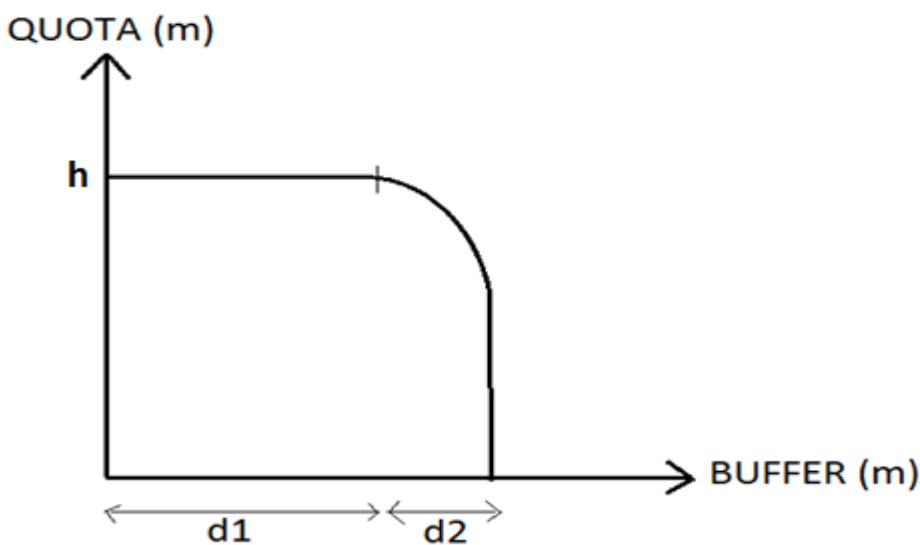
- Si definiscono Operazioni Specializzate Critiche le operazioni condotte all'interno o in vicinanza di aree congestionate o in presenza di assembramenti di persone o agglomerati urbani o infrastrutture "sensibili"
- Per effettuare Operazioni Specializzate Critiche, il SAPR impiegato deve essere dotato di una specifica configurazione che preveda un sistema di comando e controllo e di terminazione del volo, che siano indipendenti e operino secondo logiche dissimilari, al fine di garantire i criteri di ridondanza e dissimilarità, compresa la dissimilarità delle bande di frequenza.
- È necessario definire una "zona franca", vale a dire una zona di rischio minimizzato, in quanto, all'interno di essa non ci sono persone se non indispensabili per le operazioni.
- La "zona franca" sarà costituita dall'AREA DELLE OPERAZIONI vere e proprie, a cui va aggiunta un' AREA DI BUFFER che ha la funzione di margine di sicurezza, entro cui dovrà terminare il volo se attivato il Terminatore di Volo.



La dimensione dell'*area di buffer*, viene calcolata considerando la somma di due distanze:

-la distanza $d_1 = V * T_{fts}$ viene calcolata considerando che l'APR viaggia alla velocità V (data dalla somma della sua velocità operativa massima e dalla velocità del vento massimo ammesso) e l'attivazione del sistema di terminazione del volo (flight termination system) avviene con un certo ritardo dall'accadimento dell'avaria, circa pari al tempo di reazione medio del pilota (3 s).

-la distanza $d_2 = V * \sqrt{\frac{2 * h}{g}}$ tiene conto della traiettoria balistica che il SAPR segue durante la caduta a partire dalla quota h .



$$d = d_1 + d_2 = V * T_{fts} + V * \sqrt{\frac{2 * h}{g}}$$

d = dimensione dell'*area di buffer* (m)

V = velocità operativa massima dell'APR + velocità del vento massimo ammesso (m/s)

T_{fts} = Tempo di attivazione del *flight termination system* (3 s)

h = quota (m)

g = accelerazione di gravità (9,8 m/s²)

Esempio:

L'APR si trova alla quota $h = 20$ m e la Velocità è $V = 5$ m/s, la dimensione minima dell'area di buffer è :

$$d = d_1 + d_2 = 5 \text{ m/s} * 3 \text{ s} + 5 \text{ m/s} * \sqrt{\frac{2 * 20 \text{ m}}{9,8 \text{ m/s}^2}} = 25 \text{ m}$$

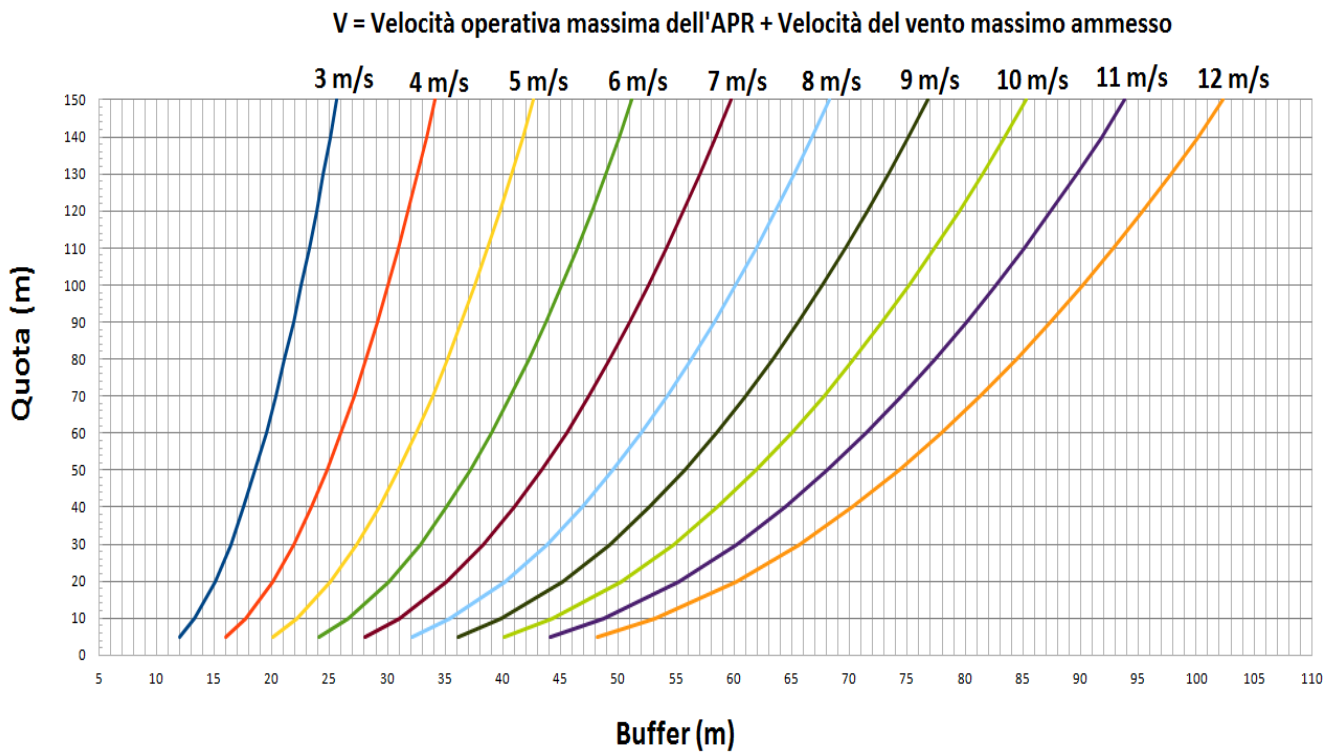


Grafico 1: nota la quota h a cui si trova l'APR nel momento dell'avaria e la velocità V (velocità operativa massima + velocità del vento massimo ammesso), si può leggere sull'asse delle x la dimensione dell'area di buffer necessaria.

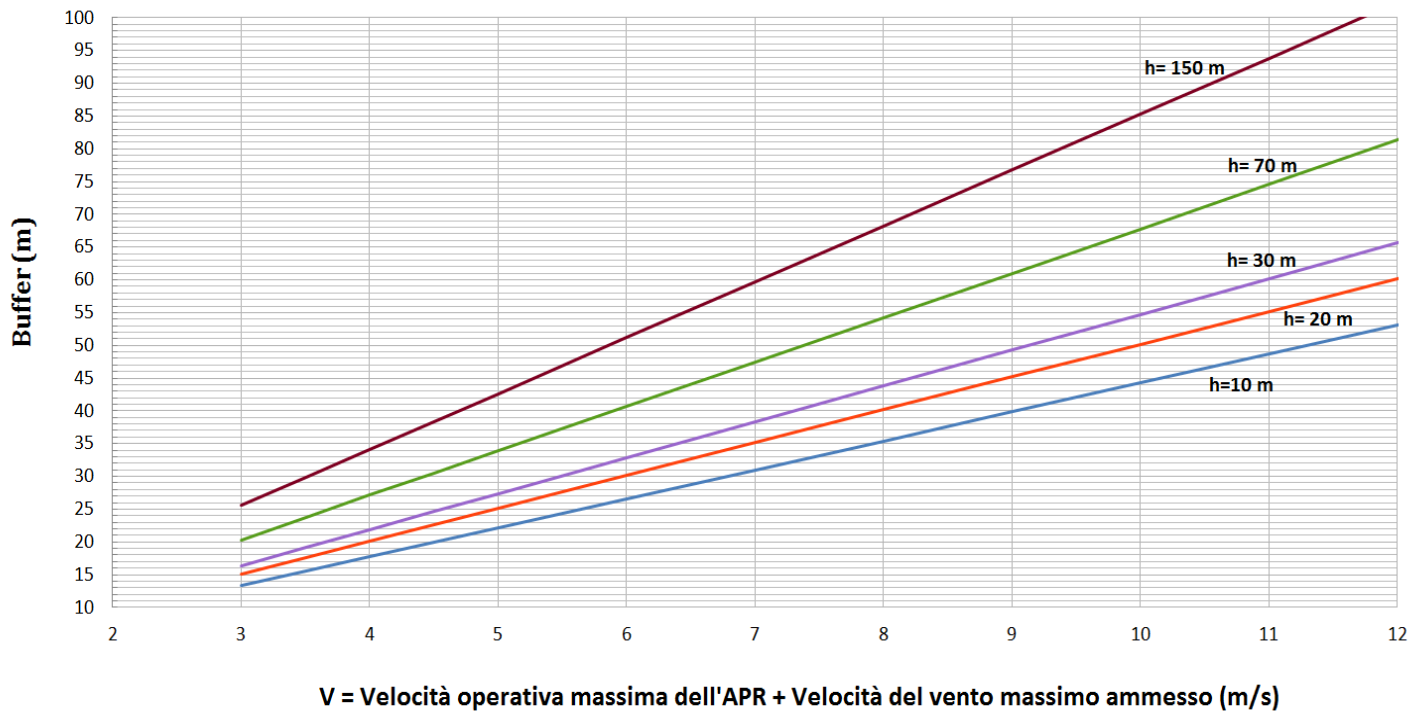


Grafico 2: nota la quota h a cui si trova l'APR nel momento dell'avaria e la velocità V (velocità operativa massima + velocità del vento massimo ammesso), si può leggere sull'asse delle y la dimensione dell'area di buffer necessaria.

2) CAVO DI SICUREZZA

Nel caso in cui la superficie di lavoro sia inferiore alla dimensione della zona franca minima richiesta, si può considerare l'aggiunta di mezzi fisici di ritenzione, quali cavi che ancorano al suolo l'APR, non permettendone la fuoriuscita dalla zona franca.

Per la scelta del cavo da utilizzare (tipo di materiale, lunghezza e diametro), devono essere considerate le peggiori condizioni di volo possibili per l'APR (massima velocità operativa, massima velocità del vento ammesso e massimo peso).

La forza massima che l'APR può applicare sul cavo stesso viene così espressa:

$$F_{max} = m * v * \Omega$$

$$\Omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$k = \frac{E * A}{L}$$

$$\Omega = \sqrt{\frac{E * A}{L * m}}$$

k = Costante Elastica del cavo (N/m)

E = Modulo di elasticità di trazione o di Young (N/m²)

A = Sezione del cavo (m²)

L = Lunghezza del cavo (m)

m = Massa massima dell' APR (Kg)

v = Velocità operativa massima dell' APR + Velocità del vento massimo ammesso (m/s)

Esempio:

Consideriamo di agganciare un APR con massa massima al decollo $m = 7$ Kg e velocità $v = 5$ m/s, con un cavo cilindrico di nylon ($E = 2000$ N/mm²), di diametro $d = 3$ mm e lunghezza $L = 10$ m.

La forza massima F_{max} risultante è:

$$F_{max} = 7 \text{ kg} * 5 \text{ m/s} * \sqrt{\frac{2000 \text{ N/mm}^2 * 7 \text{ mm}^2}{10 \text{ m} * 7 \text{ kg}}} = 494 \text{ N}$$

La massa massima che il cavo dovrà reggere è di :

$$M_{massima} = \frac{F_{max}}{g} = \frac{494 N}{9,8 m/s^2} = 50 kg$$

A questo punto è necessario verificare che il cavo scelto (nylon, d=3mm, l=10m) abbia un carico di rottura dichiarato superiore a 50 Kg.

Il corretto dimensionamento del cavo deve essere comunque verificato con prove sperimentali.

Viene di seguito riportata una tabella con i più diffusi cavi in commercio, con le indicazioni sul tipo di materiale (Modulo di Young), le dimensioni del diametro e il carico di rottura dichiarato.

MATERIALE	DIAMETRO (mm)	CARICO DI ROTTURA (Kg)	MODULO DI YOUNG (Pa= N/m ²)
DYNEEMA (polietilene ad alta densità)	2,5	320	60 GPa
	3	500	
	4	700	
POLIETILENE	4	400	120 MPa
	5	500	
POLIESTERE	3	147	1,5 MPa
	4	250	
NYLON	3	120	3 GPa
	4	320	

Il cavo dovrà essere ancorato a terra con opportuni sistemi, come basamenti di opportuno peso, tramite sistemi di aggancio come anelli e moschettoni che se possibile devono ammortizzare l'eventuale strappo (ad es. catena molto pesante appoggiata per terra).

Nel caso in cui viene utilizzato un cavo di vincolo, si dovrà assicurare un'area di buffer minima di 5 m, per la dispersione eventuale dei detriti.