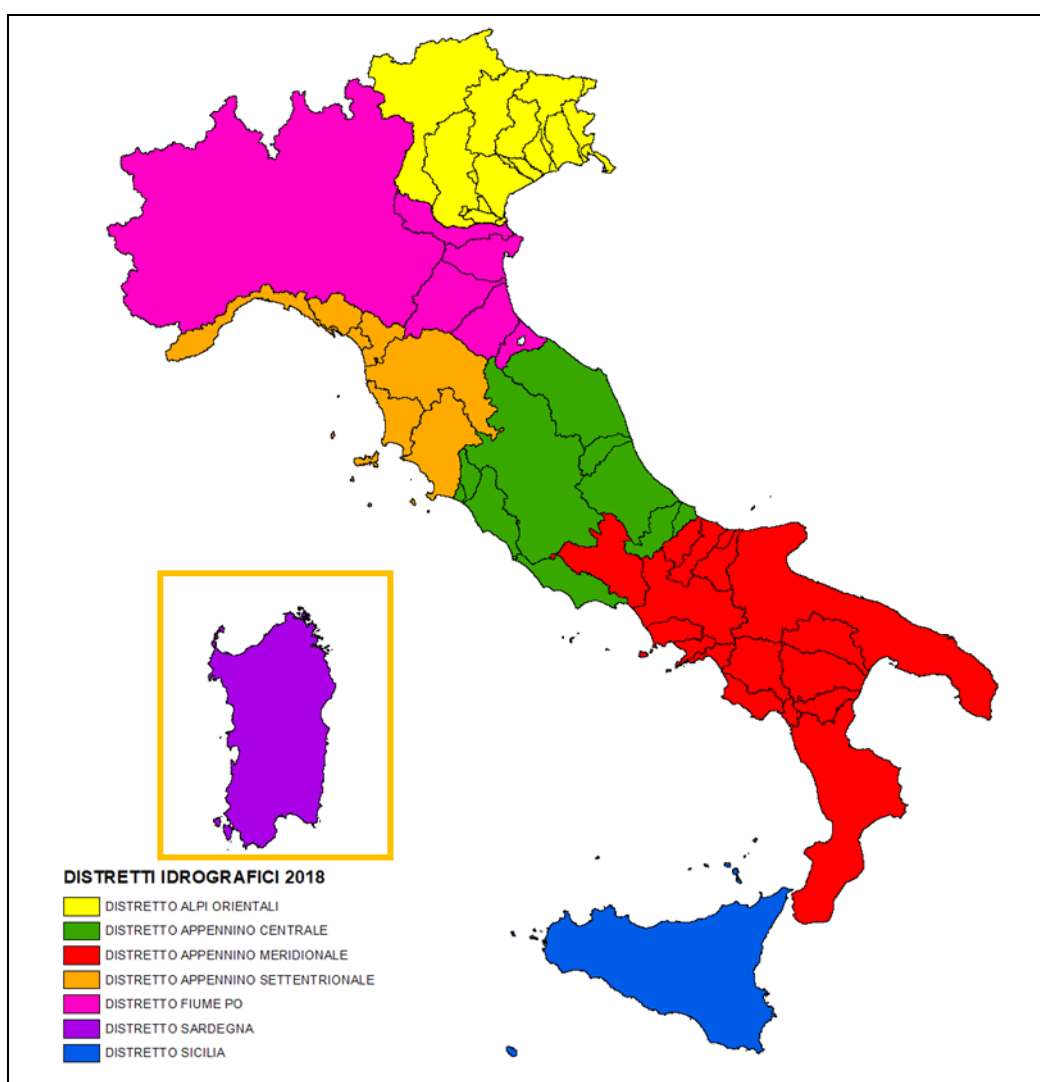


Aggiornamento e revisione delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvione redatte ai sensi dell'art. 6 del D.lgs. 49/2010 attuativo della Dir. 2007/60/CE – III ciclo di gestione

RELAZIONE METODOLOGICA

Distretto Idrografico della Sardegna



Sommario

1	Introduzione.....	3
2	Le mappe di pericolosità e rischio: adempimenti previsti dalla Direttiva Alluvioni e dal D.lgs. 49/2010 4	
2.1	Unità territoriali di riferimento e autorità competenti nel Distretto	5
2.2	Le APSFR considerate ai fini della mappatura.....	22
2.3	Approccio utilizzato nella mappatura della pericolosità di alluvione	24
2.4	Tipologie di alluvioni rilevanti ai fini della mappatura.....	25
2.5	Definizione degli scenari di probabilità nel Distretto.....	26
2.6	Delimitazione delle aree allagabili mediante modellistica	27
2.6.1	Tipi di modelli utilizzati.....	27
2.6.2	Tipi di dati utilizzati	29
2.7	Delimitazione delle aree allagabili mediante approcci non modellistici	29
2.8	Aggiornamenti intervenuti	30
2.9	Gli effetti dei cambiamenti di lungo periodo	30
2.9.1	Le colate detritiche	31
2.10	Meccanismi di coordinamento per la condivisione dei dati di base nelle UoM transfrontaliere .	34
2.11	Approccio utilizzato per la valutazione degli elementi esposti a rischio di alluvione	34
2.11.1	Gli abitanti potenzialmente interessati.....	36
2.11.2	Le attività economiche.....	37
2.11.3	L'ambiente.....	38
2.11.4	I beni culturali.....	39
3	Comprendere le mappe della pericolosità e del rischio di alluvione	40

Indice Tabelle

Tabella 1– Codifica delle Unità di Gestione e dei Distretti Idrografici ai fini del reporting FD (Tagliate sul Distretto)	6
---	---

Indice Figure

Figura 3 – Unità di gestione e relativi Distretti idrografici (sostituite con immagine del solo Distretto con le UoM corrispondenti)	Errore. Il segnalibro non è definito.
--	--

Figura 1 – Popolazione residente nelle celle censuarie del Distretto.....	36
---	----

Figura 2 – Distribuzione spaziale dei beni culturali del progetto VIR ricadenti nel Distretto Idrografico.....	39
--	----

1 Introduzione

L'art. 6 della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE (*Floods Directive* – FD) stabilisce che gli Stati Membri (*Member States* –MS) predispongano, a livello di distretto idrografico o unità di gestione, mappe di pericolosità da alluvione e mappe del rischio di alluvioni, nella scala più appropriata per le aree a rischio potenziale significativo di alluvione (APSFR) individuate ai sensi dell'art. 5, paragrafo 1.

Le APSFR e le relative informazioni, riportate alla Commissione Europea (CE) su piattaforma Reportnet3, sono quelle definite nell'ambito della revisione e aggiornamento della Valutazione Preliminare che ha segnato l'inizio del III ciclo di gestione. Tali informazioni sono state riportate (reporting) entro luglio 2019, avendo la CE disposto una proroga delle scadenze in relazione all'adozione di nuovi formati e modelli per il reporting.

A partire dal III ciclo di gestione, il reporting delle informazioni richieste dalla Commissione EU per comprovare gli adempimenti previsti dalla Direttiva Alluvioni avviene su una nuova infrastruttura, "ReportNet 3" della European Environmental Agency (EEA), che contiene anche tutti i documenti e gli strumenti a supporto dell'attività di reportistica.

Per ciascuno specifico obbligo normativo è stato predisposto su Reportnet 3 anche un accesso pubblico alla documentazione di supporto e allo stato di lavorazione dei dataset che i singoli stati membri caricano.

Per il flusso dati **Floods Directive - Floods Hazard and Risk Maps [2025]** il link pubblico è il seguente:
<https://reportnet.europa.eu/public/dataflow/1587>

Trattandosi di terzo ciclo di gestione, l'art. 14 della FD stabilisce che l'aggiornamento delle mappe avvenga entro il 22 dicembre 2025 e che le informazioni richieste siano riportate alla Commissione entro 3 mesi da tale scadenza.

Nei capitoli che seguono viene illustrato il processo che ha portato alla definizione e pubblicazione delle mappe suddette, mettendo in evidenza gli aggiornamenti informativi e metodologici intervenuti in questo terzo ciclo di gestione.

2 Le mappe di pericolosità e rischio: adempimenti previsti dalla Direttiva Alluvioni e dal D.lgs. 49/2010

La Direttiva Alluvioni stabilisce all'art. 6 che per le zone individuate ai sensi dell'art. 5 come APSFR siano redatte mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni nella scala più appropriata.

Le mappe di pericolosità devono contenere la perimetrazione delle aree geografiche che possono essere inondate in corrispondenza di tre diversi scenari di probabilità:

- a) scarsa probabilità o scenari di eventi estremi - (Low Probability Hazard – LPH)
- b) media probabilità di alluvioni (tempo di ritorno ≥ 100 anni) - (Medium Probability Hazard – MPH)
- c) elevata probabilità di alluvioni, se opportuno - (High Probability Hazard – HPH)

A ogni Stato è, dunque, consentita una flessibilità nell'assunzione della scala di rappresentazione e nell'assegnazione dei valori di probabilità d'inondazione ai diversi scenari.

In corrispondenza di ciascuno scenario gli Stati Membri (SM) devono fornire le informazioni sull'estensione delle alluvioni e sulla profondità o livello delle acque e, dove opportuno, sulle velocità del flusso o sulle portate. L'estensione delle alluvioni va intesa come l'intera superficie che sarebbe ricoperta d'acqua in caso di occorrenza di un determinato scenario (quindi non escludendo l'alveo fluviale).

La Direttiva prevede **all'art. 6.6** che per le **zone costiere** in cui esista un livello adeguato di protezione gli SM possano decidere di elaborare le mappe di pericolosità limitandosi al solo **scenario di scarsa probabilità a)**. Stessa possibilità è fornita agli Stati Membri **dall'art. 6.7** nel caso di aree in cui le inondazioni siano causate da **acque sotterranee**.

A livello nazionale il DLgs 49/2010, attuativo della Direttiva Alluvioni, definisce gli scenari di probabilità nel seguente modo:

- i. elevata probabilità o alluvioni frequenti quelli corrispondenti a tempi di ritorno fra 20 e 50 anni;
- ii. probabilità media o alluvioni poco frequenti quelli corrispondenti a tempi di ritorno fra 100 e 200 anni;
- iii. scarsa probabilità o scenari di eventi estremi, quelli corrispondenti a tempi di ritorno superiori a 200 anni.

A livello nazionale sono state adottate le seguenti scelte/assunzioni:

- ✓ le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni sono redatte per tutti gli scenari di probabilità
- ✓ non ci si avvale degli art. 6.6 e 6.7
- ✓ la source of flooding "groundwater" non costituisce una origine significativa (relevant source) ai fini del rischio di alluvioni
- ✓ la scala utilizzata per la rappresentazione spaziale della pericolosità, in ottemperanza a quanto specificato all'art. 6 comma 1 del D.lgs. 49/2010, è di 1:10.000

- ✓ le mappe sono redatte secondo il template fornito dall'ISPRA e pubblicate sul Geoportale Nazionale del MASE attraverso servizi web WFS
- ✓ ove siano disponibili layer di tipo raster dei livelli idrici e delle velocità, essi vengano classificati secondo le indicazioni fornite nelle Note per il reporting dell'ISPRA pubblicate sul sito dell'Istituto
- ✓ ove non siano disponibili layer raster dei livelli idrici e delle velocità, tali caratteristiche idrauliche possono essere fornite in corrispondenza di sezioni d'alveo

Per quanto riguarda il rischio di alluvioni la Direttiva stabilisce che in corrispondenza di ciascuno scenario di probabilità, siano redatte mappe del rischio di alluvioni, in cui devono essere rappresentate le potenziali conseguenze avverse in termini di:

- a) numero indicativo di abitanti potenzialmente interessati
- b) tipo di attività economiche insistenti nell'area potenzialmente interessata
- c) impianti di cui alla Direttiva 96/51/CE che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvioni e aree protette (di cui all'allegato IV, paragrafo 1, punti i), iii) e v) della Dir. 2000/60/CE) potenzialmente interessate
- d) altre informazioni considerate utili dai MS, come l'indicazione delle aree in cui possono verificarsi alluvioni con elevato trasporto solido e colate detritiche e informazioni su altre fonti notevoli di inquinamento

Sin dal primo reporting alla CE ai termini sopra riportati è stata aggiunta la categoria di elementi esposti "patrimonio culturale".

Per le Unità di Gestione condivise da più stati membri l'art. 6.2 della FD richiede che la preparazione delle mappe sia preceduta dallo scambio di informazioni tra gli stati limitrofi, in modo da garantire il coordinamento tra SM.

La preparazione delle mappe inoltre deve essere coordinata con i riesami effettuati ai sensi dell'art. 5 della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive – WFD), in modo da assicurare che le informazioni condivise siano consistenti, in un'ottica di miglioramento dell'efficienza, dello scambio di informazioni e del raggiungimento di comuni sinergie e benefici rispetto agli obiettivi ambientali della WFD e di mitigazione del rischio della FD.

2.1 Unità territoriali di riferimento e autorità competenti nel Distretto

Per il distretto idrografico della Sardegna il territorio distrettuale coincide con il territorio regionale (che ha un'estensione di circa 24.000 km²) e con riferimento alle Unità di Gestione (Unit of Management – UoM), le unità territoriali di riferimento definite a livello nazionale ai fini dell'implementazione della Direttiva Alluvioni (art. 3 della Dir. 2007/60/CE), il distretto è costituito da un'unica UoM.

La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** mostra i limiti territoriali del Distretto, coincidente con la UoM.

le unità territoriali di riferimento ovvero le Unità di Gestione (Unit of Management – UoM) definite ai fini della FD per il Distretto (River Basin District – RBD).



Figura 1 – Unità di gestione e relativo Distretto idrografico.

In [Tabella 1](#) si riporta la codifica utilizzata ai fini del reporting alla CE.

Tabella 1– Codifica delle Unità di Gestione e dei Distretti Idrografici ai fini del reporting FD

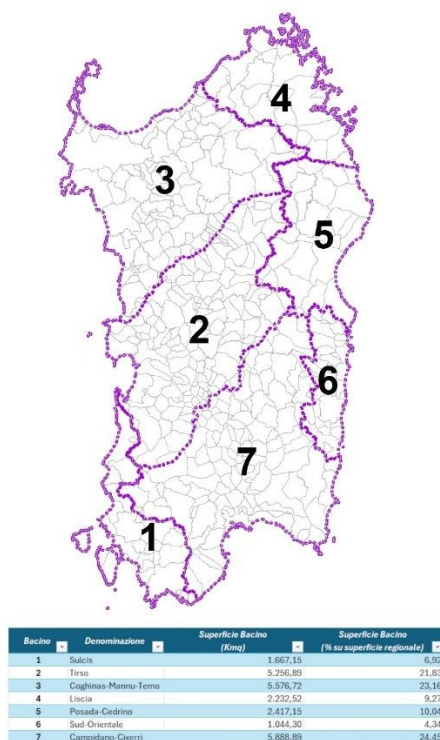
RDBcode	RDBName	UoMCode	UoMName
ITG2018	distretto idrografico della Sardegna	ITR201	Regionale Sardegna

I limiti territoriali del Distretto della Sardegna sono quelli definiti nello strato vettoriale approvato con Decreto del Direttore Generale per la salvaguardia del territorio e delle acque del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), oggi MASE, nel 2018 (STA.DEC. prot. n. 416 del 8 agosto 2018).

Per il distretto idrografico della Sardegna il territorio distrettuale coincide con il territorio regionale (che ha un'estensione di 24.000 km²) e con riferimento alle Unità di Gestione (*Unit of Management* – UoM), le unità territoriali di riferimento definite a livello nazionale ai fini dell'implementazione della Direttiva Alluvioni (art. 3 della Dir. 2007/60/CE), il distretto è costituito da un'unica UoM.

Di seguito si descrivono le principali caratteristiche topografiche e idrografiche per la UoM che costituisce il Distretto idrografico della Sardegna. Sono inoltre fornite alcune informazioni ritenute salienti per quanto concerne le aree costiere, evidenziando eventuali criticità (quali ad es., fenomeni di erosione) in esse presenti che possono influire sul rischio di alluvioni.

Negli atti di pianificazione dell'assetto idrogeologico (PAI), l'intero territorio della Sardegna è suddiviso in sette sub-bacini, ognuno dei quali caratterizzato in grande da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale, come si può evincere dall'immagine successiva e dalla relativa tabella.



Dal punto di vista demografico, la Sardegna è caratterizzata da un elevato flusso migratorio estivo legato all'industria del turismo, che comporta un incremento della densità abitativa concentrato in particolare nelle zone costiere e per periodi brevi nell'arco dell'anno. La densa infrastrutturazione ed urbanizzazione del territorio in prossimità dei centri di attrazione turistica genera seri problemi dal punto di vista della difesa del suolo in quanto si osserva assai frequentemente come non vengano rispettate le condizioni necessarie ed un'evoluzione naturale dei bacini a causa dei vincoli apposti sul territorio dalla rete viaria, dalla intercettazione dei deflussi dovuta agli insediamenti, dall'incremento delle superfici impermeabili, etc.

Inoltre, lo sviluppo del turismo costiero ha costituito una forte causa di migrazione interna con conseguente abbandono delle campagne e, perciò, della cura e manutenzione del territorio.

L'idrografia regionale è caratterizzata dalla quasi totale assenza di corsi d'acqua perenni. Infatti, i soli fiumi classificati come tali sono costituiti dal Tirso, dal Flumendosa, dal Coghinas, dal Cedrino, dal Liscia e dal Temo, unico navigabile nel tratto terminale. Inoltre, la necessità di reperire risorse idriche superficiali da tutti i corsi d'acqua disponibili ha portato alla costruzione di numerosissimi invasi artificiali che di fatto hanno completamente modificato il regime idrografico, tanto che anche i fiumi succitati, a valle degli sbarramenti sono asciutti per lunghi periodi dell'anno.

La maggior parte dei corsi d'acqua, presenta caratteristiche torrentizie che, per la conformazione geomorfologica dei bacini imbriferi, presentano pendenze elevate per la maggior parte del loro percorso, con tratti vallivi, brevi che si sviluppano nei conoidi di deiezione o nelle piane alluvionali. Di conseguenza nelle parti montane si verificano intensi processi erosivi dell'alveo, mentre nei tratti di valle si osservano fenomeni di sovralluvionamento che danno luogo a sezioni poco incise con frequenti fenomeni di instabilità planimetrica anche per portate non particolarmente elevate.

Rimandando ai numerosi ed approfonditi studi sull'idrologia della Sardegna, si ricordano in sintesi le principali caratteristiche del regime idrologico del Bacino Unico Regionale, che presenta clima semiarido con un'elevata variabilità temporale della precipitazione ed intensità orarie di elevata intensità tipiche dei regimi idrologici pluviometrici marittimi. In Tabella I sono riportati la media e la deviazione standard della precipitazione annuale per alcune stazioni pluviometriche, mentre in Tabella II, a titolo di esempio, si riportano le intensità orarie registrate durante il tragico evento del novembre 1999 nel basso Campidano confrontate con i corrispondenti valori medi annui.

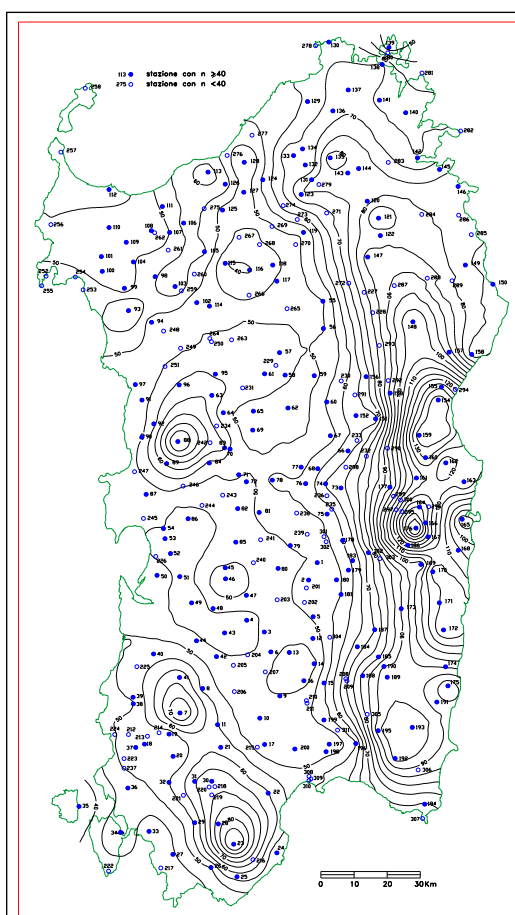
Media e deviazione standard della piovosità annua [mm] in alcune stazioni pluviometriche nel periodo 1922-1992.

Stazione	Cagliari	Oristano	Sassari	Nuoro	Tempio	Is Cannoneris
Media	430.1	581.3	593.2	714.8	800.0	1134.7
Dev.st.	114.6	128.8	123.9	213.0	186.8	266.5

Precipitazione registrata durante l'evento alluvionale del novembre '99 in alcune stazioni e confronto con i valori di precipitazione media annua

Stazione	24h	12h	6h	3h	1h	Anno	Dev. st.
Uta	464.4	448.6	313.8	179.4	105.8	526.5	127.9
Decimomannu	474.2	429.8	314.0	203.0	79.0	495.4	139.2

Alla variabilità temporale della precipitazione si aggiunge anche quella spaziale caratterizzata dalla forte influenza dell'orografia con le principali direzioni dei flussi di umidità indotte dalle perturbazioni atmosferiche come si evince dalla distribuzione spaziale della media giornaliera (vedi figura). Tale variabilità si manifesta anche sul valore annuale di precipitazione (Tabella II) dove si può osservare come la precipitazione media annua varia dai 430 mm di Cagliari, praticamente al livello del mare, sino agli oltre 1100 mm di Is Cannoneris, ubicata a quota 700 m circa e ad appena 30 Km di distanza dalla precedente;



Distribuzione spaziale della altezza di pioggia giornaliera in Sardegna

Nell'ultimo quinquennio, inoltre, si è assistito ad un progressivo abbassamento della media annua, mentre nel contempo si sono manifestati alcuni eventi di eccezionale intensità, difficilmente inquadrabili negli schemi modellistici attualmente disponibili.

In conseguenza di tali regimi pluviometrici, oltre che per la nota dipendenza dai fattori litologici del bacino, i deflussi nei corsi d'acqua risultano ancor più irregolari, con bassi o quasi nulli valori nel periodo estivo, ma con picchi di portata talvolta assai intensi in limitati periodi della stagione autunno-vernina.

Facendo riferimento alla suddivisione in Sub-Bacini, sono elencati i corsi d'acqua principali del reticolo idrografico regionale.

Di seguito si riporta una descrizione sintetica delle condizioni geologiche e geomorfologiche dei singoli sub-bacini.

Sub_Bacino del Sulcis.

Il Sulcis-Iglesiente si estende per 1640 Km², pari a circa il 7% dell'intero territorio sardo, ed è interessato da due invasi in esercizio. I corsi d'acqua più rilevanti sono costituiti dai seguenti rii:

- Rio Palmas, alimentato dalla confluenza del Rio Mannu di Narcao, del rio Gutturu de Ponti e del Rio Mannu di Santadi; il suo bacino imbrifero ricopre il territorio per la maggior parte.
- Rio Santu Milanu, attraversante la zona meridionale dell'abitato di Carbonia.
- Rio Cannas, attraversante la zona settentrionale dell'abitato di Carbonia.
- Rio Flumentepido, compreso fra Carbonia e Gonnese.
- Rio Mannu di Fluminimaggiore, che riceve i contributi del Rio Bega, del Rio Antas e del Rio is Arrus.
- Rio Piscinas, che si sviluppa nella stretta vallata fra Monteponi e Montevecchio.

La rete idrografica è completata da alcuni rii minori, di breve corso sviluppantisi, in genere, perpendicolarmente alla linea di costa.

La maggior parte dell'ossatura geologica del Sulcis è costituita dai terreni metamorfici della sequenza cambrica, per una potenza visibile di 2000 metri. Alla fine del Cambriano questi sedimenti sono emersi dal mare dopo essere stati deformati e dislocati dai prodromi del ciclo orogenetico caledonico che vanno sotto il nome di "Fase sarda". Alla fase tettonica è seguita la deposizione di altri depositi che vengono successivamente interessati dal corrugamento ercinico, al quale è da ricollegare la messa in posto della massa granitica tardo orogenetica, con annesse fasce termometamorfiche e corteo filoniano, sviluppati soprattutto sui lati nord e nord orientale.

Nella successiva fase continentale, che localmente continua anche nel Mesozoico, si verifica lo smantellamento progressivo dei rilievi formati e un intenso carsismo di quelli calcarei, facilitato anche dalle favorevoli condizioni climatiche presenti nella regione in questo periodo. Nel Trias medio, al di sopra di queste spianate si instaurano condizioni ambientali da lagunare confinato a evaporitico, rappresentate da una più o meno spinta dolomitizzazione epigenetica (dolomia gialla) e da depositi conglomeratici dolomitici in genere poco potenti, come a Campumari. Si susseguono poi di cicli di emersione e trasgressione marina fino al Paleocene superiore per una nuova trasgressione marina di grande estensione (fino ai primi rilievi

paleozoici interni, che delimitano verso nord e nord est il cosiddetto “bacino lignitifero del Sulcis” e spintasi verso est nella depressione tettonica del Cixerri) a cui si affiancano ulteriori episodi vulcanici. I depositi quaternari, localizzati ai piedi dei rilievi e nelle zone pianeggianti circostanti, sono costituiti da alluvioni ciottoloso-sabbiose-argillose, che assumono colorazione rossastra nei termini più antichi, terrazzati e, lungo le coste ed in particolare nell’Arburese, da depositi eolici sabbiosi.

Dal punto di vista morfologico il Sulcis presenta un rilievo poco marcato, con morfologie generalmente dolci, in particolare in corrispondenza degli argilloscisti, leggermente più accentuato nelle arenarie, nella “puddinga” ordoviciane e nei graniti. Nelle zone calcaree e dolomitiche si hanno invece forme talora aspre, con pareti verticali. L’area risente di un’erosione protrattasi per tempi molto lunghi, culminata localmente con una peneplanazione e successiva ingressione triassica, e seguita da dislocazioni che non hanno tuttavia cancellato la morfologia antecedente ad ampi penepiani, presenti in particolare nell’area a sud della miniera di San Giovanni.

Le valli principali e minori sono influenzate dalle direttrici tettoniche E-W e N-S, che hanno determinato, in particolare a sud e sud est dell’area in esame, la formazione di bacini subsidenti riempiti da sedimenti eo-oligocenici e quaternari, e dai lineamenti tettonici E-W che li tagliano trasversalmente.

Sub_Bacino del Tirso

Il sub bacino del Tirso si estende per 5327 Km² pari al 22% del territorio regionale; sono presenti tredici opere di regolazione in esercizio e numerose derivazioni. La rete idrografica è costituita dai seguenti corsi d’acqua:

- Fiume Tirso, che rappresenta, insieme al Flumendosa, la maggiore risorsa idrica superficiale della regione.
- Rio Mannu di Benetutti, affluente in sinistra dell’alto Tirso.
- Rio Liscoi-Badu Ozzastru, affluente in sponda sinistra, parallelo al precedente.
- Rio Murtazzolu, affluente in sponda destra poco a monte del Lago Omodeo.
- Fiume Taloro, tributario più importante del Tirso in sponda sinistra. Confluisce direttamente nel lago Omodeo ed è interessato da importanti opere di invaso ad uso plurimo.
- Rio Govossai, affluente del Taloro.
- Rio Siddo, tributario della sponda destra del lago Omodeo.
- Rio Araxixi, denominato anche Rio Flumineddu di Allai e Rio Massari, costituisce il secondo importante affluente del Tirso, in sponda sinistra, a valle del Lago Omodeo e in corrispondenza del nuovo lago della diga Cantoniera.
- Rio Imbessu, affluente in sponda sinistra dell’Araxixi.

- Rio Mannu di Simaxis, affluente in sponda sinistra del basso Tirso, poco a monte di Oristano.
- Rio Mannu di S.V. Milis, che riceve il Mannu di Tramatzza e il Rio di Cispiri per alimentare lo stagno di Cabras, insieme al Rio Iscas e a piccoli rii minori.
- Rio Salighes, Rio di S. Caterina, Rio Pischinappi; costituiscono una serie di corsi d'acqua costieri dell'estremo nord del bacino.
- Rio di S. Giusta, al di sotto del tratto terminale del Tirso, alimenta l'omonimo stagno.
- Rio Mogoro, che si sviluppa principalmente nella parte settentrionale del Campidano, e sfocia nella laguna costiera di Marceddì, diventandone il principale tributario di acqua dolce. E' regolato da un invaso per la laminazione delle piene.
- Rio Sassu, compreso fra il rio Mogoro, il Mannu di Simaxis e il basso Tirso, è collegato alla rete di bonifica di Arborea-Terralba ed alimenta lo stagno di interesse naturalistico di S'Ena Arrubia.
- Flumini Mannu di Pabillonis, che riceve i due principali tributari costituiti dal Flumini Bellu e il Flumini Malu; l'insieme drena i deflussi dell'Arburese-Guspinese e della piana di Sardara e S.Gavino e alimenta la laguna di Marceddì.
- Rio Sitzzerri, già affluente montano in sponda sinistra del Mannu di Pabillonis, separato artificialmente nella parte terminale; insieme a quest'ultimo sfocia nella laguna di Marceddì.

I lineamenti geologici salienti del sottobacino regionale "Tirso" si contraddistinguono per una considerevole varietà di associazioni litologiche e morfo-strutturali, ben evidente dal cartogramma sinottico nel seguito riportato. Procedendo nella descrizione dai termini formazionali più antichi verso i più recenti, occorre considerare il vasto areale interno di affioramento del basamento metamorfico di età Paleozoica, in corrispondenza delle catene montuose del Gennargentu e della Barbagia di Ollolai-Belvi, del Goceano-Marghine e, nel settore meridionale, del M.Linas. La serie ignea Permo-Carbonifera, a prevalente composizione granitoide, occupa estese superfici nel settore centro-settentrionale del bacino, nella zona compresa tra il Mandrolisai, il medio-basso bacino del F.Taloro e l'area in sinistra idrografica del F.Tirso tra Orotelli-Benetutti.

La serie carbonatica mesozoica presenta un carattere localizzato, limitato a lembi isolati tra il Sarcidano e la Barbagia di Belvi'.

Le vulcaniti oligo-mioceniche sono disposte secondo un ellissoide con asse SW-NE, che si interpone tra la serie igneo-metamorfica, l'altopiano di Abbasanta (settore centro-occidentale dell'area di studio) e la catena del M.te Arci; in questi ultimi affiorano i terreni vulcanici basaltico-andesitici e trachitico-fonolitici di età Pliocenica, associati a serie terrigene conglomeratico-arenacee e subordinatamente carbonatico-siltitiche.

Nella porzione centro-meridionale del sottobacino in esame, approssimativamente identificabile con le zone interne del bacino del Mogoro e la Marmilla, si rinviene una successione di terreni sedimentari oligo-miocenici (conglomerati, arenarie, calcareniti, siltiti).

I principali sistemi di pianura quaternaria corrispondono al retroterra del Golfo di Oristano e al graben del Campidano (compreso tra San Gavino Monreale – San Nicolò Arcidano); le piane alluvionali interne sono poco sviluppate da un punto di vista areale.

Sub_Bacino del Coghinas-Mannu-Temo

Il Sub_Bacino si estende per 5402 Km², pari al 23% del territorio regionale; in esso sono presenti nove opere di regolazione in esercizio e cinque opere di derivazione. I corsi d'acqua principali sono i seguenti.

- Rio Mannu di Porto Torres, sul quale confluiscono, nella parte più montana, il Rio Bidighinzu con il Rio Funtana Ide (detto anche Rio Binza 'e Sea).
- Il Rio Minore che si congiunge al Mannu in sponda sinistra.
- Rio Carrabusu affluente dalla sinistra idrografica.
- Rio Mascari, affluente del Mannu di Portotorres in sponda destra, si innesta nel tratto mediano del rio presso la fermata San Giorgio delle Ferrovie Complementari.
- Fiume Temo, regolato dall'invaso di Monteleone Roccadoria, riceve i contributi del Rio Santa Lughia, Rio Badu 'e Ludu, Rio Mulino, Rio Melas, affluenti di sinistra che si sviluppano nella parte montana del bacino. Negli ultimi chilometri il Temo, unico caso in Sardegna, è navigabile con piccole imbarcazioni; il suo sbocco al mare, sulla spiaggia di Bosa Marina, avviene tramite un ampio estuario. In particolari situazioni meteomarine il deflusso del Temo viene fortemente condizionato causando non rari allagamenti della parte bassa dell'abitato di Bosa; per gli stessi motivi riveste particolare rilevanza il reticolo idrografico che circonda il centro urbano, il cui torrente principale è rappresentato dal Rio Sa Sea.
- Il Rio Sa Entale, che si innesta nel Temo in destra idrografica, e il Rio Ponte Enas, in sinistra, costituiscono gli affluenti principali per estensione del rispettivo bacino.
- Fiume Coghinas, il cui bacino occupa una superficie di 2.453 Km² ed è regolato da due invasi, riceve contributi dai seguenti affluenti: Rio Mannu d'Ozieri, Rio Tilchiddesu, Rio Butule, Rio Su Rizzolu, Rio Puddina, Rio Gazzini, Rio Giobaduras.

E' da annoverare, inoltre, una serie di rii minori che si sviluppa nella Nurra e nell'Anglona, e, segnatamente:

- Rio Barca.
- Fiume Santo.
- Rio Frigiano.

- Mannu di Sorso.

Il Sub_Bacino Coghinas-Mannu-Temo può essere suddiviso in tre grandi sotto insiemi:

- il settore Orientale e Sud-Orientale è prevalentemente paleozoico; una sequenza vulcano-sedimentaria permiana ricopre i terreni paleozoici e depositi detritici quaternari delimitano ad ovest il corpo intrusivo suddetto. La sequenza stratigrafica dell'area è chiusa dai depositi alluvionali del fiume Coghinas, da sabbie litorali e localizzati depositi eluvio-colluviali e di versante. Le alluvioni del Coghinas sono presenti con continuità tra i rilievi di Badesi - La Tozza - Monte Ruiu - Monte Vignola e la linea di costa. Lungo la costa i depositi francamente alluvionali lasciano il posto ad eolianiti e sabbie litorali. I depositi eluvio-colluviali, prodotti dal disfacimento delle litologie presenti nell'area, localmente pedogenizzati, rivestono, con sottili spessori i versanti e localmente lasciano il posto a detrito di versante.

-il settore Centrale è prevalentemente terziario. Il potente complesso vulcanico oligo-miocenico, che occupa quasi interamente e senza soluzione di continuità il settore centrale, costituisce il substrato della regione e poggia in parte sulla piattaforma carbonatica mesozoica della Nurra, ribassata di circa 2000 m dal sistema di faglie che ha dato origine alla "fossa sarda", ed in parte sul basamento cristallino paleozoico. Il Complesso vulcanico oligo-miocenico è stato ricoperto dalla "Serie sedimentaria miocenica (un complesso lacustre di transizione ai depositi marini calcareo-arenacei e marnoso-arenacei). Infine i prodotti del vulcanismo plio-quaternario e i depositi detritici quaternari in corrispondenza delle incisioni vallive ed in prossimità dei corsi d'acqua

-il settore Nord-Occidentale è costituito dallo zoccolo cristallino dell'*horst* della Gallura paleozoico e dalle formazioni carbonatiche mesozoiche che culminano con i rilievi del Doglia e del sistema di Punta Cristallo e di Capo Caccia. Le intrusioni granitiche erciniche affiorano solo nella propaggine settentrionale, costituita dall'isola dell'Asinara

Dal punto di vista geomorfologico, le creste rocciose, le dorsali e i massicci rocciosi, separati da vaste zone di spianamento ed incisioni fluviali, seguono l'andamento delle principali linee tettoniche e sono il risultato dell'azione congiunta dei processi di alterazione chimica e meccanica ad opera degli agenti atmosferici, e di dilavamento ad opera delle acque superficiali. Nel settore Orientale, le forme tipiche che ne risultano sono i "Tor", rilievi rocciosi, emergenti da qualche metro ad alcune decine di metri dalla superficie circostante, suddivisi in blocchi dalle litoclasti allargate dai fenomeni di disfacimento, e le "cataste di blocchi sferoidali"; nel settore Centrale, vi è l'alternanza di rilievi vulcanici, dalla forma conica e smussata in cima, da colline tronco-coniche, vaste aree ondulate, modellate nei sedimenti miocenici, separati da numerose valli tortuose e strette e vaste conche di erosione pianeggianti.

Sub_Bacino del Liscia

Il Sub_Bacino si estende per 2253 Km², pari al 9.4% del territorio regionale; in esso è presente un'opera di regolazione in esercizio. I corsi d'acqua principali sono i seguenti.

- Rio Vignola, per il quale è prevista la costruzione di un invaso ad uso potabile.
- Fiume Liscia, sul quale insiste la diga omonima avente una capacità utile di 104 Mm³.
- Rio Surrau, con foce a Palau.
- Rio San Giovanni di Arzachena.
- Rio San Nicola e il Rio De Seligheddu, che attraversano il centro abitato di Olbia,
- Fiume Padrogianus, che in sinistra idrografica ha gli apporti del Rio Enas e del Rio S. Simone provenienti dalle pendici del Limbara, mentre in destra il Rio Castagna proveniente da M. Nieddu.

Il bacino del Liscia è contrassegnato dalla prevalenza di rocce granitoidi di epoca ercinica (Leucograniti, Granodioriti, Monzograniti,) spesso associati a cortei filoniani di varia natura ed orientazione (più spesso SW-NE e SSW-NNE). Meno rappresentati i termini del complesso metamorfico (Migmatiti e ortogneiss in prevalenza). Sulle facies granitoidi è molto evidente in estesi tratti, di solito depressi, la presenza di una superficie d'alterazione in sabbioni, talvolta potente qualche metro. Sacche di arenizzazione sono comunque rilevabili un po' ovunque, soprattutto nelle aree a massima tettonizzazione, sebbene nei rilievi più pronunciati di solito scarseggino. Solo a NW (Lu Colbu e Vignola in comune di Trinità d'Agultu) sul substrato granitoide giacciono termini sedimentari e vulcanici del Terziario. Nei fondovalle alluvionali sono ancora presenti sedimenti quaternari, talvolta di una certa entità e terrazzati (Padrogianus). Lungo le coste, se si escludono certi tratti presso S.ta Teresa e Capo Testa, Capo Figari (Golfo Aranci), Tavolara e Molara (Olbia), scarseggiano le testimonianze del Pleistocene marino. Diffusi ma solo di rado ampi (S.Teodoro, Palau) i tratti di arenile.

Dal punto di vista geomorfologico gli effetti delle varie fasi orogenetiche hanno prodotto, su vasta scala, un'articolazione in *rilievi elevati*, *altopiani* e *serre*. Queste ultime, disposte a varie quote e con dislivelli sempre intorno ai 200-300 m, danno luogo ai tratti più aspri ed acclivi di tutta la regione.

In generale domina una fisiografia a terrazzi e gradinate morfologiche, interrotta da forme residuali, adunate in campi di "*Tor*" e di più rari e isolati "*Inselberg*".

Le aree alluvionali pedemontane e i bacini intramontani fanno parte dell'assetto oro-idrografico dell'area studiata ma non sono molto diffusi. Hanno estensioni varie e si insinuano a varia altitudine fra gli elementi precedenti, senza contatti continui con la costa, fungendo da raccordo fra alcuni Altipiani e le Serre circostanti. Vi scorrono alcuni dei corsi più importanti, (Vignola e Liscia). Spiccano in particolare a N il Bacino di Bassacutena (200 m, fra Luogosanto e Palau), al centro la piana di M.giu Santu (250 m, per lo più coincidente oggi con l'invaso del Liscia) e il Bacino di Padru (Rio Lerno).

Le piane costiere bordano il territorio studiato e si raccordano ai sistemi di spiagge attraverso lagune o stagni costieri.

Sub Bacino Posada-Cedrino

Il Sub_Bacino si estende per 2423 Km², pari al 10.1% del territorio regionale; in esso sono presenti due opere di regolazione in esercizio, di cui una dedicata alla laminazione delle piene. I corsi d'acqua principali sono i seguenti.

- Fiume Cedrino, che costituisce il corso d'acqua principale, regolato dalla diga di Pedra e Othoni, destinata alla laminazione delle piene e, in modesta parte, all'approvvigionamento idropotabile ed irriguo della valle del Cedrino. A monte della diga è la sorgente di Su Cologone, dichiarata monumento naturale di interesse nazionale. Gli affluenti principali sono il Rio Flumineddu di Dorgali, Il Rio Sa Oche, il Rio Sologo.
- Rio Sos Alinos, sfociante a cala Liberotto.
- Rio di Berchidda.
- Rio di Siniscola.
- Rio di Posada, regolato dalla diga di Macheronis.
- Rio Codula di Sisine.
- Rio Codula de Luna.

Come per il Fiume Cedrino, i primi quattro rii, pur sottendenti bacini di modesta estensione, presentano particolari problemi nelle parti terminali del loro corso per motivi orografici e legati all'antropizzazione, mentre gli ultimi due sono stati presi in considerazione in virtù della loro notevole importanza naturalistica. Analogamente, sono stati considerati i due canali artificiali seguenti in quanto soggetti a frequenti esondazioni:

- Canale "Su Cantaru", a Lodè.
- Canale di guardia di Oliena.

Il sub bacino Posada-Cedrino presenta diverse associazioni di forme e processi morfologici strettamente correlate alla tipologia delle formazioni litologiche presenti in affioramento, estremamente eterogenee sia per quanto attiene all'età che per quanto riguarda l'origine e la tipologia. Il territorio in oggetto è caratterizzato fondamentalmente da litotipi a carattere lapideo costituenti il basamento (granitoidi e metamorfiti), le coperture carbonatiche mesozoiche e quelle vulcaniche plio-pleistoceniche. Solo in minima parte, circa il 5% della superficie totale, l'affioramento diretto è rappresentato da terreni di copertura recente ed attuale.

La serie basale è rappresentata dalle litologie del complesso cristallino-metamorfico, paleozoico, costituito per lo più da micascisti e filladi in facies a scisti verdi entro cui si sono intruse le plutoniti tardotettoniche del ciclo orogenetico ercinico. Sopra questi si ritrovano le formazioni calcareo-dolomitiche depostesi in un bacino sedimentario mesozoico. A metà del Cenozoico si svilupparono tra le maggiori deformazioni tettoniche che determinarono l'emersione delle assise carbonatiche e del basamento metamorfico cristallino,

conferendo a questi una marcata strutturazione che facilitò l'evoluzione morfologica, principalmente lungo le linee di faglia e di fratturazione, secondo tipici processi di erosione superficiale a carattere fluviale.

Tra il Terziario e il Quaternario vaste aree orientali del bacino furono interessate da un'intensa ed abbondante azione vulcanica effusiva, secondo schemi continentali di tipo plateaux, con il riempimento e la fossilizzazione di numerose forme precedenti. Nel Quaternario si formarono le serie sedimentarie recenti pleistoceniche associate ai principali corsi d'acqua.

Le rocce presentano nella maggior parte dei casi stati di alterazione limitata e di spessore non considerevole anche se sono frequenti situazioni puntuali di alterazione avanzata con abbondante fratturazione; i terreni di copertura sono sciolti e localizzati quasi esclusivamente nelle piane alluvionali, nei fondo valle principali e nelle aree morfologicamente depresse al piede dei rilievi.

Dal punto di vista morfologico prevalgono le forme montagnose e collinari aspre nella porzione meridionale ed occidentale, mentre in quella settentrionale ed orientale si ha la prevalenza di forme morbide collinari e pianeggianti. Analoga suddivisione può essere in linea di massima fatta per quanto attiene alle pendenze; le aree a pendenze più elevate si riscontrano nel settore sud-occidentale, mentre quelle a pendenza più limitata sono individuabili nel settore nord-orientale del bacino.

Per quanto attiene alla strutturazione tettonica, appare prevalente la direttrice SSO-NE, secondo cui si sviluppano le due faglie principali che caratterizzano il bacino: la faglia "Nuoro-Posada" e quella del "Flumineddu".

Sub_Bacino Sud-Orientale

Il Sub_Bacino si estende per 1035 Km², pari al 4.1% del territorio regionale; in esso è presente un'opera di regolazione in esercizio. I corsi d'acqua principali sono i seguenti.

- Rio di Quirra, che rappresenta il corso d'acqua maggiore del bacino; esso scorre prevalentemente in direzione parallela alla costa per riversarsi in mare nella parte più meridionale del Sub_Bacino. Il segmento finale del rio è costituito dal Flumini Durci (o Rio di San Giorgio). La parte iniziale del rio di Quirra è denominata Rio Pardu.
- Rio de Alustia, che prende poi il nome di Rio Cabriolu, affluente in destra del Quirra.
- Rio Corongiu che affluisce nell'asta principale pochi chilometri a Sud di Tertenia.
- Rio Corr'e Cerbus, che con il nome di Baccu Locci lambisce l'omonima miniera di piombo.
- Rio Tuvulu, affluente di destra del Rio di San Giorgio.
- Rio Pramaera, che sfocia nella piana di Tortolì.
- Rio Sa Teula, che sfocia nello stagno di Tortolì dopo aver ricevuto le acque turbinate dalla centrale idroelettrica dell'Alto Flumendosa.

- Rio Pelau, sfociante nella costa a nord di Gairo.

Nel territorio del bacino Sud Orientale sono testimoniati il Paleozoico, il Cenozoico, il Mesozoico ed il Quaternario. L'ossatura e il basamento sono costituiti dal complesso scistoso cristallino e paleozoico, con prevalenza degli scisti, alternati a vulcaniti di diversi cicli più o meno metamorfosate nel Salto di Quirra, mentre gradualmente, spostandoci verso il settore settentrionale riaffiorano predominanti i graniti, con varie iniezioni tardive filoniane, principalmente costituite da micrograniti e porfidi riolitici.

Il basamento paleozoico, che costituisce la maggior parte del territorio, è stato interessato con varia intensità da diversi movimenti orogenetici.

Tutto il territorio è attraversato da N a S dalla grande discontinuità che, parallela alla costa, costituisce la guida tettonica dell'approfondimento della valle del Pardu-Quirra. Una lunga sequenza di faglie NNW a SSE costituisce il *pattern* dominante sul quale si è isoorientata l'idrografia principale del settore settentrionale del bacino Sud Orientale. Le fratture di età alpina hanno scomposto l'antico rilievo in diversi blocchi tettonici variamente sollevati e depressi, aventi nel settore settentrionale un'aspetto falciforme. Nel suo complesso il settore composto dal Sarrabus-Gerrei, dall'area dell'Ogliastra e del settore dei Tacchi, costituisce un pilastro tettonico composto fra la Fossa del Campidano e più generalmente la Fossa Sarda, a W, ed il mare, ad E.

La morfologia attuale, prevalentemente accidentata montuosa, essendo l'effetto delle diverse fasi erosive succedutesi nei tempi, mette in evidenza le caratteristiche geologico-strutturali del substrato roccioso del Sub_Bacino Sud Orientale. Molti elementi del rilievo sono totalmente o in parte impostati secondo direttrici tettoniche erciniche. La gran parte dei corsi d'acqua del settore settentrionale sono isoorientati secondo NNW – SSE

Le formazioni carbonatiche mesozoiche mostrano generalmente una morfologia molto particolare, caratterizzata da superfici sub-pianeggianti interessate da un sistema idrografico superficiale sovente catturato da manifestazioni carsiche, bordate generalmente da scarpate strapiombanti, di altezze anche di oltre il centinaio di metri; tali processi di dissesto sono diffusi in modo generalizzato.

Sub_Bacino Flumendosa-Campidano-Cixerri

Il Sub_Bacino si estende per 5960 Km², pari al 24.8 % del territorio regionale; è l'area più antropizzata della Sardegna ed il sistema idrografico è interessato da diciassette opere di regolazione in esercizio e otto opere di derivazione. I bacini idrografici di maggior estensione sono costituiti dal Flumendosa, dal Flumini Mannu, dal Cixerri, dal Picocca e dal Corr'e Pruna; numerosi bacini minori risultano compresi tra questi e la costa. Nell'ambito del presente studio si sono considerati i seguenti corsi d'acqua:

- Fiume Flumendosa, è considerato attualmente il corso d'acqua di maggiore importanza in Sardegna per la complessità e dimensione del sistema di utilizzazione della risorsa idrica da esso costituito. Il fiume è regolato da un sistema di invasi di grandi capacità per usi multipli.

- Rio Mulargia, affluente in destra del Flumendosa, in località Monte Su Rei è sbarrato da una diga che crea un invaso di capacità utile pari a 310 milioni di m³ e raccoglie anche le acque dell'invaso sul Medio Flumendosa, al quale è collegato da una galleria a gravità.
- Rio Flumineddu, affluente in sinistra del Flumendosa, è stato sbarrato con una opera di derivazione in località Silicheri, di modesta capacità, e collegato, in sollevamento, ai due invasi sul Flumendosa e sul Mulargia.
- Rio Cixerri, un tempo affluente del Flumini Mannu, è stato artificialmente separato in prossimità dello sbocco nella laguna di S.Gilla. In località Genna Is Abis, presso Siliqua, è stato realizzato un invaso per usi irrigui. Il Rio Arriali e Rio de su Casteddu costituiscono gli affluenti principali del Cixerri; il secondo è sbarrato in località Medau Zirimilis da un invaso di capacità utile 16,65 milioni di m³.
- Rio Canonica, affluente del Rio Arriali, sbarrato dall'invaso di Punta Gennarta.
- Rio Bellicai, sbarrato dall'invaso di Monteponi, con una capacità d'invaso di 1,02 milioni di m³.
- Flumini Mannu, maggior tributario dello stagno di Santa Gilla, sfocia nella zona portuale di Cagliari; il corso d'acqua principale nasce a circa 800 metri di quota. Il primo nome assunto dal fiume è quello di Rio di Sarcidano, cambia denominazione in Rio San Sebastiano, Rio Mannu e finalmente, nei pressi di Isili, Flumini Mannu. In località "Is Barroccu" è stata recentemente realizzato un lago artificiale 11,7 milioni di m³. Nell'alta Marmilla il Flumini Mannu riceve, dalla destra idrografica e provenienti dalla Giara di Gesturi, il Rio Sellu e il Rio Pazzola, mentre dal territorio di Tuili riceve il Rio Fanari e il Rio Forada Manna.
- Rio Lanessi, che con le sue articolazioni costituisce il reticolo idrografico affluente in sponda sinistra del Flumini Mannu.
- Rio Malu, affluente in sinistra del corso d'acqua principale.
- Rio Mannu di S.Sperate, che si congiunge al Flumini Mannu all'altezza di Decimomannu.
- Torrente Leni e rio Biddu Scema, affluenti del Flumini Mannu, interessati da opere di invaso.
- Rio di Capoterra.
- Rio di S. Lucia.

Numerosi altri corsi d'acqua minori, inoltre, attraversano le rimanenti parti del Sub_Bacino; essi, seppure con bacini imbriferi modesti, meritano particolare attenzione per l'interferenza tra reticolo idrografico, insediamenti urbani e la rete dei trasporti.

Inoltre, l'intero Campidano è attraversato da importanti reti di approvvigionamento idropotabile, da grandi reti irrigue, da numerose opere di captazione e di regolazione che hanno alterato in maniera sostanziale l'idrografia naturale del territorio.

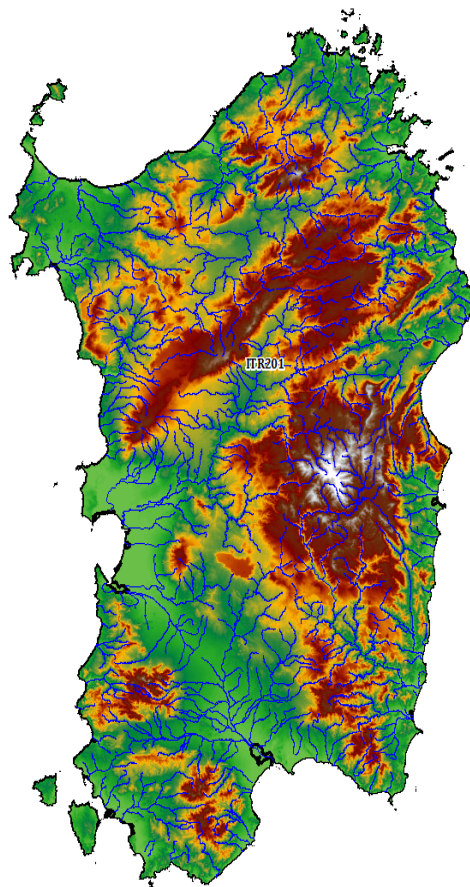
Dal punto di vista geologico il Sub_Bacino del Flumendosa-Campidano-Cixerri è suddivisibile in cinque grandi aree geologiche in parte coincidenti con i bacini idrografici dei corsi d'acqua principali che ad esso danno nome:

- Sarrabus-Gerrei-Barbagie: la geologia del Sarrabus-Gerrei è varia e complessa, sia per i rapporti litologici e stratigrafici fra le diverse formazioni, sia per l'insieme delle deformazioni tettoniche che le rocce che vi si trovano hanno subito. La morfologia attuale è prevalentemente accidentata montuosa; molti elementi del rilievo sono totalmente o in parte impostati secondo direttrici tettoniche erciniche. La gran parte dei corsi d'acqua del settore settentrionale sono isorientati secondo NNW-SSE
- Sarcidano-Marmilla: le metamorfite paleozoiche costituiscono il termine più antico che affiora nell'area. I sedimenti marini miocenici costituiscono la maggior parte dei terreni affioranti (facies arenacee e marnose e, subordinatamente, calcaree, con spessore fino a circa 1500 m). Nel Plio-Quaternario la ripresa dell'attività tettonica, che ha determinato la formazione del graben Campidanese, è stata seguita da un nuovo ciclo vulcanico durante il quale sono state depositate le lave basaltiche, che costituiscono il pianoro sommitale della giara di Gesturi e della Giara di Siddi e di quella di Serri, prossime all'area in esame. Durante il Quaternario, l'attività erosiva ha prodotto il materiale detritico che ha colmato la fossa campidanese.
- Campidano: il cui assetto geologico non è particolarmente vario e coinvolge una serie di formazioni geologiche appartenenti ad un arco temporale ristretto che va dall'Oligocene sino al quaternario recente: alluvioni antiche terrazzate (rappresentano la base di tutte le formazioni sedimentarie quaternarie del Campidano settentrionale); alluvioni medie rimaneggiate (dal disfacimento delle alluvioni antiche cementate); suoli argillosi e palustri recenti ed attuali delle aree palustri bonificate testimonianza della presenza ormai quasi cancellata di una serie di specchi d'acqua interni costituenti talvolta bacini areici e talvolta veri e propri laghi oggi totalmente prosciugati (p.e. "stagno" di Sanluri); alluvioni attuali. Nella fascia campidanese del Sub_Bacino Flumendosa-Campidano-Cixerri, dal punto di vista geomorfologico, si possono distinguere il paesaggio delle "conoidi" tipico nel sistema Campidano dei settori occidentali; il paesaggio delle "alluvioni terrazzate" attorno agli abitati di Guspini, di Sardara e di Sanluri; il paesaggio della "pianura" ormai modificato dalle attività agricole e dalle opere di bonifica.
- Linas-Sulcis: è costituito da 3 grandi unità omogenee:

-l'area valliva del Cixerri e delle fasce pedemontane: le fasi di sedimentazione possono essere distinte in quella pre-pliocenica collegata all'apertura della "Fossa sarda" (il bacino terziario è stato colmato da oltre 500 m di sedimenti alternati a vulcaniti calco-alcaline) e quella sintettonica plio-quaternaria legata all'apertura del graben campidanese (oltre 800 m di sedimenti marini e continentali alternati a vulcaniti alcaline);

-i rilievi vulcanici del castello dell'Acquafredda ed altri rilievi vulcanici;
-le metamorfite e le intrusioni paleozoiche (lo zoccolo scistoso, affiorante solo sporadicamente caratterizza le pendici montane).

- Sulcis e coste del golfo: l'attuale conformazione geo-strutturale deriva da una serie di complesse vicende geologiche, orogenesi antiche, fasi d'immersione ed emersione, fasi tettoniche compressive e distensive, attività vulcanica e fasi di erosione e sedimentazione, susseguite nel tempo. L'area è caratterizzata da un paesaggio ondulato con rilievi collinari, e forme prevalentemente dolci e arrotondate. Essa costituisce una piccola porzione del settore meridionale della grossa struttura tettonica oligo-miocenica, nota come "Fossa sarda". Ai suoi margini meridionali, le forme più aspre legate alla presenza delle formazioni calcaree organogene emergono dalla piana per una serie di eventi tettonici e di modellazione morfologica che sono autrici dell'attuale paesaggio



Caratteristiche fisiografiche (DEM 20x20), reticolo idrografico (SurfaceWaterBody WFD 2016) e limiti di bacino - UoM.

2.2 Le APSFR considerate ai fini della mappatura

La definizione delle Aree a Potenziale Rischio Significativo per il III ciclo di gestione è stata condotta sulla base degli esiti della Valutazione Preliminare. Sono state quindi raccolte informazioni sulla localizzazione e sulle conseguenze avverse di eventi del passato intercorsi a partire da dicembre 2018, in continuità con quanto riportato nel II ciclo di gestione ad eccezione per eventi significativi accaduti precedentemente e per i quali siano state acquisite nuove o ulteriori informazioni rilevanti che ne hanno giustificato l'inserimento nella categoria dei *past event* riportati nell'attuale ciclo di gestione. Sono inoltre state integrate le informazioni relative agli scenari di eventi futuri (*future event*) con quanto fornito da più recenti studi e analisi realizzati e/o acquisiti nel periodo successivo alla pubblicazione delle mappe di pericolosità del II ciclo di gestione, con aggiornamento agli studi di assetto idrogeologico approvati fino al mese di dicembre 2025.

Rispetto al II ciclo di gestione è stata effettuata una considerevole revisione delle APSFR, partendo dalle indicazioni nazionali sulla condizione obbligatoria che le APSFR debbano essere esclusivamente elementi poligonali.

Ai fini della mappatura di questo terzo ciclo di gestione sono state prese in considerazione le seguenti APSFR:

- Perimetrazioni derivate dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF). Si tratta di uno studio condotto su 57 aste del distretto regionale della Sardegna, considerate principali ai fini delle criticità idrogeologiche.
- Aree interessate da past flood (. Perimetrazioni derivate direttamente dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI/PGRA) con aggiornamento agli ultimi studi di Assetto Idrogeologico di dettaglio effettuati direttamente dai Comuni, finalizzati anche alla loro pianificazione territoriale o all'esecuzione di Piani Attuativi, alcuni dei quali eseguiti con modellazione di tipo bidimensionale, con aggiornamento agli ultimi studi approvati fino a dicembre 2025.
- Perimetrazioni derivate dagli "Scenari di intervento strategico – Scenari stato attuale". Si tratta di uno studio condotto dall'Università degli Studi di Cagliari, finalizzato a determinare, per le oltre 20 aste già studiate dal PSFF, degli scenari di intervento, sostenibili dal punto di vista economico e ambientale, partendo da una perimetrazione (denominata "Scenario Attuale"), che prende in considerazione una delle possibili rotture (quella ritenuta più probabile) per esempio, di un argine. Le perimetrazioni allo "Stato Attuale" sono quelle prese in considerazione per le APSFR.
- Perimetrazioni derivate dall'applicazione dell'art. 30ter delle Norme di Attuazione del PAI/PGRA della Sardegna, intitolato "Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia". Il comma 1 dell'articolo definisce: "*Per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale di cui all'articolo 30 quater, per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all'articolo 30 bis, quale*

misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto". La larghezza delle fasce è definita secondo lo schema seguente

Ordine gerarchico (numero di Horton-Strahler)	Profondità L (metri)
1	10
2	25
3	50
4	75
5	100
6	150
7	250
8	400

Alle fasce di cui sopra viene applicata, in regime di salvaguardia, la classe di pericolosità Hi4, ovvero **P3**.

Si specifica che, essendo il reticolo idrografico regionale di riferimento ai fini PAI/PGRA costituito, così come definito con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 30/07/2015, dallo strato vettoriale identificato nel Database Geotopografico regionale alla data della suddetta deliberazione e dagli ulteriori elementi del reticolo presente sulle tavolette IGM 1:25.000 della vecchia serie (IGM_25V), edite per la Sardegna dal 1958 al 1965) e che la porzione di reticolo presente sulle tavolette IGM è disponibile nel solo formato raster, la mappatura delle fasce di prima salvaguardia in argomento risulta essere parziale. Si consideri che l'ordine gerarchico secondo Horton-Strahler è stato calcolato, con gli strumenti GIS, per il solo grafo vettoriale, pertanto le fasce di prima salvaguardia e la loro ampiezza, pur vigenti ex lege, sono rappresentate sulle mappe in maniera parziale in quanto non si tiene conto del reticolo presente sulle sole tavolette IGM e non presenti sul grafo vettoriale. A tal proposito si specifica che con apposita Deliberazione della Giunta Regionale, sono stati stanziati fondi ai Comuni della Sardegna, quale contributo per la revisione del reticolo idrografico per cui sono state emanate apposite Linee Guida. Tale revisione è tuttora in corso. La mappatura delle fasce di prima salvaguardia sarà pertanto oggetto di revisione nel contesto di totale vettorializzazione dell'idrografia.

Alcune delle APSFR designate nella fase di Valutazione Preliminare non sono state considerate giacché non sussistono al momento elementi informativi di dettaglio maggiore relativamente alla modellazione che aggiungerebbero valore alla relativa caratterizzazione in termini di pericolosità e di rischio rispetto a quanto già determinato nella fase di designazione e di reporting delle APSFR e considerato che esse saranno comunque oggetto di pianificazione, nel cui contesto si potranno prevedere tra l'altro, ove si ritenga opportuno, misure di "conoscenza" per approfondire le situazioni suddette.

2.3 Approccio utilizzato nella mappatura della pericolosità di alluvione

Le aree allagabili, nell'ambito della pianificazione vigente, sono individuate, in prevalenza, tramite specifica modellazione idraulica delle aste fluviali ritenute critiche e secondo i criteri sinteticamente illustrati al Paragrafo 2.6.

Le uniche eccezioni a tale approccio generale sono costituite da:

- a. Alcune aree allagabili perimetrate nell'ambito della prima stesura del PAI, individuate esclusivamente sulla base di eventi storicamente documentati;
- b. Aree allagabili individuate tramite criterio geomorfologico, per alcuni elementi idrici studiati nell'ambito del PSFF.

È opportuno evidenziare che, in ogni caso, il criterio richiamato al Paragrafo 2.2, relativo all'applicazione dell'art. 30ter delle Norme di Attuazione del PAI/PGRA, consente comunque di mappare una pericolosità 'di prima salvaguardia' lungo tutti gli alvei appartenenti al reticolo idrografico regionale di riferimento ai fini PAI, e nelle relative aree contermini, a prescindere dall'esecuzione di una specifica modellazione idraulica.

Nella tabella seguente è illustrata la corrispondenza fra aree allagabili individuate mediante modellazione, livelli di pericolosità e tempi di ritorno:

Scenari	P3 (HPH)	P2 (MPH)		P1 (LPH)
Corrispondenza mappatura PAI/PGRA	Hi4 - Pericolosità molto elevata	Hi3 - Pericolosità elevata	Hi2 - Pericolosità media	Hi1 - Pericolosità moderata
Tempo di ritorno	Tr ≤ 50 anni	Tr > 50 anni; Tr ≤ 100 anni	Tr > 100 anni; Tr ≤ 200 anni	Tr > 200 anni; Tr ≤ 500 anni

Come rilevabile anche dalla precedente tabella, l'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna, ai fini della disciplina delle aree di pericolosità idraulica rilevate sul territorio, utilizza le 4 classi, da Hi1 a Hi4, pur avendole rese omogenee con gli scenari di probabilità definiti nell'ambito del PGRA.

Per le aree allagabili indicate al punto a). dell'elenco precedente, derivate dalla prima stesura del PAI, non è definito un criterio univoco di attribuzione del Tempo di ritorno associato all'evento di piena, mentre alle aree di cui al punto b). è attribuita la pericolosità corrispondente a quella di un evento con Tr > 500 anni (Fascia geomorfologica).

Alle aree di prima salvaguardia è attribuita, infine, una pericolosità corrispondente ad un evento cinquantennale, come già indicato al paragrafo 2.2.

Resta inteso che la puntuale definizione delle aree corrispondenti agli effettivi livelli di piena lungo i corsi d'acqua ricadenti nelle fattispecie sopra indicate è definibile unicamente attraverso una specifica modellazione idraulica.

I modelli idraulici finalizzati alla individuazione delle aree allagabili sono sempre realizzati rappresentando il corso d'acqua e le aree contermini secondo l'effettivo stato dei luoghi, tenendo conto anche delle opere di sistemazione idraulica presenti, solo se collaudate, mentre si considerano come non presenti quelle, se pur già realizzate non collaudate. Sui corsi d'acqua studiati nell'ambito del PSFF in cui risultano presenti arginature è sempre stata considerata l'ipotesi che gli argini possano essere sormontati ovvero danneggiati durante gli eventi di piena.

Per quanto attiene agli invasi artificiali presenti lungo i corsi d'acqua, oltre alle mappature effettuate, per alcuni di questi, nell'ambito del PSFF, all'interno della documentazione del PAI/PGRA è presente un repertorio delle grandi dighe contenente le relative schede monografiche ma non sono implementati eventuali scenari di Dam-Break. È presente, altresì, un repertorio dei piccoli invasi costituito dal tematismo shapefile che ne individua la posizione sul territorio.

Attualmente, la mappatura delle aree di pericolosità da alluvione prescinde dalle problematiche legate al consumo di suolo e ai cambiamenti climatici. Tuttavia, rispetto alle stesse, sono stati avviati e sono, ormai, in fase di ultimazione alcuni studi in cui risultano coinvolti, per gli aspetti di approfondimento scientifico, l'ARPAS e l'Università degli Studi di Cagliari.

Nell'ambito della predisposizione di Linee Guida per l'adattamento ai cambiamenti climatici, si richiama, in particolare, lo studio (aggiornamento Luglio 2025) denominato "Individuazione dei caratteri predisponenti nei confronti dei fenomeni di piena improvvisa da identificarsi nell'ambito geopedologico, morfometrico, vegetazionale, idrologico, idraulico e infrastrutturale ovvero su informazioni disponibili e prontamente derivabili, per i bacini idrografici del Distretto Idrografico della Sardegna – progetto Flash Flood", in cui viene valutata l'applicabilità della procedura proposta a livello nazionale ("Metodo Arno") al contesto regionale sardo.

Analogamente, nell'ambito degli studi volti alle valutazioni del consumo di suolo si richiama lo studio (aggiornamento Marzo 2025) denominato "Predisposizione del Programma di Gestione dei Sedimenti per il distretto idrografico della Sardegna".

2.4 Tipologie di alluvioni rilevanti ai fini della mappatura

Nel Distretto idrografico della Sardegna sono considerate significative, in primo luogo, le alluvioni di origine fluviale, ma è stata fatta anche una mappatura delle aree allagabili da inondazione marina. Pertanto, la

mappatura viene effettuata solo in relazione a tali origini. Pur essendo il livello marino condizione al contorno a chiusura delle modellazioni fluviali nei tratti terminali, le alluvioni di origini diverse sono modellate separatamente per poi essere sovrapposte in fase di mappatura dei singoli scenari di pericolosità. La sovrapposizione di risultati provenienti da modellazioni diverse (separate) in taluni casi è stata utilizzata anche per inondazioni riconducibili a una stessa origine ma determinate da corsi d'acqua diversi in parte interagenti su una medesima area, che sono stati modellati separatamente (ad es. nell'ambito di studi svolti in tempi differenti).

2.5 Definizione degli scenari di probabilità nel Distretto

La definizione degli scenari di probabilità nel Distretto idrografico della Sardegna, partendo dalle indicazioni fornite dal D.lgs. 49/2010 tiene conto, innanzitutto, dell'origine dell'alluvione (fluviale o marina).

Per le alluvioni di origine fluviale i tempi di ritorno utilizzati nelle modellazioni variano tra 2 anni e 50 anni per HPH, tra 50 anni e 200 anni per MPH e maggiore di 200 e fino a 500 anni per LPH. All'interno delle LPH sono ricomprese anche le aree di pericolosità mappate con il solo criterio geomorfologico.

I range sopra riportati derivano dalla necessità di tener conto delle caratteristiche peculiari dei bacini idrografici e più nello specifico delle caratteristiche idromorfologiche e idrodinamiche associate alla formazione dei deflussi e alla propagazione in alveo e nella piana inondabile oggetto di modellazione.

Nella tabella di seguito riportata sono elencati, per il Distretto idrografico della Sardegna (che coincide con la UoM ITR201), i tempi di ritorno utilizzati per caratterizzare i diversi scenari di probabilità, nel caso di inondazione di origine fluviale.

UoMCode-UoMName	SCENARIO A (LPH) <i>scarsa probabilità</i>	SCENARIO B (MPH) <i>media probabilità</i>	SCENARIO C (HPH) <i>elevata probabilità</i>
ITR201 – Bacino regionale Sardegna	TR > 200 anni; Tr ≤ 500 anni	TR > 50 anni; TR ≤ 200 anni	TR ≤ 50 anni

Per le alluvioni di origine marina, (inondazione costiera), i tempi di ritorno utilizzati nelle modellazioni sono:

UoMCode-UoMName	SCENARIO A (LPH) <i>scarsa probabilità</i>	SCENARIO B (MPH) <i>media probabilità</i>	SCENARIO C (HPH) <i>elevata probabilità</i>
ITR201 – Bacino regionale Sardegna	TR ≤ 100 anni	TR ≤ 20 anni	TR ≤ 2 anni

I range sopra riportati derivano dallo studio sulle inondazioni costiere prodotto dall'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna, in collaborazione con il **Dipartimento di ingegneria civile, ambientale e architettura** dell'Università degli Studi di Cagliari.

Come indicato nella Relazione metodologica sulle inondazioni costiere, allegata alla documentazione del precedente ciclo di gestione del PGRA, per gli allagamenti di origine marina (inondazione costiera), sulla scorta delle indicazioni del PAI, era stato inizialmente ipotizzato il riferimento ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, ma le fasi successive di confronto, sia all'interno dell'AdB Sardegna che con le altre AdB nazionali, hanno condotto alla scelta di definire le mappature per i tempi di ritorno di 2, 20 e 100 anni.

2.6 Delimitazione delle aree allagabili mediante modellistica

La mappatura di tutte le aree allagabili presenti nel PGRA è stata condotta sulla base delle risultanze di modellazioni sia di tipo idrologico (analisi dei bacini idrografici e valutazione delle portate al colmo) che idraulico (descrizione della risposta degli elementi idrici al passaggio delle portate al colmo), ed è riferita a corsi d'acqua distribuiti nell'intero territorio regionale (ovvero ai tratti dei medesimi ritenuti potenzialmente più critici) senza preclusioni legate al particolare contesto o a specifiche caratteristiche morfologiche degli alvei.

Ciò deriva dal fatto che tale attività è svolta, in misura prevalente, dai singoli Comuni attraverso la predisposizione di studi di assetto idrogeologico estesi all'intero territorio da essi amministrato, i cui risultati, una volta validati dall'Autorità di Bacino regionale, entrano a far parte della pianificazione di settore vigente.

La modellazione parte dall'informazione geometrica del terreno, rappresentata dal suo modello digitale (disponibile per la Regione Sardegna, con diversa scala di risoluzione), integrata dall'esecuzione di opportuni rilievi topografici di dettaglio e dal puntuale inserimento di eventuali infrastrutture (attraversamenti, argini, briglie etc.). Attraverso tale dato e con l'ausilio delle risultanze degli studi idrologici viene realizzato il modello idraulico col quale viene valutata la risposta della rete di dreno al transito delle portate al colmo. Ricavati i battenti idrici conseguenti al deflusso delle piene, le aree allagabili sono individuate dalle superfici in cui battenti risultano superiori alle quote del terreno.

I layer spaziali delle aree allagabili per le alluvioni di origine fluviale sono stati ottenuti realizzando l'involuppo di tutta l'informazione vettoriale proveniente dalle perimetrazioni disponibili (elencate al par. 2.2), previa correzione, mediante gli opportuni strumenti GIS, di eventuali errori geometrici e topologici presenti nei tematismi.

Le aree allagabili, così definite, sono oggetto di aggiornamenti e revisioni pressoché continui, sia in ragione dell'evoluzione delle procedure di calcolo idrologiche e idrauliche, sia per la disponibilità di ulteriori dati di base necessari alla realizzazione dei modelli, sia per la maggiore copertura spaziale delle aree indagate.

2.6.1 Tipi di modelli utilizzati

Per quanto attiene alle valutazioni di tipo idrologico, in accordo con quanto previsto dalle Linee Guida PAI/PGRA e dalle metodologie di calcolo utilizzate nel PSFF, è previsto l'utilizzo di modelli sintetici

regionalizzati, i quali, a seconda della dimensione dei bacini analizzati, possono essere di tipo diretto (elaborazione statistica dei valori di piene misurati in specifiche stazioni idrometriche) o indiretto (elaborazione statistica delle piogge misurati dalle stazioni idrometriche dislocate sul territorio e definizione delle curve di possibilità pluviometrica).

In linea generale, tali metodi consentono la valutazione di un valore puntuale di portata al colmo associato ad un dato tempo di ritorno.

È ammesso l'utilizzo di software di modellazione idrologica (ad es. HEC-HMS) che permettono l'implementazione di modelli concettuali a parametri semi-distribuiti, da cui desumere l'intero idrogramma associato all'evento di piena.

Per quanto attiene alle valutazioni di tipo idraulico, le diverse linee guida regionali elaborate a supporto degli atti di pianificazione, prevedono l'uso sia della modellistica monodimensionale (1D) in regime di moto permanente che bidimensionale (2D) in regime di moto vario. Può essere accettata, altresì, la modellazione mista 1D/2D in regime di moto vario. L'uso dei diversi approcci viene valutato caso per caso in relazione alla specificità del problema in studio e del contesto territoriale.

Non sussistono particolari preclusioni nell'uso del software di modellazione idraulica da utilizzare, laddove sia dimostrata la robustezza dei relativi algoritmi di calcolo e la possibilità di ottenere, in output alla modellazione, gli specifici elaborati grafici e testuali specificatamente richiesti dalle linee guida regionali e PGRA per le modellazioni monodimensionali e bidimensionali. Questi ultimi, sinteticamente, consistono oltretutto nella restituzione grafica delle aree allagabili, nella produzione di risultati numerici sotto forma di tabelle, profili e sezioni (modellazione 1D), ovvero raster di battenti idrici e velocità (modellazione 2D).

In linea generale, la modellazione idraulica utilizzata è prevalentemente di tipo monodimensionale in regime di moto permanente e le portate in ingresso, in uno specifico tronco fluviale, sono quelle di picco ottenute dai modelli sintetici su scala regionale precedentemente menzionati.

In casi specifici, come accade, a solo titolo d'esempio, nelle aree pianeggianti e foci ovvero negli ambiti urbani, la modellazione adottata è quella bidimensionale in regime di moto vario e le portate in ingresso, nello specifico tronco fluviale, sono costituite dall'idrogramma di piena, ricavato per il bacino idrografico insistente su quel tronco.

I modelli idraulici adottati in entrambi gli approcci devono essere in grado di tener conto sia dei parametri caratterizzanti le aree percorse dalla piena (alveo e aree golenali) come, ad esempio, la scabrezza, sia di eventuali singolarità costituite dalla presenza di attraversamenti, arginature, traverse e opere idrauliche in genere.

I limiti nei risultati prodotti dai modelli sono ovviamente legati alla definizione e alla disponibilità dei dati utilizzati come input per i medesimi (ad es. risoluzione del DTM disponibile, grado di conoscenza delle

caratteristiche dei suoli, curve di possibilità pluviometrica costruite su campioni non aggiornati di dati di pioggia etc.).

2.6.2 Tipi di dati utilizzati

Come sopra indicato, la Regione Sardegna dispone di una base dati geografica costituita dal modello digitale del terreno (DTM) nelle risoluzioni 1m x 1m e 10m x 10m, il primo ottenuto da rilievo LiDAR, il secondo ottenuto dall'elaborazione digitale delle carte tecniche regionali ricavate da rilievi aerofotogrammetrici. Questa base dati, che è stata integrata, a seconda delle circostanze, da rilievi topografici di dettaglio condotti su specifiche aree, ha permesso la realizzazione delle geometrie dei modelli, utilizzati sia per le valutazioni idrologiche (morfologia dei bacini idrografici) che per quelle idrauliche (morfologia dell'alveo e delle aree golenali).

Per quanto attiene alle valutazioni idrologiche, come precedentemente indicato, vengono utilizzate relazioni sintetiche che si basano già su una elaborazione statistica condotta, su scala regionale, sui valori di portata registrati dalle stazioni idrometriche ovvero sui valori di pioggia registrati dalle stazioni pluviometriche.

Sono disponibili, altresì, su scala regionale, informazioni che consentono di caratterizzare geopedologicamente i bacini idrografici ovvero le singole aste fluviali e le relative aree golenali (carte dell'uso del suolo, della geologia dei suoli etc. e relativi tematismi in formato digitale).

2.7 Delimitazione delle aree allagabili mediante approcci non modellistici

Oltre alle aree soggette a potenziale allagamento individuate tramite apposita modellazione idrologico-idraulica, nel PGRA sono state incluse anche aree allagabili ottenute mediante l'applicazione di criteri geomorfologici o storico-inventariali. Nello specifico le aree allagabili determinate con criterio geomorfologico derivano dal PSFF. Le fasce geomorfologiche, ($Tr > 500$ anni), sono state determinate per le 57 aste fluviali significative della Sardegna e per i loro principali affluenti. Sulle aste principali sono state eseguite anche le modellazioni idrologico – idrauliche determinando anche le fasce di pericolosità a scarsa, media ed elevata probabilità di accadimento. Per le aree appartenenti alle fasce geomorfologiche che ricadono al di fuori delle aree di pericolosità derivanti da modellazione idraulica viene attribuito uno scenario di probabilità basso.

Per tutti gli affluenti relativi alle aste principali, per i quali le aree allagabili siano state delimitate esclusivamente con criterio geomorfologico, è previsto, dalle Norme di Attuazione del PAI/PGRA dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, che tali aree siano assoggettate ad un regime di “attenzione” per il quale è necessario effettuare uno studio idrologico-idraulico di approfondimento, con particolare riferimento al caso di realizzazione di opere o interventi, col quale poter determinare anche le fasce MPH e HPH.

2.8 Aggiornamenti intervenuti

Nel periodo intercorso tra la pubblicazione delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvioni del II ciclo di gestione e il 16 dicembre 2025, data che è stata ritenuta utile per l'acquisizione di informazioni per il III ciclo, sono state acquisite informazioni sia in termini di nuove aree perimetrate (sulla base di eventi occorsi) che di modellazioni che sono andate ad approfondire il livello di conoscenze e di caratterizzazione di ambiti suscettibili di inondazione già noti.

In particolare, sono stati valutati dalla struttura tecnica della Direzione Generale del Distretto idrografico della Sardegna ed approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino regionale, gli studi di dettaglio proposti da diversi Comuni della Sardegna ai fini della pianificazione locale, incrementando così il grado di conoscenza delle possibili aree di esondazione da alluvione fluviale.

Sono state introdotte in questi anni le mappature da pericolosità idraulica, con modellazione bidimensionale, che individuano, fra le altre, negli ambiti urbani e periurbani, le aree con ridotta vulnerabilità per le persone ovvero dove $V_p \leq 0,75$.

Inoltre, attraverso lo studio di Variante generale al PAI/PGRA, per la parte frane, approvato in via definitiva con Deliberazione del Comitato Istituzionale, è stata effettuata per sei dei sette sub bacini regionali la mappatura delle aree da colata detritica (per maggiori dettagli si veda paragrafo 2.9.1).

UoMCode- UoMName	SCENARIO HPH <i>scarsa probabilità</i>	SCENARIO MPH <i>media probabilità</i>	SCENARIO LPH <i>elevata probabilità</i>	Vari scenari	Scenario non descritto
ITR201 – Bacino regionale Sardegna	Intero bacino regionale (origine: fluvial;	Intero bacino regionale (origine: fluvial;	Intero bacino regionale (origine: fluvial;	caratteristica: $V_p \leq 0,75$ - 30,6 Km ²	Colate detritiche su 6 Sub bacini – 16,3 Km ²

2.9 Gli effetti dei cambiamenti di lungo periodo

Come già meglio specificato nel paragrafo 2.3, allo stato attuale, la mappatura delle aree di pericolosità da alluvione non tiene conto degli aspetti legati al consumo di suolo e ai cambiamenti climatici. Tuttavia, sono ormai in fase di ultimazione alcuni studi relativi alle sopraindicate problematiche, redatti in collaborazione con l'ARPAS e l'Università degli Studi di Cagliari.

La Regione Sardegna, con Deliberazione di Giunta Regionale n. 6/50 del 5 febbraio 2019, ha approvato la Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SRACC). L'All. 1 alla SRACC è costituito da uno studio che presenta un'analisi dettagliata della situazione climatica della Regione, a partire da un dataset di osservazioni sul periodo climatico di riferimento 1981-2010, e le proiezioni climatiche attese per il

trentennio futuro 2021-2050. Tali proiezioni rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, mostrano un generale aumento della temperatura media per gli scenari utilizzati nell'ambito dello studio: RCP 4,5 W/m² e RCP 8,5 W/m² (*Representative Concentration Pathway (RCP)*). In termini di precipitazione, le proiezioni con lo scenario RCP4.5 mostrano un aumento dei valori annuali a sud e a est della Sardegna, mentre è attesa una riduzione nella parte centrale e nord-occidentale della regione. D'altra parte, lo scenario RCP8.5 mostra una generale riduzione della precipitazione annuale nella parte centrale e sud-occidentale, mentre è atteso un aumento nel resto della regione. Inoltre, in accordo con entrambi gli scenari RCP, gli indicatori meteorologici suggeriscono uno scenario futuro in cui le precipitazioni potrebbero essere concentrate in un numero limitato di eventi intensi.

È stato inoltre approntato, col contributo dell'ARPA Sardegna e dell'Assessorato Regionale della Difesa dell'Ambiente, uno studio volto *all'Individuazione dei bacini predisposti a fenomeni di flash flood mediante indicatori*. È stata, infatti, sperimentata, sulla base dell'esperienza condotta dal Distretto dell'Appennino Settentrionale col cosiddetto "metodo Arno", un'analisi della propensione alle *flash flood* su alcuni sottobacini pilota, per tener conto dell'effetto dei cambiamenti climatici e delle sue conseguenze primarie e valutare in quale misura tale cambiamento concorre all'aumento della frequenza di eventi di precipitazione brevi e intensi, con innesco di piene di tipo impulsivo spesso accompagnate da elevato trasporto solido. Lo studio affronta, pertanto, la tematica degli eventi intensi e concentrati e si inquadra nell'ambito della individuazione delle aree a potenziale rischio significativo richiesti dalla Direttiva Alluvioni 2007/60/CE, assunta l'ipotesi di fondo che l'intensificazione di tali eventi sia l'effetto dei cambiamenti climatici in atto.

Per la Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici si rimanda alla richiamata DGR n. 6/50 del 5 febbraio 2019 di approvazione, mentre per l'analisi di correlazione fra cambiamenti climatici ed eventuali incremento dei fenomeni di flash flood e della relativa propensione a questi ultimi di determinati bacini idrografici piuttosto che altri si rimanda alla relazione metodologica della "Valutazione Preliminare del Rischio Alluvioni" del Distretto Sardegna e al relativo allegato "Aggiornamento a dicembre 2024".

2.9.1 Le colate detritiche

Con la Deliberazione del Comitato Istituzionale della Sardegna n. 14 del 28/10/2024 è stata approvata la variante generale al PAI per la parte Frane per il Distretto idrografico della Sardegna.

Lo studio di variante ha avuto per oggetto le attività e le prestazioni necessarie all'approfondimento e all'analisi di dettaglio del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nei sub bacini 1 (Sulcis), 2 (Tirso), 4 (Liscia), 5 (Posada-Cedrino), 6 (Sud-Orientale), 7 (Flumendosa – Campidano - Cixerri), finalizzato alla predisposizione della Variante Generale e di revisione del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Autonoma della Sardegna.

Nell'ambito di tale studio, l'Agenzia del Distretto idrografico della Sardegna ha evidenziato l'esigenza di integrare e aggiornare le "Linee Guida del PAI" vigenti per alcune tipologie di dissesti non presenti nelle attuali linee guida quali le colate detritiche che hanno coinvolto di recente alcune aree del territorio sardo, come l'abitato di Bitti (NU) e quello di Villagrande Strisaili (NU), e pertanto sono stati sviluppati i seguenti contenuti:

introduzione dei criteri di perimetrazione e assegnazione delle classi di pericolosità per le aree soggette a fenomeni di tipo "colate detritiche" che si sono verificati nel territorio sardo a seguito di eventi meteorici intensi e di breve durata (es. area di Bitti-NU e di Villagrande Strisaili – OG).

indirizzi tecnici per studi di dettaglio puntuale alla scala grafica di ambito urbano (Scala:1: 2.000 o superiore) da seguire per le analisi di aree soggette a fenomeni di tipo "colate detritiche";

Metodologicamente, per quanto riguarda l'individuazione dei fenomeni denominati "colata detritica", in sede di stesura della "Carta geomorfologica o dei fenomeni franosi" sono stati individuati e classificate come elemento lineare e areale le seguenti tipologie:

- colata detritica (elemento lineare): aste in cui si sia manifestato in passato un evento documentato assimilabile a fenomeni franosi tipo "colata detritica",
- colata detritica potenziale (elemento lineare): aste potenzialmente soggette a colate detritiche, per cui sussistono uno o più fattori o forme, oltre alla pendenza superiore a quella critica di innesco, sia pure in via dubitativa, riconducibili allo sviluppo delle colate detritiche. Tra i principali fattori di riconoscimento si segnala la presenza di massi in alveo, di sezioni di erosione trapezie, di dissesti, tra cui soil slip lungo il bacino contribuente, di forme di deposito tipo conoide da colata detritica ecc.;
- tratto di reticolo fluviale e/o torrentizio avente pendenza superiore ai 15° suscettibile di sviluppare colate detritiche.
- conoide di colata detritica (elemento areale): deposito dei materiali trasportati da fenomeni franosi tipo "colata detritica" nel tratto al di sotto della pendenza critica.

Successivamente, nella definizione della carta della pericolosità da frana, sono state proposte le seguenti classi di pericolosità per fenomeni denominati "colate detritiche".

- **Hcd4:** tratti del reticolo idrografico caratterizzati da elevata pendenza nei quali sono stati accertati effettivi fenomeni denominati colata detritica e vi siano evidenze di eventi avvenuti in passato, derivanti dall'analisi da fotointerpretazione o da sopralluoghi in sito;
- **Hcd:** tratti del reticolo idrografico caratterizzati da potenziali fenomeni denominati colata detritica, individuati per elevata pendenza e per altre condizioni che possono determinare l'innesco dei suddetti fenomeni con conseguenti situazioni di rischio per centri edificati o per rilevanti infrastrutture di comunicazione; tali tratti dovranno essere attenzionati per valutare possibili fenomeni di innesco, in primo luogo a verificare l'effettiva sussistenza di tale tipologia di pericolosità e, in caso di esito positivo di tali approfondimenti, alla definizione dell'area di pericolosità secondo

le “Linee guida per gli studi di approfondimento relativi alle aree interessate da fenomeni denominati “colata detritica” allegata al presente studio.

In particolare, l'individuazione delle aree di pericolosità generico da colate detritiche, quindi **Hcd**, è stato restituito, sulla base della carta geomorfologica, con particolare riferimento alle voci di legenda colata detritica potenziale e alvei con pendenza maggiore di 15°, solo per gli impluvi che interferiscono direttamente su centri abitati o linee di comunicazione principali. Il riscontro della potenziale pericolosità del reticolo idrografico nelle aree attualmente a basso rischio si ha comunque dall'analisi della carta geomorfologica.

Occorre precisare che il termine colata detritica nel caso in oggetto va inteso in senso lato, ovvero che in tale classe risultano verosimilmente inclusi anche eventi alluvionali che sarebbero più propriamente classificabili come flussi iperconcentrati.

In effetti la differenza tra una colata detritica propriamente detta e un flusso iperconcentrato consiste nel fatto che nella prima la distribuzione del trasporto solido è sostanzialmente omogenea su tutta la sezione di deflusso, mentre nel secondo caso la frazione più grossolana del trasporto solido tende ad essere trasportata alla base della sezione di deflusso. Semplificando si potrebbe dire che quando si hanno colate detritiche i blocchi e i massi possono “galleggiare”, mentre in caso contrario si ha in prevalenza un rotolamento.

Poste tali premesse va tuttavia ricordato che in concreto, il passaggio da un fenomeno all'altro è graduale e comunque la distinzione tra l'uno e l'altro a posteriori è molto difficile. In effetti, ad esempio, sulla natura del dissesto che ha interessato recentemente l'abitato di Bitti vi sono pareri divergenti.

Nel caso specifico, visto che l'identificazione delle aree a rischio avviene con metodi indiretti non vi sono oggettivamente gli strumenti per distinguere dove potrebbe verificarsi, o dove si è verificata, una colata detritica in senso stretto e dove si è sviluppato (o potrebbe verificarsi) un flusso iperconcentrato di notevole intensità.

La perimetrazione delle aree di pericolosità nelle “Carte delle aree a pericolosità da frana” viene definita con apposita retinatura, considerando il tratto di fondovalle a partire dall'area critica fino all'area di arresto compresa, definita sulla base del cambio di pendenza (sotto i 10° o pendenza inferiore al 18% si ha l'arresto di gran parte del materiale) e/o della presenza di massi in alveo, opportunamente ampliato tenendo conto di un buffer di sicurezza pari, in prima istanza, a 15 m per lato.

Si intende che le conoidi alimentate da colate detritiche, ove presenti, dovranno essere considerate a rischio nella loro interezza.

2.10 Meccanismi di coordinamento per la condivisione dei dati di base nelle UoM transfrontaliere

Il Distretto Idrografico della Sardegna, in ragione della propria connotazione geografica insulare, costituisce un'entità territoriale idrologicamente chiusa. Il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna non presenta, pertanto, bacini idrografici condivisi con altri Stati Membri (MS) o nazioni limitrofe.

2.11 Approccio utilizzato per la valutazione degli elementi esposti a rischio di alluvione

Ai fini del reporting le informazioni richieste con riferimento alla Technical Reporting Guidance riguardano:

- Tipo di impatto ambientale (da selezionare nella lista EnvironmentType: waterbody; protectedArea; pollutionSources)
 - per le aree protette occorre fornire codice e tipo (da selezionare nella lista protectedAreaType: nationallyDesignatedArea; sensitiveArea; bathingWaters; natura2000; nitrateVulnerableZone; drinkingWaterProtectionArea; designatedWaters)
- Numero impianti IED e tipo di attività associata (IEDInstallationType: energy; metal; mineral; chemical; wasteManagement; other)
- Popolazione residente (residentPopulationAffected)
- Tipo di attività economiche (da selezionare nella lista EconomicActivityType: property; infrastructure; ruralLandUse; commercialProperty)
- Tipo di patrimonio culturale (da selezionare nella lista CulturalHeritageType: culturalAssets; landscape)

A livello nazionale le assunzioni fatte sono le seguenti:

- ✓ La popolazione esposta è valutata come popolazione residente a partire dai dati forniti dall'Istituto Nazionale di Statistica (Istat)
- ✓ Il patrimonio culturale esposto è valutato in termini di numerosità di beni culturali architettonici e archeologici (*culturalAssets*) censiti ad una data specifica (la medesima per tutto il territorio nazionale) dal sistema Vincoli in Rete dell'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro – MiBACT (dato puntuale)
- ✓ Gli impatti ambientali sono valutati con riferimento agli impianti IED che ricadono nelle aree allagabili (dato puntuale)
- ✓ L'impatto ambientale è valutato con riferimento alle aree protette sensu WFD ricadenti nelle aree allagabili
- ✓ Per gli elementi esposti di tipo puntuale si utilizza un buffer di 30 m per i beni culturali e di 100 metri per gli impianti potenzialmente inquinanti

- ✓ Per gli impatti sulle attività economiche, in attesa del CLC2026 si fa riferimento al CLC2018 e allo schema che segue (analogamente a quanto fatto nello scorso ciclo di gestione)

consequenceEconomicActivityType	DESCRIZIONE	FONTE
property	Beni privati (incluse le abitazioni)	CLC2018: 1.1.1. Tessuto urbano continuo; 1.1.2. Tessuto urbano discontinuo
infrastructure	Infrastrutture (beni inclusi utenze, produzione di energia, trasporto, immagazzinamento e comunicazione)	STRADE e AUTOSTRADE: CLC2018: 1.2.2 Reti stradali e ferroviarie FERROVIE: CLC2018: 1.2.2 Reti stradali e ferroviarie PORTI: CLC2018 - 1.2.3 Aree portuali AEROPORTI: CLC2018 - 1.2.4 Aeroporti
ruralLandUse	Uso rurale del suolo (attività agricole, silvicoltura, attività mineraria e pesca)	CLC2018: da 2.1.1. Seminativi in aree non irrigue a 2.4.4. Aree agroforestali e da 3.1.1. Boschi di latifoglie a 3.2.4. Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione; 1.3.1. Aree estrattive
economicActivity	Attività economica (settore manifatturiero, edile, commercio al dettaglio, servizi e altri settori occupazionali)	CLC2018: 1.2.1 Aree industriali e commerciali; 1.3.3 Cantieri

Per maggiori dettagli si vedano le Note ISPRA per il reporting delle mappe III ciclo di gestione, pubblicate nella pagina https://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/idro/Mappe_peric.html

2.11.1 Gli abitanti potenzialmente interessati

Il numero di abitanti potenzialmente interessati per ciascuno scenario di alluvione è stato aggiornato alla luce dei nuovi dati pubblicati ufficialmente dall'Istituto Nazionale di Statistica (Istat) relativi al 16° censimento della popolazione e delle abitazioni del 2021. Il calcolo della popolazione residente a rischio di alluvione è stato effettuato intersecando in ambiente GIS, lo strato informativo delle aree inondabili relativo a ciascuno scenario di probabilità con quello delle sezioni censuarie (Figura 2), le unità elementari rispetto alle quali sono riferiti e aggregati i dati della popolazione e tutte le altre informazioni del censimento. Non essendo nota l'esatta ubicazione della popolazione all'interno delle sezioni, si è adottata l'ipotesi di una distribuzione uniforme all'interno di ciascuna sezione censuaria.

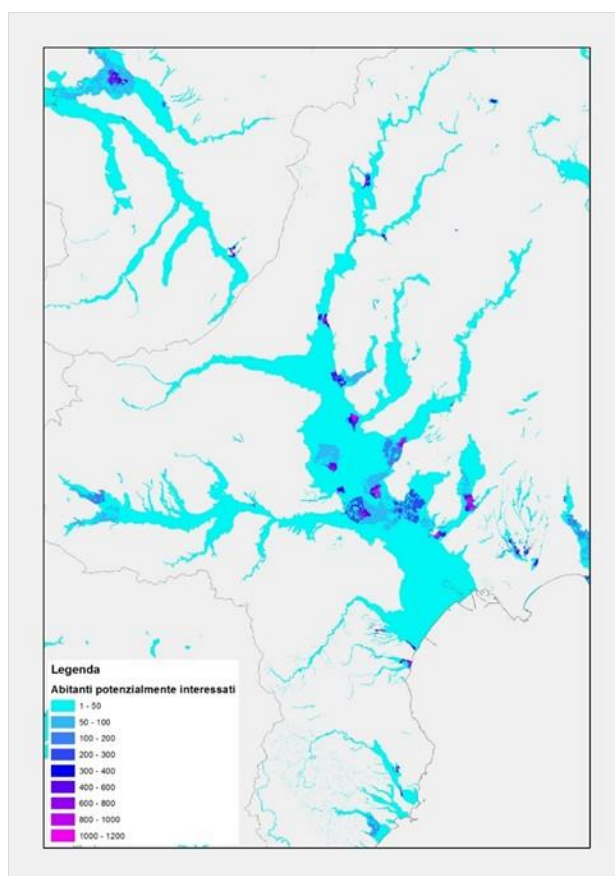


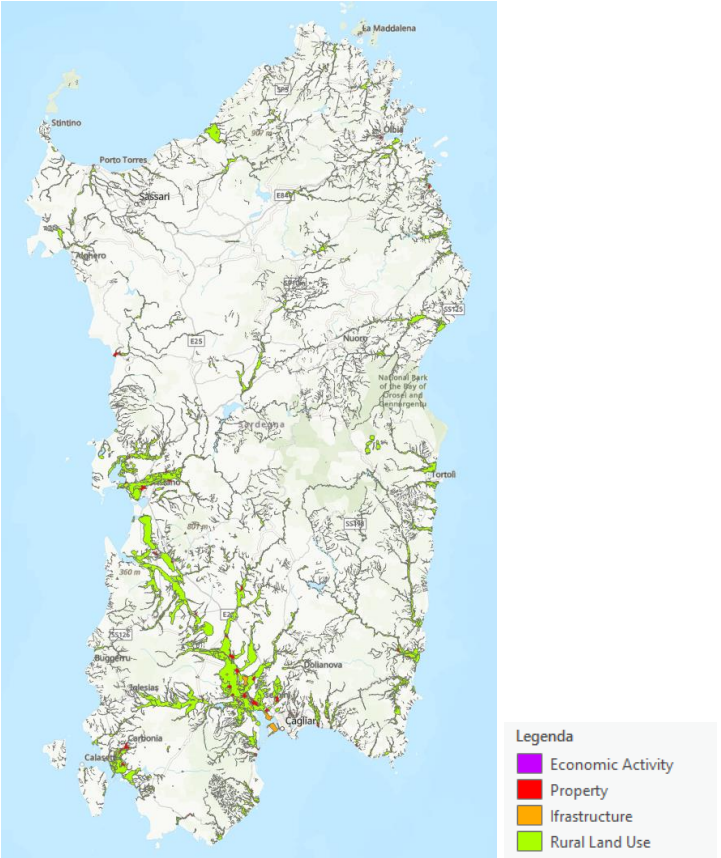
Figura 2 – Popolazione residente nelle celle censuarie del Distretto (Rappresentazione schematica di una porzione del Distretto idrografico della Sardegna)

Nella tabella seguente è riportato il numero degli abitanti potenzialmente esposti per ciascuna fascia di pericolosità

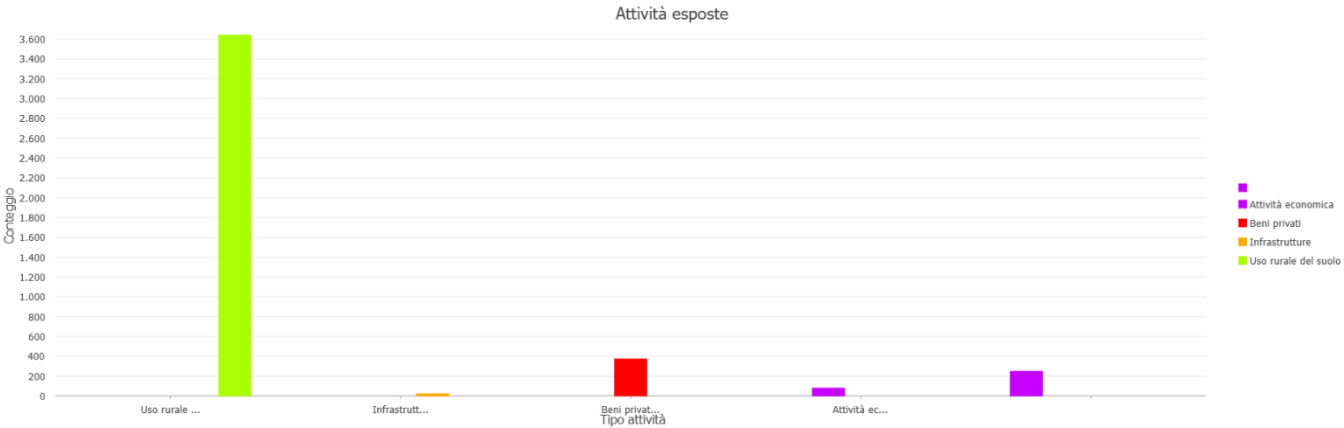
Classe	Superficie (Kmq)	Abitanti potenzialmente esposti
P1	1.913,72	230.161
P2	1.263,85	100.074
P3	1.082,66	61.908
Vp≤0,75	30,62	57.047

2.11.2 Le attività economiche

Per quanto concerne le attività economiche facendo riferimento alle categorie previste dalla Technical Reporting Guidance e alle assunzioni fatte a livello nazionale, nel seguito si riportano mappe e grafici che illustrano in modo sintetico le tipologie di attività economiche potenzialmente interessate.



Rappresentazione schematica delle attività economiche esposte (CLC riclassificata secondo lo schema riportato nel paragrafo 2.11 e ritagliata sull'estensione delle aree di pericolosità)



2.11.3 L'ambiente

Per quanto concerne gli impatti sull'ambiente, si riportano di seguito mappe e tabelle di sintesi con riferimento alle diverse tipologie di aree protette e agli impianti IED ricadenti negli scenari di pericolosità.



Distribuzione spaziale dei beni ambientali e impianti IED ricadenti nel Distretto Idrografico.

ITR201	–	SCENARIO LPH	SCENARIO MPH	SCENARIO HPH	Vp≤0,75
Bacino regionale		scarsa	media probabilità	elevata	
Sardegna		probabilità		probabilità	
Impianti IED		27	20	14	2
esposti					

2.11.4 I beni culturali

La fonte informativa relativa ai beni culturali è il progetto Vincoli in rete (VIR - <http://www.vincoliinrete.beniculturali.it>) realizzato dall'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR), organo tecnico del Ministero per i Beni e le Attività Culturali e il Turismo (MiBACT).

L'estrazione effettuata a livello nazionale alla data del 24 novembre 2025, fornisce una copertura spaziale di 230.292 beni culturali georiferiti catalogati in VIR. Di questi, circa 6.000 ricadono nel territorio del Distretto Idrografico regionale della Sardegna (Figura 3). Nel seguito si riportano mappe e tabelle di sintesi con riferimento ai beni culturali ricadenti nelle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità.

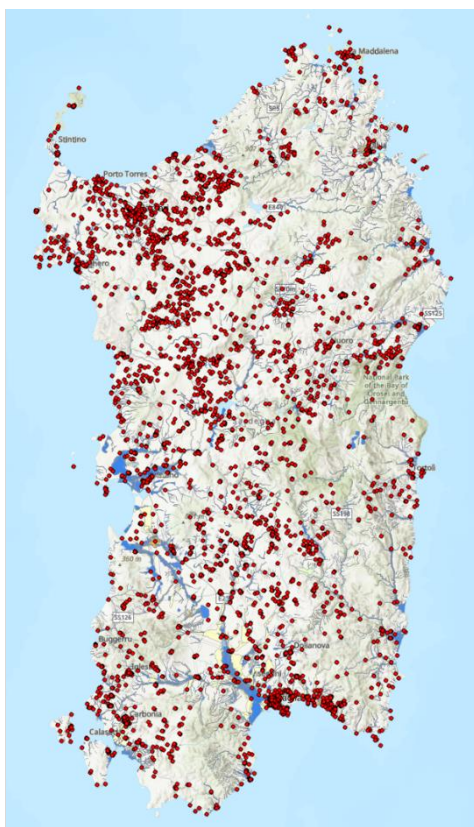


Figura 3 – Distribuzione spaziale dei beni culturali del progetto VIR ricadenti nel Distretto Idrografico.

ITR201	-	SCENARIO LPH	SCENARIO MPH	SCENARIO HPH	Vp≤0,75
Bacino regionale Sardegna		<i>scarsa probabilità</i>	<i>media probabilità</i>	<i>elevata probabilità</i>	
Beni culturali esposti		492	242	181	36

3 Comprendere le mappe della pericolosità e del rischio di alluvione

Per tutti i layer spaziali, il sistema di riferimento adottato è il seguente:

- projected coordinate system: ETRS89-LAEA (urn:ogc:def:crs:EPSG::3035)

La struttura dei layer e il significato dei campi presenti nelle tabelle degli attributi sono illustrati nelle Note ISPRA per il reporting delle mappe III ciclo di gestione, pubblicate nella pagina <https://www.isprambiente.gov.it/pre-meteo/idro/Mappe-peric.html>, a cui si rimanda per maggiori particolari.