

Rapporti tecnici INGV

**Manuale delle operazioni con SAPR
e Analisi del Rischio**

346



Direttore Responsabile

Silvia MATTONI

Editorial Board

Luigi CUCCI - Editor in Chief (INGV-RM1)

Raffaele AZZARO (INGV-CT)

Mario CASTELLANO (INGV-NA)

Viviana CASTELLI (INGV-BO)

Rosa Anna CORSARO (INGV-CT)

Mauro DI VITO (INGV-NA)

Marcello LIOTTA (INGV-PA)

Mario MATTIA (INGV-CT)

Milena MORETTI (INGV-CNT)

Nicola PAGLIUCA (INGV-RM1)

Umberto SCIACCA (INGV-RM2)

Alessandro SETTIMI (INGV-RM2)

Salvatore STRAMONDO (INGV-CNT)

Andrea TERTULLIANI (INGV-RM1)

Aldo WINKLER (INGV-RM2)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - Referente

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860068

redazionecen@ingv.it

in collaborazione con:

Barbara Angioni (RM1)

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.173 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



Rapporti tecnici INGV

MANUALE DELLE OPERAZIONI CON SAPR E ANALISI DEL RISCHIO

Luca Nannipieri¹, Alessandro Fornaciai¹, Massimiliano Favalli¹ e Vittorio Cipolla²

¹INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Pisa)

²ZEFIRO RICERCA & INNOVAZIONE SRL (Via Cav. del Lav. Mario Carrara, Tassignano (Capannori), LU)

346

INDICE

Introduzione	7
Acronimi e Definizioni	8
1 Dati Operatore e SAPR	11
1.1 Scopo del manuale	11
1.2 Dati dell'operatore	11
1.3 SAPR impiegato	11
1.4 Equipaggio	14
2 Operazione	15
2.1 Dati dell'operazione	15
2.2 Definizione del punto di decollo	15
2.3 Definizione dello spazio aereo	16
2.4 Definizione delle aree superficiali impegnate	17
3 Rischio e Limitazioni	20
3.1 Check-List Limitazioni	20
Ringraziamenti	21
Sitografia	21
Appendice: Analisi del Rischio	25
SAPR Safety Objective	25
Fattore di pericolosità del SAPR (HAZ)	25
Rischio accettabile	25
Contributo del SAPR al rischio (C_{SAPR})	26
Probabilità di colpire persone (P_{CP})	27
Probabilità di collisione in volo (PMAC)	30
Calcolo del SAPR Safety Objective (SO)	31
Probabilità di evento catastrofico	31
Modalità di avaria	31
Analisi della probabilità di evento catastrofico (P_{TE})	32
Confronto tra SAPR Safety Objective (SO) e probabilità di evento catastrofico (P_{TE})	32
Limitazioni	34
Matrice di rischio	35

INTRODUZIONE

Questo rapporto ha lo scopo di pubblicare il manuale operativo delle operazioni con SAPR (Sistema A Pilotaggio Remoto) in dotazione all'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia sezione di Pisa, redatto con la consulenza della Zefiro Ricerca e Innovazione Srl nell'ambito delle procedure operative, tecniche e di sicurezza nell'utilizzo dei droni. L'orizzonte d'impiego dei droni, o più correttamente dei SAPR, in campo militare, civile, commerciale e scientifico è ormai riconosciuto, non solo tra gli esperti del settore, a dimostrazione dei grandi progressi tecnologici conseguiti in questo ambito. La grande flessibilità d'impiego, la facilità d'utilizzo, l'ampia gamma di modelli dai pochi chili a qualche tonnellata, danno la possibilità di accedere ai SAPR a una vasta platea di utilizzatori a costi di acquisto e di esercizio molto variabili. E questo è molto stimolante ma anche preoccupante. Non solo quindi le istituzioni, gli organismi governativi o le Forze armate, ma anche le aziende, le associazioni, i club, i singoli, possono disporre di un velivolo calibrato sulle proprie esigenze, e capacità per varie finalità.

In realtà quella che ci troviamo di fronte si può considerare come una nuova frontiera del volo dalle caratteristiche uniche, mai presentatesi nella storia aeronautica: il volo, inteso come capacità di condurre una macchina volante, non più come fenomeno elitario ma di massa; questo prospetta, evidentemente, problematiche commisurate a un bacino d'utenza di notevoli dimensioni e difficilmente controllabile. Per questi motivi in questi ultimi anni, i vari governi nazionali si sono trovati costretti a dover regolamentare l'utilizzo di questa nuova categoria di aeromobili. In Italia il compito di regolamentare questo settore spetta all'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione civile), il quale riporta tale regolamento nel proprio sito web <https://www.enac.gov.it/>. Questo manuale e analisi del rischio nell'utilizzo di un SAPR, oltre ad essere un documento che un operatore deve produrre obbligatoriamente e trasmettere ad ENAC, è una utile documentazione per la buona pratica dell'utilizzo di questi mezzi. Oltre al manuale delle operazioni, è obbligatorio trasmettere a ENAC i seguenti documenti:

- Il Manuale dell'Organizzazione, descrive le procedure operative che il personale dell'Organizzazione e i collaboratori devono eseguire nell'espletamento delle attività riguardanti le operazioni specializzate critiche e non critiche con Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR) di massa massima al decollo non superiore a 25 kg, ad ala fissa e rotante.
- Il Manuale di Volo, serve come riferimento per le operazioni di volo e la manutenzione del SAPR.
- Il Report dell'Attività Sperimentale, definisce passo dopo passo tutte le operazioni da eseguire per determinare, definire e testare le caratteristiche, le qualità di volo (manovrabilità, comando e controllo) in modalità automatica e manuale.
- La Dichiarazione di Rispondenza al regolamento ENAC per operazioni specializzate non critiche.
- Il Form delle Limitazioni, è un modulo ENAC simile alla check-list delle limitazioni del paragrafo 3.1.
- Il Modulo di Autocertificazione Addestramento pratico per autocostruttori, è una autocertificazione specifica di addestramento pratico su SAPR autocostruito.

Nel manuale delle operazioni, oggetto di questo rapporto tecnico, si fa riferimento ad un modello di SAPR molto comune, il DJI F550.

ACRONIMI E DEFINIZIONI

Aeromodello	Dispositivo aereo a pilotaggio remoto, senza persone a bordo, impiegato esclusivamente per scopi ricreativi e sportivi, non dotato di equipaggiamenti che ne permettano un volo autonomo, e che vola sotto il controllo visivo diretto e costante dell'aeromodellista, senza l'ausilio di aiuti visivi.
ACM	Accountable Manager
APR	Aeromobile a Pilotaggio Remoto: Mezzo aereo a pilotaggio remoto senza persone a bordo, non utilizzato per fini ricreativi e sportivi.
Aree congestionate	Aree o agglomerati usati come zone residenziali, industriali, commerciali, sportive, e in generale aree dove si possono avere assembramenti, anche temporanei di persone.
ATZ	Aerodrome Traffic Zone: spazio aereo posto a protezione di un aerodromo.
ARP	Aerodrome Reference Point
Baricentro	Punto di applicazione della risultante della forza peso (Indicato anche come CG = Centro di Gravità).
Contingency (Misure di)	Misure da attuare in caso di malfunzionamenti non gestibili dall'operatore.
BVLOS	Beyond Visual Line Of Sight: Operazioni condotte ad una distanza tale da non consentire al pilota remoto di rimanere in contatto visivo diretto e costante con il mezzo aereo, o di rispettare le regole dell'aria applicabili al volume di spazio aereo interessato.
EVLOS	Extended Visual Line Of Sight: operazioni condotte in aree le cui dimensioni superano i limiti delle condizioni VLOS, e per le quali il requisito del mantenimento del contatto visivo con l'APR è soddisfatto con l'uso di mezzi alternativi.
GCS	Ground Control Station
GPS	Global Positioning System
Operazioni Specializzate	Attività che prevedono l'effettuazione, con un SAPR, di un servizio a titolo oneroso o meno, quale ad esempio sorveglianza del territorio o di impianti, monitoraggio ambientale, impieghi agricoli, fotogrammetria, pubblicità, ecc.
Operazioni Non Critiche	Per operazioni specializzate non critiche si intendono quelle operazioni condotte in VLOS che non prevedono il sorvolo, anche in caso di avarie e malfunzionamenti, di: <ul style="list-style-type: none">– aree congestionate, assembramenti di persone, agglomerati urbani;– infrastrutture sensibili.
Operazioni Critiche	Per operazioni specializzate critiche, si intendono quelle operazioni condotte in VLOS, nell'ambito di limitazioni/condizioni che non rispettano, anche solo parzialmente, la definizione di operazione non critica.

Operazioni in scenari misti	Operazioni condotte all'interno, o in vicinanza, di aree tipicamente congestionate o in presenza di assembramenti di persone, o infrastrutture "sensibili", per le quali è possibile definire una "zona franca" per le operazioni.
Osservatore SAPR	Persona designata dall'operatore che, anche attraverso l'osservazione visiva dell'aeromobile a pilotaggio remoto, può assistere il pilota remoto nella condotta del volo.
Peso Massimo al Decollo (MTOW)	Limite di peso che l'APR non deve eccedere in nessuna configurazione (MTOW = Maximum Take-Off Weight).
Peso minimo operativo	Peso dell'APR senza carico pagante (con batteria).
PIC	Pilota In Comando
Pilota remoto	Persona incaricata dall'operatore, responsabile della condotta del volo, che agisce sui comandi di volo, come appropriato, di un SAPR.
RTA	Responsabile Tecnico Aeronavigabilità
Safety	Aspetti di sicurezza legati alla salvaguardia e alla protezione da eventi o circostanze generalmente indipendenti da precise volontà (eventi accidentali) che comportano alta potenzialità lesiva in funzione del tipo di attività svolta.
Security	Aspetti di sicurezza legati alla salvaguardia e alla protezione da attacchi, aggressioni, danni contro le persone o beni, perpetrati volontariamente da individui o gruppi con l'intenzione di nuocere.
S&A o D&A	Qualsiasi funzione di un SAPR, in grado di consentire al pilota la separazione del mezzo aereo, in modo equivalente al requisito di "see and avoid" previsto per gli aeromobili con pilota a bordo.
SAPR	Sistema costituito da un mezzo aereo (aeromobile a pilotaggio remoto) senza persone a bordo, non utilizzato per fini ricreativi e sportivi, e dai relativi componenti necessari per il controllo e comando da parte di un pilota remoto.
Sistema autonomo	SAPR per il quale il pilota non ha possibilità di controllare il volo del mezzo intervenendo in tempo reale.
Spazio Indoor	Spazio confinato all'interno di luoghi chiusi.
VLOS	Visual Line Of Sight: indica che le operazioni sono svolte in condizioni nelle quali il pilota remoto rimane in contatto visivo con il mezzo aereo, senza aiuto di dispositivi ottici e/o elettronici, per gestire il volo e rispettare le regole dell'aria applicabili al volume di spazio aereo interessato.
V70	Volume di spazio di 70 m (230 ft) di altezza massima dal terreno e di raggio di 200 m. Le regole dell'aria applicabili per le operazioni in "V70" sono quelle standard dello spazio aereo interessato, inclusa la capacità di "see and avoid" per il pilota e, ad eccezione del rispetto del principio del "to be seen", da parte degli altri aeromobili.
V150	Volume di spazio di 150 m (500 ft) di altezza massima dal terreno e di raggio di 500 m. Il soddisfacimento del Regolamento "Regole dell'Aria" implica la capacità di "see and avoid" per il pilota e il rispetto del concetto di "to be seen" dell'APR da parte degli altri aeromobili.

Zona Franca

Zona di rischio minimizzato, all'interno della quale non ci sono persone ad eccezione dei membri dell'equipaggio. È costituita dall'area delle operazioni più l'area di buffer.

DATI OPERATORE E SAPR

1.1 SCOPO DEL MANUALE

Il presente manuale si rivolge all'operatore di SAPR allo scopo di fornire delle linee guida per la pianificazione di **operazioni specializzate non critiche** e **operazioni specializzate critiche che non prevedono il sorvolo di persone nell'area delle operazioni e buffer (ex scenari misti)**.

In particolare, seguendo le indicazioni fornite dal presente manuale, l'operatore potrà:

- fornire una descrizione dell'operazione di interesse;
- identificare lo scenario operativo;
- verificare la non criticità dell'operazione;
- adottare le limitazioni necessarie alla riduzione del rischio.

In caso di mancata verifica dei requisiti indicati nel presente manuale, l'operatore dovrà presentare ad ENAC un'idonea Analisi di Rischio.

1.2 DATI DELL'OPERATORE

Ragione sociale	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (sezione di Pisa)
Indirizzo	Sede legale: Via di Vigna Murata 605 00143 ROMA Sede operativa: Via della Faggiola 32 56126 PISA
C.F./P.IVA	06838821004
Tel.	0508311920
Fax.	0508311943
E-mail	-
PEC	aoo.pisa@pec.ingv.it
Manuale dell'Organizzazione	INGV.MORG

Tabella 1. Dati dell'operatore.

1.3 SAPR IMPIEGATO

Il SAPR impiegato e le sue caratteristiche principali sono elencati nel seguito.

L'Attività Sperimentale definisce passo dopo passo tutte le operazioni da eseguire per determinare, definire e testare le caratteristiche, le qualità di volo (manovrabilità, comando e controllo) in modalità automatica e manuale. La seguente tabella descrive la configurazione del SAPR utilizzato nelle operazioni di attività sperimentale.

APR	
Costruttore	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Sezione di Pisa) Via della Faggiola, 32 - 56126 PISA <i>Autocostruito da kit DJI Flame Wheel 550</i>
Modello	F550 DJI
Tipologia (N-rotore, ala fissa, convertiplano,...)	Esacottero
N. Matricola	5610001
Manuale di volo	INGV.MV.5610001
Report Attività Sperimentali	INGV.ASP.5610001
Peso massimo al decollo (MTOW)	2.400 kg
Peso minimo operativo (a vuoto + batterie)	2.250 kg
Massima dimensione d'ingombro (R_{APR})	0.79 m (eliche incluse)
Quota di tangenza	6000 m
Altezza massima dal suolo	2000 m
Limitazioni temperatura ambiente	da 0° a 40°C
Modalità di volo	<p>Manuali:</p> <ul style="list-style-type: none"> Attitude (A) Mode: mantenimento di quota tramite sensori barometrici. Function (F) Mode: funzione IOC (Intelligent Orientation Control) con opzioni Home Lock e Course Lock. <p>Assistite:</p> <ul style="list-style-type: none"> Positioning (P) Mode: in questo stato il sistema automaticamente seleziona una delle seguenti modalità: <ul style="list-style-type: none"> P-GPS: mantenimento posizione con GPS (con GPS e il Vision Positioning System disponibili). P-OPTI: mantenimento posizione visiva (GPS non disponibile). P-ATTI: solo mantenimento di quota (GPS e Vision Positioning System non disponibili). <p>Automatiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> Point of Interest (POI): il SAPR orbita intorno ad un punto assegnato. Follow me: il SAPR si mantiene a distanza costante dalla Ground Control Station. Waypoints: il SAPR esegue un piano di volo predefinito tramite una serie di waypoints.
Dispositivi e funzioni di sicurezza (es: fail-safe, return to launch,	<p><u>Funzioni RETURN TO HOME (RTH):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Smart RTH: premendo il pulsante RTH sul radiocomando,

emergency landing, cavo di ritenuta, ecc)	<p>l'APR torna all'ultimo Home Point memorizzato (durante il tragitto il pilota può manovrare al fine di evitare ostacoli).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Low Battery RTH: lo stato di batterie scariche viene segnalato tramite i LED e sulla GCS; se il pilota non interviene, l'APR torna all'ultimo Home Point memorizzato. • Fail-Safe RTH: in caso di interruzione del radio-link per più di 3 secondi, l'APR torna all'ultimo Home Point memorizzato.
Dispositivi per terminazione del volo	Il sistema ZeUS-FTS01 prodotto da Zefiro Ricerca e Innovazione consiste in una scheda elettronica che consente di terminare il volo attraverso l'interruzione istantanea dell'alimentazione dei motori. La presenza di due mosfet conferisce al sistema una duplice ridondanza.
CARICO UTILE	
<p>Il carico utile dell'APR è costituito da sensori elettro-ottici eventualmente montati su gimbal. Il sistema completo non può eccedere i seguenti limiti di peso e ingombro:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Peso massimo di 0.150 kg ○ Dimensioni massime: 550x550x350 mm 	
GROUND CONTROL STATION	
PC con software DJI Ground Station (v. 4.0.11)	
RADIOCOMANDO	
Aurora 9	

Tabella 2. Configurazione del SAPR.

IL MANUALE DI VOLO SERVE COME RIFERIMENTO PER LE OPERAZIONI DI VOLO E LA MANUTENZIONE DEL SAPR, NE DESCRIVE LE CARATTERISTICHE E HA COME RIFERIMENTI I MANUALI DEI VARI COMPONENTI DEL MEZZO.LIMITAZIONI COME DA MANUALE DI VOLO

PARAMETRO	LIMITE MINIMO	LIMITE MASSIMO
Velocità in volo livellato in assenza di vento (m/s)	0	9.0
Massimo rateo di salita (m/s)	0	4.5
Massimo rateo di discesa (m/s)	0	2.0
Altitudine (m s.l.m.)	0	6000
Altezza dal suolo (m)	0	2000
Temperatura ambiente (°C)	0	40
Velocità del vento ammessa (m/s)	0	7.0
Autonomia al peso massimo al decollo (min)	0	16
Autonomia al peso massimo minimo operativo (min)	0	13

Tabella 3. Limitazioni SAPR.

1.4 EQUIPAGGIO

L'equipaggio di un SAPR sono le persone che lo pilotano operando da una stazione remota di controllo.

Pilota in Comando (PIC)	Nome e Cognome Luogo e data di nascita Attestato Addestramento SAPR n. Rilasciato da Data Rilascio Certificato medico rilasciato il	Luca Nannipieri Pisa 17/02/1969 0053/2015 Zefiro S.r.l. 13/06/2015 19/6/2015
Altri Osservatori	Giuseppe Ramalli Zefiro Ricerca & Innovazione S.r.l. Responsabile Attività Sperimentali e Consulenza Tecnica	

OPERAZIONE

ATTENZIONE
I CAMPI IN GRIGIO VANNO COMPILATI PER OGNI OPERAZIONE

2.1 DATI DELL'OPERAZIONE

Scopo dell'operazione	Attività sperimentale propedeutica per operazioni di telerilevamento con SAPR		
Luogo dell'operazione	Aviosuperficie DeltaCondor, Massarosa (LU)		
Caratteristiche dell'area in superficie	Prevalentemente Rurale		
Area delle operazioni	Classificazione area: remota Massima distanza dal punto di decollo: 50 m Massima altezza dal suolo: 70 m		
Area di buffer	Classificazione area: remota Ampiezza: 150 m		
Area limitrofa	Classificazione area: intermedia		
Caratteristiche dello Spazio Aereo	Fuori spazi aerei controllati		
Minima distanza da aeroporti	22 km da ARP PISA/San Giusto (LIRP)		
Ore del giorno	Ore diurne		
Giorni della settimana	Tutti		
Periodi dell'anno	Tutti		
Tipo di operazione	<input checked="" type="checkbox"/> VLOS	<input type="checkbox"/> EVLOS	<input type="checkbox"/> BVLOS

Tabella 4. Dati dell'operazione.

2.2 DEFINIZIONE DEL PUNTO DI DECOLLO

La scelta del punto di decollo viene effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- punto di decollo posto su una superficie con pendenza minima;
- possibilità di definire una zona di sgombero di raggio 10m intorno al punto di decollo, all'interno della quale non possa accedere nessuno al di fuori del personale autorizzato.

Identificazione del punto di decollo:

Coordinate del punto di decollo	43° 52' 05.9" N	010° 18' 06.6" E
Quota del punto di decollo	7 m s.l.m.	

Tabella 5. Punto di decollo.

2.3 DEFINIZIONE DELLO SPAZIO AEREO

Per verificare la compatibilità dell'operazione considerata con la presenza di spazi aerei controllati, possono essere utilizzate le informazioni reperibili tramite il servizio on-line AIP (Aeronautical Information Publication) dell'ENAV. Il sito consente la visualizzazione e la stampa del documento "AIP Italia" e di quelle parti del cosiddetto "Integrated Aeronautical Information Package" prodotti dal Servizio Informazioni Aeronautiche (AIS) - ENAV in accordo con la normativa nazionale e internazionale applicabile.

Tutti i seguenti punti devono essere verificati al fine di poter classificare l'operazione come non critica. Qualora ciò non fosse possibile, sarà necessario richiedere ad ENAC una specifica autorizzazione.

	CHECK	
Identificazione degli spazi aerei interessabili attraverso l'esame di carte aeronautiche ¹	[X]	
Identificazione delle zone di controllo di traffico aereo che si estendono a partire dal terreno (CTR-ZONA 1) attraverso l'esame delle carte aeronautiche (v. sopra) e la descrizione delle caratteristiche di questi ultimi ²	[X]	
Identificazione di aeroporti e spazi aerei posti a protezione degli stessi (ATZ), nonché dei sentieri di decollo e atterraggio ³	[X]	
Fuori da ATZ oppure a distanza superiore a 5km da aeroporto più vicino (Punto di decollo – ARP ⁴)?	[X] SÌ	[] NO ⁵
Fuori da zone regolamentate attive (R) o zone proibite (P)?	[X] SÌ	[] NO ⁶
All'interno di CTR?	[] SÌ ⇒ Limitare l'altezza massima dal suolo a 70 m e la massima distanza orizzontale a 200 m	
	[X] NO	
Se in CTR: entro 15 km da ARP e contemporaneamente in area sottostante traiettorie di decollo e atterraggio?	[] SÌ ⇒ Limitare l'altezza massima dal suolo a 30 m	
	[X] NO	

Tabella 6. Verifica spazi aerei.

Al fine di garantire la sicurezza è sempre necessario utilizzare dispositivi e/o funzioni del flight controller in grado di contrastare possibili *fly away* e garantire il mantenimento delle suddette condizioni di non criticità.

Nel caso del SAPR in esame, sono disponibili le seguenti funzioni:

¹ <http://www.enav.it/enavWebPortalStatic/AIP/enr/enr6/ENR6.htm>

² <http://www.enav.it/enavWebPortalStatic/AIP/enr/enr2/ENR2.htm>

³ <http://www.enav.it/enavWebPortalStatic/AIP/AD/AD2/AD2.htm>

⁴ Aerodrome Reference Point (dato reperibile in AIP per ogni aeroporto).

⁵ v. Art. 24, comma 6 del Regolamento ENAC Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto (Ed.2, Emendamento 1).

⁶ Per operazioni in spazi aerei R o P è necessaria l'autorizzazione ENAC.

- FAIL SAFE RADIO-LINK (Fail-Safe RTH): questa funzione consente al velivolo di tornare al punto di decollo in modalità automatica nel caso si interrompa il collegamento con il radiocomando o il pilota la azioni volontariamente. La stessa funzione si attiva nel caso la ricevente del radiocomando cessi di funzionare.
- FAIL SAFE BATTERIE (Low Battery RTH): questa funzione permette di monitorare il voltaggio del pacco batterie e stabilire una soglia, raggiunta la quale il velivolo inizia una discesa controllata che si conclude con un atterraggio automatico e lo spegnimento dei motori.

Viene dunque eseguita la seguente check-list aggiuntiva:

	CHECK
Attivazione funzioni FAIL-SAFE	[X]
Verifica prima del decollo e durante il volo della copertura GPS	[X]

Tabella 7. Check-list funzioni di sicurezza.

2.4 DEFINIZIONE DELLE AREE SUPERFICIALI IMPEGNATE

Le aree superficiali impegnate comprendono l'area delle operazioni, l'area di buffer e l'area limitrofa.

Tutti i seguenti punti devono essere verificati al fine di poter classificare l'operazione come non critica. Qualora ciò non fosse possibile, sarà necessario richiedere ad ENAC una specifica autorizzazione.

Le aree superficiali impegnate vengono **identificate** come segue:

1. Definizione dell'area delle operazioni e del profilo di missione:

Altezza dal suolo minima	20 m
Altezza dal suolo massima (≤ 150 m)	70 m
Raggio volume di sgombero per salite e discese	5 m
Profilo orizzontale	volo stazionario/movimenti superficiali
Raggio area operazioni (≤ 500 m)	50 m

Tabella 8. Profilo di missione.

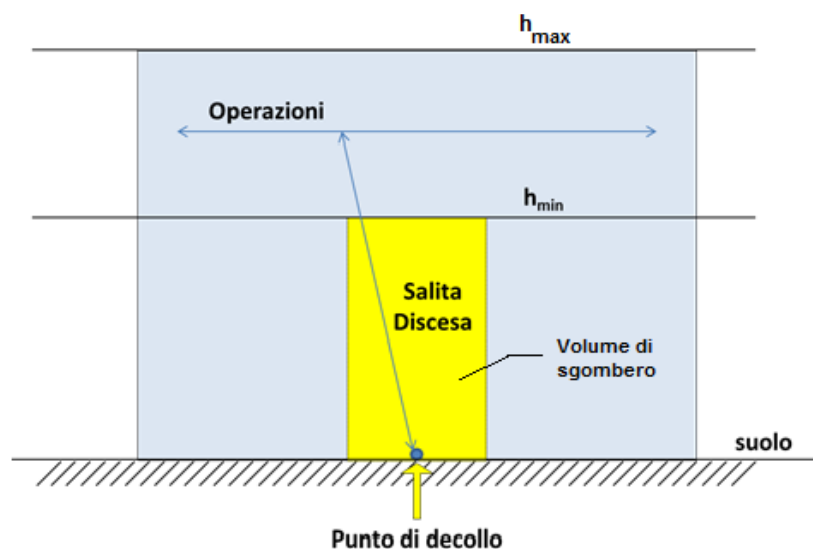


Figura 1. Profilo verticale di missione.

2. Definizione di eventuali elementi che concorrano a limitare i contorni del volume delle operazioni.

	Descrizione
Limitazioni alle condizioni VLOS (es: presenza di ostacoli)	nessuna
Presenza fonti di disturbo al radio link (es: campi magnetici prodotti da antenne, ...)	nessuna
Presenza fonti di disturbo al segnale GPS (es: presenza di ostacoli)	nessuna
Prescrizioni specifiche al fine di preservare le caratteristiche di non criticità (es. ore del giorno, giorni della settimana, mesi dell'anno, controllo degli accessi alle aree interessate, coinvolgimento forze dell'ordine)	<ul style="list-style-type: none"> • Assenza di altre attività di volo da parte di altri utenti dell'aviosuperficie in concomitanza con le attività SAPR. • Equipaggio dotato di radio aeronautica per il monitoraggio della frequenza adottata dall'aviosuperficie (118.025 MHz). • Controllo accessi all'area delle operazioni come indicato nel presente manuale, al fine di evitare intrusioni non desiderate.

Tabella 9. Limitazioni e prescrizioni circa l'area delle operazioni.

3. Definizione dell'area di buffer. Area di larghezza uniforme che si estende oltre il limite dell'area delle operazioni per una distanza da individuare come il valore massimo tra:
- 150 m
 - $V_m * (T_a + \sqrt{(2 * h_{max} / 9.81)})^2$, dove:
 - **V_m** [m/s]: massima velocità in assenza di vento (v. Limitazioni);
 - **T_a** [s]: tempo di attivazione del sistema di terminazione del volo, stimato sperimentalmente oppure assunto pari a 5s;
 - **h_{max}** [m]: l'altezza dal suolo massima espressa in metri

Nel caso in esame si ha:

Ampiezza aerea di buffer (RB)	RB = max(150, 9*(5+√(2*70/9.81))) = 150 m
-------------------------------	--

4. Rappresentazione su mappa dell'area delle operazioni completa di indicazioni circa:
- punto di decollo e sue coordinate;
 - raggio dell'area delle operazioni;
 - area di buffer estesa per almeno **150m** all'esterno dell'area operazioni;
 - elementi che concorrono a limitare i contorni dell'area;
 - aree congestionate o infrastrutture "sensibili" a meno di **150 m** oltre i limiti dell'area delle operazioni;
 - persone o cose che non siano sotto il diretto controllo dell'operatore a meno di **50 m** oltre i limiti dell'area delle operazioni.

⁷ Vale solo per APR ad ala rotante.

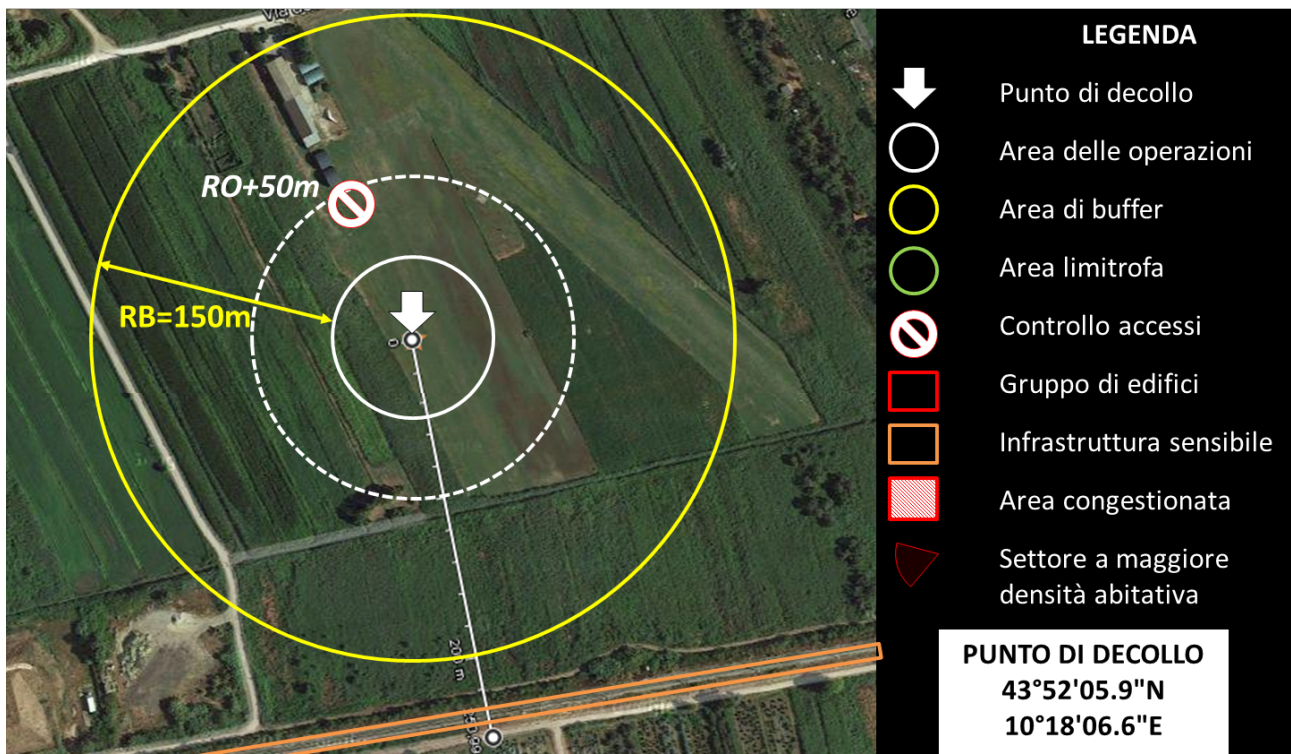


Figura 2. Mappa delle aree superficiali impegnate.

L'area delle operazioni e l'area di buffer costituiscono un'area a rischio mitigato (o "zona franca") le cui caratteristiche devono rimanere inalterate durante l'operazione. La procedura di messa in sicurezza della zona franca viene definita a partire dalle caratteristiche topografiche dell'area e dal livello di coinvolgimento di forze dell'ordine o autorità.

Nel presente caso, le seguenti azioni si ritengono necessarie da parte dell'equipaggio:

- controllo degli accessi in corrispondenza dell'accesso pista, ad una distanza di almeno 100m dal punto di decollo (v. Figura 2);
- verifica assenza di attività di volo da parte di altri utenti dell'aviosuperficie, a tale scopo l'equipaggio deve essere in possesso di una radio aeronautica per il monitoraggio della frequenza adottata dall'aviosuperficie (118.025 MHz).

Infine, nella seguente tabella si esegue un riepilogo delle verifiche inerenti le aree impegnate:

	CHECK
Operazione condotta in costante contatto visivo tra pilota e SAPR (VLOS)	[X]
Non si prevede il sorvolo, anche in caso di avarie e malfunzionamenti, di aree congestionate, assembramenti di persone, agglomerati urbani o infrastrutture sensibili.	[X]
Assenza di persone e cose non sotto il controllo dell'operatore per almeno 50m fuori dall'area delle operazioni	[X]
Assenza di zone congestionate (aree soggette a raggruppamenti di persone) o infrastrutture sensibili entro l'area di buffer e comunque entro 150m dal limite dell'area delle operazioni	[X]

Tabella 10. Verifica aree superficiali impegnate.

RISCHIO E LIMITAZIONI

Come evidenziato nell'Analisi del Rischio in appendice, l'operazione descritta nel presente manuale, eseguita nel rispetto di tutte limitazioni definite, comporta un rischio accettabile per quanto riguarda la sicurezza degli altri aeromobili nonché di persone e cose a terra.

3.1 CHECK-LIST LIMITAZIONI

SAPR		
PARAMETRO	LIMITE MIN	LIMITE MAX
[1] Velocità in volo livellato in assenza di vento (m/s)	0	9.0
[2] Massimo rateo di salita (m/s)	0	4.5
[3] Massimo rateo di discesa (m/s)	0	2.0
[4] Altitudine (m s.l.m.)	0	6000
[5] Altezza dal suolo (m)	0	2000
[6] Temperatura ambiente (°C)	0	40
[7] Velocità del vento ammessa (m/s)	0	7.0
[8] Autonomia al peso massimo al decollo (min)	0	16
[9] Autonomia al peso minimo operativo (min)	0	13
[10] Funzioni FAIL-SAFE attive		
[11] Sistema di terminazione del volo installato e funzionante		
CONDIZIONI OPERATIVE		
[12] Assenza di pioggia o nebbia		
[13] Ore diurne		
AREA IMPEGNATA		
[14] Assenza di altre attività di volo da parte di altri utenti dell'aviosuperficie in concomitanza con le attività SAPR		
[15] Equipaggio dotato di radio aeronautica per il monitoraggio della frequenza adottata dall'aviosuperficie (118.025 MHz)		
[16] Controllo accessi all'area delle operazioni		

Tabella 11. Check-list limitazioni.

RINGRAZIAMENTI

Il sistema SAPR F550 è stato co-finanziato dal Programma LIFE+ 2007-2013 nell'ambito del progetto LIFE12 ENV/IT/001033 - Wireless sensor network for Ground Instability Monitoring (Wi-GIM). Alessandro Fornaciai ha svolto le sue attività nell'ambito del Dottorato di Geofisica, Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Bologna.

SITOGRAFIA

ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) - Regolamento "Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto". Edizione 2, Emendamento 1 del 21 dicembre 2015 <https://goo.gl/VWwmRp>

ENAV (società che fornisce il servizio del Controllo del Traffico - Aeronautical Information Publication Aereo, nonché gli altri servizi essenziali per la navigazione, nei cieli italiani e negli aeroporti civili nazionali) <http://www.enav.it/enavWebPortalStatic/AIP/enr/enr6/ENR6.htm>

<http://www.enav.it/enavWebPortalStatic/AIP/enr/enr2/ENR2.htm>

<http://www.enav.it/enavWebPortalStatic/AIP/AD/AD2/AD2.htm>

Appendice

ANALISI DEL RISCHIO

SAPR SAFETY OBJECTIVE

FATTORE DI PERICOLOSITÀ DEL SAPR (HAZ)

Il rischio associato alle operazioni con SAPR è, come da regolamento ENAC, considerato nullo qualora il SAPR pesi meno di 300g oppure se pesa meno di 2kg ed ha caratteristiche di inoffensività. Il fattore di pericolosità (HAZ) è posto uguale a 0 in questi casi, mentre in tutti gli altri è uguale a 1, il che indica che il rischio non può essere trascurato e va valutato.

Il fattore di pericolosità (HAZ) è pari a:

- 0 per APR con MTOW inferiore a 0.300 kg
- 1 per APR con MTOW uguale o superiore a 0.300 kg

Essendo l'APR in esame di massa superiore ai 2 kg, in questo caso è necessario considerare un fattore di rischio pari a:

HAZ = 1

RISCHIO ACCETTABILE

Il rischio accettabile (RA) riguarda sia la probabilità di collisione in volo di un APR con un altro aeromobile, sia la probabilità che una persona a terra possa subire le conseguenze dell'impatto al suolo di un APR:

- Per l'impatto al suolo, si adotta un livello di rischio accettabile pari a **1.00E-06** per ora di volo, mentre.
- Per quanto riguarda le collisioni in volo, vengono adottati i seguenti criteri:
 - per APR operanti a meno di 70 m di altezza da terra (anche in caso di avaria) il rischio di collisioni in volo non viene considerato;
 - per APR operanti tra 70 m e 150 m di altezza in **spazi aerei non controllati**, il livello di rischio accettabile è pari a **1.00E-06** per ora di volo;
 - per APR operanti tra 70 m e 150 m di altezza in **spazi aerei controllati**, il livello di rischio accettabile è pari a **1.00E-07** per ora di volo.

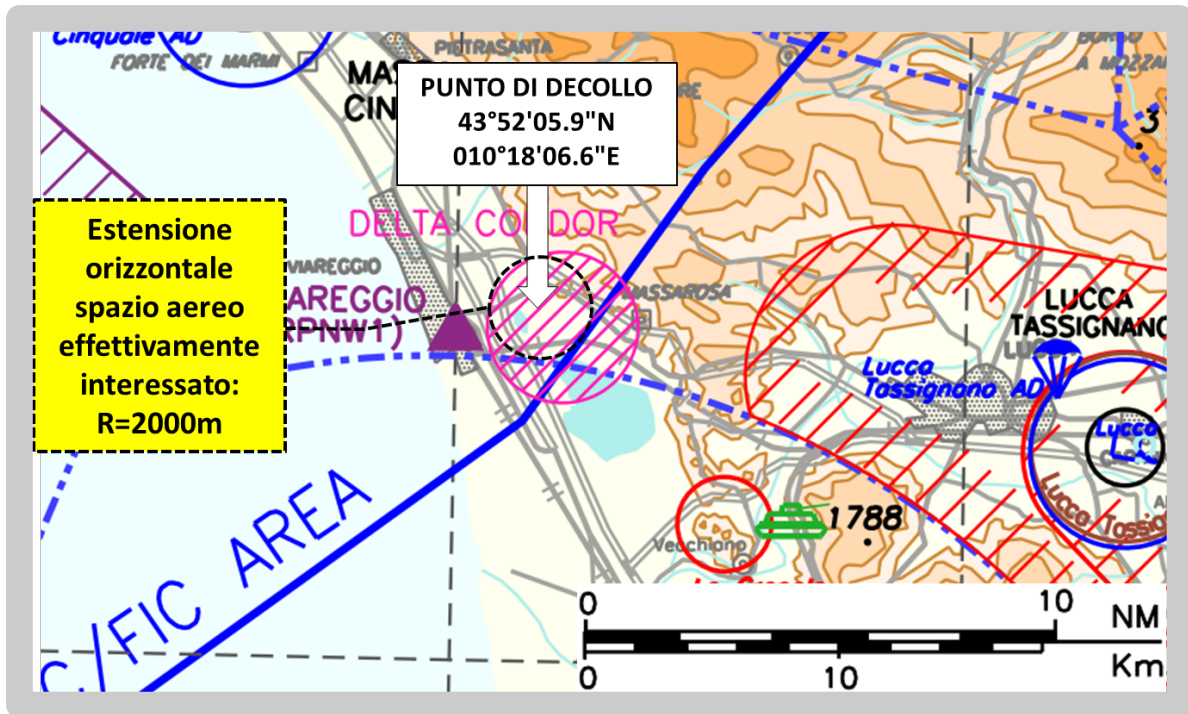
IDENTIFICAZIONE DELLO SPAZIO AEREO

Ipotizzando di utilizzare un sistema di terminazione del volo e attivare le funzioni FAIL-SAFE per il radio-link e per l'esaurimento batterie, le dimensioni dello spazio areo interessabile sono:

H = 2000 m AGL

R = 2000 m

Carta aeronautica:



Intersezione spazi aerei controllati (se SÌ indicare quali)	NO
Aeroporto/ATZ più vicina	PISA/San Giusto (LIRP)
Coordinate ARP	43°40'58"N 010°23'44"E
Distanza	22 km
Note	Poiché le attività di volo con SAPR si svolgono all'interno di un'aviosuperficie, è necessario operare in assenza di altre attività di volo da parte degli utenti della stessa aviosuperficie. In questo caso, l'equipaggio deve essere munito di radio aeronautica per il monitoraggio della frequenza adottata per le comunicazioni presso l'aviosuperficie (118.025 MHz)

Nel caso in esame è necessario adottare un valore di rischio accettabile pari a:

Rischio accettabile per impatto al suolo	RA = 10 ⁻⁶
Rischio accettabile per collisione in volo	Non applicabile

CONTRIBUTO DEL SAPR AL RISCHIO (C_{SAPR})

La modalità di volo può essere manuale (il pilota manovra l'APR tramite il radiocomando) o automatica (l'autopilota manovra l'APR in base ai dati pre-impostati nel sistema).

In base alla modalità di volo, Contributo del SAPR al rischio (C_{SAPR}), è pari a:

- o 0.1 in caso di SAPR condotto in modalità manuale;
- o 0.5 in caso di SAPR condotto in modalità automatica.

Nel caso in esame, l'APR può svolgere l'operazione sia in modalità di volo manuale che automatica, pertanto si adotterà il valore minore dei due:

$$C_{SAPR} = 0.1$$

PROBABILITÀ DI COLPIRE PERSONE (P_{CP})

La probabilità di colpire persone è considerata pari a:

- 1 per aree congestionate;
- 0 per aree remote, ovvero non popolate;
- pari al prodotto della densità di popolazione (DP) per l'estensione dell'area di impatto (AC) a terra dell'APR, nel caso di aree non annoverabili tra le precedenti:

$$P_{CP} = A_C \cdot D_P \cdot F_P \cdot F_D$$

Per aree congestionate si intendono:

- aree interessate da assembramenti di persone per le quali la possibilità di movimento è scarsa (ad esempio: folla di spettatori in eventi di carattere sportivo, artistico o culturale, cerimonie, luoghi di villeggiatura, ecc.);
- aree potenzialmente interessate da assembramenti di persone indotti dall'operazione stessa e non evitabili attraverso la delimitazione delle aree da parte dell'operatore;
- aree di congestionamento del traffico per mezzi di qualunque tipo.

Nel caso in esame è necessario calcolare la probabilità di colpire le persone attraverso la formula:

$$P_{CP} = A_C \cdot D_P \cdot F_P \cdot F_D$$

AREA D'IMPATTO (A_C)

Le dimensioni dell'area d'impatto (A_C) associata all'evento catastrofico dipendono:

- dalla sua massima dimensione d'ingombro (R_{APR}) nella configurazione d'impiego;
- dalla più sfavorevole traiettoria di volo (γ) probabile in caso di caduta.

A_C viene calcolata attraverso le seguenti formule:

- per caduta verticale

$$A_C = \pi \cdot (0.3 + R_{APR})^2$$

- per caduta obliqua con angolo di traiettoria γ

$$A_C = 10 \cdot \left[2 \cdot (0.3 + R_{APR}) \cdot \frac{1.8}{\tan \gamma} + \pi \cdot (0.3 + R_{APR})^2 \right]$$

Nel caso in esame si ha:

- Dimensione massima dell'APR in ordine di volo:

$$R_{APR} = 0.79 \text{ m}$$

- Calcolo dell'area di impatto in caso di caduta verticale, più probabile nel caso di SAPR multirottore:

$$A_C = \pi \cdot (0.3 + R_{APR})^2 = 3.73 \text{ m}^2.$$

DENSITÀ DI POPOLAZIONE (DP), FATTORI DI DISOMOGENEITÀ ABITATIVA (FD) E DI PROTEZIONE (FP)

La **densità di popolazione media (D_P)** delle aree di interesse può essere determinata a partire dai dati ricavabili da fonti on-line o dagli uffici dei comuni che si estendono al di sopra dell'area di ingombro.

Successivamente, e se necessario, è possibile identificare zone con una significativa disomogeneità di densità abitativa, valutando la **densità di popolazione locale** tramite l'analisi di mappe dettagliate e il conteggio delle persone potenzialmente esposte al pericolo attraverso il seguente metodo:

- per zone residenziali, moltiplicando il numero delle unità abitative per il numero medio dei componenti di un nucleo familiare;
- per aree commerciali e industriali, moltiplicando il numero dei posti auto dei parcheggi (considerando anche quelli sotterranei) per 2;

La densità di popolazione viene determinata per le diverse aree che compongono l'area di ingombro:

- area dell'operazione: individuabile come un'area circolare con centro coincidente con la posizione del punto di decollo e raggio RO, definito dall'operatore ma non eccedente 200m in caso di operazioni in V70 e 500m nel caso di V150;
- area di buffer: concentrica alla precedente e con raggio RB dipendente dalle caratteristiche del SAPR ma non inferiore a RO +150m;
- area limitrofa: area all'esterno di quella di buffer potenzialmente accessibile al SAPR.

IMPORTANTE: riportare la densità di popolazione in ab/m² (=ab/km² / 1000000)

Fattore di protezione (F_P): la probabilità di colpire le persone di una specifica area interessata dall'operazione, può essere corretta per tenere conto della protezione offerta da eventuali ostacoli (alberi, edifici, ecc.) moltiplicandola per il fattore di protezione F_P, il quale assume i seguenti valori:

- 1 per aree prive di ostacoli;
- 0.75 per la presenza di alberi radi;
- 0.50 per la presenza di alberi fitti o edifici bassi;
- 0.25 per la presenza di edifici alti (es. quartiere residenziale);
- < 0.25 per la presenza di edifici in cemento armato o strutture in acciaio (es. area industriale).

Fattore di disomogeneità abitativa (F_D): In caso di disomogeneità della densità di popolazione all'interno di una delle aree analizzate, è possibile suddividere l'area in diversi settori circolari di dimensione opportuna e assegnare a ciascuno di essi un fattore correttivo F_D pari al rapporto tra l'ampiezza dell'angolo al centro del settore con l'angolo giro.



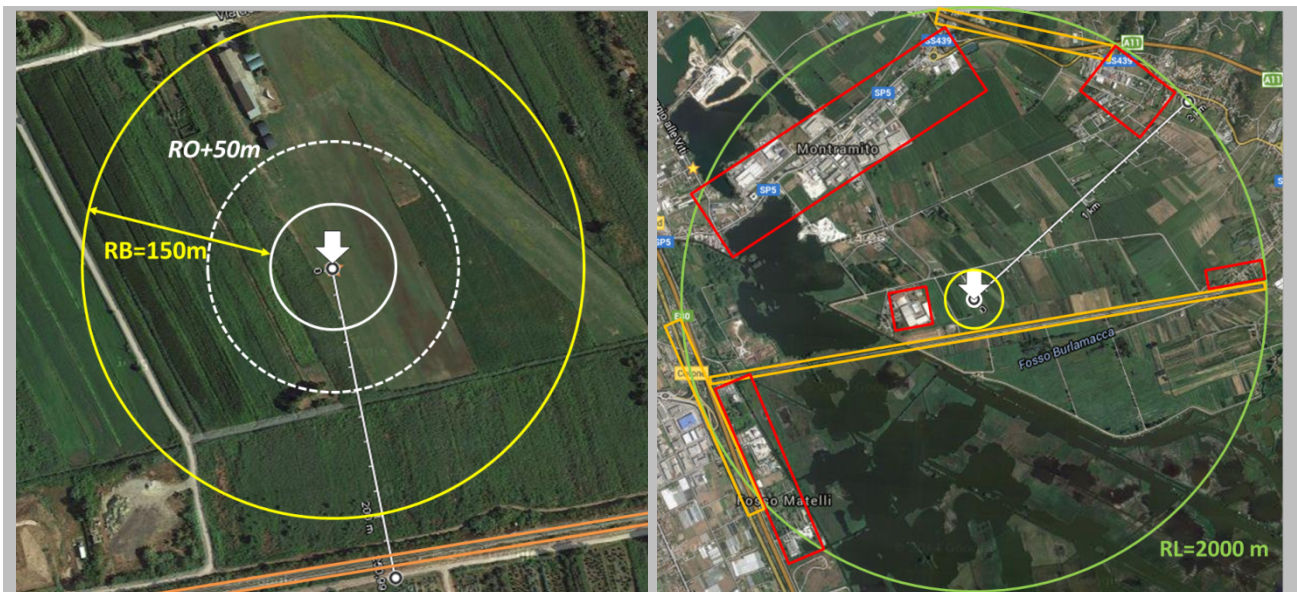
ESEMPIO

Area Gialla

Ampiezza settore abitato = 15°

FD=15/360=0.042

Tale fattore può essere moltiplicato per la densità di popolazione del settore ai fini del calcolo della probabilità di colpire le persone al suo interno.



Dall'esame delle precedenti figure, in cui sono illustrate le aree delle operazioni, di buffer e limitrofe, è possibile definire le seguenti caratteristiche demografiche:

	Classificazione	D _p
Area delle operazioni	Remota	0
Area di buffer	Remota	0
Area limitrofa	85% Remota >14% Popolata di tipo Industriale/Commerciale <1% Popolata di tipo Residenziale	v. calcolo seguente

Sulla base dei dati della precedente tabella, la densità abitativa può considerarsi nulla per l'area delle operazioni e per quella di buffer, mentre per quella limitrofa è possibile effettuare una stima conservativa prendendo in considerazione la zona commerciale/industriale a più elevata densità, cioè quella della frazione Montramito.

In quest'area, di estensione pari a circa 2 km², il numero di posti auto complessivi è pari a circa 100. Moltiplicando tale valore per 2, si ottiene una D_p "equivalente" di **100 ab/km²**.

Considerando che:

- dal rapporto tra l'ampiezza del settore circolare che include la suddetta zona è l'intera area limitrofa, è possibile considerare un fattore di disomogeneità abitativa pari a:

$$F_D = 1/6;$$

- data la presenza di edifici alti, quali i capannoni industriali, e alberi, è possibile considerare un fattore di protezione pari a:

$$F_P = 0.25.$$

La probabilità di colpire persone nelle diverse aree interessate è pertanto pari a:

	Tipologia Area	DP (ab/m ²)	FP	FD	PCP
AREA OPERAZIONE	remota	0.000000	1.00	1.000	0.00E+00
AREA BUFFER	remota	0.000000	1.00	1.000	0.00E+00
AREA LIMITROFA	popolata	0.000100	0.25	0.200	1.87E-05

PROBABILITÀ DI COLLISIONE IN VOLO (PMAC)

La probabilità di collisione in volo (o MAC, Mid-Air Collision) deve essere valutata esclusivamente in caso di intersezione tra il volume interessabili e spazi aerei controllati (esclusi i CTR, v. Regolamento ENAC su APR, Ed 2 del 16/7/2015).

Si considera uno scenario in cui né le funzioni di sicurezza né il sistema di terminazione del volo vengano attivati e l'APR sia libero di raggiungere l'area ad esso più vicina interessata da traffico aereo e vi permanga il più a lungo possibile. Tale probabilità (PMAC) è quindi calcolata come il rapporto tra il tempo di esposizione al rischio di collisione (TMAC, in minuti) e 60 minuti di volo:

$$P_{MAC} = \frac{T_{MAC}}{60}$$

dove TMAC viene calcolato come segue:

$$T_{MAC} = T - \frac{D * \text{sen}(\delta)}{60 * (V + V_w)}$$

In cui:

- **T** è la massima autonomia dell'APR (in minuti)
- **D** è la minima distanza tra punto di decollo e aerodromo/ATZ (in metri)
- **δ** è l'angolo formato tra la retta congiungente il punto di decollo e l'aerodromo/ATZ e la direzione del sentiero di decollo/aterraggio
- **V** è la massima velocità orizzontale dell'APR (in m/s)
- **V_w** è la massima velocità di vento tollerabile dall'APR (in m/s)

Nel caso in cui dal calcolo del TMAC dovesse risultare un valore nullo o negativo, la PMAC può essere assunta pari a 0.

Non si applica nel caso in esame.

CALCOLO DEL SAPR SAFETY OBJECTIVE (SO)

Il SAPR Safety Objective rappresenta il livello di rischio accettabile associato all'operazione considerata e dipendente dalle caratteristiche delle aree di ingombro.

Nel caso di impatto al suolo esso viene calcolato come segue:

$$SO = \frac{RA \cdot CSAPR}{P_{CP}}$$

Nel caso di collisione in volo, invece, esso viene calcolato attraverso la seguente formula:

$$SO = \frac{RA \cdot CSAPR}{P_{MAC}}$$

Per entrambi gli eventi, il Safety Objective deve essere confrontato con la probabilità di evento catastrofico (PTE).

Se non vi è rischio per le persone a terra (PCP=0) oppure di collisione in volo (PMAC=0), il requisito di sicurezza PTE<SO è sempre soddisfatto. In tal caso inserire il simbolo “-” come valore del SO e rispondere affermativamente alla verifica finale.

Nel caso in esame il SAPR Safety Objective relativo all'impatto al suolo viene definito solo per l'area limitrofa:

Area	SO=RA*CSAPR/PCP
AREA OPERAZIONE	-
AREA BUFFER	-
AREA LIMITROFA	5.36E-03

PROBABILITÀ DI EVENTO CATASTROFICO

MODALITÀ DI AVARIA

È necessario individuare le modalità di avaria che possono portare l'APR ad un evento catastrofico (o Top Event).

I Top Event da prendere in considerazione sono tipicamente quelli che portano a:

- Impatto al suolo:
 - o impossibilità di portare a termine la missione in modo controllato
 - o terminazione del volo da parte del pilota volontariamente per incapacità di proseguire il volo
- Collisione in volo:
 - o deviazione verticale dalla rotta programmata, che può comportare l'interessamento di spazi aerei sia non controllati che controllati
 - o deviazione orizzontale dalla rotta in spazi aerei non controllati

Nel caso in esame l'unico evento catastrofico significativo è l'impatto al suolo all'interno dell'area limitrofa (popolata). Le cause di un *top event* di questo tipo possono essere:

- l'impossibilità da parte del pilota di portare a termine la missione in modo controllato;
- la terminazione volontaria del volo da parte del pilota.

Le operazioni sono condotte esclusivamente con le funzioni di sicurezza FAIL-SAFE attive e, nel caso in cui uno dei sistemi che garantiscono l'esecuzione della missione nelle suddette modalità dovesse subire un'avaria, il sistema di terminazione può essere attivato al fine di mantenere l'APR all'interno dell'area di buffer.

Di conseguenza, l'unica avaria che può essere individuata come causa del verificarsi del suddetto *top event* è quella che impedisce l'attivazione del sistema di terminazione del volo.

ANALISI DELLA PROBABILITÀ DI EVENTO CATASTROFICO (P_{TE})

P_{TE} è la probabilità che l'evento catastrofico (Top Event) si manifesti. Deve essere assunto pari a **1**, a meno che non vi siano rilevanzze sperimentali opportunamente documentate che giustifichino l'adozione di un valore differente.

Nel caso in cui un'attività sperimentale volta alla caratterizzazione dell'affidabilità dell'APR sia stata svolta, per ogni modalità di avaria individuata è possibile adottare un valore delle probabilità P_{TE} pari a:

- **1** se l'avaria si è manifestata almeno una volta durante gli N test svolti sui sistemi individuati come potenziali cause del *top event*
- $(0.1/N)^r$ se l'avaria non si è manifestata nemmeno una volta durante gli N test svolti sui sistemi individuati come potenziali cause del *top event*

Il parametro **r** indica il grado di ridondanza del sistema oggetto di indagine.

IMPORTANTE: il numero di test, N, non può essere inferiore a **10**.

È responsabilità dell'operatore eseguire i test di avaria e registrare e conservare i dati ad essi relativi.

Sono state svolte attività sperimentali sistema di terminazione volte a determinare la sua affidabilità. I risultati di tale attività, riportati in dettaglio nel report **INGV.ASP.5610001**, sono qui di seguito sintetizzati:

- Sistema individuato come potenziale causa del top event: Sistema di terminazione del volo
 - o Numero di test effettuati:

N=15

- o Ridondanza del sistema di terminazione del volo:

r=2

- o Probabilità che il top event si manifesti a causa di un'avaria al sistema di terminazione del volo:

$P_{TE} = 4.45E-05$

CONFRONTO TRA SAPR SAFETY OBJECTIVE (SO) E PROBABILITÀ DI EVENTO CATASTROFICO (P_{TE})

Al fine di poter operare in sicurezza, è necessario effettuare il seguente confronto e verificarne la veridicità per ogni avaria contemplata e per ogni area considerata, sotto le ipotesi introdotte:

SO > PTE

Qualora tale condizione non fosse rispettata è OBBLIGATORIO l'utilizzo di un sistema di contenimento fisico (es. cavo di vincolo), sottoposto precedentemente ad opportuna sperimentazione, al fine di limitare il raggio d'azione dell'APR.

Area	RA	CSAPR	Tipo Area	DP	FP	FD	AC	PCP
AREA OPERAZIONE	1.00E-06	0.1	remota	0.00E+00	1.00	1.00	3.73	0.00E+00
AREA BUFFER	1.00E-06	0.1	remota	0.00E+00	1.00	1.00	3.73	0.00E+00
AREA LIMITROFA	1.00E-06	0.1	popolata	1.00E-04	0.25	0.20	3.73	1.87E-05

Causa del Top Event	Area	PTE	SO=RA*CSAPR/PCP	Verifica: PTE<SO
Avaria al sistema di terminazione del volo	AREA OPERAZIONE	4.45E-05	-	<input checked="" type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO
	AREA BUFFER	4.45E-05	-	<input checked="" type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO
	AREA LIMITROFA	4.45E-05	5.36E-03	<input checked="" type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO

L'operazione ~~RICHIEDE~~/NON RICHIEDE l'impiego obbligatorio di un sistema di vincolo ⁸.

⁸ Qualora fosse necessario adottare un sistema di vincolo, questo deve essere sottoposto a opportuna attività sperimentale.

LIMITAZIONI

L'operazione descritta nel presente manuale può essere svolta con un livello di rischio accettabile esclusivamente nel rispetto delle seguenti limitazioni:

Limitazioni inerenti l'APR
<ul style="list-style-type: none">– Il velivolo non può volare in presenza di pioggia o nebbia.– Il velivolo non può volare in ore notturne.
Ipotesi alla base del calcolo del rischio inerenti aspetti legati allo scenario delle operazioni (es. ore/giorni/mesi di validità, ecc.)
Nessuna
Soluzioni tecnologiche adottate al fine della sicurezza
<ul style="list-style-type: none">– Presenza di sistema di terminazione installato a bordo del SAPR, il cui corretto funzionamento deve essere verificato prima di ogni volo;– Funzione di sicurezza FAIL-SAFE RADIO-LINK attiva;– Funzione di sicurezza FAIL-SAFE BATTERIA attiva.
Altre misure adottate per garantire i livelli di sicurezza delle operazioni
<ul style="list-style-type: none">– Assenza di altre attività di volo da parte di altri utenti dell'aviosuperficie in concomitanza con le attività SAPR.– Equipaggio dotato di radio aeronautica per il monitoraggio della frequenza adottata dall'aviosuperficie (118.025 MHz).– Controllo accessi all'area delle operazioni come indicato nel presente manuale, al fine di evitare intrusioni non desiderate.

Tabella 12. Limitazioni.

MATRICE DI RISCHIO

L'analisi di rischio svolta nel presente documento può essere sintetizzata utilizzando la seguente matrice di rischio:

		GRAVITÀ				
		A. Catastrofica	B. Critica	C. Significativa	D. Marginale	E. Trascurabile
PROBABILITÀ	5.Frequente	IR1	IR1	IR1	IR2	IR2
	4.Occasionale	IR1	IR1	IR2	IR2	IR2
	3.Remota	IR1	IR2	IR2	IR2	IR3
	2.Improbabile	IR2	IR2	IR2	IR3	IR3
	1.Estremamente Improbabile	IR2	IR3	IR3	IR3	IR3

Dove:

- Codici di probabilità:
 - 5 = Può avvenire o è avvenuto frequentemente.
 - 4 = Può avvenire o è avvenuto diverse volte nel ciclo operativo.
 - 3 = È avvenuto raramente e può avvenire, anche se con ridotte probabilità.
 - 2 = Non è mai avvenuto ed è improbabile che avvenga.
 - 1 = Talmente improbabile che si può ritenere non debba mai avvenire.
- Codici di gravità:
 - A = Provoca morte e grave danno alle cose.
 - B = Provoca ferite gravi, infortuni sul lavoro, danni rilevanti alle cose.
 - C = Provoca ferite lievi, diminuzione dell'attività lavorativa, danni minori alle cose.
 - D = Non ha effetti sulla sicurezza o sulla salute, non provoca danni, ma costituisce uno scostamento da precisi criteri operativi.
 - E = Nessuna conseguenza significativa.
- Indice di rischio (IR):
 - IR1 = Rischio inaccettabile.
 - IR2 = Rischio accettabile solo in presenza di misure di gestione e mitigazione del rischio.
 - IR3 = Rischio accettabile.

Si riportano nella seguente matrice di rischio gli scenari critici presi in considerazione nel presente documento, in cui la gravità fa riferimento ai danni verso persone e cose non coinvolte nelle operazioni di volo.

		GRAVITÀ				
		A. Catastrofica	B. Critica	C. Significativa	D. Marginale	E. Trascurabile
PROBABILITÀ	5.Frequente					
	4.Occasionale					
	3.Remota					Impatto al suolo in area operazioni
	2.Improbabile		Collisione in volo con altri velivoli	Impatto al suolo in area limitrofa	Impatto al suolo in area buffer	
	1.Estremamente Improbabile					

Come indicato dalla matrice di rischio, gli eventi considerati catastrofici sono stati classificati come segue:

		Indice di Rischio
Collisione in volo con altri velivoli	Il rischio è considerato accettabile previa applicazione delle limitazioni prescritte.	IR2
Impatto al suolo in area limitrofa	Il rischio è considerato accettabile previa applicazione delle limitazioni prescritte.	IR2
Impatto al suolo in area buffer	Il rischio è considerato accettabile.	IR3
Impatto al suolo in area operazioni	Il rischio è considerato accettabile.	IR3

Quaderni di Geofisica

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/quaderni-di-geofisica/>

I Quaderni di Geofisica coprono tutti i campi disciplinari sviluppati all'interno dell'INGV, dando particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari, che per tipologia e dettaglio necessitano di una rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. La pubblicazione on-line fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

Rapporti tecnici INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/rapporti-tecnici-ingv/>

I Rapporti Tecnici INGV pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico e di rilevante interesse tecnico-scientifico per gli ambiti disciplinari propri dell'INGV. La collana Rapporti Tecnici INGV pubblica esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

Miscellanea INGV

ISSN 2039-6651

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/miscellanea-ingv/>

La collana Miscellanea INGV nasce con l'intento di favorire la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV (sismologia, vulcanologia, geologia, geomagnetismo, geochimica, aeronomia e innovazione tecnologica). In particolare, la collana Miscellanea INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli ecc..

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2016 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia