



Il Sindaco
Stefano Rombi

COMUNE DI CARLOFORTE
ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI
PROVINCIA DEL SULCIS IGLESIENTE

Titolo del Progetto

Elettificazione delle banchine portuali di Carloforte

Codice Identificativo Pratica

-

Livello progettuale

FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Codice Elaborato

01_REL_05_SCI

Titolo dell'Elaborato

Scala

**Studio di compatibilità idraulica
con il PAI**

Revisione n° 1 del 06 / 10 / 2026
Stralcio pensilina fotovoltaica

Data di prima emissione Luglio 2026

Progettazione

Finanziamento



COESIONE
ITALIA 21-27
SARDEGNA

FSC
Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione



FSC 2021-2027 (Fondo Sviluppo e Coesione)
Accordo Coesione PCM - Regione Sardegna del 28/11/2024
(Del. CIPESS n. 5/2025)
D.G.R. n. 42/15 del 07/08/2025 - Cap. SC09.6059
Importo: € 500.000,00

CUP: H57F24000020009
Codice Intervento: FSCRI_RI_4273
Soggetto Attuatore: Comune di Carloforte

Progettista
Ing. Emilio Johnny Spina



Responsabile Unico del Progetto
Ing. Nicola Fois

Verifica del progetto in data

Validazione del Progetto in data

INDICE

1 - PREMESSA	pag. 3
1.1 - UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO	pag. 5
❖ TAV. 1.1 - INQUADRAMENTO NELLA CARTOGRAFIA TOPOGRAFICA I.G.M.I - SCALA 1:25000	pag. 6
❖ TAV. 1.2 - ORTOFOTO 1_1000	pag. 7
1.2 - CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN PROGETTO	pag. 8
1.3 - INTERFERENZA CON LE AREE PERIMETRATE DAL PAI	pag. 9
❖ TAV. 1.4 - INTERFERENZA CON IL PAI VIGENTE: PERICOLOSITÀ DA FRANA (HG) - SCALA 1:5.000	pag. 10
❖ TAV. 1.5 - INTERFERENZA CON IL PAI VIGENTE: PERICOLOSITÀ DA INONDAZIONE (Hi) - SCALA 1:5.000	pag. 11
1.4 - INQUADRAMENTO E AMMISSIBILITÀ NELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PAI	pag. 12
2 - CONDIZIONI DELL'ASSETTO IDRAULICO E DEL DISSESTO IDRAULICO ATTUALE E POTENZIALE DELL'AREA INTERESSATA	pag. 12
2.1 - CARATTERI GEOLOGICI, LITOLOGICO-STRATIGRAFICI E TETTONICI DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO (SINTESI)	pag. 12
2.2 - IDROGEOLOGIA	pag. 14
2.2.1 - SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE	pag. 14
2.2.2 - SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA	pag. 14
❖ TAV. 2 - CARTA IDROGEOLOGICA - SCALA 1:5.000	pag. 15
2.2.3 - FALDE IDRICHE	pag. 16
2.2.4 - RAPPORTI TRA FALDE IDRICHE E OPERE IN PROGETTO	pag. 16
2.2.5 - RAPPORTI TRA ACQUE SUPERFICIALI E OPERE IN PROGETTO	pag. 16
3 - ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA DEL BACINO DI INTERESSE	pag. 17
3.1 - LA METODOLOGIA ADOTTATA E I DATI UTILIZZATI	pag. 17
3.2 - BILANCIO IDROLOGICO E STIMA DELLA PIENA DI RIFERIMENTO	pag. 22
3.2.1 - STIMA DELLA PORTATA AL COLMO AD ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO	pag. 22
3.3 - ANALISI IDRAULICA DELL'ASTA FLUVIALE E DELL'AREA DI ALLAGAMENTO	pag. 22
3.4 - ANALISI DEI PROCESSI EROSIVI IN ALVEO E NELLE AREE DI ALLAGAMENTO	pag. 23
3.5 - ANALISI DEI PROCESSI EROSIVI E DELLE SOLLECITAZIONI NEI MANUFATTI	pag. 23
4 - MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE ALL'EVENTUALE INCREMENTO DEL PERICOLO E DEL RISCHIO SOSTENIBILE ASSOCIATO AGLI INTERVENTI IN PROGETTO	pag. 24
4.1 - PIANO DI MANUTENZIONE DEGLI INTERVENTI	pag. 26
4.2 - PIANO DI MONITORAGGIO PER IL CONTROLLO DELLA EFFICACIA DEGLI INTERVENTI	pag. 26
4.3 - VERIFICA DI COERENZA CON LE PRESCRIZIONI GENERALI PER GLI INTERVENTI AMMESSI NELLE AREE DI PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA.	pag. 26
5 - CONCLUSIONI	pag. 29

1 - PREMESSA

Su incarico del Committente Comune di Carloforte (SU) è stato redatto il presente **Studio di Compatibilità Idraulica** con il **Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**, riferito al progetto denominato **"Elettrificazione delle banchine portuali di Carloforte"**.

Il progetto in questione prevede l'installazione e messa in esercizio di n. 5 colonnine di alimentazione elettrica da 150 kW in sostituzione delle colonnine attualmente presenti sulle banchine portuali di Carloforte, nonché l'esecuzione degli eventuali scavi in banchina necessari per la posa dei nuovi cavi e cavidotti, con successivo ripristino delle pavimentazioni e delle superfici manomesse.

Il PAI (D.G.R. n. 54/33 del 30.12.2004, Norme di Attuazione e succ. mod. e integ.) è stato approvato con il Decreto del Presidente della Regione Autonoma della Sardegna n. 67 del 10.07.2006.

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, il PAI è stato integrato con il **Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)** (Autorità di Bacino Regionale, Comitato Istituzionale - Deliberazione n. 2 del 17-12-2015) e con il **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)** (DPCM del 01/12/2022, secondo ciclo di pianificazione). Il più recente aggiornamento delle Norme di Attuazione del PAI (2024, Testo coordinato) è avvenuto con Deliberazioni del Comitato Istituzionale n. 15 e n. 16 del 28 ottobre 2024 (BURAS n.60 del 21-11-2024).

Nel caso specifico del territorio di interesse, il PAI è stato anche aggiornato da alcune **Varianti proposte dal Comune di Carloforte** per l'intero territorio comunale e nel tempo approvate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna con le seguenti delibere:

Delibera del Comitato Istituzionale n.8 del 17.05.2017 e pubblicata sul B.U.R.A.S n. 27 del 08/06/2017

Delibera del Comitato Istituzionale n.11 del 06.11.2018 e pubblicata sul B.U.R.A.S n. 53 del 29/11/2018

Delibera del Comitato Istituzionale n.33 del 17.07.2019 e pubblicata sul B.U.R.A.S n.40 - PARTE I E II DEL 12/09/2019

Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 20/05/2015 e aggiornata con la Deliberazione n. 2 del 17/10/2017

Deliberazione del Comitato Istituzionale di Bacino n.1 del 4.12.2020 e pubblicata sul B.U.R.A.S. n. 29 del 01/06/2023 – Parte II.

Determina n. 92 del 23/05/2023, del Segretario Generale Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna, di approvazione della Variante puntuale al PAI, ai sensi degli artt. 8 e 37 delle Norme di Attuazione - Deliberazione Consiglio Comunale n. 16 del 01.04.2021 – ed in attuazione delle Direttive approvate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino con deliberazione n. 1 del 4 dicembre 2020

Con riferimento al PAI e agli altri Piani integrativi regionali e comunali in vigore alla data della presente relazione, si rileva che una parte dell'area di cui al progetto in questione è classificata nel vigente PAI (sopraccitata variante comunale idraulica) tra le aree con *pericolosità idraulica molto elevata (Hi4)*;

Ai sensi dell'Art. 24 delle Norme di Attuazione del PAI, lo studio di compatibilità idraulica oppure la relazione asseverata di compatibilità idraulica sono obbligatori, nei casi in cui siano espressamente richiesti dalle stesse Norme, per tutti i progetti proposti per l'approvazione nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), corrispondente alla classe del PSFF A200. Lo Studio o la Relazione

asseverata di Compatibilità idraulica sono soggetti a verifica ed approvazione da parte del Comune interessato mediante una propria commissione tecnica a tal fine preposta (L. R. n. 33/2014, articolo 1, comma 1; Norme di Attuazione del PAI, Art. 25 comma 7).

Per quanto riguarda la pericolosità franosa, l'area in questione ricade in classe di pericolosità Hg0 (Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi) per la quale non è previsto lo Studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica (Art. 25 delle Norme di Attuazione del PAI).

Le aree con pericolosità idraulica del caso, come individuate dagli studi di variante al PAI, sono costituite dalle fasce di esondazione fluviale potenziale del *Canale del Generale nel tratto Via Corvetto*.

Il presente studio di compatibilità idraulica è predisposto secondo i criteri indicati dall'Art. 24 e dall'Allegato E delle Norme di Attuazione del PAI e ha i seguenti obiettivi e contenuti (Art. 24, c. 3):

- a. *è firmato da un ingegnere esperto nel settore idraulico e da un geologo ciascuno per quanto di competenza, iscritti ai rispettivi albi professionali;*
- b. *valuta il progetto con riferimento alla finalità, agli effetti ambientali;*
- c. *analizza le relazioni tra le trasformazioni del territorio derivanti dalla realizzazione dell'intervento proposto e le condizioni dell'assetto idraulico e del dissesto idraulico attuale e potenziale dell'area interessata, anche studiando e quantificando le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica della stessa area;*
- d. *verifica e dimostra la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI;*
- e. *prevede adeguate misure di mitigazione e compensazione all'eventuale incremento del pericolo e del rischio sostenibile associato agli interventi in progetto.*
- f. *in relazione agli interventi di attraversamento dei corsi d'acqua, alle opere in alveo e alle arginature, analizza la compatibilità idraulica di tali interventi a seguito di modellazione idraulica monodimensionale in moto permanente considerando le portate idrologiche nelle sezioni di interesse per i diversi tempi di ritorno.*

La compatibilità idraulica dell'intervento proposto:

- a. *è verificata in funzione degli effetti dell'intervento sui livelli di pericolosità rilevati dal PAI;*
- b. *è valutata in base agli effetti sull'ambiente tenendo conto dell'evoluzione della rete idrografica complessiva e del trasferimento della pericolosità a monte e a valle.*

1.1 - UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

I riferimenti cartografici di inquadramento del territorio studiato sono i seguenti:

- Cartografia topografica I.G.M.I in scala 1:25.000, Serie 25: Foglio 563 "Isola di San Pietro" - sezione I "Isola di San Pietro" (1991) (**TAV. 1.1**);
- Cartografia tecnica regionale numerica CTRN 10k in scala 1:10.000: Sezione 563080 "Carloforte" (1998);
- Database geotopografico alla scala 1:10.000 (WFS, Regione Autonoma della Sardegna) (DBGT_10K_22_V02) (2022);
- Cartografia geologica: F° 232-232bis "I. di S. Pietro-Capo Sperone" in scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia (REGIO UFFICIO GEOLOGICO, 1933);
- Cartografia geologica: F° 563 "Isola di San Pietro" in scala 1:50.000 del Progetto CARG (ISPRA, SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 2012).
- Modello digitale del terreno: (WMS, Regione Autonoma della Sardegna) Mosaico DTM 1m ombre. Il dato contiene le informazioni sulla ombreggiatura del Mosaico DTM 1m Altimetria, realizzato a partire dai DTM con passo 1m da volo LIDAR.

Nella **TAV. 1.2** è rappresentato il settore di intervento su Ortofoto in scala 1:2000.



Inquadramento nella cartografia
topografica I.G.M.I.
Scala 1:25.000

TAV: 1.1

0 200 400 600 800 1.000 1.200 1.400 1.600 m



TAV. 1.2

Inquadramento su ortofoto
Google earth 2023

Scala 1:2000

0 20 40 60 80 100 120 m

1.2 - CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il progetto in questione prevede l'installazione e messa in esercizio di n. 5 colonnine di alimentazione elettrica da 150 kW in sostituzione delle colonnine attualmente presenti sulle banchine portuali di Carloforte, nonché l'esecuzione degli eventuali scavi in banchina necessari per la posa dei nuovi cavi e cavidotti, con successivo ripristino delle pavimentazioni e delle superfici manomesse.

Si rimanda integralmente agli elaborati progettuali per la descrizione della reale consistenza e delle caratteristiche tecniche e costruttive delle opere effettivamente previste.



Fig. 1.3 - Area degli interventi (da foto oblique e zenitali 2010-2011 RAS Piano di volo Sud)



Fig. 1.4 - Area degli interventi banchina portuale



Fig. 1.5 - Area degli interventi banchina portuale

1.3 - INTERFERENZA CON LE AREE PERIMETRATE DAL PAI

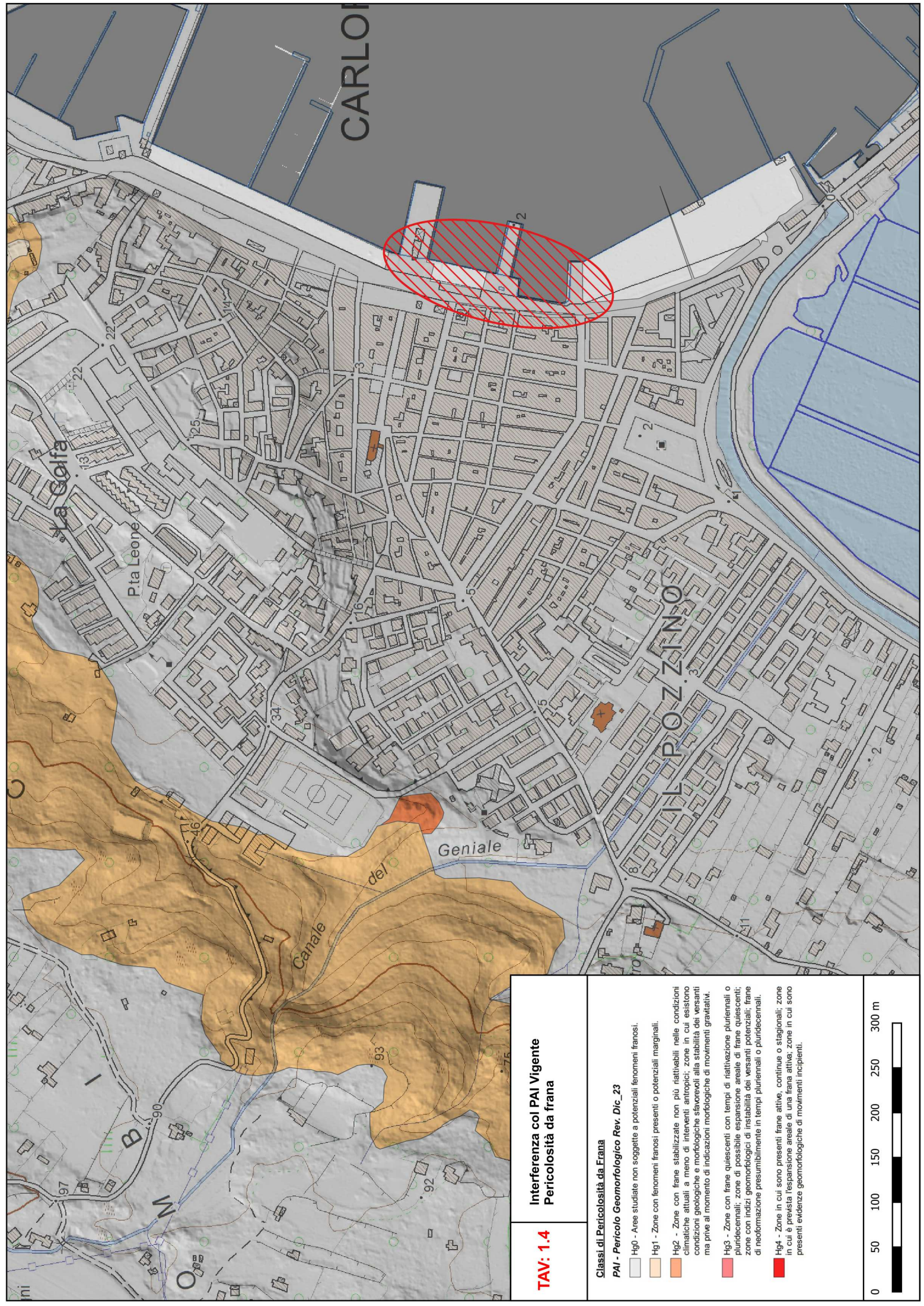
Nel territorio di interesse, l'ultimo aggiornamento del PAI formalmente vigente è costituito dalla **Variante proposta dal Comune di Carloforte**, ovvero:

- *Determina n. 92 del 23/05/2023, del Segretario Generale Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna, di approvazione della Variante puntuale al PAI, ai sensi degli artt. 8 e 37 delle Norme di Attuazione - Deliberazione Consiglio Comunale n. 16 del 01.04.2021 – ed in attuazione delle Direttive approvate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino con deliberazione n. 1 del 4 dicembre 2020*

Detto studio di variante e maggiore dettaglio è stato approvato e recepito dal PAI della Regione Sardegna e dal PUC dello stesso Comune di Carloforte.

Relativamente alla parte “frane”, l'interferenza del progetto con il PAI è rappresentata nella **TAV. 1.4 - Interferenza con il PAI vigente: Pericolosità da frana (Hg)** in scala 1:5.000, da cui si evince che l'area interessata dall'intervento progettuale ricade in classe di pericolosità Hg0 (Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi) per la quale non è previsto lo Studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica (Art. 25 delle Norme di Attuazione del PAI).

Per quanto riguarda invece la pericolosità idraulica, nella **TAV. 1.5 - Interferenza con il PAI vigente: Pericolosità da inondazione (Hi)** si osserva che una parte dell'area di cui al progetto in questione ricade in un settore di *Pericolosità idraulica molto elevata Hi4 del Canale del Generale nel tratto Via Corvetto*.



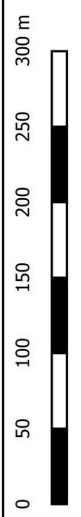
TAV: 1.4

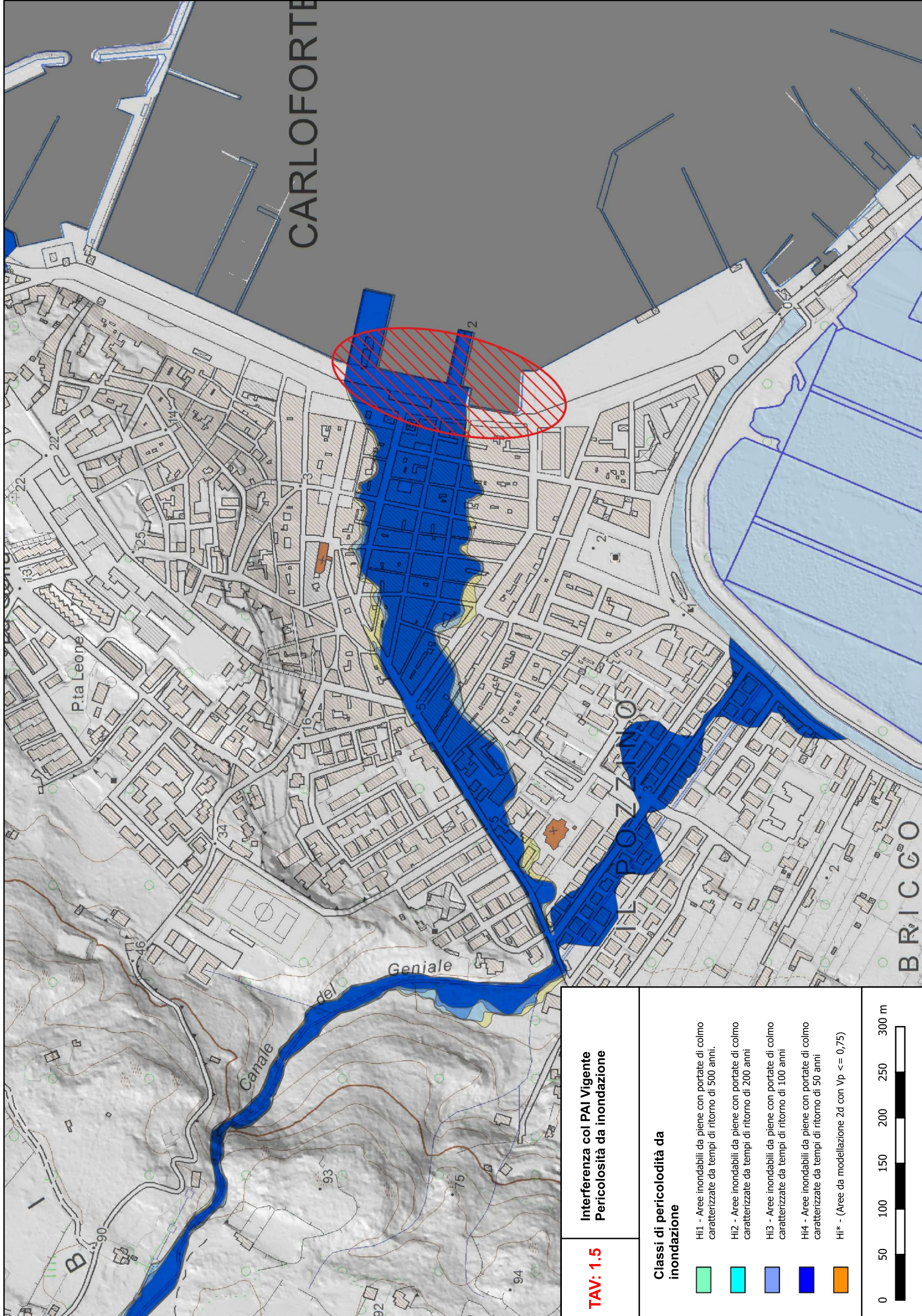
**Interferenza col PAI Vigente
Pericolosità da frana**

Classi di Pericolosità da Frana

PAI - Pericolo Geomorfologico Rev. Dic. 23

- Hg0 - Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi.
- Hg1 - Zone con fenomeni franosi presenti o potenziali marginali.
- Hg2 - Zone con frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici; zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti graditativi.
- Hg3 - Zone con frane quiescenti con tempi di riattivazione pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale di frane quiescenti; zone con indizi geomorfologici di instabilità dei versanti potenziali; frane di neoformazione presumibilmente in tempi pluriennali o pluridecennali.
- Hg4 - Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali; zone in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva; zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti.





1.4 - INQUADRAMENTO E AMMISSIBILITÀ NELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PAI

Nel quadro di riferimento normativo dettato dalle Norme di Attuazione del PAI, è verificata l'ammissibilità del progetto in questione con le prescrizioni e i contenuti del PAI, secondo i disposti di cui agli **Art. 24, comma 3; Art. 27, comma 3, lettera c, e;**, di seguito riportati in estratto:

- **ARTICOLO 27 Disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4)**

[...]

3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

[...]

c. gli interventi di adeguamento per l'integrazione di innovazioni tecnologiche;

[...]

e. gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali;

- **ARTICOLO 24 Studi di compatibilità idraulica**

[...]

Comma 3. Lo studio di compatibilità idraulica:

a. è firmato da un ingegnere esperto nel settore idraulico e da un geologo, ciascuno per quanto di competenza, iscritti ai rispettivi albi professionali;

AMMISSIBILITÀ - Si rileva, in sintesi, che le opere in progetto sono ammissibili dalle Norme di Attuazione del PAI, ove esse siano realizzate seguendo le disposizioni contenute nelle Norme stesse.

2 - CONDIZIONI DELL'ASSETTO IDRAULICO E DEL DISSESTO IDRAULICO ATTUALE E POTENZIALE DELL'AREA INTERESSATA

2.1 - CARATTERI GEOLOGICI, LITOLOGICO-STRATIGRAFICI E TETTONICI DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO (SINTESI)

Il territorio studiato si trova nel settore costiero orientale dell'Isola di S. Pietro (Sardegna SW) in contesto urbanizzato, ed è costituito da depositi antropici, nel dettaglio si tratta di materiali di riempimento con abbondanti strutture in calcestruzzo che costituiscono l'ossatura delle banchine portuali. I depositi antropici sono impostati su sottili depositi sedimentari di spiaggia poggianti a loro volta sulle litologie vulcaniche cronologicamente ascrivibili al Cenozoico.

Di seguito si darà una descrizione più ampia della situazione geologica generale del settore.

Cenozoico - Esso è rappresentato essenzialmente da estese formazioni vulcaniche del Miocene, anche di notevole spessore, costituite petrograficamente da rioliti, riodaciti, daciti e subordinatamente comenditi, in espandimenti ignimbrici, cupole di ristagno e più rare colate laviche e iniezioni filoniane, a cui talora si associano prodotti freatomagmatici e livelli epiclastici intercalati (REALE UFFICIO GEOLOGICO, 1933; SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE, 1996). Si tratta di un magmatismo da zona di convergenza di placche, in seguito alla rotazione antioraria della microplacca sardo-corsa che tra l'Oligocene ed il Miocene ha interessato tutto il settore occidentale della Sardegna (ciclo calco-alcalino).

Quaternario - Le vulcaniti sono ricoperte dai depositi quaternari, costituiti da suoli, colluvi, depositi alluvionali e palustri. Tali depositi, ascrivibili all'intervallo Pleistocene-Olocene, sono prevalentemente di natura ghiaiosa, sabbiosa, sabbioso-limosa e argillosa, e si concentrano soprattutto nei fondovalle e nelle depressioni morfologiche.

A questo periodo appartengono anche tutti i sedimenti litorali sabbiosi e ghiaiosi, nonché i depositi eolici da sabbiosi ad arenacei.

Le unità litologiche rilevabili nel settore di stretto interesse sono riconducibili alle tipologie, con le rispettive sigle utilizzate nella carta, dai terreni più recenti, come riportato nella Carta Geolitologica.

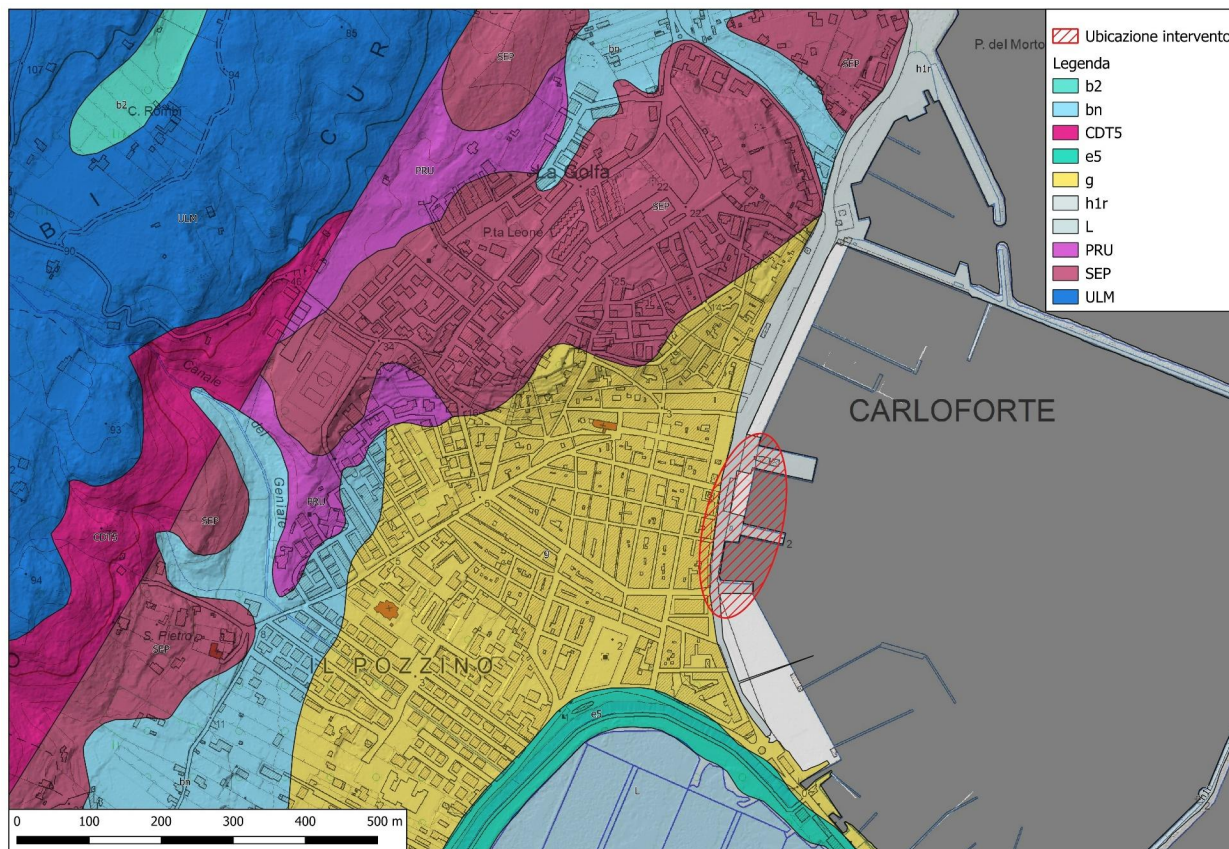


Fig. 1.6 – carta geolitologica

Legenda

b2 - Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE

bn Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE

e5 Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. OLOCENE

g Depositi di spiaggia antichi. Sabbie, arenarie, calciruditi, ghiaie con bivalvi, gasteropodi, con subordinati depositi sabbioso-limosi e calcilutiti di stagno costiero. Spessore: fino a 3-4 m. ?PLEISTOCENE SUP. - ?OLOCENE

SEP - RIOLITI DI SERRA DI PARINGIANU (Lipariti "t" Auct. p.p.). Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, a composizione riolitica, con cristalli liberi di Qtz+Sa+Pl±Cpx, di colore da grigio a bruno rossastro, densamente saldati, con tessitura da eutassitica a paratassitica e vitrofiro basale; spesso reomorfici, con breccie autoclastiche nella parte superiore e strutture emisferiche da degassamento tipo blisters di dimensioni decametriche. Localmente, strutture da fontanamento e paleosuoli a tetto. (15.1 Ma) LANGHIANO

PRU - RIOLITI DI PARINGIANU (Lipariti "t1" Auct.). Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, con alternanze di depositi di caduta, a composizione riolitica, con cristalli liberi di Qtz+Sa+Pl±Bt, di colore variabile da grigio giallastro a rosa arancio, da non saldati a densamente saldati, con tessitura eutassitica. Alla base, localmente, depositi epiclastici prevalentemente arenaceo-conglomeratici e paleosuoli a tetto. Spessore fino a oltre 40 m. LANGHIANO

ULM - RIOLITI IPERACALINE DI MONTE ULMUS (Lipariti "t2" Auct.).

Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, di composizione riolitica iperalcalina, con cristalli liberi di $Sa+Qtz\pm Cpx\pm Enigmatite\pm Bt$, di colore grigio bruno, da incipientemente a densamente saldati, con tessitura eutassitica; talora reomorfici, con evidenti strutture di flusso nella parte inferiore. Presenza di vitrofiro alla base e deposito di caduta a tetto con paleosuoli. Talora breccie clasto-sostenute in banchi metrici paralleli alle linee di flusso e nella parte alta strutture emisferiche da degassamento tipo blisters di dimensioni metriche. Joints colonnari da raffreddamento con spaziatura metrica; fessurazione prismatica a nido d'ape e breccie autoclastiche nella porzione superiore. Spessore: fino a

50 m. MIOCENE MEDIO (LANGHIANO)

CDT5 Subunità di Ventriscio (COMENDITI AUCT. ("Commenditi C" Auct. p.p.)). Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, a giacitura tabulare suborizzontale, di colore da grigio verde a grigio giallastro, da moderatamente a densamente saldati; tessitura eutassitica con cristalli liberi di $Qtz+Sa\pm Pl\pm Arf\pm Aeg$ e ossidi in matrice cineritica a struttura vitroclastica ricristallizzata. Deposito di caduta alla base; joints colonnari da raffreddamento. (15.5 Ma: Morra et al., 1994) LANGHIANO

MAZ - DACITI DI MATZACCARA ("Lipariti biotitiche t3" Auct.). Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, a giacitura tabulare suborizzontale debolmente inclinata, di colore da grigio chiaro a grigio violaceo fino a marrone, da moderatamente a densamente saldati, con tessitura eutassitica, talora argillificati, reomorfici alla base e con autobreccie clasto-sostenute (loc. NW M.gna di Capo Rosso); cristalli liberi di $Pl+Bt\pm Sa\pm Hbl$ e ossidi, in matrice cineritica a struttura vitroclastica ricristallizzata. Depositi piroclastici di caduta alla base (loc. Paradiso e Piramide). Presenza di joints colonnari da raffreddamento. LANGHIANO

2.2 - IDROGEOLOGIA

Sono state valutate le condizioni idrologiche e idrogeologiche dell'area di interesse, con particolare riguardo al reticolo idrografico, alla permeabilità delle serie idrogeologiche, alla presenza di falde acquifere, alla profondità e alle oscillazioni della superficie piezometrica. Tutte queste caratteristiche sono state poste in relazione con il progetto in questione. I dati emersi sono rappresentati nella **TAV. 2 - Carta idrogeologica**, in scala 1:5.000, basata sui dati della Carta della Permeabilità della Regione Autonoma della Sardegna del 2019 (shape file: Permeabilita_v02_2019). Nella TAV. 2 sono rappresentate le *Classi di Permeabilità relativa*: Sono anche indicati:

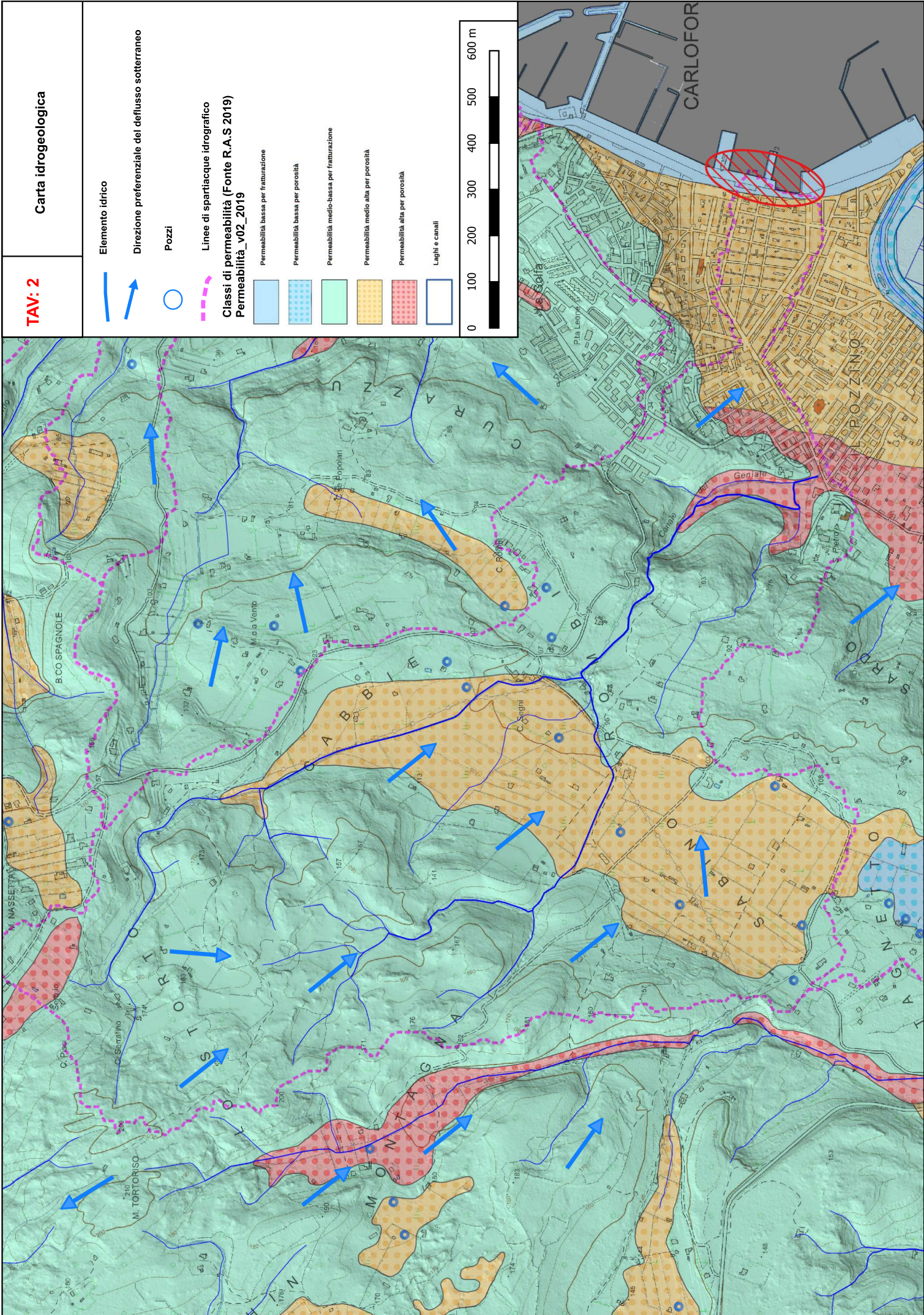
- i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico del bacino studiato;
- le direzioni preferenziali di deflusso sotterraneo;
- i pozzi censiti (fonte CTRN);
- le sorgenti (fonte CTRN);
- le linee di spartiacque idrografico del bacino studiato (limitatamente alle porzioni ricadenti nella piccola area cartografata ai fini progettuali).

2.2.1 - SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

Nel settore di interesse il reticolo idrografico presenta un pattern perlopiù subdendritico, in accordo con le prevalenti litologie vulcaniche del substrato, omogenee, scarsamente permeabili e a limitata acclività. Si distingue una direzione preferenziale ad andamento tendenzialmente parallelo di alcuni rami, indicante un certo controllo tettonico di un sistema di fratture più o meno parallele (che non interessano l'area di intervento).

2.2.2 - SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

Lo schema idrogeologico del settore vede uno spessore variabile da poche decine di centimetri a diversi metri di depositi alluvionali e colluviali mediamente permeabili, giacenti sulle rioliti che presentano permeabilità scarsa o quasi nulla. La circolazione avviene essenzialmente nei depositi superficiali che contengono i principali acquiferi.



2.2.3 - FALDE IDRICHE

Le falde idriche che si formano in queste condizioni sono del tipo ad acquifero semi-confinato (falde freatiche), e presentano una modesta capacità, in diretta relazione con gli apporti meteorici e condizionata dall'esiguo spessore dei depositi superficiali (alcuni metri) e dalla ridotta estensione dell'area di alimentazione.

2.2.4 - RAPPORTI TRA FALDE IDRICHE E OPERE IN PROGETTO

Viste la localizzazione degli interventi, le condizioni morfometriche e idrogeologiche precedentemente descritte, date le caratteristiche e gli obiettivi progettuali, si esclude che la falda idrica, in condizioni di oscillazione ordinarie, possa risalire in superficie sino ad interessare, o quanto meno produrre danni, alle opere in progetto.

2.2.5 - RAPPORTI TRA ACQUE SUPERFICIALI E OPERE IN PROGETTO

Si rimanda al successivo Cap. 3

Le valutazioni di compatibilità idraulica del progetto saranno sviluppate nei capitoli che seguono.

3 - ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA DEL BACINO DI INTERESSE

3.1 - LA METODOLOGIA ADOTTATA E I DATI UTILIZZATI

Secondo le prescrizioni dell'Art. 24 e dell'Allegato E delle Norme di Attuazione del PAI,

"lo studio di compatibilità idraulica deve contenere e illustrare:

- *l'analisi idrologica finalizzata alla definizione della piena di riferimento completa di caratterizzazione geopedologica del bacino sotteso dalla sezione di controllo. La stima della piena di riferimento va condotta per i tempi di ritorno relativi al livello di pericolosità dell'area interessata dall'intervento e per i tempi di ritorno superiori tra quelli indicati dalla relazione del PAI, motivando i parametri che hanno condotto alla stima delle portate di progetto, con particolare riferimento ai valori del coefficiente di deflusso e del tempo di corrivazione utilizzati;*
- *l'analisi idraulica dell'asta fluviale e dell'area di allagamento compresa tra due sezioni caratterizzate da condizioni al contorno definibili;*
- *l'analisi dei processi erosivi in alveo e nelle aree di allagamento;*
- *l'analisi dei processi erosivi e delle sollecitazioni nei manufatti".*

Tuttavia, lo stesso Allegato E delle NA stabilisce che:

"Qualora le valutazioni idrologiche e idrauliche siano già desumibili da atti di pianificazione, il progettista può assumere sotto la propria responsabilità tali valori per la rappresentazione alla scala dell'intervento della situazione ex ante".

Nel caso specifico, come illustrato nei capitoli precedenti, esiste già la perimetrazione PAI del territorio di interesse, aggiornata da una **Variante proposta dal Comune di Carloforte: Deliberazione del Comitato Istituzionale di Bacino n.1 del 4.12.2020 e pubblicata sul B.U.R.A.S. n. 29 del 01/06/2023 – Parte II. Determina n. 92 del 23/05/2023, del Segretario Generale Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna, di approvazione della Variante puntuale al PAI, ai sensi degli artt. 8 e 37 delle Norme di Attuazione - Deliberazione Consiglio Comunale n. 16 del 01.04.2021 – ed in attuazione delle Direttive approvate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino con deliberazione n. 1 del 4 dicembre 2020**

Lo studio comunale di variante, attualmente vigente, fu redatto dai tecnici Dott. Ing. Daniele Casula e Dott. Geol. Antonello Aversano e contiene tutti gli elaborati e i calcoli idrologici e idraulici dell'intero bacino e anche del sotto-bacino del corso d'acqua minore identificato come *"Canale del Generale Via Corvetto"* che interessa il progetto da sottoporre a valutazione di compatibilità idraulica.

Pertanto, in questa sede è stato possibile omettere molti elaborati e calcoli di analisi (es: pluviometria, caratterizzazione geopedologica, copertura vegetale ed uso del suolo, acclività dei versanti, bilancio idrologico, ecc.) e partire direttamente dai dati idrologici già disponibili riferiti al corso d'acqua di interesse, procedendo quindi alla stima della piena di riferimento, alla stima della portata al colmo ad assegnato periodo di ritorno e all'analisi idraulica dell'asta fluviale e dell'area di allagamento.

Come richiesto dall'Art. 24, Allegato E delle NA, è stato individuato il *tronco critico* di riferimento del corso d'acqua "Canale del Generale", provvedendo quindi a individuare **una sezione a monte mentre a valle dell'opera il livello coincide con il livello del mare.**

La trasposizione cartografica localizzata delle perimetrazioni PAI, utilizzando i dati del DB della Regione Autonoma della Sardegna che recepiscono la Variante comunale (PAI - Pericolo Idraulico Rev. Dic_23) per la Verifica dei battenti idrici di inondazione PAI risulta essere poco significativa in quanto tutto il settore dalla strada al molo è rappresentato da una superficie artificiale monotona che mantiene la stessa quota per tutto il tratto dell'area portuale. È dunque molto difficoltoso valutare gli elementi morfologici caratteristici del tronco critico, e giungere ad un'adeguata interpretazione del cinematismo dell'acqua di esondazione. Si fa rimento quindi alla sezione riportata nello Studio di variante (Sezione1)

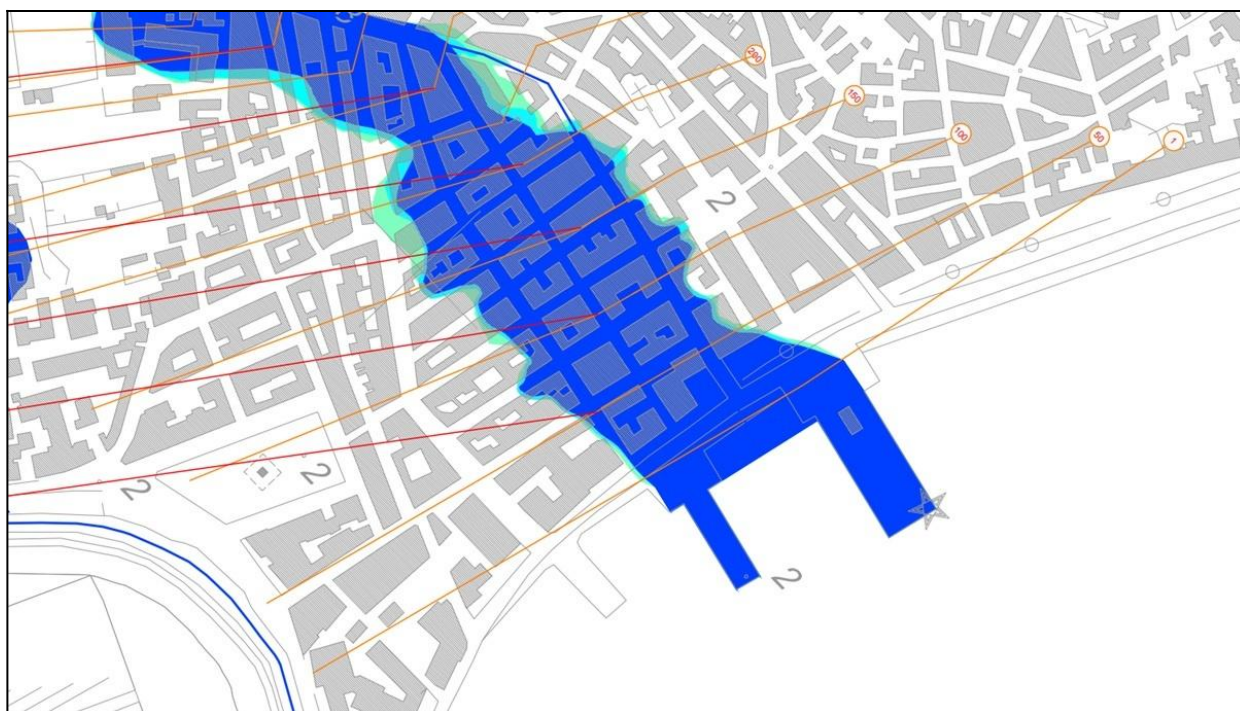
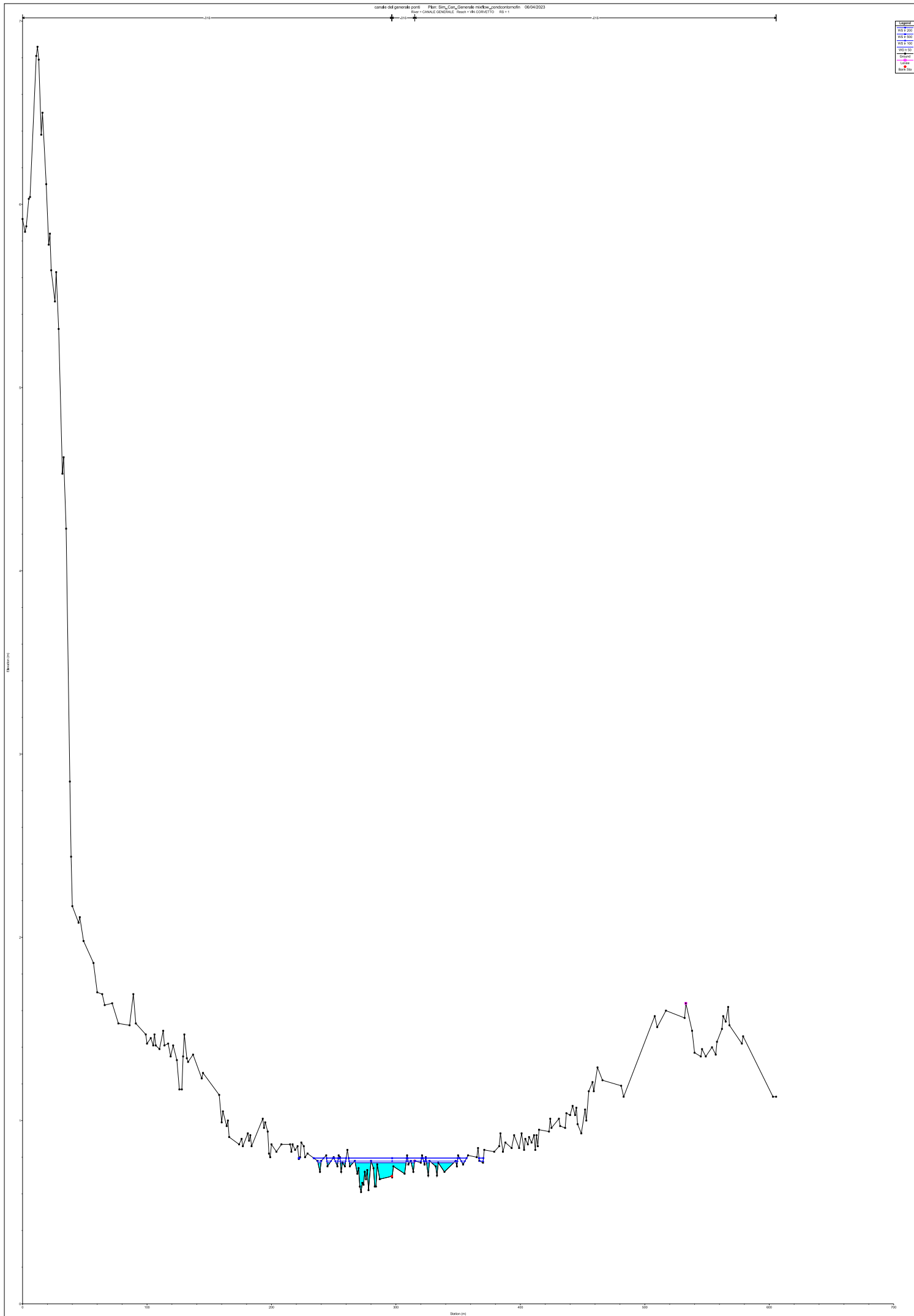


Fig. 3.1 - Sezioni Idrauliche di interesse (dallo Studio di Variante PAI-2023)



Legend
100 P 200
100 P 100
100 P 50
100 P 20
Canale
Canale
Canale

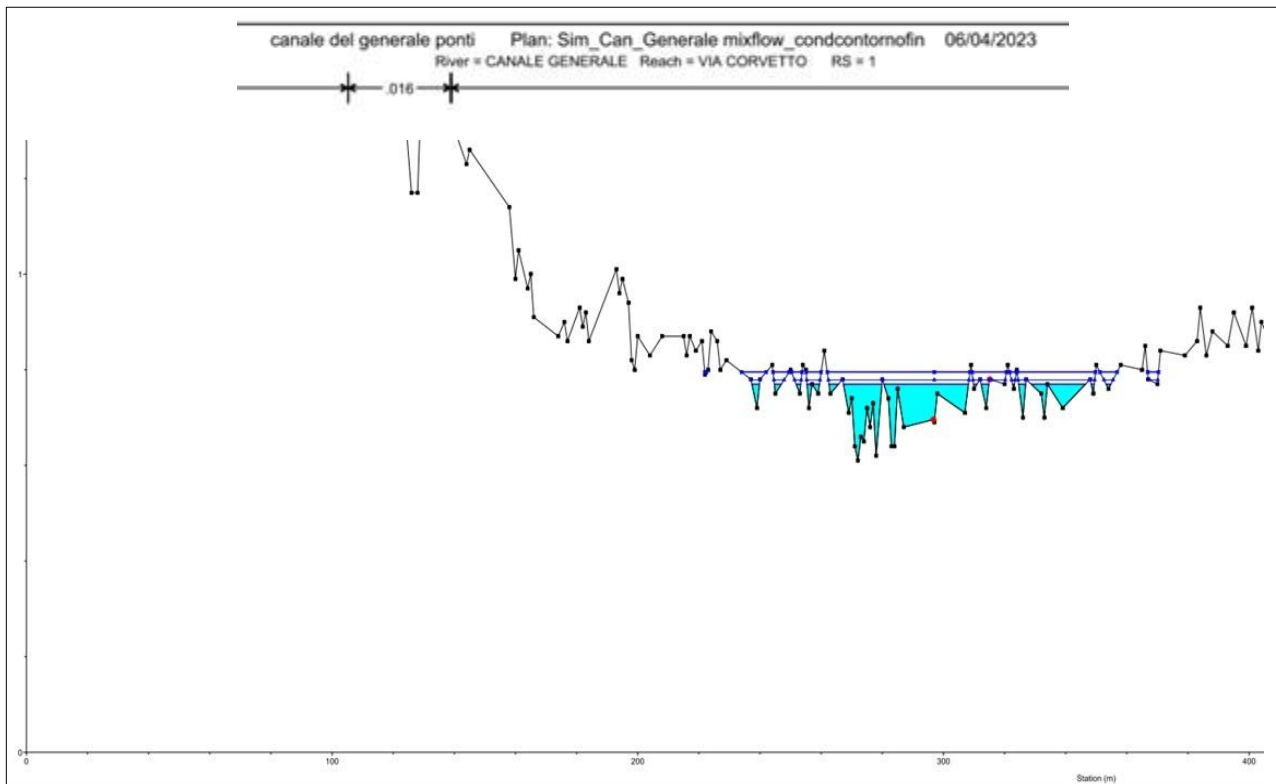


Fig. 3.3 – Porzione della sezione di interesse tratta dallo studio comunale di Variante PAI, 2023

Tempo di ritorno 50 anni

River	Reach	SEZIONI HEC RAS	Progr. (m)	Parz. (m)	Q (m3/s)	P.L. (m)	Fondo alveo (m)	y _{max} (m)	H (m)	v (m/s)	A (m2)	b (m)	Fr
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	640	638.49	39.78	6.34	5.71	5.23	0.48	5.89	1.85	3.43	9.8	1
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	600	598.71	50	6.34	4.91	4.79	0.12	5.31	2.59	2.28	26.43	2.83
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	550	548.71	50	6.34	4.34	4.31	0.03	4.56	0.52	3.05	21.29	1.19
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	500	498.71	50	6.34	3.83	3.62	0.21	3.98	1.74	3.65	24.29	1.43
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	450	448.71	50	6.34	3.5	3.1	0.4	3.53	0.75	8.42	57.16	0.63
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	400	398.71	50	6.34	3.28	2.94	0.34	3.33	0.96	6.26	63.13	1.01
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	350	348.71	50	6.34	2.84	2.64	0.2	2.98	1.65	3.85	34.95	1.58
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	300	298.71	50	6.34	2.55	2.3	0.25	2.6	0.98	6.45	64.8	1
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	250	248.71	50	6.34	1.99	1.73	0.26	2.04	1.01	6.27	60.47	1
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	200	198.71	50	6.34	1.85	1.54	0.31	1.85	0.41	15.56	93.1	0.32
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	150	148.71	50	6.34	1.57	1.4	0.17	1.6	0.82	7.48	99.3	0.91
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	100	98.71	50	6.34	1.44	1.1	0.34	1.45	0.62	12.8	116.12	0.46
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	50	48.71	48.71	6.34	1.27	0.96	0.31	1.35	1.33	5.42	35.44	0.89
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	1			6.34	0.77	0.69	0.08	0.97	1.32	3.47	80.56	2.24

Tempo di ritorno 100 anni

River	Reach	SEZIONI HEC RAS	Progr. (m)	Parz. (m)	Q (m3/s)	P.L. (m)	Fondo alveo (m)	y _{max} (m)	H (m)	v (m/s)	A (m2)	b (m)	Fr
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	640	638.49	39.78	8.72	5.8	5.23	0.57	6.01	2	4.37	10.82	1
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	600	598.71	50	8.72	4.93	4.79	0.14	5.42	3.12	2.81	29.29	3.16
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	550	548.71	50	8.72	4.38	4.31	0.07	4.64	0.76	3.93	24.77	1.28
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	500	498.71	50	8.72	3.86	3.62	0.24	4.06	2	4.37	24.63	1.51
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	450	448.71	50	8.72	3.54	3.1	0.44	3.57	0.84	10.39	63.04	0.66
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	400	398.71	50	8.72	3.31	2.94	0.37	3.37	0.93	8.18	72.85	0.97
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	350	348.71	50	8.72	2.87	2.64	0.23	3.02	1.74	5.02	43.82	1.64
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	300	298.71	50	8.72	2.54	2.3	0.24	2.65	1.41	6.17	62.95	1.44
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	250	248.71	50	8.72	2.02	1.73	0.29	2.08	1.09	8.04	69.08	1.02
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	200	198.71	50	8.72	1.89	1.54	0.35	1.9	0.43	20.44	122.67	0.33
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	150	148.71	50	8.72	1.59	1.4	0.19	1.63	0.93	9.68	114.87	0.94
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	100	98.71	50	8.72	1.48	1.1	0.38	1.5	0.65	18.38	149.57	0.43
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	50	48.71	48.71	8.72	1.31	0.96	0.35	1.4	1.44	7.07	38.69	0.88
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	1			8.72	0.78	0.69	0.09	1.03	1.57	4.27	99.62	2.51

Tempo di ritorno 200 anni

River	Reach	SEZIONI HEC RAS	Progr. (m)	Parz. (m)	Q (m3/s)	P.L. (m)	Fondo alveo (m)	y _{max} (m)	H (m)	v (m/s)	A (m2)	b (m)	Fr
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	640	638.49	39.78	14.28	5.95	5.23	0.72	6.23	2.33	6.12	12.85	1.08
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	600	598.71	50	14.28	4.97	4.79	0.18	5.61	3.39	4.04	31.21	3.07
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	550	548.71	50	14.28	4.43	4.31	0.12	4.8	1.21	5.55	30.5	1.48
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	500	498.71	50	14.28	3.93	3.62	0.31	4.21	2.36	6.06	25.47	1.54
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	450	448.71	50	14.28	3.49	3.1	0.39	3.66	1.79	7.99	56.2	1.51
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	400	398.71	50	14.28	3.36	2.94	0.42	3.43	0.9	13	97.83	0.89
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	350	348.71	50	14.28	2.91	2.64	0.27	3.12	2	7.13	50.48	1.7
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	300	298.71	50	14.28	2.62	2.3	0.32	2.69	1.18	12.08	85.03	1
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	250	248.71	50	14.28	2.07	1.73	0.34	2.14	1.22	11.68	76.61	1
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	200	198.71	50	14.28	1.95	1.54	0.41	1.96	0.51	27.82	133.04	0.36
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	150	148.71	50	14.28	1.62	1.4	0.22	1.67	1.09	14.44	144.78	1.01
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	100	98.71	50	14.28	1.57	1.1	0.47	1.58	0.62	34.64	223.39	0.35
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	50	48.71	48.71	14.28	1.38	0.96	0.42	1.5	1.72	9.96	44.31	0.94
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	1			14.28	0.8	0.69	0.11	1.1	2.07	6.16	118.3	2.83

Tempo di ritorno 500 anni

River	Reach	SEZIONI HEC RAS	Progr. (m)	Parz. (m)	Q (m3/s)	P.L. (m)	Fondo alveo (m)	y _{max} (m)	H (m)	v (m/s)	A (m2)	b (m)	Fr
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	640	638.49	39.78	17.98	5.98	5.23	0.75	6.05	1.44	17.18	70.71	0.65
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	600	598.71	50	17.98	5	4.79	0.21	5.69	3.47	4.89	33.98	2.96
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	550	548.71	50	17.98	4.47	4.31	0.16	4.88	1.45	6.58	33.18	1.58
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	500	498.71	50	17.98	3.98	3.62	0.36	4.28	2.43	7.4	29.1	1.54
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	450	448.71	50	17.98	3.51	3.1	0.41	3.71	1.98	9.1	59.21	1.61
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	400	398.71	50	17.98	3.38	2.94	0.44	3.46	0.99	15.21	101.18	0.91
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	350	348.71	50	17.98	2.94	2.64	0.3	3.16	2.06	8.73	55.14	1.65
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	300	298.71	50	17.98	2.64	2.3	0.34	2.73	1.29	13.89	91.27	1.06
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	250	248.71	50	17.98	2.09	1.73	0.36	2.18	1.29	13.89	80.96	1
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	200	198.71	50	17.98	1.96	1.54	0.42	1.98	0.61	29.49	135.1	0.42
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	150	148.71	50	17.98	1.68	1.4	0.28	1.71	0.9	22.53	160.66	0.69
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	100	98.71	50	17.98	1.47	1.1	0.37	1.54	1.37	17.27	140.3	0.93
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	50	48.71	48.71	17.98	1.41	0.96	0.45	1.43	0.75	32.83	148.76	0.39
CANALE GENERALE	VIA CORVETTO	1			17.98	0.79	0.69	0.1	1.29	2.65	6.03	117.17	3.66

Fig. 8 - Tabella di riepilogo tratta dallo studio comunale di Variante PAI, 2023

3.2 - BILANCIO IDROLOGICO E STIMA DELLA PIENA DI RIFERIMENTO

3.2.1 - STIMA DELLA PORTATA AL COLMO AD ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO

Le valutazioni di interferenza delle opere con le acque di esondazione sono state eseguite, operando “a ritroso” mediante le rappresentazioni grafiche (planimetria e sezioni) e i dati di portata presenti nello Studio del Comune di Carloforte. È stato dunque possibile determinare la portata in prossimità di ciascuna sezione e in funzione dei tempi di ritorno assegnati.

3.3 - ANALISI IDRAULICA DELL’ASTA FLUVIALE E DELL’AREA DI ALLAGAMENTO

Si rileva che l’installazione delle colonnine di alimentazione elettrica da 150 kW in sostituzione delle colonnine attualmente presenti sulle banchine portuali di Carloforte, nonché l’esecuzione degli eventuali scavi in banchina necessari per la posa dei nuovi cavi e cavidotti, ricadono quasi interamente nella classe di pericolosità da esondazione Hi4 (Tr=500 anni).

Per effettuare un confronto diretto, sono state considerate le sezioni significative (profili verticali) tratte dallo Studio PAI comunale (si vedano le Figg. 5, 6 e 7), in particolare:

Sezione di verifica a monte	RS = 50
Sezione di verifica in corrispondenza della banchina	RS = 1

Dalle tabelle dei risultati numerici dello studio PAI sono stati estratti i valori significativi per le sezioni di interesse, riepilogati nella Fig. 8 (tabella). Nella Fig. 8 tutte le altezze idriche, espresse in metri, rappresentano altezze assolute sul livello del mare; in particolare, nella colonna “y_{max}” sono riportate le altezze del battente idrico per le sezioni.

Si può osservare che la quota del piano delle banchine sede di intervento è di 0,7 m; per il tempo di ritorno dei 500 anni, associato alla classe di pericolosità Hi4, le altezze idriche massime assolute sono pari a 0,79 m si ricava che il tirante idrico massimo prevedibile rispetto al piano di campagna è pari a 0.09 m;

In definitiva, la lama d’acqua di esondazione che potrebbe attraversare l’area di progetto con un tempo di ritorno di 500 anni avrebbe uno spessore massimo di circa 10 cm.

3.4 - ANALISI DEI PROCESSI EROSIVI IN ALVEO E NELLE AREE DI ALLAGAMENTO

Come già evidenziato in precedenza, le aree inondabili PAI del corso d'acqua "*Canale del Generale, Via Corvetto*" sono perlopiù teoriche in termini idrologici, in quanto il corso d'acqua è in realtà totalmente antropizzato, e di conseguenza, non si rilevano processi erosivi ad esso associabili. Anche nelle aree di allagamento è escluso qualsiasi processo erosivo, essendo la fenomenologia di esondazione risultata essere costituita da una lama d'acqua di spessore esiguo.

3.5 - ANALISI DEI PROCESSI EROSIVI E DELLE SOLLECITAZIONI NEI MANUFATTI

Viste le dinamiche di esondazione previste dal PAI e dal presente studio, i modesti livelli idrici stimati nonché le caratteristiche tipologiche, costruttive e di ubicazione delle opere previste, si ritiene che l'intervento oggetto di valutazione di compatibilità idraulica di cui alla presente relazione non sia esposto all'azione di processi erosivi in atto o potenziali.

In definitiva, le opere in progetto sottoposte a valutazione di compatibilità idraulica non interferiranno con dinamiche di tipo "fluviale", non saranno esposte all'azione diretta della corrente idrica, non ostacoleranno in alcun modo il flusso e il deflusso delle acque di piena per i tempi di ritorno previsti e non provocheranno turbolenze idriche.

4 - MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE ALL'EVENTUALE INCREMENTO DEL PERICOLO E DEL RISCHIO SOSTENIBILE ASSOCIATO AGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Secondo le “Linee guida per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia” (DL. 180 e L. 267 del 03-08-1998) (REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA, 2000), il *rischio idraulico* R_i può essere definito come il prodotto tra la pericolosità H_i dei fenomeni di dissesto idraulico, la presenza sul territorio di elementi a rischio E e la loro vulnerabilità V , secondo la relazione

$$R_i = H_i \times E \times V$$

Il prodotto e i fattori sono così definiti:

- R_i = Rischio idraulico totale;
- H_i = Pericolosità idraulica (*natural hazard*), intesa come *probabilità* di accadimento di un evento di esondazione;
- E = Elementi a rischio presenti sul territorio, costituiti da persone e/o cose suscettibili di essere colpiti e danneggiati da eventi di esondazione;
- V = Vulnerabilità, intesa come capacità di resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento (di esondazione o allagamento) e quindi dal grado di vulnerabilità degli elementi a rischio E nel caso del manifestarsi del fenomeno stesso. Si assume per convenzione che ogni qualvolta si ritenga a rischio la vita umana, ovvero per gli elementi di tipo E_4 , E_3 e parte di E_2 , la vulnerabilità è intesa pari all'unità

Nel caso specifico, la realizzazione delle opere in progetto non comporterà alcun incremento della pericolosità da esondazione, in quanto non influisce sulla “probabilità” che l'evento di piena possa verificarsi o meno.

La superficie di incidenza delle opere, ai fini idraulici e gli effetti della sua presenza nell'ambito della fascia di esondazione fluviale delimitata dal PAI, non sono risultati essere significativi in termini di incremento della pericolosità in caso di esondazione o di amplificazione dei fenomeni di dissesto presunti e di rischio conseguente.

D'altra parte, i manufatti in questione costituiscono un “elemento a rischio” inteso in senso assoluto, in quanto bene antropico genericamente soggetto a danni in caso di fenomeni di dissesto idrogeologico. **Tuttavia, il rischio che ne consegue è da ritenersi accettabile e sostenibile in quanto si tratta unicamente di un rischio “intrinsecamente connesso all'intervento ammissibile”, secondo quanto disposto dall'Allegato E delle Norme di Attuazione del PAI**, intendendo come “intervento” la realizzazione delle opere previste in progetto (Figg. 9, 10, 11).

Le opere in progetto non modificano significativamente il regolare deflusso della corrente idrica, si trovano ad una distanza sufficiente dagli assi di scorrimento delle acque di potenziale allagamento, tale da non precludere la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio idraulico mediante futuri interventi di adeguamento idraulico, arginatura, nuova canalizzazione. ecc..

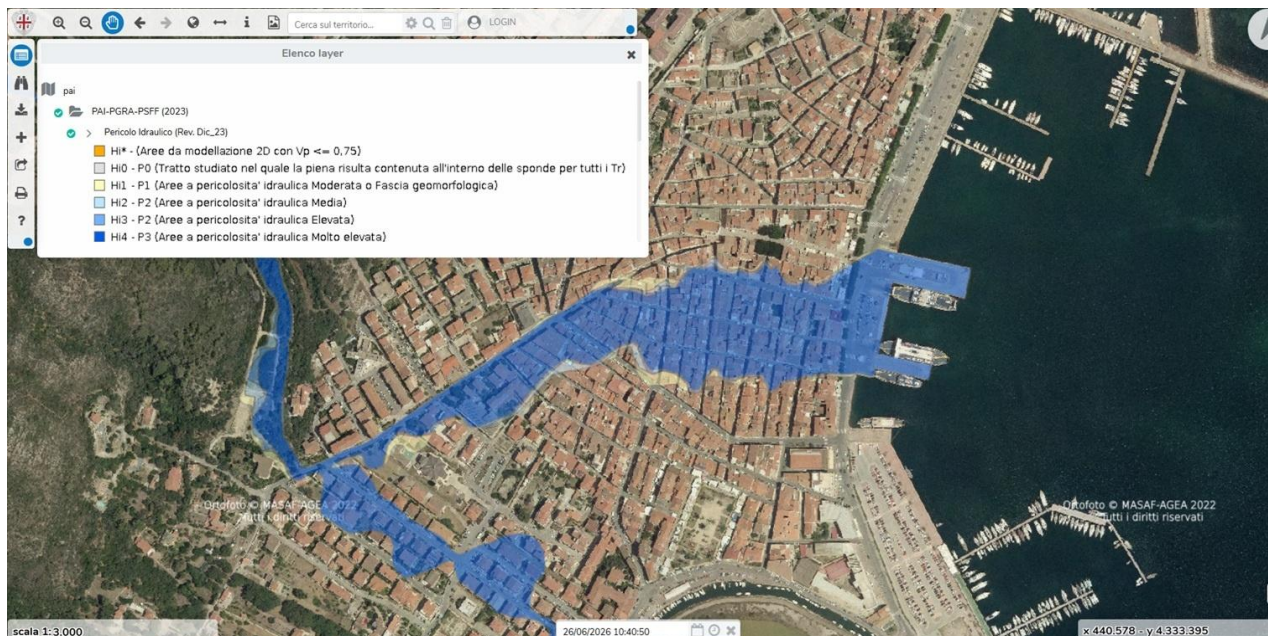


Fig. 9 - Stralcio cartografico Carta della Pericolosità Idraulica.

(da <https://www.sardegnaeopoitale.it/webgis2/sardegnamappe/index.jsp?type=templates&map=pai> - modificato)

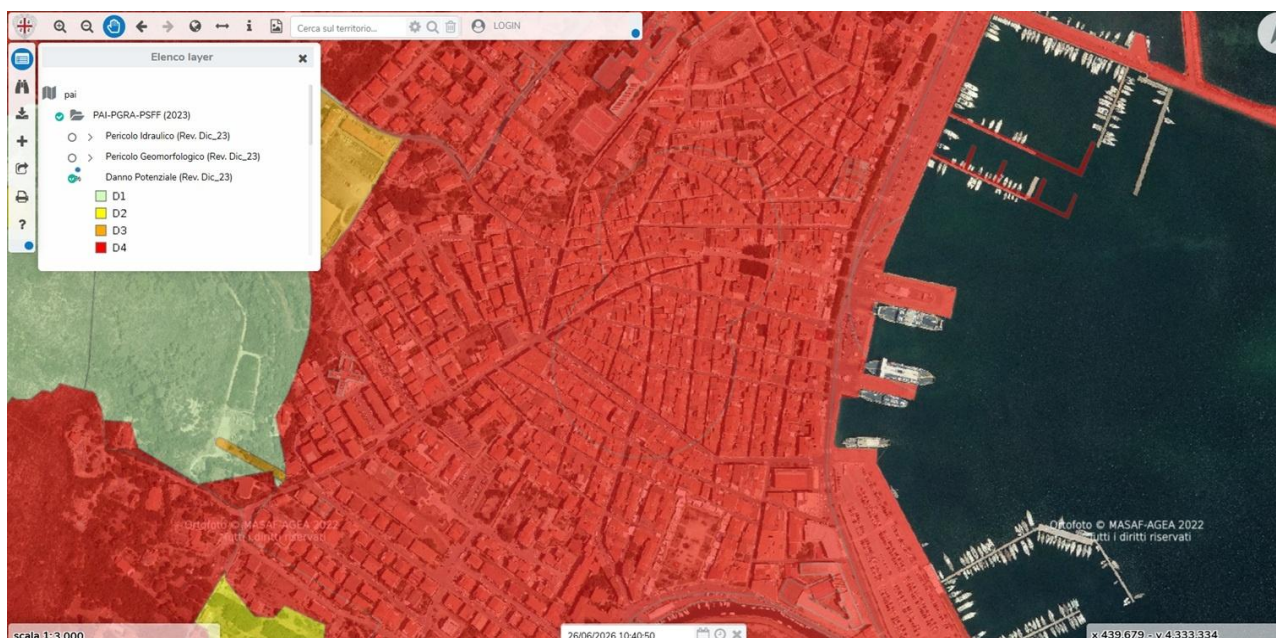


Fig. 10 - Stralcio cartografico Carta del Danno potenziale (Elementi a rischio).

(da <https://www.sardegnaeopoitale.it/webgis2/sardegnamappe/index.jsp?type=templates&map=pai> - modificato)



Fig. 11 - Stralcio cartografico Carta del Rischio Idraulico.

(da <https://www.sardegnaeopoitale.it/webgis2/sardegnamappe/index.jsp?type=templates&map=pai> - modificato)

4.1 - PIANO DI MANUTENZIONE DEGLI INTERVENTI

Le misure di mitigazione e compensazione del rischio sostenibile descritte nei paragrafi precedenti non comportano la realizzazione di interventi suscettibili di un piano di manutenzione.

4.2 - PIANO DI MONITORAGGIO PER IL CONTROLLO DELLA EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

Le misure di mitigazione e compensazione del rischio sostenibile descritte nei paragrafi precedenti non comportano la realizzazione di interventi suscettibili di un piano di monitoraggio per il controllo della loro efficacia.

4.3 - VERIFICA DI COERENZA CON LE PRESCRIZIONI GENERALI PER GLI INTERVENTI AMMESSI NELLE AREE DI PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA.

In applicazione dell'articolo 23 delle Norme di Attuazione del PAI,

[...]

Comma 6 - Gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media sono effettivamente realizzabili soltanto:

- a. *se conformi agli strumenti urbanistici vigenti e forniti di tutti i provvedimenti di assenso richiesti dalla legge;*
- b. *subordinatamente alla presentazione, alla valutazione positiva e all'approvazione dello studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica di cui agli articoli 24 e 25, nei casi in cui lo studio è espressamente richiesto dai rispettivi articoli prima del provvedimento di approvazione del progetto, tenuto conto dei principi di cui al comma 9.*

[...]

Comma 9 - Allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI e consentiti dalle presenti norme devono essere tali da:

- a. *migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;*

L'intervento in oggetto si trova perlopiù al di sopra delle altezze idriche raggiungibili dalle piene previste dalla modellistica PAI o è tuttalpiù raggiunto da livelli idrici modesti, ed in ogni caso presenta caratteristiche tali da non interferire in alcun modo con il regime idraulico del reticolo.

- b. *migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;*

L'area in cui ricade l'intervento in oggetto è sub-pianeggiante e totalmente antropizzata e pertanto non esistono versanti soggetti a potenziale franosità.

- c. *non compromettere la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;*

L'intervento in oggetto non entra in relazione con eventuali interventi di sistemazione idrogeologica volti alla riduzione o all'eliminazione delle cause di pericolosità idraulica o di danno potenziale.

- d. *non aumentare il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invasamento delle aree interessate;*

L'intervento si trova perlopiù al di sopra delle altezze idriche raggiungibili dalle piene previste dalla modellistica PAI o è raggiunto da livelli idrici modesti e comunque non costituisce nuovo ostacolo al normale deflusso delle acque. Le aree interessate non sono destinate ad invasamento.

- e. *limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggio;*

Le opere edili in oggetto non modificano in modo significativo lo stato di impermeabilizzazione ex-ante del suolo. La rete di drenaggio e regimazione non viene modificata.

- f. *favorire quando possibile la formazione di nuove aree esondabili e di nuove aree permeabili;*

- g. *salvaguardare la naturalità e la biodiversità dei corsi d'acqua e dei versanti;*

- h. *non interferire con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;*

- i. *adottare per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica e quelle a basso impatto ambientale;*

I punti f), g), h), i) riguardano eventuali interventi di sistemazione estensivi alla scala di bacino idrografico, e dunque non pertinenti con la dimensione puntuale dell'opera in progetto.

- l. *non incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito;*

L'intervento sottoposto all'approvazione è stato progettato rispettando il vincolo di non aumentare il livello di rischio idraulico esistente, fatto salvo quello eventuale intrinsecamente connesso all'intervento ammissibile. Il rischio da frana non è pertinente, come indicato nel precedente punto b).

- m. *assumere adeguate misure di compensazione nei casi in cui sia inevitabile l'incremento sostenibile delle condizioni di rischio o di pericolo associate agli interventi consentiti;*

Non sono necessarie misure di compensazione del rischio né del pericolo, in quanto essi non vengono incrementati dall'intervento in progetto.

- n. *garantire condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;*

Le attività previste nel cantiere edile non avranno alcuna interferenza con il livello di rischio idraulico esistente, né aumenteranno il grado di esposizione al rischio idraulico esistente.

- o. *garantire coerenza con i piani di protezione civile.*

Le opere in progetto non presentano alcun contrasto attuale o potenziale con i piani di protezione civile.

5 - CONCLUSIONI

È stata valutata la compatibilità idraulica in ambito PAI del Progetto *Elettrificazione delle banchine portuali di Carloforte (SU)*”.

Con riferimento al PAI e agli altri Piani integrativi regionali e comunali in vigore alla data della presente relazione, dallo studio è emerso che l'area di cui al progetto in questione (lotto complessivamente interessato) è classificata nel vigente PAI (sopraccitata variante comunale idraulica) tra le aree con *pericolosità idraulica molto elevata (Hi4)*, pertanto ricorrono devono essere applicate le prescrizioni localmente più restrittive. Per quanto riguarda la pericolosità per frana, l'area interessata dall'intervento progettuale ricade in classe di pericolosità Hg0 (Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi) per la quale non è previsto lo Studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica (Art. 25 delle Norme di Attuazione del PAI).

Nell'ambito della disciplina delle Norme di Attuazione del PAI, è verificata l'ammissibilità del progetto in questione con le prescrizioni e i contenuti del PAI, secondo i disposti di cui agli Art. 24, comma 3, comma 8; Art. 27, comma 3, lettera c, e.

Dati i modesti livelli idrici previsti dalla modellazione PAI vigente, gli effetti della presenza delle opere nell'ambito della fascia di esondazione fluviale delimitata dal PAI non sono risultati essere significativi in termini di incremento della pericolosità in caso di esondazione o di amplificazione dei fenomeni di dissesto presunti e di rischio conseguente.

La realizzazione delle opere in progetto non comporterà alcun incremento della pericolosità da esondazione, in quanto non influisce sulla “probabilità” che l'evento di piena possa verificarsi o meno.

Alla luce dei risultati emersi dallo studio, viste le finalità dell'intervento progettuale proposto, i suoi effetti ambientali, le relazioni tra le trasformazioni del territorio derivanti dalla realizzazione dell'intervento stesso e le condizioni dell'assetto idraulico e del dissesto idraulico attuale e potenziale dell'area interessata, si può concludere che è verificata e dimostrata la compatibilità idraulica dell'intervento proposto nonché la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI, a condizione che vengano rispettati gli indirizzi e le destinazioni d'uso previsti in progetto.

Si ritiene che l'intervento sottoposto all'approvazione sia stato progettato rispettando il vincolo di non aumentare il livello di pericolosità e di rischio esistente - fatto salvo quello eventuale intrinsecamente connesso all'intervento ammissibile - e non preclude la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio, mediante eventuali interventi futuri di sistemazione.

Carloforte luglio 2026

Il Professionista incaricato
Dott. Ing. Emilio Johnny SPINA



Il Professionista incaricato
Dott. Geol. Gian Luca PIRAS