



## TERMINAL GNL NEL PORTO CANALE DI CAGLIARI PROGETTO AUTORIZZATIVO

TERMINAL GNL NEL PORTO CANALE DI CAGLIARI  
PROGETTO AUTORIZZATIVO



### Progettazione

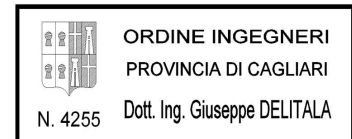
Società di ingegneria incaricata per la progettazione



COSIN S.r.l.  
SOCIETÀ DI INGEGNERIA UNIPERSONALE  
09134 CAGLIARI - VIA SAN TOMMASO D'AQUINO 18  
Tel e fax +39 070 2346768  
info@cosinsrl.it  
P.IVA 03043130925

Progettista e responsabile per l'integrazione  
fra le varie prestazioni specialistiche

Ing. Giuseppe Delitala



### Gruppo di lavoro COSIN S.r.l.

**Geologia e geotecnica**  
Geol. Alberto Gorini

**Opere Civili**  
Ing. Nicola Marras

**Studio di impatto ambientale**  
Ing. Emanuela Corona

**Fotosimulazioni**  
Arch. Daniele Nurra

**Archeologia**  
Archeol. Anna Luisa Sanna

### Consulenze specialistiche:

**Rapporto preliminare di sicurezza**  
Società ICARO S.r.l.

**Opere antincendio**  
Ing. Fortunato Gangemi

**Opere Marittime**  
Ing. Giovanni Spissu

**Opere Strutturali**  
Ing. Francesco Fiori

**Studio di impatto Acustico**  
Ing. Antonio Dedoni

## VERIFICA PRELIMINARE DI INTERESSE AERONAUTICO

### 1 - ELABORATI TECNICI E SPECIALISTICI

NOME FILE

D\_01\_ES\_15\_AER\_R00

FORMATO

CODICE  
ELAB.

D 0 1 E S 1 5 A E R R 0 0

REV. A

A4

A PRIMA EMISSIONE

Maggio 2017

Corona

Delitala

Delitala

REV. DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
1.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
<b>2</b>	<b>CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>VERIFICA POTENZIALI OSTACOLI E PERICOLI PER LA NAVIGAZIONE AEREA .....</b>	<b>8</b>
3.1	VALUTAZIONE INTERFERENZE SETTORI .....	12
3.2	VALUTAZIONE INTERFERENZA BRA – BUILDINGS RESTRICTED AREAS.....	18
3.2.1	Apparati omnidirezionali .....	19
3.2.2	Apparati direzionali .....	31
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>42</b>

---



## 1 PREMESSA

L'intervento in oggetto ha come obiettivo di realizzare un terminal per il GNL (Gas Naturale Liquefatto) nel Porto Canale di Cagliari. L'impianto è stato localizzato in un'area che intercetta il tracciato delle reti di trasporto del gas GPL (Gas Petrolio Liquefatto) esistenti dell'area vasta di Cagliari, ed in prossimità della dorsale Sarroch/Oristano/Porto Torres dell'ipotetico futuro metanodotto. L'obiettivo principale è quello di garantire agli utenti civili e industriali della Sardegna la possibilità di utilizzare il gas metano come fonte energetica alternativa a quelle già presenti nell'isola.

Il Terminal sarà caratterizzato da una struttura in banchina per la connessione e lo scarico del GNL dalle navi metaniere, un complesso di tubazioni criogeniche per il trasporto del fluido nella zona impianto, un sistema di stoccaggio, pompaggio, e rigassificazione del GNL.

Nel Terminal saranno installati 18 serbatoi criogenici, 9 gruppi di pompaggio, 40 vaporizzatori ad aria ambiente (AAV) e una stazione per il filtraggio, la misura e l'odorizzazione del gas naturale propedeutica all'immissione nelle reti di trasporto. Attraverso le baie di carico per le autocisterne si potrà trasportare il GNL su gomma in tutta l'isola, o rifornire le navi, attuando così le direttive europee sull'utilizzo del GNL come combustibile per le imbarcazioni.

Il progetto proposto rientra nelle linee guida del Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna, ed in quelle dell'Accordo di Programma Quadro per la Metanizzazione della Sardegna. La scelta progettuale adottata è inoltre in piena sinergia con le direttive europee e nazionali, sulla realizzazione di infrastrutture per i combustibili alternativi (Direttiva 2014/94/UE e D.Lgs.257/2016).

Con il Terminal di ISGAS, il porto canale potrebbe diventare, senza ulteriori infrastrutturazioni, un polo nel mediterraneo per il rifornimento delle navi che utilizzano il GNL come carburante per il trasporto marittimo. Le infrastrutture sono infatti progettate per creare un efficiente "*Bunkering Point*" (ship to ship, truck to ship, o pipe to ship).

A tal proposito si ricorda che il porto di Cagliari fa parte dei 14 porti italiani core delle reti transeuropee di trasporto (Reti TEN-T) del Regolamento UE1315/2013, che dovranno a breve garantire la "*disponibilità di combustibili puliti alternativi*".

Il proponente del progetto è la ISGAS Energit Multiutilities S.p.A, società Concessionaria, in regime di esclusiva, del servizio di distribuzione del gas nei comuni di Cagliari, Oristano e Nuoro. Attualmente ha oltre 21.000 utenti attivi. ISGAS



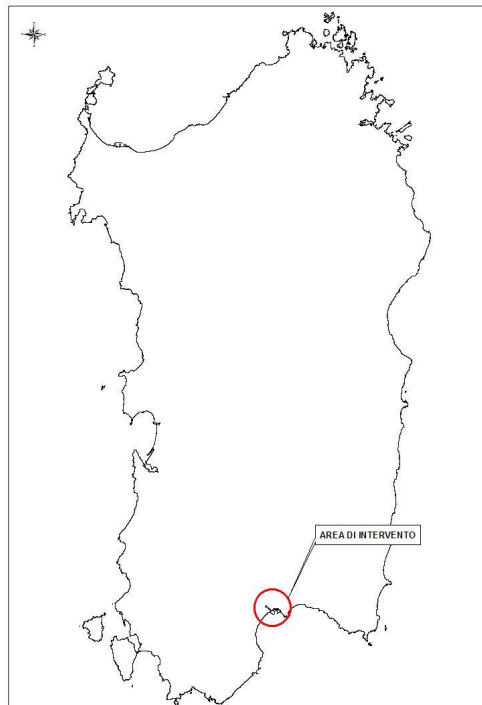
si occupa della distribuzione e vendita dell'aria propanata (integralmente sostituibile con il metano) attraverso reti canalizzate nei vari territori comunali.

Il Terminal è stato progettato per essere un importante punto di "Entry" nel sistema di metanodotti della Sardegna, attualmente in fase di progettazione. Tuttavia il Terminal GNL potrà svolgere a pieno le sue funzioni anche collegandosi alla rete di trasporto del gas già esistente a servizio dell'area vasta di Cagliari.

### 1.1 Inquadramento geografico

L'area interessata da questo studio si trova nel settore ovest del Comune di Cagliari e in particolare nell'avamposto orientale dell'area portuale denominata "Porto Canale".

L'area è ubicata in adiacenza al *terminal container* per lo smistamento del traffico destinato ai principali porti del Mediterraneo occidentale. Il porto si estende dal Villaggio Pescatori a sud a Sa Illetta antico isolotto che si addentrava nello Stagno di Santa Gilla.





AEROSTAZIONE "G. MAMELI" (ELMAS)



Figura 1 - Inquadramento geografico e inquadramento I.G.M.I. in scala 1:25.000

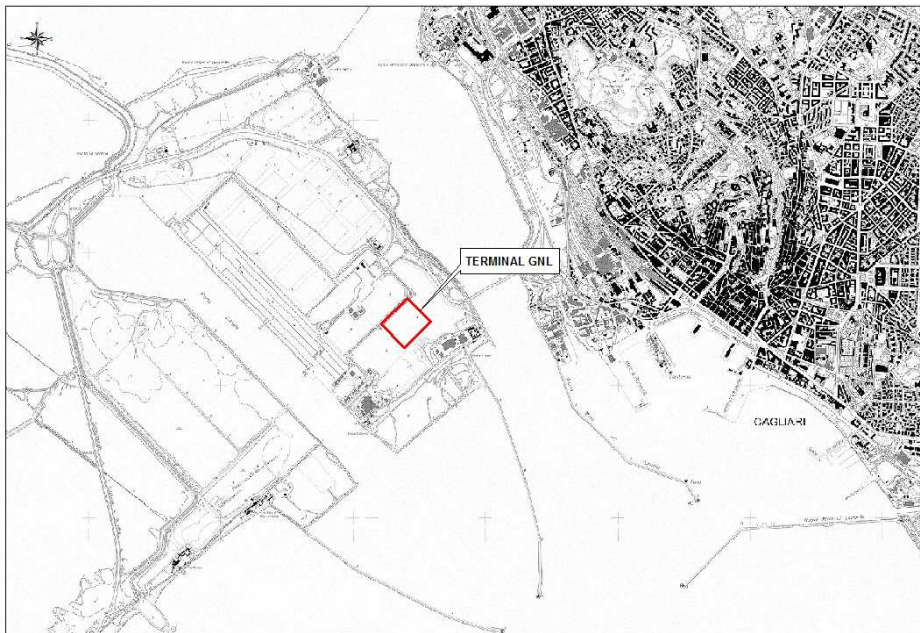


Figura 2 - Inquadramento CTR in scala 1:10.000



L'area in esame ricade all'interno del Foglio 557 Sez.III – "Cagliari" dell'I.G.M. in scala 1:25.000 e alla tavola 557140 "Cagliari" nella Cartografia Tecnica Regionale, in scala 1:10.000.



Figura 3 – Inquadramento area su Ortofoto 2013



Figura 4 – Modello digitale del terreno passo 1 metro.



## 2 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO

L'impianto è costituito da tre aree principali:

- area di banchina, in cui sono presenti i bracci di carico e scarico del GNL;
- area di passaggio delle tubazioni criogeniche;
- area dell'impianto di stoccaggio e rigassificazione.

La prima sarà dotata di bracci di carico flessibili in grado di eseguire operazioni di carico e scarico del GNL e per la gestione dei gas di Boil Off.

La seconda è attraversata da 1.000 m di tubazioni criogeniche con isolamento termico e tubo camicia per il collegamento dei depositi con i bracci di carico in banchina.

L'area dell'impianto di stoccaggio e rigassificazione, che rappresenta il fulcro dell'intero progetto, è composta da:

- Area di stoccaggio, in cui trovano spazio i 18 serbatoi del tipo "Full Containment". I serbatoi, ciascuno con una capacità nominale di 1.226 mc, realizzati in acciaio resiliente alle basse temperature, saranno installati su una sella in acciaio e poggiati su apposite strutture di fondazione.
- Area dei vaporizzatori o rigassificatori, costituita da 40 vaporizzatori del tipo "ad aria" in grado di portare il GNL da una temperatura di  $-160^{\circ}\text{C}$  (stato liquido GNL) a  $-40^{\circ}\text{C}$  (stato gassoso METANO). I vaporizzatori ad aria non necessitano di alcun tipo di riscaldamento meccanico e sono caratterizzati da un potenziale massimo di vaporizzazione pari a 100.000 mc/h (ovvero 832 mln di mc/anno).
- Nelle "Baie di Carico" le autocisterne, dotate anch'esse di serbatoi criogenici, effettueranno il rifornimento per il trasporto del GNL nelle zone della Sardegna attualmente non servite dalla rete di trasporto del gas metano.
- Sistema per il recupero dei gas (BOG – "Boil off gas"), prodotti in seguito al riscaldamento del GNL durante le operazioni di carico, travaso e trasporto.
- Sistema di rilascio torcia, previsto per raccogliere e smaltire in sicurezza, e solo in condizioni di emergenza, gli scarichi accidentalmente prodotti dalla linee di spurgo e dalle valvole di protezione (PSU).





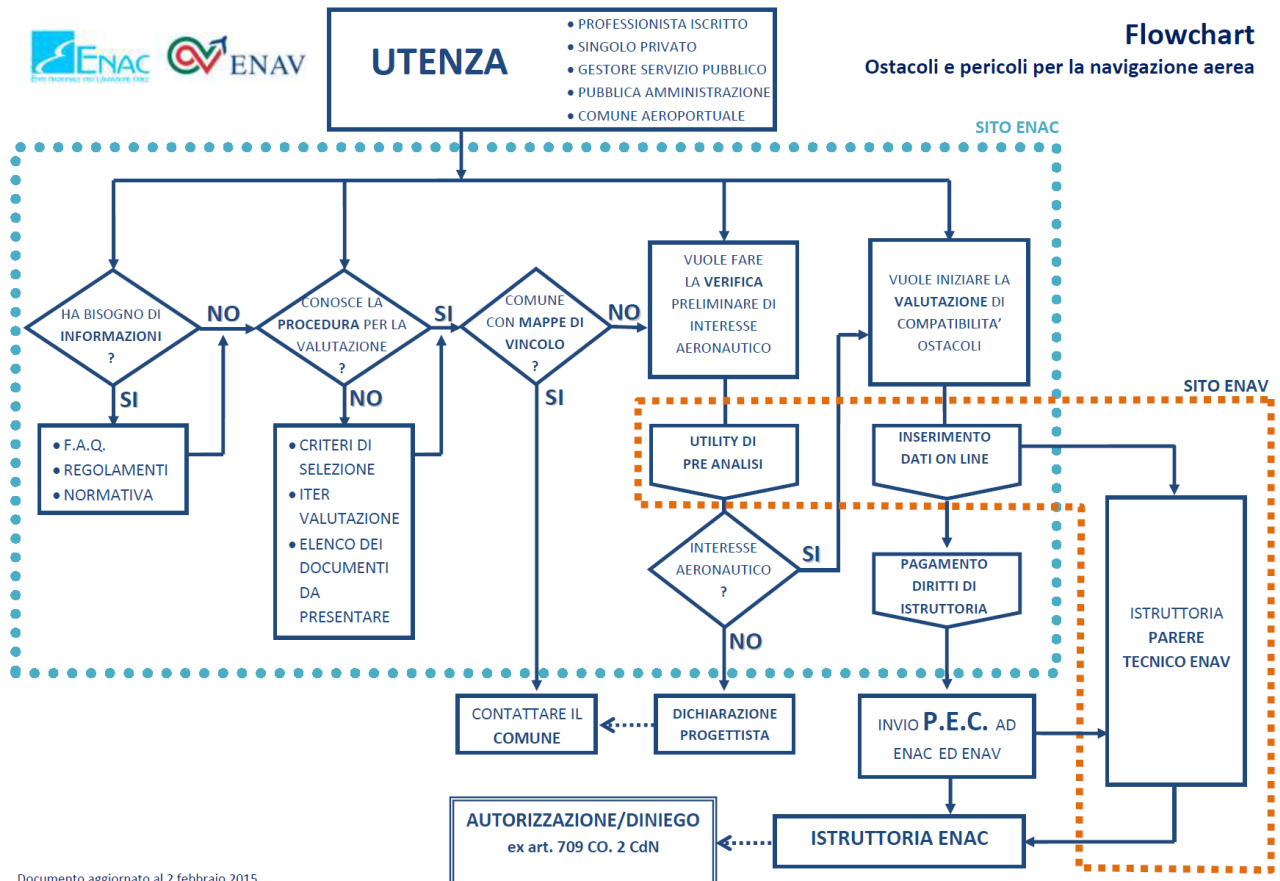
- Il rilascio del Boil off attraverso la torcia è previsto unicamente in casi di emergenza e manutenzione, con combustione del gas rilasciato in atmosfera al fine di minimizzare le emissioni di inquinanti e solamente nei casi in cui la rete cittadina non sia in grado di smaltirlo. Il sistema sarà composto essenzialmente da una torcia e un separatore (KO-DRUM) per la raccolta dell'eventuale frazione liquida presente e dalle tubazioni che inviano alla torcia gli scarichi provenienti dalle diverse apparecchiature del terminale.
- Stazione di misura fiscale, posizionata a valle dei vaporizzatori, in cui un sistema di controllo elettronico stabilirà la quantità di odorizzante necessaria, in base alle leggi vigenti, per uso domestico o simile. In essa inoltre il gas metano verrà arricchito da una miscela di mercaptani.

### **3 VERIFICA POTENZIALI OSTACOLI E PERICOLI PER LA NAVIGAZIONE AEREA**

---



La verifica preliminare per la valutazione dei potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea ha lo scopo di mettere in luce le eventuali criticità prima dell'avvio dell'iter valutativo per il rilascio dell'autorizzazione da parte dell'ENAC alla realizzazione del nuovo impianto.



Tale verifica parte dall'analisi delle "mappe di vincolo" (Art. 707 commi 1, 2, 3, 4 del Codice della Navigazione), pubblicate sul sito del Comune di Cagliari di cui si mostra uno stralcio nella figura seguente:

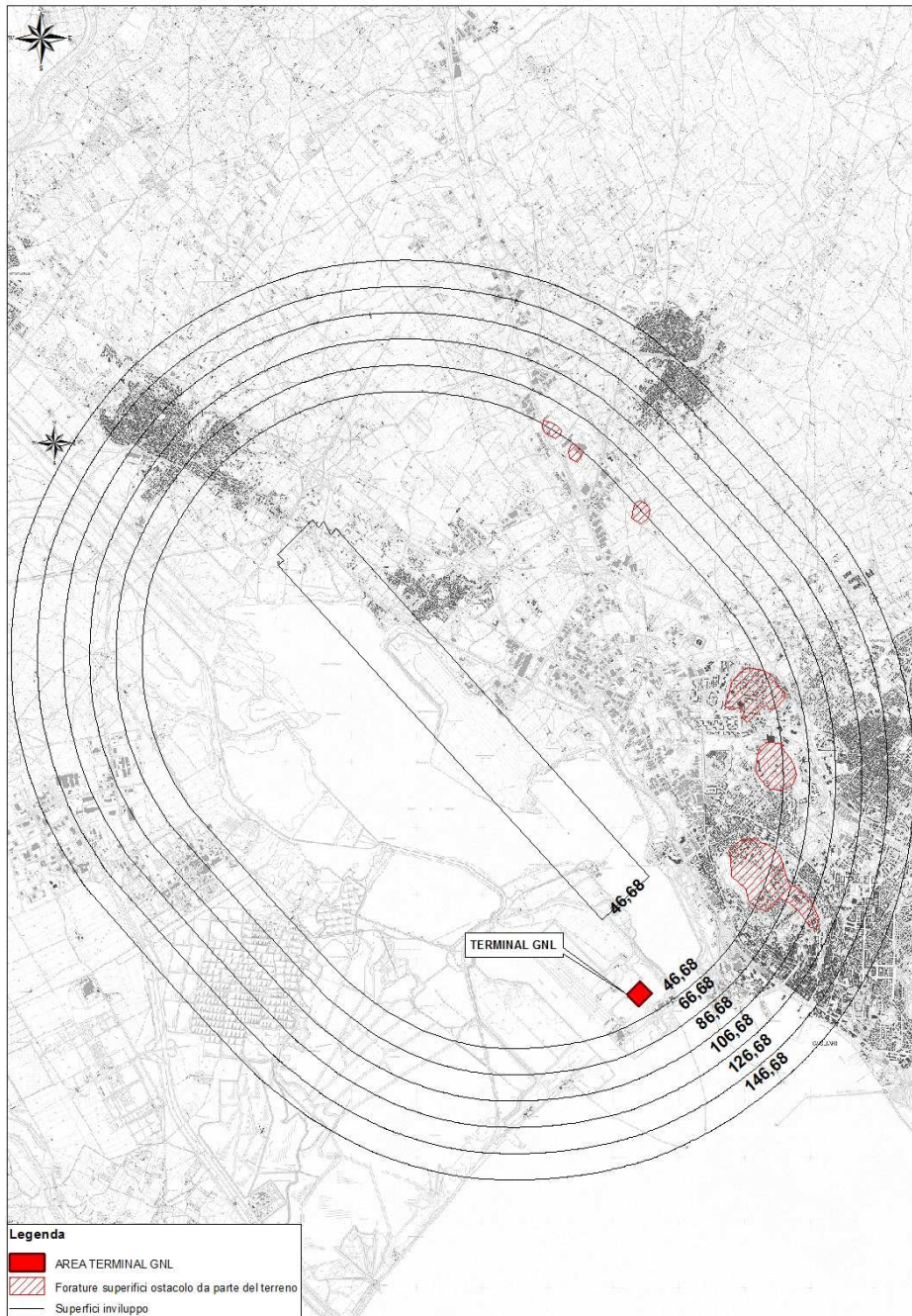


Figura 5 – Planimetria con indicazione delle aree soggette a restrizioni per la costruzione di discariche e ampie superfici riflettenti.

Si mostra poi la mappa catastale di dettaglio per la zona esaminata.



PROGETTO AUTORIZZATIVO  
TERMINAL GNL NEL PORTO CANALE DI CAGLIARI  
**VERIFICA PRELIMINARE DI INTERESSE  
AERONAUTICO**

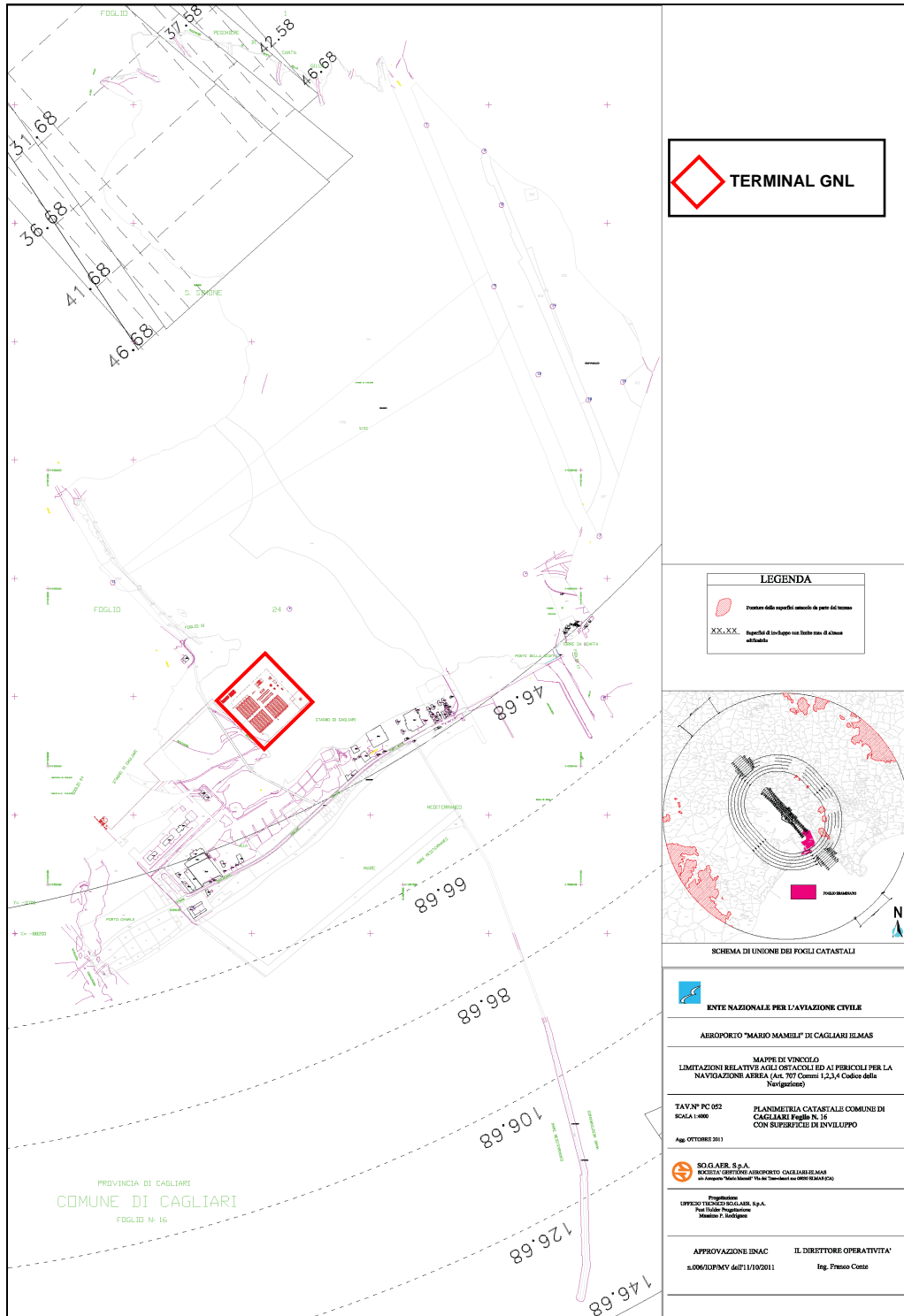


Figura 6 – Planimetria catastale Comune di Cagliari con superfici di inviluppo.



Dalle suddette figure si vede che l'area del terminal GNL ricade in un'area con quota entro 46,68 m, pertanto considerando che la torcia, l'elemento più alto previsto nell'impianto, ha una altezza massima pari a 35 m e che la quota assoluta nel punto in cui è prevista la sua realizzazione è pari a 3-4 m s.l.m., tale struttura risulta ammissibile.

$$(35 + 4) < 46,68$$

La procedura di verifica preliminare definita per la valutazione di compatibilità ostacoli pone come condizioni per l'avvio dell'iter valutativo da parte dell'ENAC che il nuovo impianto e/o manufatto da realizzarsi ricade in una delle seguenti casistiche:

1. Interferisca con specifici settori definiti per gli aeroporti civili con procedure strumentali;
2. Sia prossimo ad aeroporti civili privi di procedure strumentali;
3. Sia prossimo ad avio ed elisuperfici di pubblico interesse;
4. Sia di altezza uguale o superiore ai 100 m dal suolo o 45 m sull'acqua;
5. Interferisca con le aree degli apparati COM/NAV/RADAR (BRA – Building Restricted Areas – ICAO EUR DOC 015);
6. Costituisca, per la loro particolarità opere speciali – potenziali pericoli per la navigazione aerea (es: aerogeneratori, impianti fotovoltaici o edifici/strutture con caratteristiche costruttive potenzialmente riflettenti, impianti a biomassa, etc.).

In particolare per il Terminal GNL in progetto sono da considerarsi applicabili i punti n. 1 e n. 5.

### **3.1 Valutazione interferenze settori**

Per quanto riguarda il punto n. 1 è necessario prima di tutto definire i settori di interferenza e valutare eventuali sovrapposizioni con l'area del terminal in progetto:

- Settore 1: area rettangolare piana che comprende la pista e si estende longitudinalmente oltre i fine pista e relative zone di arresto (*stopway*) per una distanza di almeno 60 m o, se presenti, alla fine delle *clearways*, e simmetricamente rispetto all'asse pista per i 150 m (ampiezza complessiva 300 m).



Figura 7 – Definizione settore 1 di valutazione preliminare su ortofoto con indicazione sito in progetto.

Tutti i nuovi elementi progettuali che, indipendentemente dalla loro altezza, ricadono all'interno di tale settore devono essere sottoposti alla valutazione ostacoli e pericoli per la navigazione dell'ENAC.

- **Settore 2:** piano inclinato, definito per ogni direzione di decollo e atterraggio, che si estende dai bordi del Settore 1 avente le seguenti caratteristiche: bordo interno di larghezza ed elevazione pari a quelle del Settore 1 dal quale si origina (ovvero, quota del fine pista o, se presente, del bordo esterno della clearway), limiti laterali, aventi origine dalle estremità dei bordi del Settore 1, con una divergenza uniforme per ciascun lato del 15%; pendenza longitudinale valutata lungo il prolungamento dell'asse pista pari a 1.2%; lunghezza di 2.500 m.

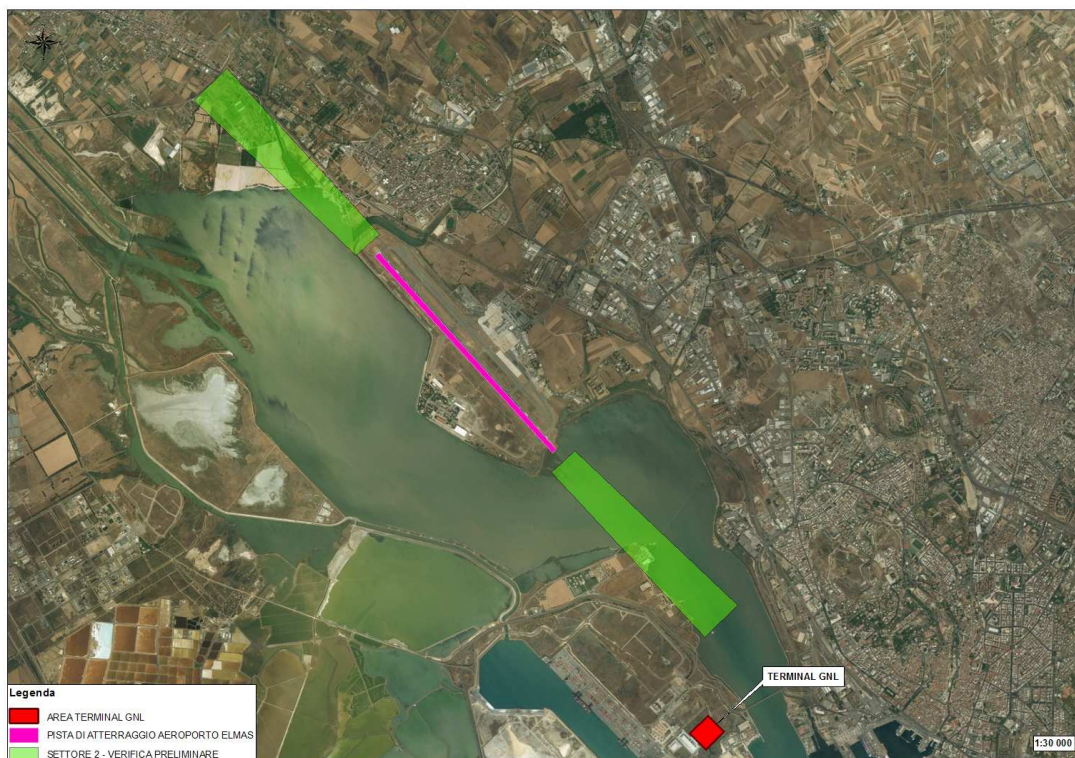


Figura 8 – Definizione settore 2 di valutazione preliminare su ortofoto con indicazione sito in progetto.

Tutti i nuovi impianti/manufatti/strutture che ricadono nei primi 1350 m del Settore 2, indipendentemente dalla loro altezza, anche se al di sotto del piano inclinato 1.2%, devono essere sottoposti alla valutazione ostacoli e pericoli per la navigazione dell'ENAC.

- Settore 3: piani inclinati che si estendono all'esterno dei Settori 1 e 2 aventi le seguenti caratteristiche: bordo interno di larghezza ed elevazione pari a quelle del Settore 1 dal quale si origina; limiti laterali costituiti dai bordi del Settore 2; pendenza longitudinale pari a 1.2%; lunghezza di 2.500 m dal bordo del Settore 1.

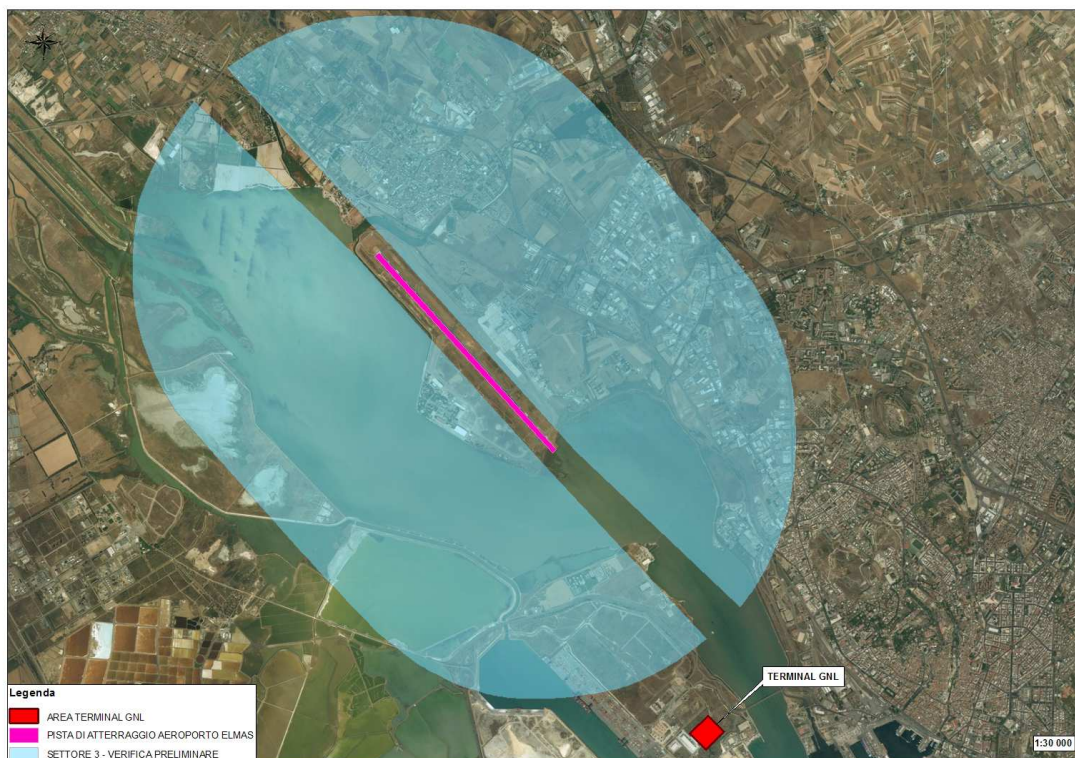


Figura 9 - Definizione settore 3 di valutazione preliminare su ortofoto con indicazione sito in progetto.

Tutti i nuovi impianti/manufatti/strutture che ricadono nei primi 200 m del Settore 3, indipendentemente dalla loro altezza, anche se al di sotto del piano inclinato 1.2%, devono essere sottoposti alla valutazione ostacoli e pericoli per la navigazione dell'ENAC.



- **Settore 4:** superficie orizzontale posta ad una altezza di 30 m sulla quota della soglia pista più bassa (THR) dell'aeroporto di riferimento, di forma circolare con raggio di 15 km centrato sull'ARP (Aerodrome Reference Point – dato rilevabile dall'AIP-Italia) che si estende all'esterno dei Settori 2 e 3.

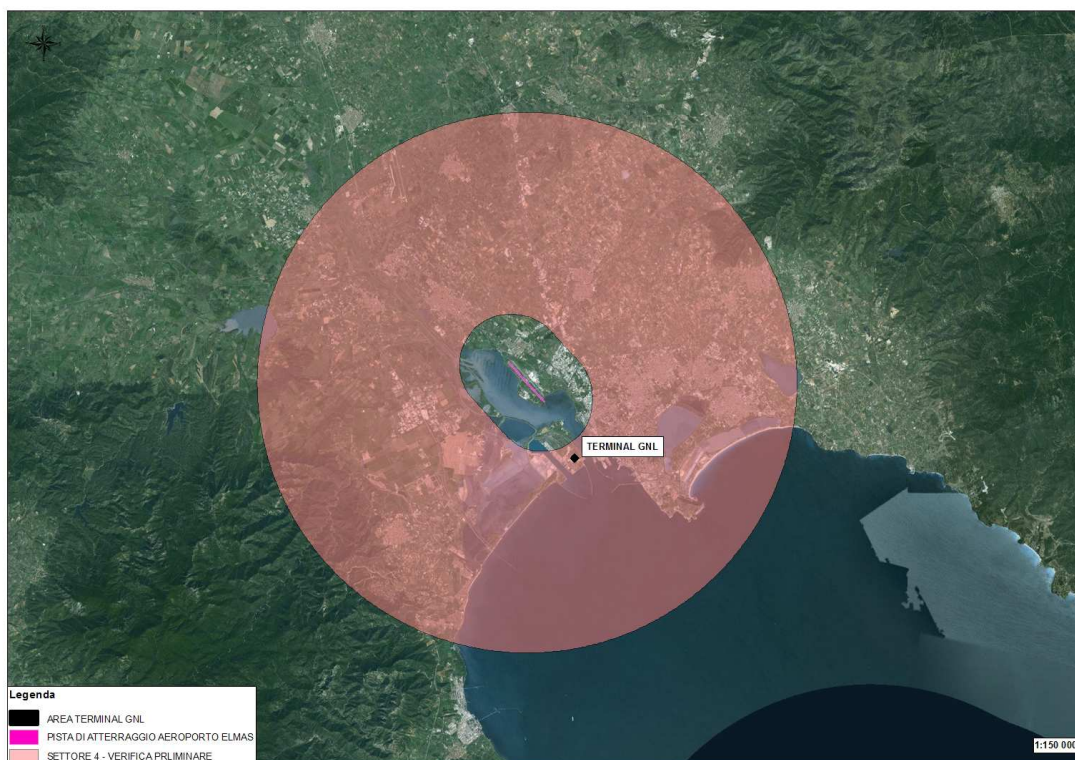


Figura 10 - Definizione settore 4 di valutazione preliminare su ortofoto con indicazione sito in progetto.

Tutti i nuovi impianti/manufatti/strutture che penetrano la superficie sopra descritta devono essere sottoposti alla valutazione ostacoli e pericoli per la navigazione dell'ENAC.

- **Settore 5:** area circolare con centro nell'ARP (Aerodrome Reference Point – dato rilevabile dall'AIP-Italia) che si estende all'esterno del Settore 4 fino ad una distanza di 45 km. Nell'ambito di tale settore devono essere sottoposti all'iter valutativo i nuovi impianti/manufatti e le strutture con altezza dal suolo (AGL) uguale o superiore a 45 m o 60 m se situati entro centri abitati.

In base a quest'ultimo criterio si possono escludere interferenze sul settore 5 a meno di trovarsi al di sotto della quota massima di 45 m.

Nell'immagine successiva si può vedere la superficie occupata dal settore 5.

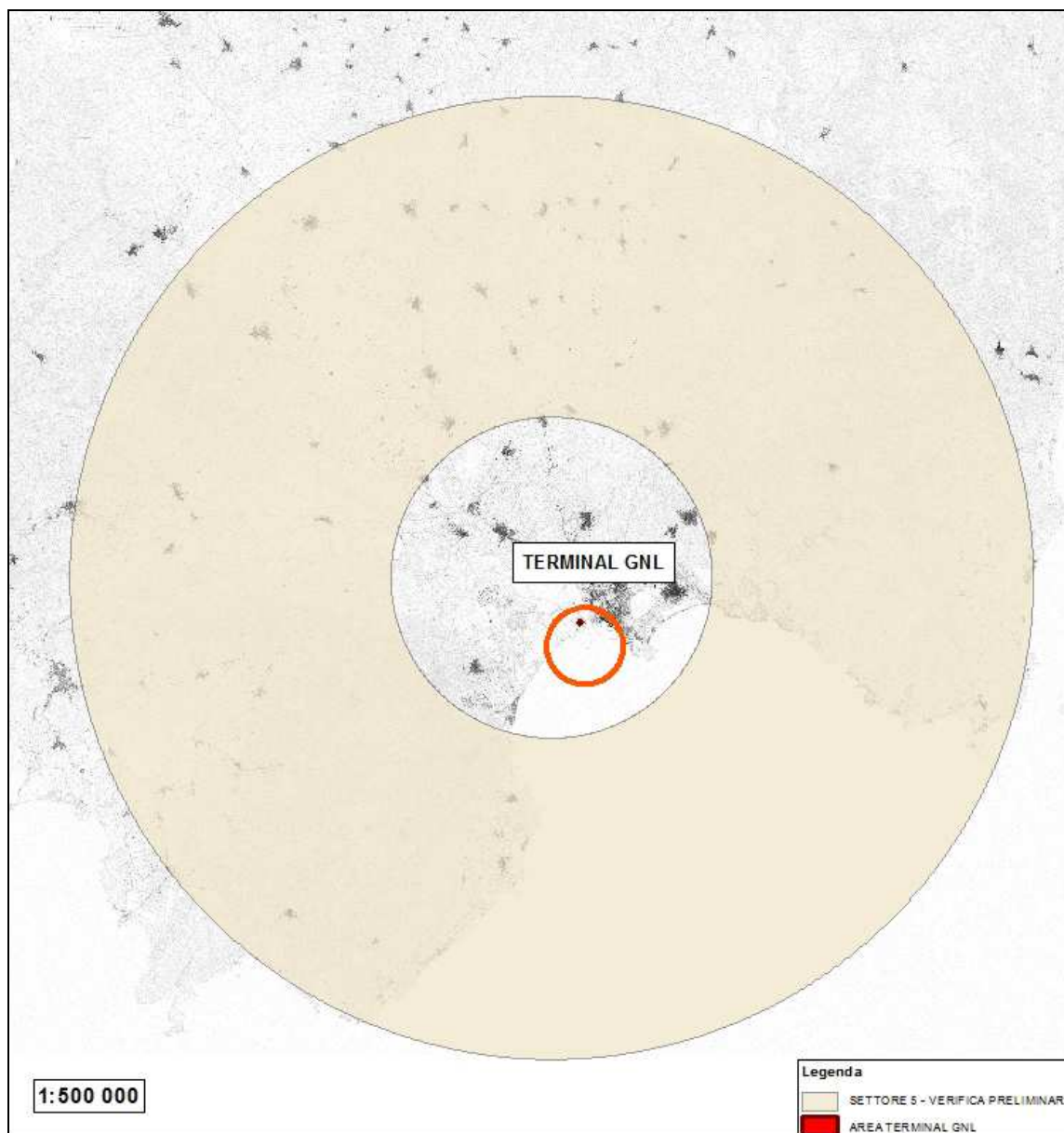


Figura 11 - Definizione settore 5 di valutazione preliminare su base aerofotogrammetrica con indicazione del sito in progetto.

Considerando tutti criteri di selezione, il settore n. 4 risulta essere quello più restrittivo per l'impianto in progetto. Esso infatti stabilisce che la quota massima che devono avere impianti, manufatti o strutture facenti parte del Terminal dev'essere inferiore ai 30



m. La verifica preliminare condotta mostra che il Terminal interferisce con il Settore 4 poiché il suo elemento costitutivo più alto, la Torcia, ha un'altezza di 35 m.

Ora posto che la quota massima raggiunta (quota manufatto + quota assoluta s.l.m.) è pari a circa 38 m, essa è maggiore della quota limite del Settore 4.

Per una maggiore sicurezza nella richiesta di avvio dell'iter autorizzativo all'ENAC e allo scopo di confrontare i risultati degli accertamenti effettuati, è stata fatta un'ulteriore verifica mediante l'utility di pre-analisi a disposizione sul sito dell'ENAV S.p.A.

Il risultato dell'applicazione di tale utility conferma i risultati della verifica preliminare susposta come si può vedere dall'immagine estrapolata seguente:



Figura 12 – Risultato verifica mediante utility di pre-analisi del sito ENAV S.p.A.

### 3.2 Valutazione interferenza BRA – Buildings Restricted Areas

La procedura messa a punto dall'ICAO per la definizione delle aree di protezione, denominate “Building Restricted Areas” ha lo scopo di garantire la propagazione del segnale radioelettrico emesso dagli apparati CNR (Comunicazione, Navigazione e Radar) installati all'interno e/o all'esterno degli aeroporti.



La metodologia descritta nel seguito prevede che gli oggetti che interferiscono con le suddette BRA debbano essere sottoposti a una dettagliata analisi, in quanto potenziali cause di disturbo ai segnali emessi dagli apparati aeronautici.

Nel seguito verranno descritte le caratteristiche geometriche e i risultati delle verifiche applicate al nostro caso specifico.

In particolare i sistemi aeronautici presi in considerazione si distinguono in due categorie principali: gli apparati omnidirezionali e gli apparati direzionali.

Tra gli apparati Omnidirezionali vengono valutati:

- DME N
- VOR (CVOR e DVOR)
- Direction Finder
- NDB
- Markers (MM, OM)
- VHF Communication (TBT)
- GBAS (VDB& Receiver Stations)
- VDB
- PSR (Primary Radar)
- SSR (Secondary Radar)

Tra gli apparati Direzionali vengono valutati:

- ILS LLZ (Localizer)
- ILS GP (Glide – Path)
- MLS (Azimuth & Elevation)
- DME direzionale

### **3.2.1 Apparati omniderazionali**

La superficie per gli apparati omnidirezionali è costituita da un cilindro di base, da un cono e da un cilindro più grande posto ad un'altezza  $h$ , come rappresentato in figura:

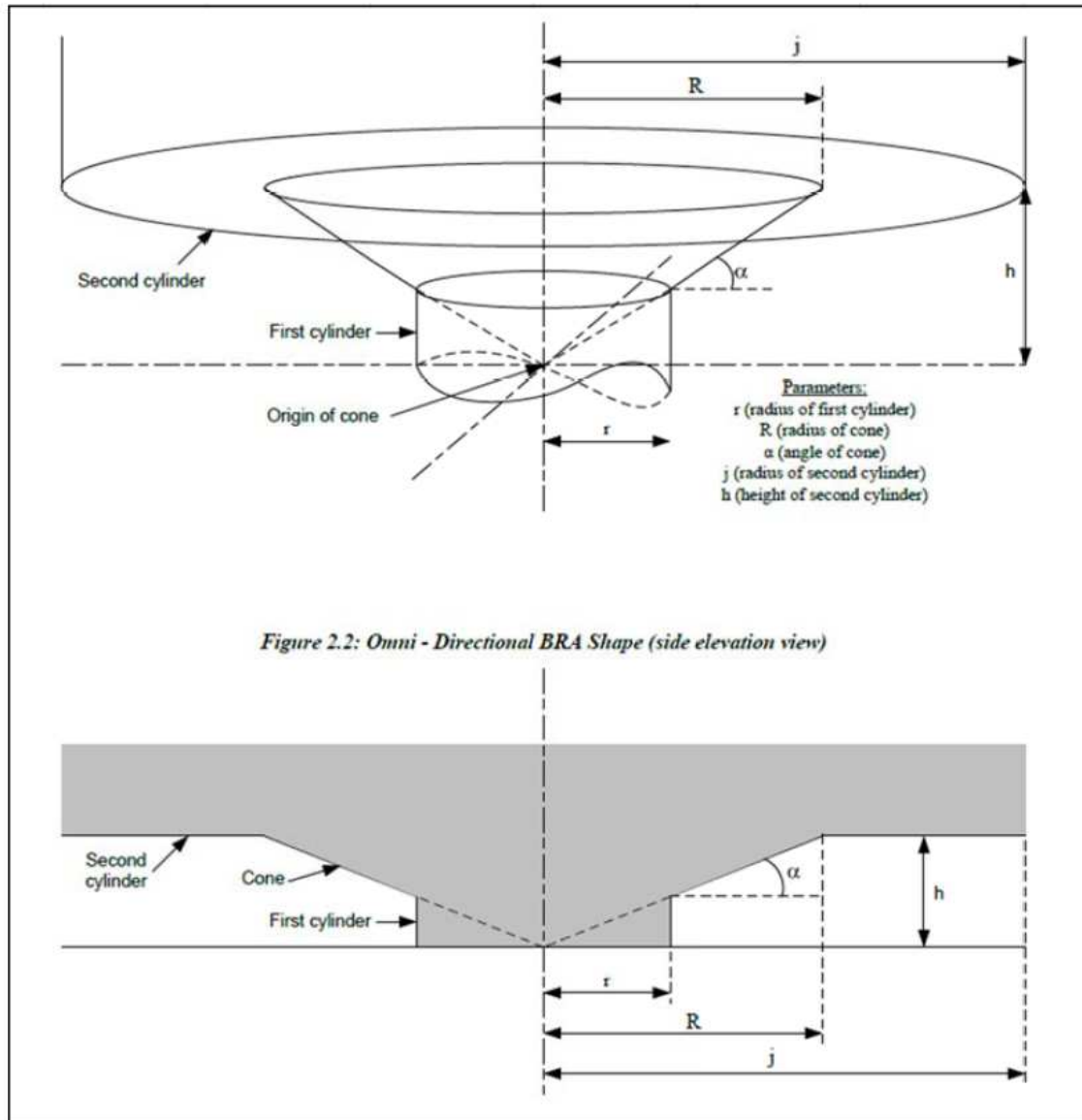


Figura 13 – BRA per apparati omnidirezionali

Sia il cilindro di base che il cono hanno origine dalla posizione dell'impianto a partire dalla quota del terreno.

I parametri di costruzione delle BRA per gli apparati omnidirezionali sono i seguenti:



Type of navigation facilities	Radius (r - Cylinder) (m)	Alpha (a - cone) (°)	Radius (R- Cone) (m)	Radius (j - Cylinder) (m) Wind turbine(s) only	Height of cylinder j (h -height) (m) Wind turbine(s) only	Origin of cone and axis of cylinders
DME N	300	1.0	3000	N/A	N/A	Base of antenna at ground level
CVOR	600	1.0	3000	15000	52	Centre of antenna system at ground level
DVOR	600	1.0	3000	10000	52	Centre of antenna system at ground level
Direction Finder (DF)	500	1.0	3000	10000	52	Base of antenna at ground level
Markers	50	20.0	200	N/A	N/A	Base of antenna at ground level
NDB	200	5.0	1000	N/A	N/A	Base of antenna at ground level
GBAS ground Reference receiver	400	3.0	3000	N/A	N/A	Base of antenna at ground level
GBAS VDB station	300	0.9	3000	N/A	N/A	Base of antenna at ground level
VDB station monitoring station	400	3.0	3000	N/A	N/A	Base of antenna at ground level

Type of communication facilities	Alpha (a - cone) (°)	Radius (R- cone) (m)	Radius (r - cylinder) (m)	Origin of cone
VHF Communication Tx	1.0	2000	300	Base of antenna at ground level
VHF Communication Rx	1.0	2000	300	Base of antenna at ground level

Tabella 1 – Parametrici costruttivi BRA apparati omnidirezionali

Le verifiche attraverso la costruzione delle BRA sono state fatte per gli strumenti specifici in dotazione all'aeroporto Mario Mamei di Elmas (Cagliari) ovvero quelli indicati nella tabella seguente:



PROGETTO AUTORIZZATIVO  
TERMINAL GNL NEL PORTO CANALE DI CAGLIARI

VERIFICA PRELIMINARE DI INTERESSE  
AERONAUTICO

D\_01\_ES\_15\_AER\_R00

Pag. 22 di 42

MAGGIO 2017

Tipo di radioassistenza Type of aid CAT di/of ILS (VAR ILS/VOR)	ID	FREQ	Orario Operational hours	Coordinate antenna site coordinates (WGS84)	Elevazione antenna DME Elevation of DME antenna	Copertura operativa nominale Limitazioni Designated operational coverage Limitations	Note Remarks
1	2	3	4	5	6	7	8
VOR/DME (1° E-2010.1)	CAG	113.40 MHZ CH 81X	VOR H24 DME H24	VOR 39°14'56.3"N 009°03'14.6"E DME 39°14'55.8"N 009°03'14.3"E	13 M AMSL	25 NM/40000 FT Settore/Sector 340°/020°: 50 NM/40000 FT limitazioni a/limitations at 25 NM 015°/110° MRA 12000 FT 110°/165° MRA 4000 FT 165°/275° MRA 12000 FT 275°/315° MRA 8000 FT 315°/360° MRA 5500 FT 360°/015° MRA 7000 FT	1) MAINT VOR: Primo/first WED di/ of JAN, MAR, MAY, JUL, SEP, NOV; 0900-1100 (0800- 1000) 2) MAINT DME: Primo/first WED di ogni mese/of each month: 0900-1100 (0800-1000)
NDB	CAL	316.00 KHZ	H24	39°14'35.9"N 009°03'32.2"E	NIL	30 NM limitazioni a/limitations at 30 NM 091°/179° MRA 5200 FT 180°/210° MRA 5600 FT 211°/270° MRA 6500 FT 271°/300° MRA 6000 FT 301°/350° MRA 6500 FT 351°/090° MRA 7000 FT	1) MAINT: Primo MON di/First MON of MAR, JUN, SEP and DEC: 0900-1100 (0800- 1000)
DVOR/DME (1° E-2005.0)	CAR	115.10 MHZ CH 98X	DVOR H24 DME H24	DVOR 39°06'40.9"N 009°30'28.9"E DME 39°06'40.9"N 009°30'29.4"E	52 M AMSL	255°/315° 80 NM/50000 FT 315°/015° 100 NM/50000 FT 015°/255° 130 NM/50000 FT limitazioni a/limitations at 40 NM 030°/050° MRA 8000 FT 050°/130° MRA 2000 FT 130°/150° MRA 8000 FT 150°/240° MRA 2000 FT 240°/290° MRA 6000 FT 290°/330° MRA 18000 FT 330°/030° MRA 21000 FT	1) MAINT: Secondo THU di ogni mese / second THU every month: 0830-1000 (0730- 0900)
NDB	CAR	402.00 KHZ	H24	39°06'41.8"N 009°30'32.8"E	NIL	100 NM limitazioni a/limitations at 50 NM 040°/240° MRA 2000 FT 240°/300° MRA 6000 FT 300°/360° MRA 15000 FT 360°/040° MRA 6000 FT	1) MAINT: Secondo WED di ogni mese / second WED each month: 0900-1100 (0800- 1000)
TACAN	DEC	CH 19X	H24	39°22'51.9"N 008°57'56.4"E	59 M AMSL	200 NM/60000 FT limitazioni a/limitations at 40 NM 000°/130° MRA 10000 FT 130°/170° MRA 6000 FT 170°/310° MRA 17000 FT 310°/360° MRA 6000 FT	1) MAINT: Tutti SAT/ every SAT: 0900-1000 (0800-0900)
NDB	DEC	331.00 KHZ	H24	39°21'49.4"N 008°58'26.5"E	NIL	50 NM limitazioni entro/limitations within 50 NM 000°/120° MRA 17000 FT 120°/180° MRA 2000 FT 180°/310° MRA 17000 FT 310°/360° MRA 6000 FT	1) MAINT: Ogni FRI /every FRI 0900-1000 (0800- 0900)
ILS RWY 32 LOC CAT I (1° E-2010.1)	IEL	109.50 MHZ	H24	39°15'43.3"N 009°02'31.4"E	NIL	limitazioni oltre/limitations beyond 17 NM MRA 4000 FT	1) LOC: Fascio posteriore non utilizzabile/ back beam not usable
DME-P	IEL	CH 32X	H24	39°14'36.2"N 009°03'40.5"E	4 M AMSL	NIL	1)Utilizzabile solo all'interno della copertura ILS/ Usable only within ILS coverage 2)Funzionalità Final approach non utilizzabile. Per maggiori informazioni vedi GEN 3.4/Final approach mode not usable. For more information see GEN 3.4
GP	-	332.60 MHZ	H24	39°14'36.2"N 009°03'40.5"E	NIL	NIL	Slope 3° RDH:17.50 M
OM	-	75.00 MHZ	H24	39°12'52.6"N 009°05'49.8"E	NIL	NIL	NIL
MM	-	75.00 MHZ	H24	39°14'09.8"N 009°04'19.7"E	NIL	NIL	NIL

Tabella 2 – Radioassistenze alla navigazione e all'atterraggio in dotazione all'aeroporto di Cagliari – Elmas.



Id	nome	coord_x	coord_y	quota_slm	tipo	r	alfa	R_1	j	h
1	VHF/UHF	1504758,11	4344133,05	2,00	omnidirezionali	300	1	2000		
2	VOR	1504665,01	4344480,57	3,00	omnidirezionali	600	1	3000	15000	52
3	DME	1504657,50	4344465,38	3,00	omnidirezionali	300	1	3000		
4	NDB - CAL	1505086,98	4343852,04	1,00	omnidirezionali	200	5	1000		
5	NDB - DEC	1497762,47	4357214,74	30,00	omnidirezionali	200	5	1000		
6	OM	1508388,70	4340670,57	2,00	omnidirezionali	50	20	200		
7	MM	1506226,14	4343048,44	1,00	omnidirezionali	50	20	200		

Tabella 3 – Parametri costruttivi BRA per gli apparati omnidirezionali in dotazione all'aeroporto di Elmas

Nella tabella n. 3 sono riassunti tutti gli apparati omnidirezionali in dotazione al comune con associati i parametri costruttivi delle BRA specifici per ciascun apparato utilizzati per le verifiche.

Per la verifica si applica la metodologia costruttiva a ogni singolo apparato.

#### Verifica n. 1 – VHF/UHF

Al fine di verificare che l'impianto/manufatto/struttura in progetto non interferisca con l'area di protezione (BRA) dell'apparato omnidirezionale VHF/UHF sono stati costruiti due volumi:

- 1 cilindro con quota di base quella del terreno in corrispondenza del punto in cui è installato lo strumento e raggio 300 m;
- 1 cono che quota di base pari a quella del cilindro, raggio pari a 2000 e altezza  $h = R \cdot \sin(\text{alfa}) = 34,9$  m.



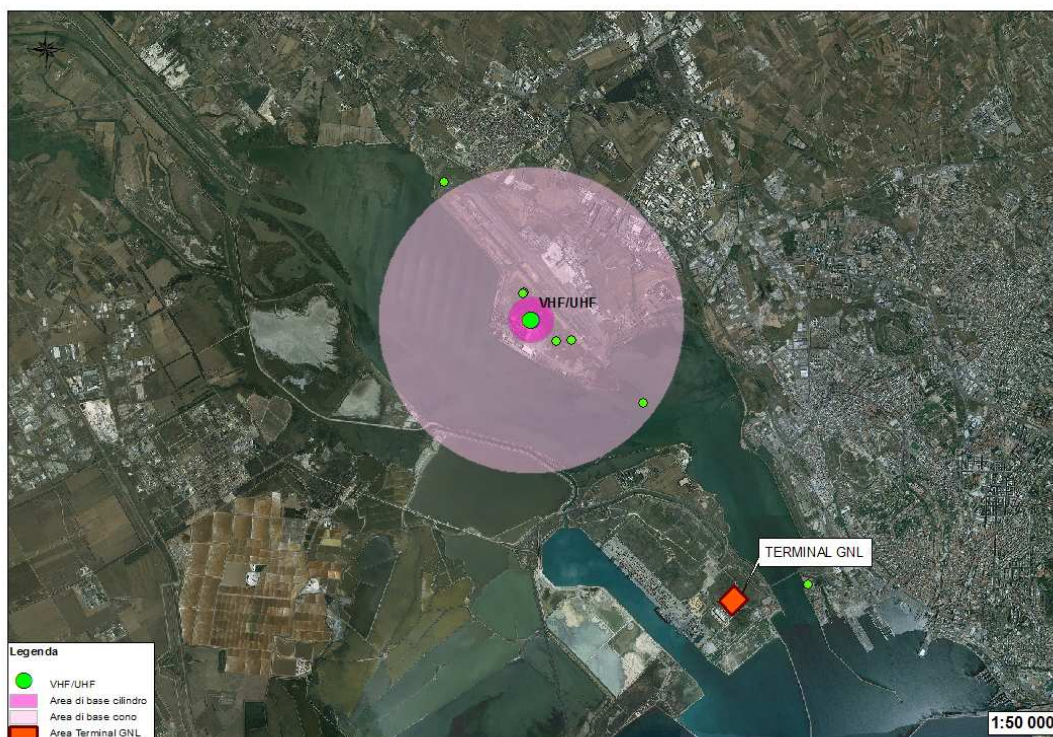


Figura 14 – BRA relative all'apparato VHF-UHF (radiofaro omnidirezionale)

La Figura 14 mostra che l'area del Terminal non interferisce con la BRA dello strumento specificato.

### Verifica n. 2 – VOR

Al fine di verificare che l'impianto/manufatto/struttura in progetto non interferisca con l'area di protezione (BRA) dell'apparato omnidirezionale VOR sono stati costruiti due volumi:

- 1 cilindro con quota di base quella del terreno in corrispondenza del punto in cui è installato lo strumento e raggio 600 m;
- 1 cono che quota di base pari a quella del cilindro, raggio pari a 3000 e altezza  $h=52$  m;
- 1 cilindro con quota base pari all'altezza del cono ovvero 52 m e raggio pari a 15.000 m.

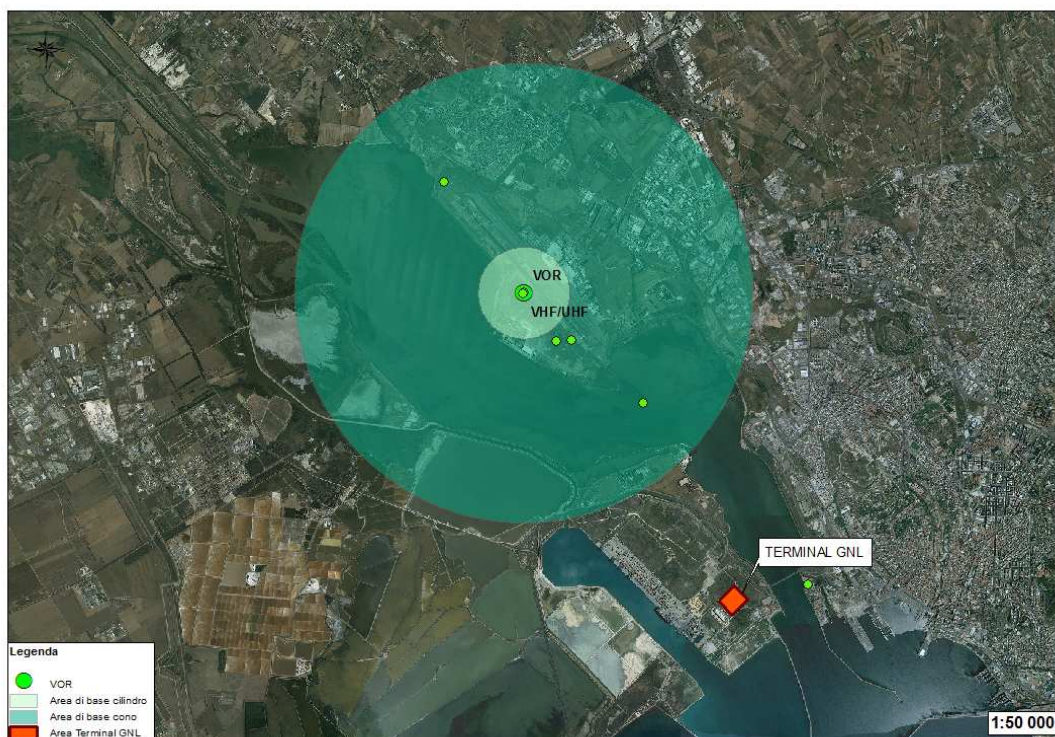


Figura 15 - BRA relative all'apparato omnidirezionale VOR

La figura 15 mostra che l'area del Terminal non interferisce con la BRA dello strumento specificato.

### Verifica n. 3 – DME

Al fine di verificare che l'impianto/manufatto/struttura in progetto non interferisca con l'area di protezione (BRA) dell'apparato omnidirezionale DME sono stati costruiti due volumi:

- 1 cilindro con quota di base quella del terreno in corrispondenza del punto in cui è installato lo strumento e raggio 300 m;
- 1 cono che quota di base pari a quella del cilindro, raggio pari a 3000 e altezza  $h = R \cdot \sin(\alpha) = 52$  m.

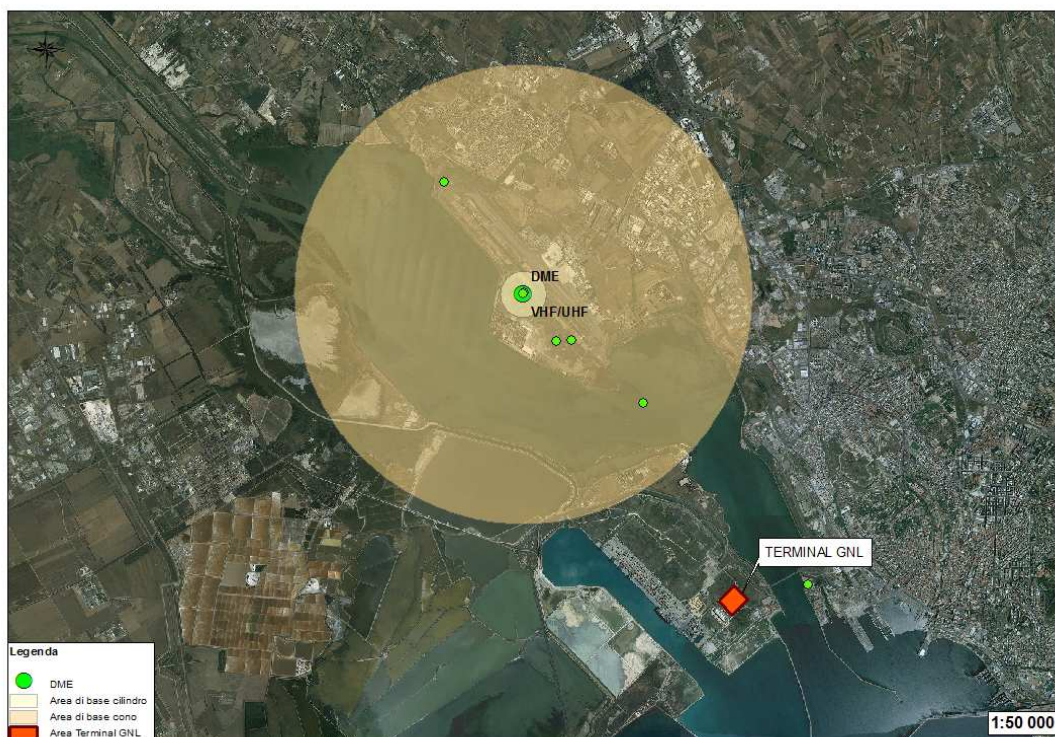


Figura 16 - BRA relative all'apparato omnidirezionale DME (apparato di misurazione della distanza)

La figura 16 mostra che l'area del Terminal ricade fuori dalla BRA dello strumento specificato.

#### Verifica n. 4 – NDB-CAL

Al fine di verificare che l'impianto/manufatto/struttura in progetto non interferisca con l'area di protezione (BRA) dell'apparato omnidirezionale DME sono stati costruiti due volumi:

- 1 cilindro con quota di base quella del terreno in corrispondenza del punto in cui è installato lo strumento e raggio 200 m;
- 1 cono che quota di base pari a quella del cilindro, raggio pari a 1000 e altezza  $h = R \cdot \sin(\alpha) = 87,16$  m.

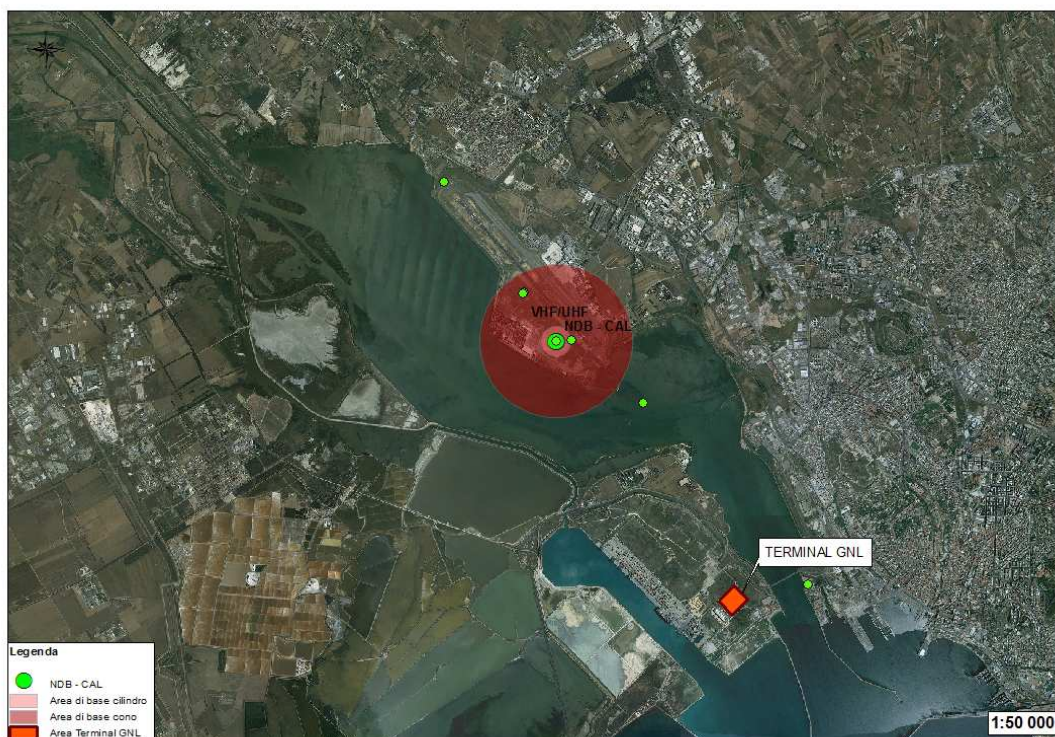


Figura 17 - BRA relative all'apparato omnidirezionale NDB-CAL

La figura 17 mostra che l'area del Terminal ricade fuori dalla BRA dello strumento specificato.

### Verifica n. 5 – NDB-DEC

Al fine di verificare che l'impianto/manufatto/struttura in progetto non interferisca con l'area di protezione (BRA) dell'apparato omnidirezionale DME sono stati costruiti due volumi:

- 1 cilindro con quota di base quella del terreno in corrispondenza del punto in cui è installato lo strumento e raggio 200 m;
- 1 cono che quota di base pari a quella del cilindro, raggio pari a 1000 e altezza  $h = R \cdot \sin(\alpha) = 87,16$  m.

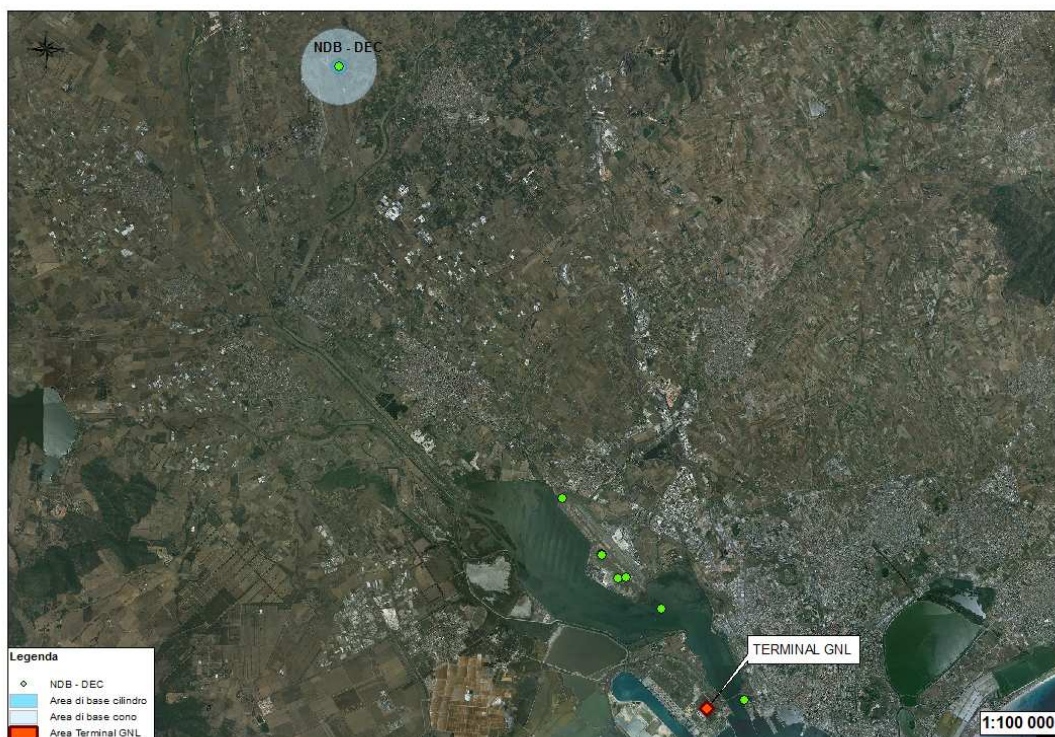


Figura 18 - BRA relative all'apparato omnidirezionale NDB-DEC

La figura 18 mostra che l'area del Terminal è molto distante dalla BRA dello strumento specificato.

#### Verifica n. 6 – MARKER OM

Al fine di verificare che l'impianto/manufatto/struttura in progetto non interferisca con l'area di protezione (BRA) dell'apparato omnidirezionale OM sono stati costruiti due volumi:

- 1 cilindro con quota di base quella del terreno in corrispondenza del punto in cui è installato lo strumento e raggio 50 m;
- 1 cono che quota di base pari a quella del cilindro, raggio pari a 200 e altezza  $h = R \cdot \sin(\alpha) = 68,40$  m.



Figura 19 - BRA relative all'apparato omnidirezionale marker OM

La figura 19 mostra che l'area del Terminal non ricade all'interno dell'area di protezione BRA dello strumento specificato.

#### Verifica n. 7 – MARKER MM

Al fine di verificare che l'impianto/manufatto/struttura in progetto non interferisca con l'area di protezione (BRA) dell'apparato omnidirezionale MM sono stati costruiti due volumi:

- 1 cilindro con quota di base quella del terreno in corrispondenza del punto in cui è installato lo strumento e raggio 50 m;
- 1 cono che quota di base pari a quella del cilindro, raggio pari a 200 e altezza  $h = R \cdot \sin(\alpha) = 68,40$  m.

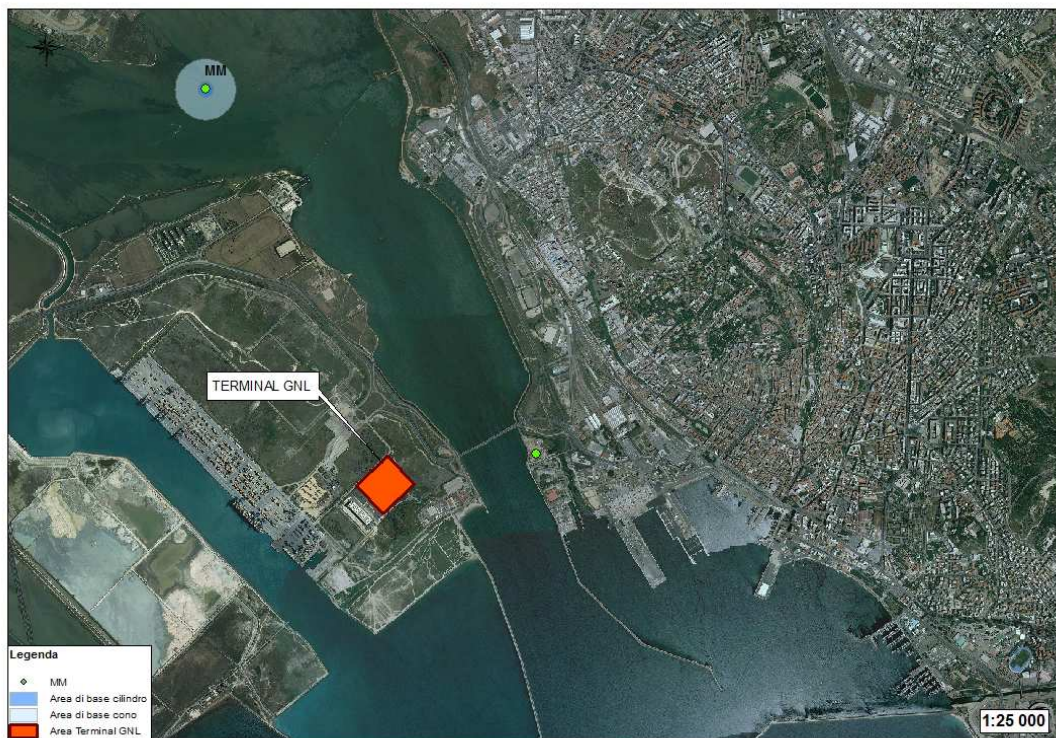


Figura 20 - BRA relative all'apparato omnidirezionale marker MM

La figura 20 mostra che l'area del Terminal è distante dalla BRA dello strumento specificato.

### 3.2.2 Apparati direzionali

La struttura delle superfici BRA relative agli apparati direzionali, più complessa di quella relativa agli apparati omnidirezionali è rappresentata nell'immagine seguente:

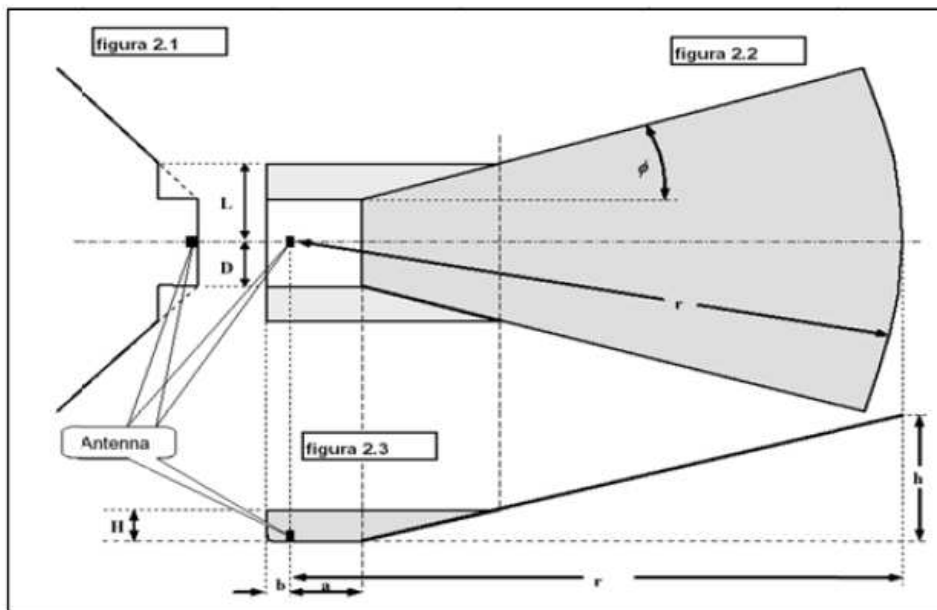


Figura 21 - BRA per apparati direzionali

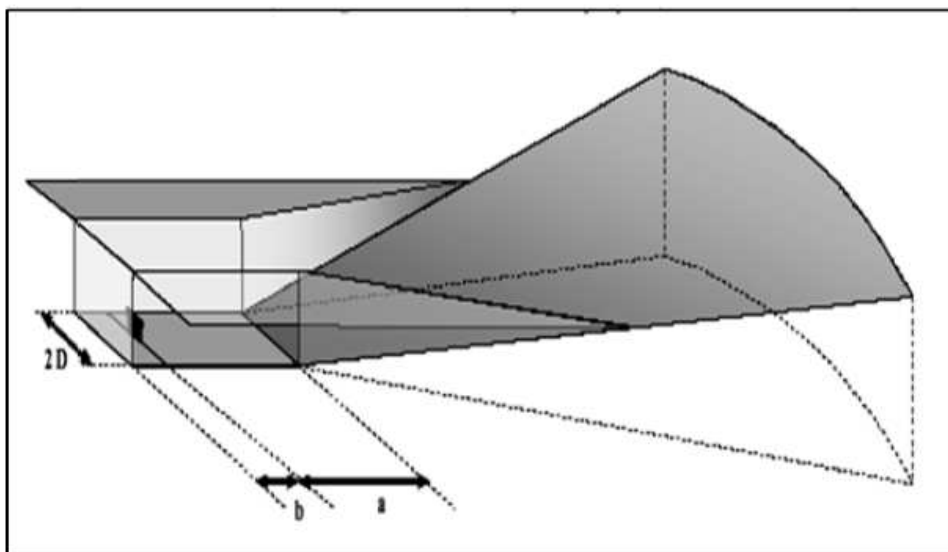


Figura 22 - BRA 3D per apparati direzionali





	1	2	3	4	5	6	7	8
Type of navigation facilities	A (m)	b (m)	h(m)	r (m)	D (m)	H (m)	L (m)	∅ (°)
ILS LLZ (medium aperture single frequency)	Distance to threshold	500	70	a+6000	500	10	2300	30
ILS LLZ (medium aperture dual frequency)	Distance to threshold	500	70	a+6000	500	20	1500	20
ILS GP M-Type (dual frequency)	800	50	70	6000	250	5	325	10
MLS AZ	Distance to threshold	20	70	a+6000	600	20	1500	40
MLS EL	300	20	70	6000	200	20	1500	40
DME (directional antennas)	Distance to threshold	20	70	a+6000	600	20	1500	40

Tabella 4 - Parametrici costruttivi BRA apparati direzionali

Id	nome	coord_x	coord_y	quota_slm	tipo	r	h	A	b	D	H_1	L	phi
8	ILS - IEL	1503628,40	4345929,10	2,00	direzionali	a+6000	70		500	500	20	1500	20
9	DME-P - IEL	1505285,88	4343861,59	1,00	direzionali	a+6000	70	800	20	600	20	1500	40
10	GP	1505285,88	4343861,59	1,00	direzionali	6000	70	800	50	250	5	325	10

Tabella 5 - Parametri costruttivi BRA per gli apparati omnidirezionali in dotazione all'aeroporto di Elmas

Nella tabella n. 5 sono definiti tutti gli apparati direzionali in dotazione al aeroporto di Cagliari Elmas con associati i parametri costruttivi delle BRA specifici per ciascun apparato utilizzati per le verifiche.

Per la verifica si applica la seguente metodologia costruttiva a ogni singolo apparato, ovvero si costruiscono:

- 1 Superficie rettangolare piana avente origine a una distanza b calcolata posteriormente alla posizione dell'antenna e terminante a una distanza A, entrambe prese in direzione della pista di atterraggio e una larghezza pari a due volte la dimensione D:  $S = (A+b) \times 2D$ ;

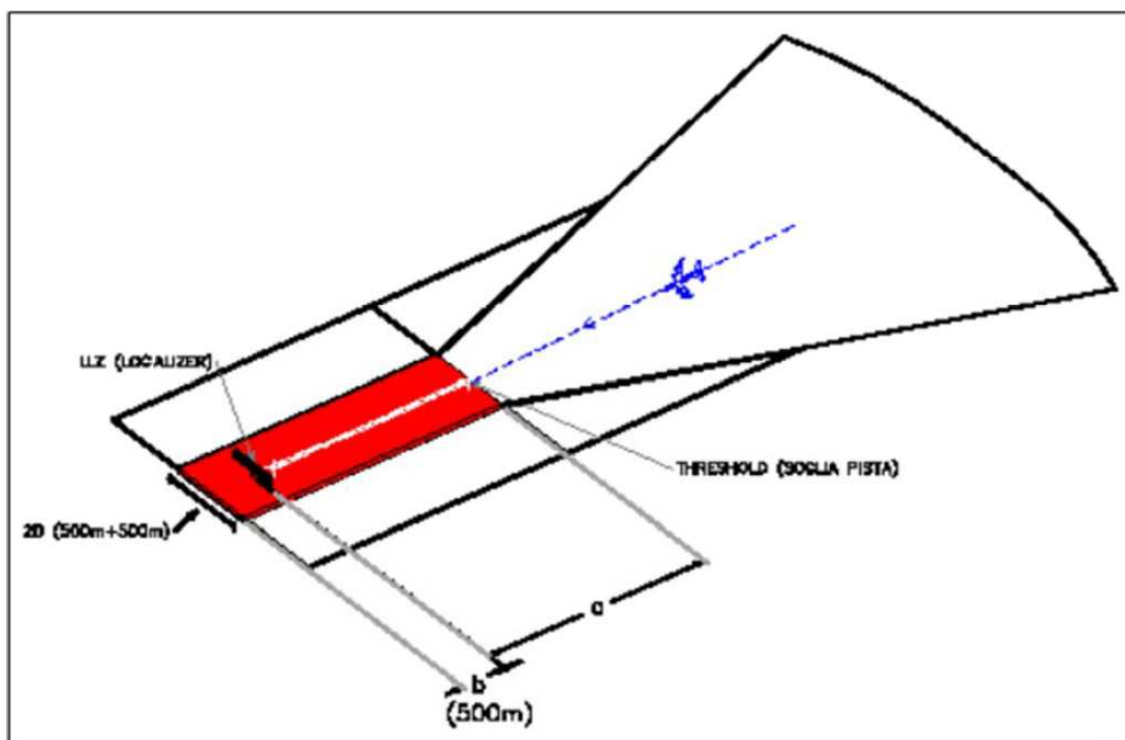


Figura 23 – Rappresentazione superficie rettangola piana per apparati direzionali

- 1 Superficie inclinata formata da una porzione di arco di cerchio di raggio  $r$  che ha origine a una distanza  $A$  dalla posizione dell'antenna (ovvero dalla soglia pista), presa nella direzione di atterraggio, e che si estende lateralmente con una divergenza uniforme per ciascun lato pari al valore dell'angolo  $\phi$ . L'inclinazione di tale piano è funzione dell'altezza  $h$ .

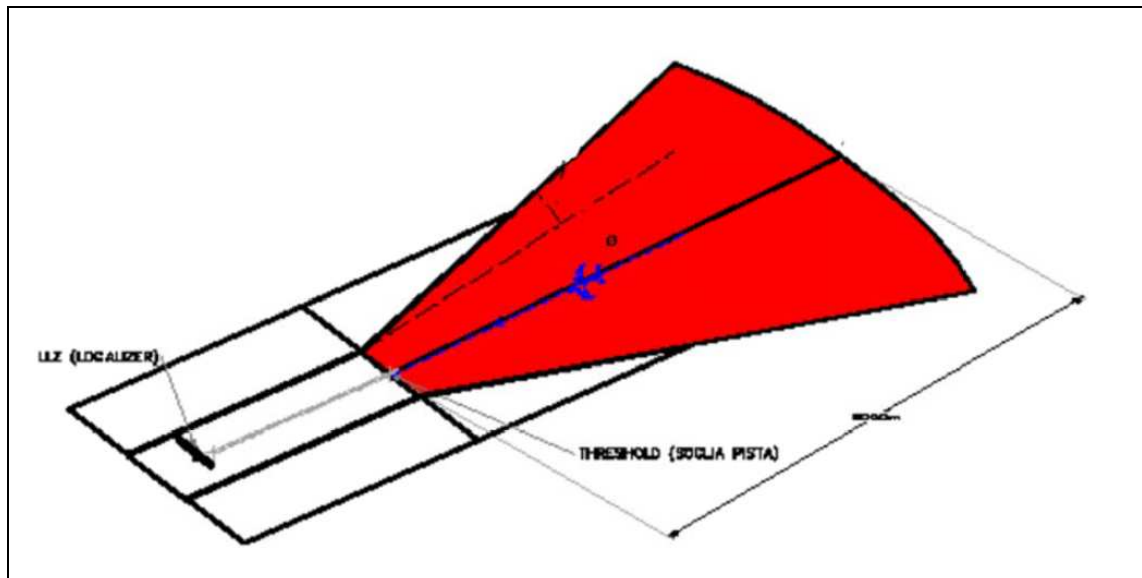


Figura 24 - Rappresentazione superficie piano inclinato per apparati direzionali

- 2 Superfici piane simmetriche rispetto alla superficie rettangolare piana ma poste rispetto ad essa ad una quota pari ad H. Tali superfici hanno i lati interni aventi la stessa estensione longitudinale della superficie rettangolare piana (ovvero pari a A+b) e i lati esterni proseguono fino a raccordarsi in pianta con il piano inclinato.

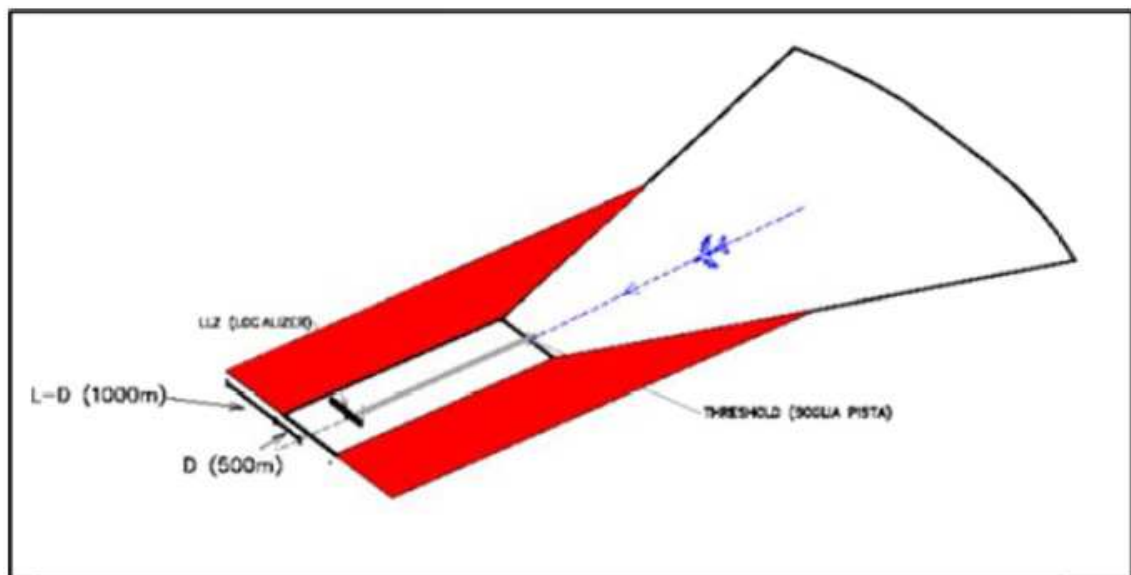


Figura 25 - Rappresentazione superfici laterali piane per apparati direzionali

Di seguito vengono esplicate le ultime verifiche relative agli apparati direzionali.

### Verifica n. 8 – ILS - IEL

Al fine di verificare che l'impianto/manufatto/struttura in progetto non interferisca con l'area di protezione (BRA) dell'apparato direzionale ILS - IEL sono state costruite le seguenti superfici:

- 1 superficie rettangolare piana (superficie A)
- 1 porzione di arco di cerchio inclinato (superficie B)
- 2 superfici piane laterali e simmetriche rispetto alla superficie A (superfici C)



Figura 26 - BRA relative all'apparato direzionale ILS-IEL (*instrument landing system ovvero sistema strumentale di atterraggio*)

Come si può vedere in figura 26 anche in questo caso l'area prevista per l'occupazione del terminal risulta al di fuori delle superfici di protezione relative all'apparato direzionale specificato.

### Verifica n. 9 – DME - IEL

Al fine di verificare che l'impianto/manufatto/struttura in progetto non interferisca con l'area di protezione (BRA) dell'apparato direzionale DME - IEL sono state costruite le seguenti superfici:

- 1 superficie rettangolare piana (superficie A)
- 1 porzione di arco di cerchio inclinato (superficie B)
- 2 superfici piane laterali e simmetriche rispetto alla superficie A (superfici C)



Figura 27 - BRA relative all'apparato direzionale DME P-IEL (apparato di misurazione della distanza)

Come si vede nella figura 27 stavolta l'area del Terminal GNL ricade planimetricamente all'interno di una delle superfici di protezione relative all'apparato direzionale DME P-IEL.

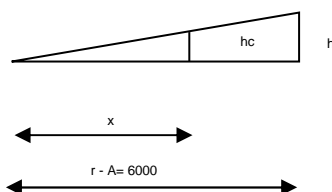
In questo caso pare necessario approfondire l'indagine allo scopo di escludere potenziali interferenze con l'apparato in questione.



Infatti, data l'inclinazione del piano, nota in funzione dell'altezza indicata  $h$ , sono stati ricavati degli archi di cerchio in funzione di diverse quote. Tale procedimento è volto a stabilire approssimativamente l'altezza critica  $h_c$  corrispondente in planimetria alla posizione del Terminal, in maniera tale da verificare che le altezze massime raggiungibili dagli elementi del terminal fossero minori di quella critica.

In particolare considerando che l'arco di cerchio massimo di raggio  $r = 6800$  corrisponde ad un piano inclinato avente lunghezza  $(r-A) = 6000$  m e un'altezza all'estremità pari a  $h = 70$  m, mediante una proporzione si può ricavare l'ascissa  $x$  corrispondente ad una ordinata  $y$  definita.

Dati



$$A = 800 \text{ m} \rightarrow r - A = 6000 \text{ m}$$

- $6000:70 = x:35 \rightarrow x = 3000 \rightarrow$  raggio del cerchio =  $x + A = 3800$  m
- $6000:70 = x:38 \rightarrow x = 3257,14 \rightarrow$  raggio del cerchio =  $x + A = 4057,14$  m
- $6000:70 = x:40 \rightarrow x = 3428,57 \rightarrow$  raggio del cerchio =  $x + A = 4228,57$  m

Di seguito si mostrano i risultati di questa valutazione:

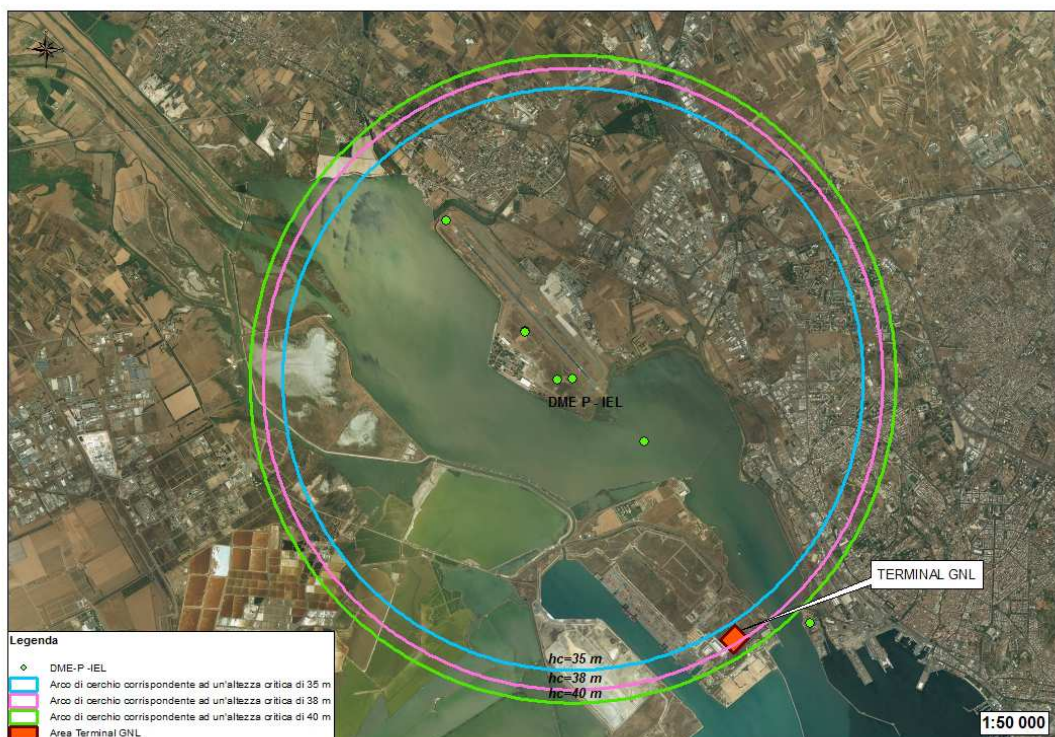


Figura 28 – Cerchi corrispondenti rispettivamente alle altezze critiche di 35, 38 e 40 m.

Da ciò si evince che tenendosi al di sotto della quota dei 35 m si ricade al di fuori dell'area di interferenza con l'apparato direzionale DME P.

### Verifica n. 10 - GP

Al fine di verificare che l'impianto/manufatto/struttura in progetto non interferisca con l'area di protezione (BRA) dell'apparato direzionale GP sono state costruite le seguenti superfici:

- 1 superficie rettangolare piana (superficie A)
- 1 porzione di arco di cerchio inclinato (superficie B)
- 2 superfici piane laterali e simmetriche rispetto alla superficie A (superfici C)



Figura 29 - BRA relative all'apparato direzionale GP

Come si vede nella figura 29 stavolta l'area del Terminal GNL ricade planimetricamente all'interno di una delle superfici di protezione relative all'apparato direzionale GP.

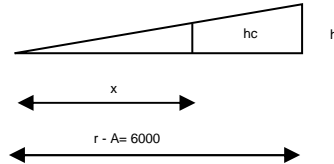
Anche in questo caso pare necessario approfondire l'indagine allo scopo di escludere potenziali interferenze con l'apparato in questione.

Infatti, data l'inclinazione del piano, nota in funzione dell'altezza indicata  $h$ , sono stati ricavati degli archi di cerchio in funzione di diverse quote. Tale procedimento è volto a stabilire approssimativamente l'altezza critica corrispondente in planimetria alla posizione del Terminal, in maniera tale da verificare che le altezze massime raggiungibili dagli elementi del terminal fossero minori di quella critica.

In particolare considerando che l'arco di cerchio massimo di raggio  $r = 6000$  m corrisponde ad un piano inclinato avente lunghezza  $(r-A) = 5200$  m e un'altezza all'estremità pari a  $h=70$  m, mediante una proporzione si può ricavare l'ascissa  $x$  corrispondente ad una ordinata  $y$  definita.



Dati



$A=800 \text{ m} \rightarrow r-A=5200 \text{ m}$

- $5200:70=x:35 \rightarrow x= 2600 \rightarrow$  raggio del cerchio =  $x + A= 3400 \text{ m}$
- $5200:70=x:40 \rightarrow x= 2971,43 \rightarrow$  raggio del cerchio =  $x + A= 3771,43 \text{ m}$

Di seguito si mostrano i risultati di questa valutazione:



Figura 30 - Cerchi corrispondenti rispettivamente alle altezze critiche di 35 e 40 m.

Da ciò si evince che tenendosi al di sotto della quota dei 40 m si ricade al di fuori dell'area di interferenza con l'apparato direzionale GP.



## 4 CONCLUSIONI

La verifica preliminare di interesse aeronautico, applicata al caso specifico della realizzazione di un terminal GNL, è stata condotta a partire dalla considerazione di due condizioni cardine per l'avvio dell'iter valutativo:

- Interferenza con specifici settori definiti per gli aeroporti civili con procedure strumentali;
- Interferenza con le aree degli apparati COM/NAV/RADAR (BRA – Building Restricted Areas – ICAO EUR DOC 015).

In sintesi le valutazioni effettuate hanno prodotto i seguenti risultati:

- Per quanto riguarda la valutazione dell'interferenza con i settori specifici per gli aeroporti civili con procedure strumentali, il sito in progetto è risultato ricadere all'interno del Settore 4 dell'aeroporto Cagliari Elmas. Di conseguenza il progetto è da sottoporre all'iter valutativo.
- Per quanto riguarda la valutazione dell'interferenza con le BRA – Building Restricted Areas, il sito in progetto a meno di alcune restrizioni relative alle quote (ovvero per quote al di sotto dei 35 m) non ricade nelle BRA relative gli apparati omnidirezionali né a quelle relative agli apparati direzionali, di conseguenza non interferisce con il loro funzionamento. I risultati delle valutazioni effettuati, argomentati nella presente relazione, sono rappresentati in maniera globale nella tavola allegata al progetto "D\_02\_IN\_26\_AER\_R00 - Verifica Preliminare di interesse aeronautico – Interferenze BRA (Buildings Restricted Areas)".



## **ALLEGATI**

Tavola "D\_02\_IN\_26\_AER\_R00 - VERIFICA PRELIMINARE DI INTERESSE  
AERONAUTICO – INTERFERENZE BRA (BUILDINGS RESTRICTED AREAS)"

---