COMUNE DI MURAVERA

COMMITTENTE

BRUNO CABRAS - ANTONELLA MELIS

VARIANTE AL PAI
ART. 37 - c.3 lettera B

Parte Idraulica

PROGETTISTI INCARICATI

Ing. Alessandro Salis
Via Palomba 53
09128 Cagliari

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA CAGLIARI
N. 3349 Dr. Ing. ALESSANDRO SALIS

Geol Fausto Alessandro Pani
Via Castelli A, 2,
09122 Cagliari CA

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE SARDEGNA
N. 89 Dott. Geol. FAUSTO ALESSANDRO PANI

Elaborato

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Allegato	**All. 01**	Scala	------
Data	Aprile 2025	Rev.	01

SOMMARIO

1 PREMESSA 2

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DESCRIZIONE DELL'AREA IN ESAME 3

3 REGIME VINCOLISTICO 6

4 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO 7

5 OPERE DI MITIGAZIONE E STIMA DEGLI INTERVENTI 14

1 Premessa

Il Comune di Muravera ricade all'interno del **Sottobacino n. 7 Flumendosa Campidano Cixerri**, e con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 è stato approvato il Piano di Assetto Idrogeologico.

Successivamente con Delibera n.2 del 09.09.2020 il comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale ha adottato definitivamente lo studio denominato il "– Procedimento di variante al PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 lett. b) delle Norme di Attuazione del PAI, relativo allo studio comunale di assetto idrogeologico ai sensi dell'art. 8 c.2bis delle NA del PAI per la perimetrazione di aree

La presente proposta di variante nasce dall'esigenza di valutare le effettive aree di pericolosità idraulica in un'area posta in prossimità dell'abitato e interessata dalla presenza di un elemento idrico di modeste dimensioni che dallo studio aprovato risulterebbe in parte sottoposta a vincolo Hi4.

Lo studio si pone come analisi di maggiore dettaglio a seguito di una campagna di rilievi effettuati nel contesto territoriale in esame.

Il presente studio rielabora quindi le mappature di pericolosità sulla base della reale e attuale forma del terreno determinata mediante rilievi celeri metrici.

Su incarico del Sig. Bruno Cabras, dunque, è stato eseguito uno studio di maggior dettaglio relativo all'area, al cui interno ricade un lotto di sua proprietà, per il quale si propone una nuova perimetrazione delle aree a rischio idraulico con conseguente procedura di Variante al Pai prevista dalle Norme Tecniche di Attuazione del PAI Art.37 c. 3lettera b) che così recita:

ARTICOLO 37 Varianti ed aggiornamenti del PAI

[…]

3. Sono tra gli altri motivi di eventuali varianti del PAI:

[…]

b. studi a scala di maggior dettaglio eseguiti da enti territoriali ed enti locali;

[…]

Sulla scorta di quanto su richiamato, la proposta di variante al PAI acquisisce e fa proprie le determinazioni emerse in fase di analisi idrologiche di cui al citato studio di variante aprovato, mentre rielabora l'analisi idraulica sulla base di un modello digitale del terreno di dettaglio relativo all'area in oggetto, e successivamente elabora le suddette informazioni secondo quanto previsto dalle Linee guida del PAI anche mediante un'analisi critica delle risultanze dello studio comunale.

Il risultato ultimo è quindi il conseguimento della nuova cartografia del Rischio idraulico e del quadro informativo necessario alla riduzione del suddetto rischio.

2 Inquadramento territoriale e descrizione dell'area in esame

L'area ricade all'interno del territorio comunale di Muravera, a sud dell'abitato a circa 1.6Km lungo la SS 125 Orientale Sarda.

Essa è individuata nella sezione 227-III-SE -Torre delle Saline della cartografia IGM in scala 1:25000, e nella sezione 549160 della Cartografia Tecnica Regionale,

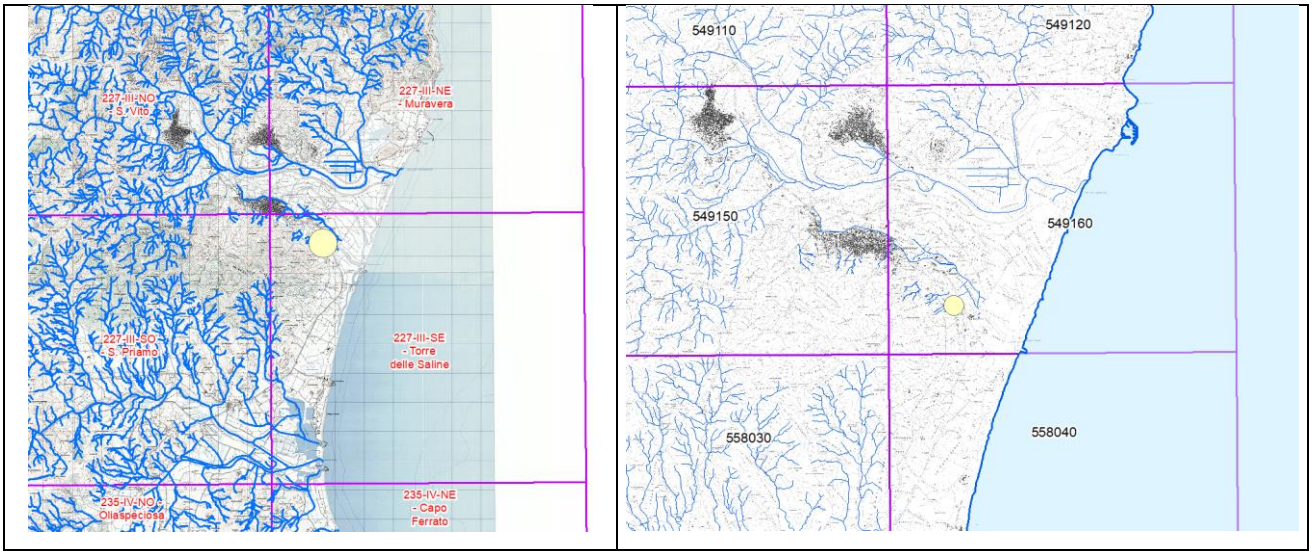


Figura 1 Estratto cartografico

La superficie analizzata può essere ricondotta ad una estensione di circa un ettaro, interessa un'area nella quale è presente un edificato rado in un contesto generalmente interessato dalla presenza di macchia Mediterrane. Da un punto di vista morfologico, in esame riguarda la porzione valliva di un alto topografico che raggiunge i 300m slm e che estendendosi con una giacitura SW – NE è caratterizzato da lla presenza di vallecole nella porzione collinare che poi diventano solchi sino ad sparire nella porzione valliva caratterizzata dalla presenza di una conoide alluvionale solo debolmente incisa.

Gli elementi idrici cartografati sottendono superfici scolanti che, come si potrà meglio definire nell'ambito delle valutazioni idrologiche si estendono per superfici di pochi ettari con modeste portate di deflusso. Valori che, secondo quanto indicato nelle *Linee guida e indicazioni metodologiche per la corretta individuazione e rappresentazione cartografica del reticolo idrografico ai sensi dell'art.30 ter, comma 6 delle Norme di attuazione del PAI.*

L'immagine che segue riporta l'idrografia tratta dal GeoDB regionale con base IGM VS, il cerchio rosso individua l'area oggetto analisi.

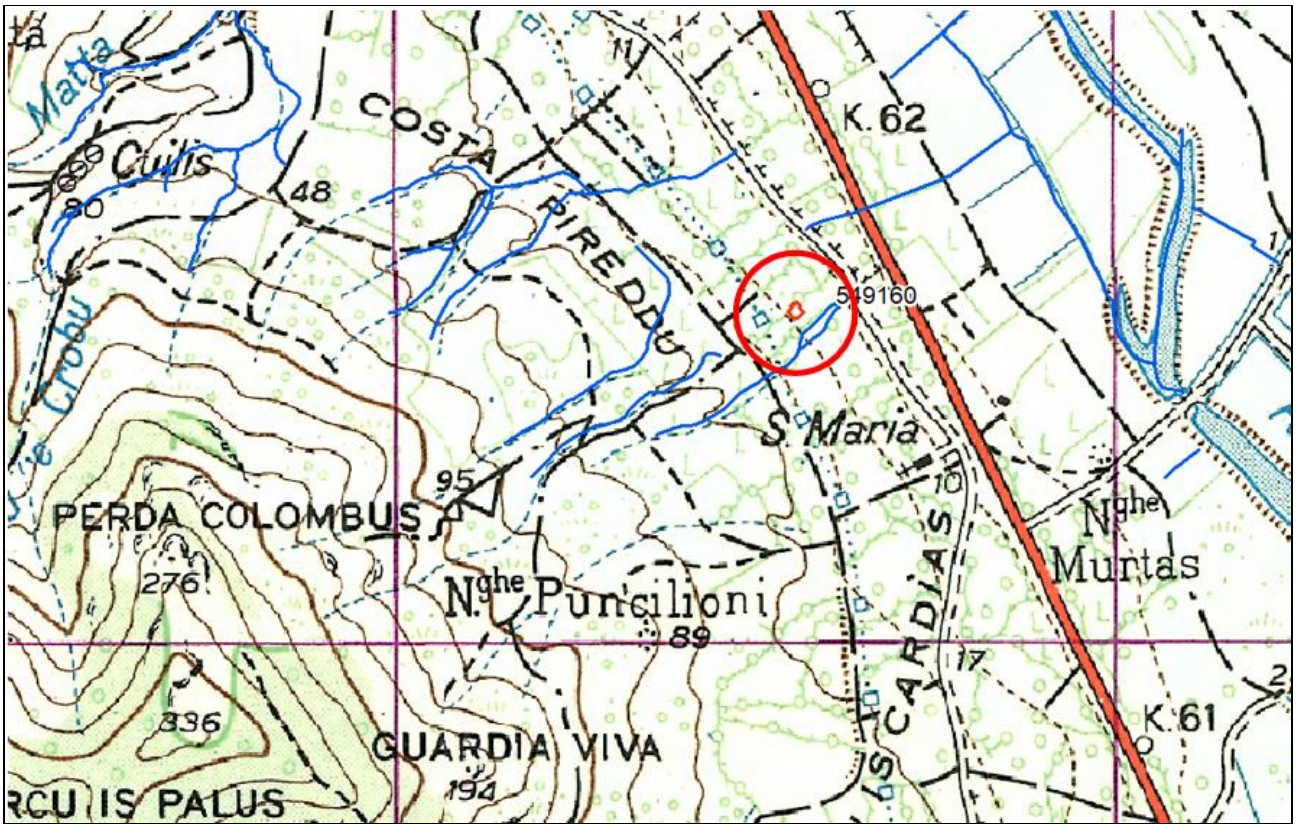


Figura 2 Stralcio IGM VS.

A riprova dell'assenza di linee presenziali di scorrimento, si riporta di seguito due immagini aeree con discesa di scala, la prima con sovrapposizione con tratteggio chiaro del reticolo idrografico tratto da Geodb, la seconda colta da drone da monte verso valle con inquadratura del lotto interessato dall'analisi. In entrambi i casi la fotointerpretazione non mostra una linea di scorrimento preferenziale l'incisione di una eventuale gora nell'intorno del loto, a dimostrazione del fatto che principalmente si ha, in occasione degli eventi meteorici, uno scorrimento diffuso e disordinato nella zona valliva con tiranti idrici decisamente modesti.



Figura 3 Immagine aere con idrografia da GeodbMp



Figura 4 Immagine da drone

3 Regime vincolistico

Previsioni del PAI

Il Comune di Muravera ricade all'interno del **Sottobacino n. 7 Flumendosa – Campidano Cixeeri**, e l'area in esame è stata perimetrata dal PAI, in occasione dello studio di Variante al PAI aprovato con Deliberazione del Commitato Istituzionale n. 2 del 09.09.2020 e successivo DPGE n. 110 del 07.10.2020

In questo contesto, l'area in studio risulta interna alle aree perimetrate dal Piano con livelli di pericolosità variabili tra molto elevata H_{i4} e moderata H_{i1}..

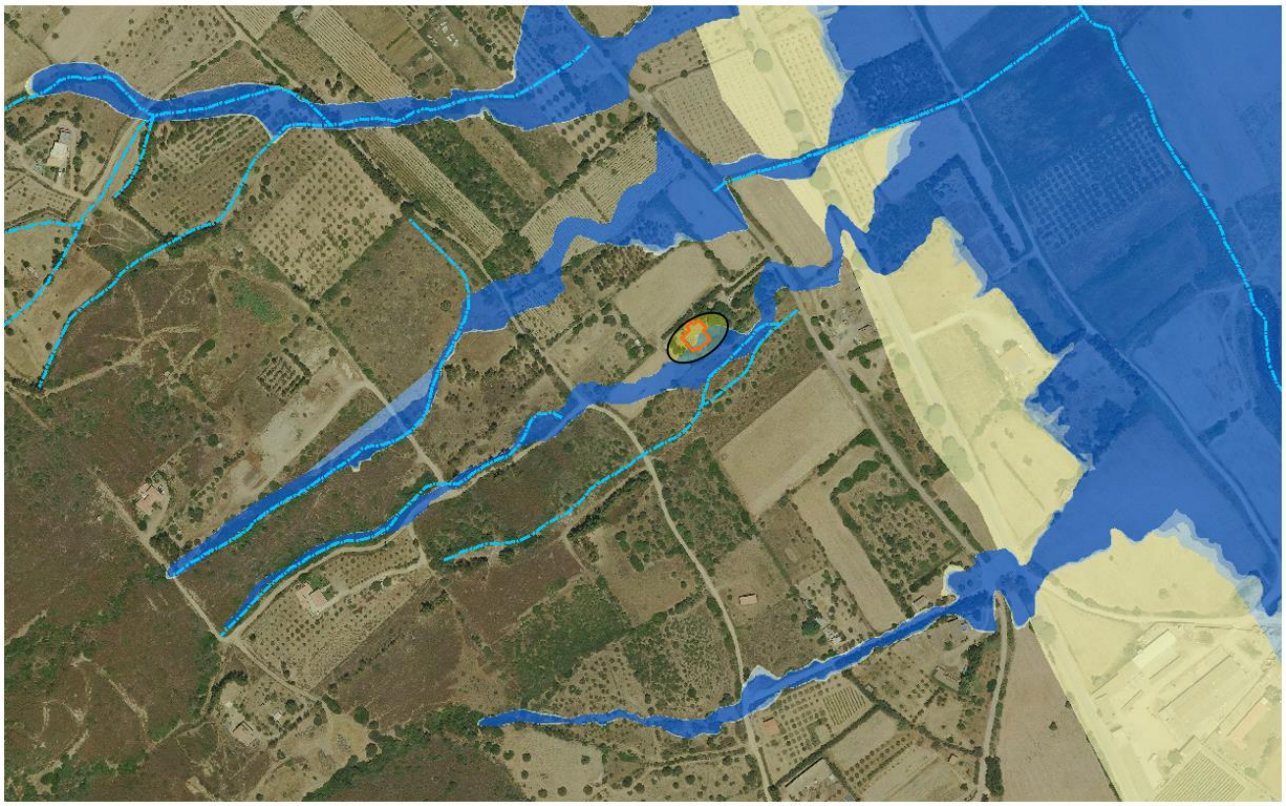


Figura 5 Area di periclolosità nel contesto esteso



Figura 6 Area di pericolosità nell'area ristretta (in giallo l'area oggetto di analisi)

4 Determinazione del rischio idraulico

Nell'ambito dello studio, e propedeutica all'elaborazione della carta del Rischio idraulico, è stata definita la carta del Danno Potenziale, corrispondente a quella degli Elementi a rischio, per poi conseguire la cartografia del Rischio idraulico e del quadro informativo necessario alla riduzione del suddetto rischio.

La determinazione della cartografia del rischio idraulico era determinata secondo quanto indicato nelle Linee Guida del PAI, come di seguito riportato.

Secondo la notazione usuale, il Rischio Idraulico, Ri, è definito come il prodotto di tre fattori secondo l'espressione:

$$Ri = Hi\ E\ V$$

dove Ri = rischio idraulico totale, quantificato secondo 4 livelli riportati di seguito, dove sono evidenziati gli estremi superiore delle classi.

Rischio idraulico totale			Descrizione degli effetti
Classe	Intensità	Valore	
R_{i1}	Moderato	≤ 0,002	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
R_{i2}	Medio	≤ 0,005	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
R_{i3}	Elevato	≤ 0,01	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
R_{i4}	Molto elevato	≤ 0.02	sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

- Hi = pericolosità (natural Hazard) ossia la probabilità di superamento della portata al colmo di piena; in accordo al DPCM 29/09/98 è ripartita in 4 livelli, pari a 0.02, 0.01, 0.005, 0.002, che corrispondono ai periodi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni. Nello specifico saranno adottate le aree di pericolosità idrauliche dello studio Ex Art. 8 citato in premessa, integrate con quanto richiesto dall'ADIS.
- E = elementi a rischio; ai sensi del citato DPCM sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi. Ai fini del presente lavoro si è assunta la cartografia definita dall'Autorità di Bacino che individua e cataloga gli elementi secondo quattro categorie. Ad ogni classe , nell'applicazione dell'equazione è stato attribuito un peso secondo una scala tra [0, 1].
- V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alla sollecitazione indotte dall'evento e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio E in caso del manifestarsi del fenomeno. Ogni qualvolta si ritenga a rischio la vita umana, ovvero per gli elementi di tipo E4, E3 e parte di E2, la vulnerabilità, secondo quanto si evince dal DPCM, sarà assunta pari all'unità; per quanto concerne gli elementi di alto tipo occorrerebbe provvedere ad effettuare analisi di dettaglio sui singoli cespiti ma esse esulano dai limiti delle attività previste dal dispositivo di legge e, pertanto, anche a tali elementi si attribuirà un valore di vulnerabilità ancora unitario.

A seguito del nuovo PGRA, sono state introdotte delle novità in materia di Pericolosità e di Danno Potenziale.

In particolare, le quattro classi di pericolosità definite dagli strumenti di pianificazione adottati o approvati dalla Regione Sardegna sono state accorpate secondo le tre classi di seguito riportate:

- P3, ovvero aree a pericolosità elevata, con elevata probabilità di accadimento ($Tr \leq 50$);
- P2, ovvero aree a pericolosità media, con media probabilità di accadimento ($50 < Tr \leq 200$);
- P1, ovvero aree a pericolosità bassa, con bassa probabilità di accadimento ($200 < Tr \leq 500$).

Al fine di predisporre le mappe del rischio di alluvioni, in coerenza con il D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, la Direttiva 2007/60/CE del 23.10.2007, e gli indirizzi operativi predisposti dal MATTM, è stata effettuata, nelle aree mappate a pericolosità idraulica P1 - P2 - P3 secondo le modalità sopra esposte, un'analisi semplificata del danno potenziale D

$$D = E \times V$$

E = elementi a rischio, che sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi, ed ai quali è stato attribuito un peso secondo una scala compresa fra 0 e 1, a seconda della classificazione attribuita allo stesso elemento

V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento, e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio E in caso del manifestarsi del fenomeno. Nelle valutazioni effettuate la vulnerabilità è stata assunta pari all'unità.

Le classi omogenee del Danno Potenziale, riassunti nella tabella seguente, sono stati prodotti dalla Regione Sardegna.

D_1	(Danno potenziale moderato o nullo): comprende le aree libere da insediamenti urbani o produttivi dove risulta possibile il libero deflusso delle piene
D_2	(Danno potenziale medio): aree con limitati effetti sulle persone e sul tessuto socio-economico. Aree attraversate da infrastrutture secondarie e attività produttive minori, destinate sostanzialmente ad attività agricole o a verde pubblico
D_3	(Danno potenziale elevato): aree con problemi per l'incolumità delle persone e per la funzionalità del sistema economico, aree attraversate da linee di comunicazione e da servizi di rilevante interesse, le aree sedi di importanti attività produttive
D_4	(Danno potenziale molto elevato): aree in cui si può verificare la perdita di vite umane, ingenti danni ai beni economici, naturali storici e culturali di rilevante interesse, gravi disastri ecologico – ambientale

Tabella 1 Definizione del danno potenziale

L'individuazione delle aree a Rischio idraulico nasce dunque dall'impiego di una tabella a doppia entrata come quella relativa alla Tabella 2.

Classi di Danno Potenziale	Classi di Pericolosità Idraulica		
	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2
D3	R4	R3	R1
D2	R3	R2	R1
D1	R1	R1	R1

Tabella 2 Determinazione delle aree a rischio idraulico

Come indicato sull'Allegato Re06 Relazione sulle mappe di pericolosità e Rischio di cui al Piano di gestione del Rischio di Alluvioni, la carta del Danno potenziale contiene 6 macrocategorie, in particolare[1]:

1. **Zone urbanizzat**e (agglomerati urbani, nuclei abitati con edificazione diffusa e sparsa, zone di espansione, aree commerciali e produttive) con indicazione sul numero di abitanti potenzialmente interessati da possibili eventi alluvionali – corrispondenza con la classe A del D.P.C.M. 29.09.98 e parzialmente con quanto riportato alla lettera a, comm.5, art. 6 del D.Lgs. 49/2010);

2. **Strutture Strategiche** (ospedali e centri di cura pubblici e privati, centri di attività collettive civili, sedi di centri civici, centri di attività collettive militari – corrispondenza con la classe E del D.P.C.M. 29.09.98 e con quanto riportato alla lettera b, comm.5, art. 6 del D.Lgs. 49/2010);

3. **Infrastrutture strategiche e principali** (linee elettriche, metanodotti, oleodotti, gasdotti e acquedotti, vie di comunicazione di rilevanza strategica sia carrabili che ferrate, porti e aeroporti, invasi idroelettrici, grandi dighe. Per le strade carrabili andranno riportate almeno tre tipologie: autostrade, strade di grande comunicazione e le strade di interesse regionale, tralasciando i tronchi, anche asfaltati, di interesse locale – corrispondenza con la classe C ed E del D.P.C.M. 29.09.98 e con quanto riportato alla lettera b, comm.5, art. 6 del D.Lgs. 49/2010);

4. **Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse** (aree naturali, aree boscate, aree protette e vincolate, aree di vincolo paesaggistico, aree di interesse storico e culturale, zone archeologiche di cui al Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n.42 del Ministero per i Beni e le Attività Culturali – MIBAC; aree Protette Nazionali e Regionali di cui alla Legge Quadro 394/91 e Siti della Rete Natura 2000 (SIC, ZSC e ZPS) di cui alle Direttive 92/43/CEE "Habitat" e 2009/147/CE, ex 79/409/CEE "Uccelli"; – corrispondenza con la classe D del D.P.C.M. 29.09.98 e con quanto riportato alla lettera c, comm.5, art. 6 del D.Lgs. 49/2010, da individuare d'intesa o su indicazione delle amministrazioni competenti statali e regionali, ciascuna per il proprio ambito);

5. **Distribuzione e tipologia delle attività economiche** insistenti sull'area potenzialmente interessata (corrispondenza parziale con la classe B del D.P.C.M. 29.09.98 e con quanto riportato alla lettera d, comm.5, art. 6 del D.Lgs. 49/2010).

[1] Si riportano integralmente passi del citato allegato Re06

6. **Zone interessate da insediamenti produttivi o impianti tecnologici**, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale (ai sensi di ai sensi di quanto individuato nell'allegato I del D.L. 59/2005), zone estrattive, discariche, depuratori, inceneritori – e aree protette potenzialmente interessate (corrispondenza parziale con le classi B e E del D.P.C.M. 29.09.98 e totale con quanto riportato alla lettera e, comm.5, art. 6 del D.Lgs. 49/2010;

In analogia a quanto già effettuato nella redazione dei Piani di Assetto Idrogeologico, coerentemente con la normativa di settore (D.P.C.M. 29.09.98) e in funzione di quanto esposto nei precedenti sottoparagrafi, l'analisi del Danno, in questa prima fase di lavoro del Piano Alluvioni, sarà condotta in modo semplificato associando le categorie di elementi esposti a condizioni omogenee di Danno Potenziale.

Di fatto, le classi omogenee di Danno Potenziale risulteranno quattro tenendo conto per la loro definizione in primo luogo, del danno alle persone, e poi di quello al tessuto socioeconomico ed ai beni non monetizzabili. Le quattro classi di danno possono così essere definite:

- **D4 (Danno potenziale molto elevato):** aree in cui si può verificare la perdita di vite umane, ingenti danni ai beni economici, naturali storici e culturali di rilevante interesse, gravi disastri ecologico ambientali;
- **D3 (Danno potenziale elevato):** aree con problemi per l'incolumità delle persone e per la funzionalità del sistema economico, aree attraversate da linee di comunicazione e da servizi di rilevante interesse, le aree sedi di importanti attività produttive;
- **D2 (Danno potenziale medio):** aree con limitati effetti sulle persone e sul tessuto socioeconomico. Aree attraversate da infrastrutture secondarie e attività produttive minori, destinate sostanzialmente ad attività agricole o a verde pubblico;
- **D1 (Danno potenziale moderato o nullo):** comprende le aree libere da insediamenti urbani o produttivi dove risulta possibile il libero deflusso delle piene.

Pertanto, in riferimento alle definizioni sopra riportate e utilizzando le sei macro-categorie individuate, eventualmente integrate con ulteriori dati provenienti da strumenti di pianificazione di dettaglio, le classi di danno potenziale devono essere costituite almeno dai seguenti elementi:

D4 - Danno potenziale molto elevato:

- Zone urbanizzate (agglomerati urbani, nuclei abitati con edificazione diffusa e sparsa). – elementi appartenenti alla 1 categoria di elementi esposti;
- Zone interessate da attività economiche e produttive di rilevante interesse (zone commerciali, industrie, centri di ricerca, etc. non potenzialmente pericolose dal punto di vista ambientale) – elementi appartenenti alla 1 categoria di elementi esposti;
- Strutture Strategiche (ospedali e centri di cura pubblici e privati, centri di attività collettive civili, sedi di centri civici, centri di attività collettive militari) – elementi appartenenti alla 2 categoria di elementi esposti;
- Infrastrutture strategiche (Autostrade, Tangenziali, Grandi Strade e/o Strade a Scorrimento Veloce, Strade Statali, Provinciali e Comunali principali, Stazioni FS, Linee Ferroviarie, Aeroporti, Eliporti, Porti, invasi idroelettrici, grandi dighe Elettrodotti, Gasdotti, Acquedotti, Metanodotti, Linee Elettriche, Oleodotti) – elementi appartenenti alla 3 categoria di elementi esposti;
- Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse (aree naturali, aree boscate, aree protette e vincolate, aree di vincolo paesaggistico, aree di interesse storico e culturale, zone archeologiche) – elementi appartenenti alla 4 categoria di elementi esposti;
- Zone interessate da attività economiche, industriali o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale (ai sensi di ai sensi di quanto individuato nell'allegato I del D.L. 59/2005) – elementi appartenenti alla 5 categoria di elementi esposti.

D3 - Danno potenziale elevato:

- Discariche, depuratori, inceneritori – elementi appartenenti alla 5 categoria di elementi esposti;
- Zone omogenee presenti negli strumenti urbanistici comunali e individuati come Cimiteri, cave, discariche anche se non in esercizio;
- Beni ambientali, paesaggistici e storico-archeologici che racchiudono potenziali valori, ma non riconosciuti in termini normativi.

D2 - Danno potenziale medio:

- Zone agricole specializzate – elementi appartenenti alla 6 categoria di elementi esposti;
- Zone estrattive;

- Zone omogenee presenti negli strumenti urbanistici comunali e individuati come ad esempio, verde urbano e parchi urbani, borghi rurali.
- Infrastrutture secondarie: intese come strade secondarie, linee ferroviarie e stazioni nel caso in cui il danno non provochi l'isolamento di uno o più centri urbani,

D1 – Danno potenziale moderato o nullo:

- Aree incolte o di scarso valore ambientale;
- Aree agricole non specializzate (prati, pascoli, etc.);
- Aree umide (zone umide, corpi idrici, boschi igrofili, lanche e meandri abbandonati, ecosistemi sito-specifici, etc.);
- Superfici costruite, a bassa densità di edificazione in stato di abbandono o degrado riconosciuto. Il valore è principalmente legato alla perdita dell'elemento costruito.

Sulla base della classificazione su descritta si è ottenuta la carta del danno potenziale, richiamata di seguito indicativamente.

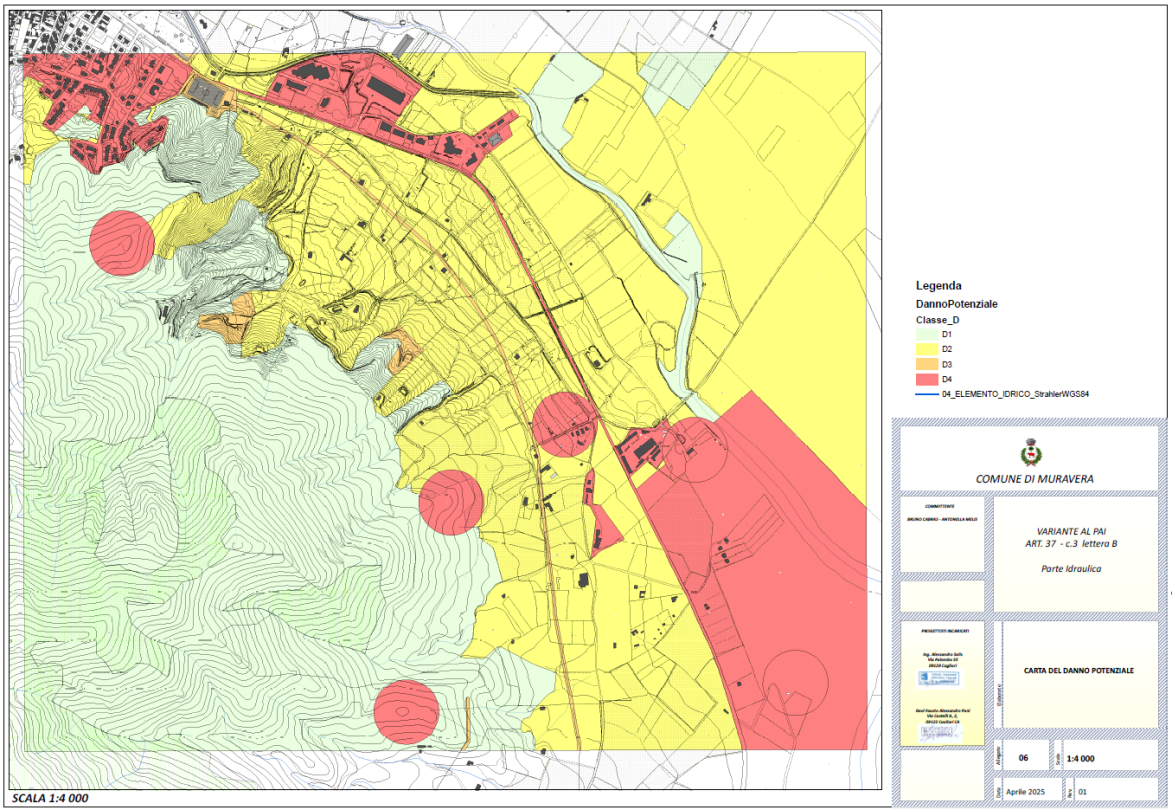


Figura 7 Carta del Danno Potenziale

La carta del rischio viene realizzata attraverso un semplice passaggio di *overlay mapping* e consegnata nella seguente figura.

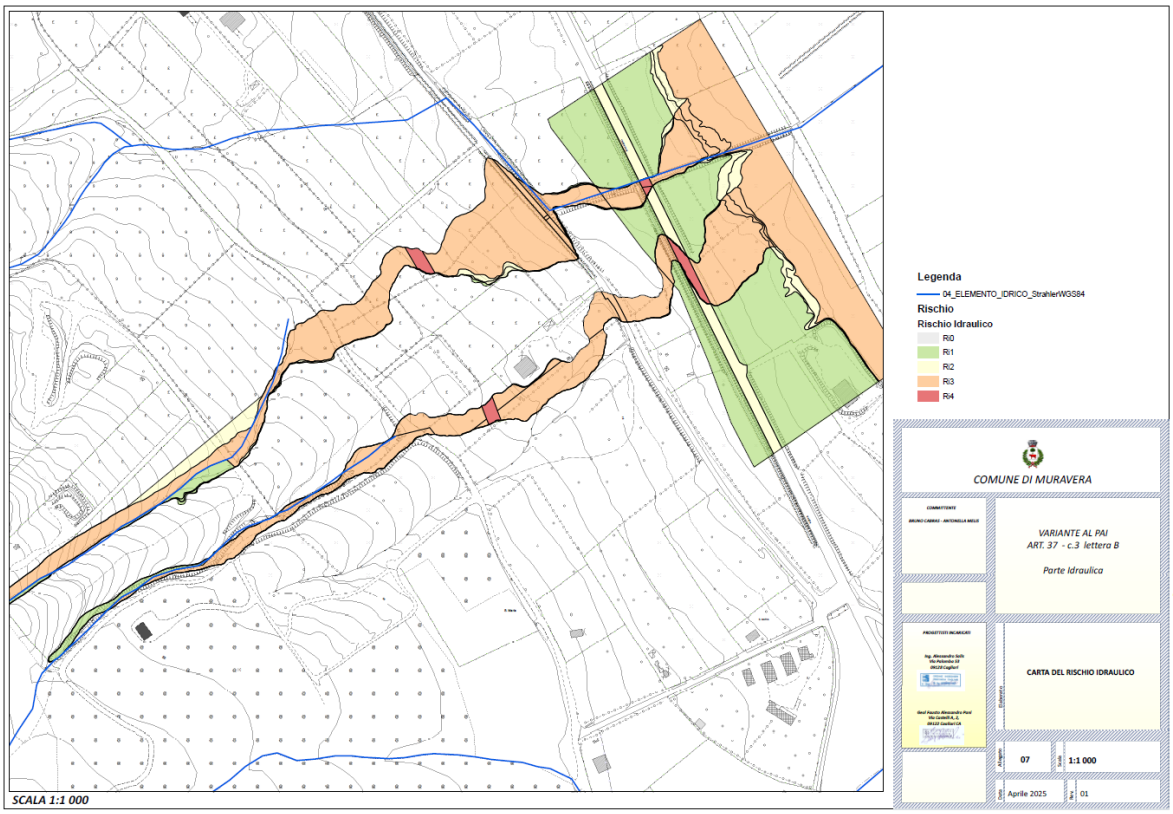


Figura 8 Carta del rischio

5 Opere di mitigazione e stima degli interventi

L'area oggetto di analisi non è interessata da livelli di rischio conseguentemente si esclude la proposta di opere di mitigazione.

Cagliari 16.04.2024 Ing. Alessandro Salis