

**PROGETTO DI AMPLIAMENTO DISCARICA
PER RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI
IN LOCALITA' SU SICCESU**

Relazione asseverata di Assetto Idrogeologico
(Art. art. 23 comma 7 bis)
(NTA PAI all. B alla DGR 43/2 del 27/08/2020)

Rev 1.0

Fausto Alessandro Pani – Geologo

Roberta Maria Sanna – Geologo

Alessandro Salis – Ingegnere

Sommario

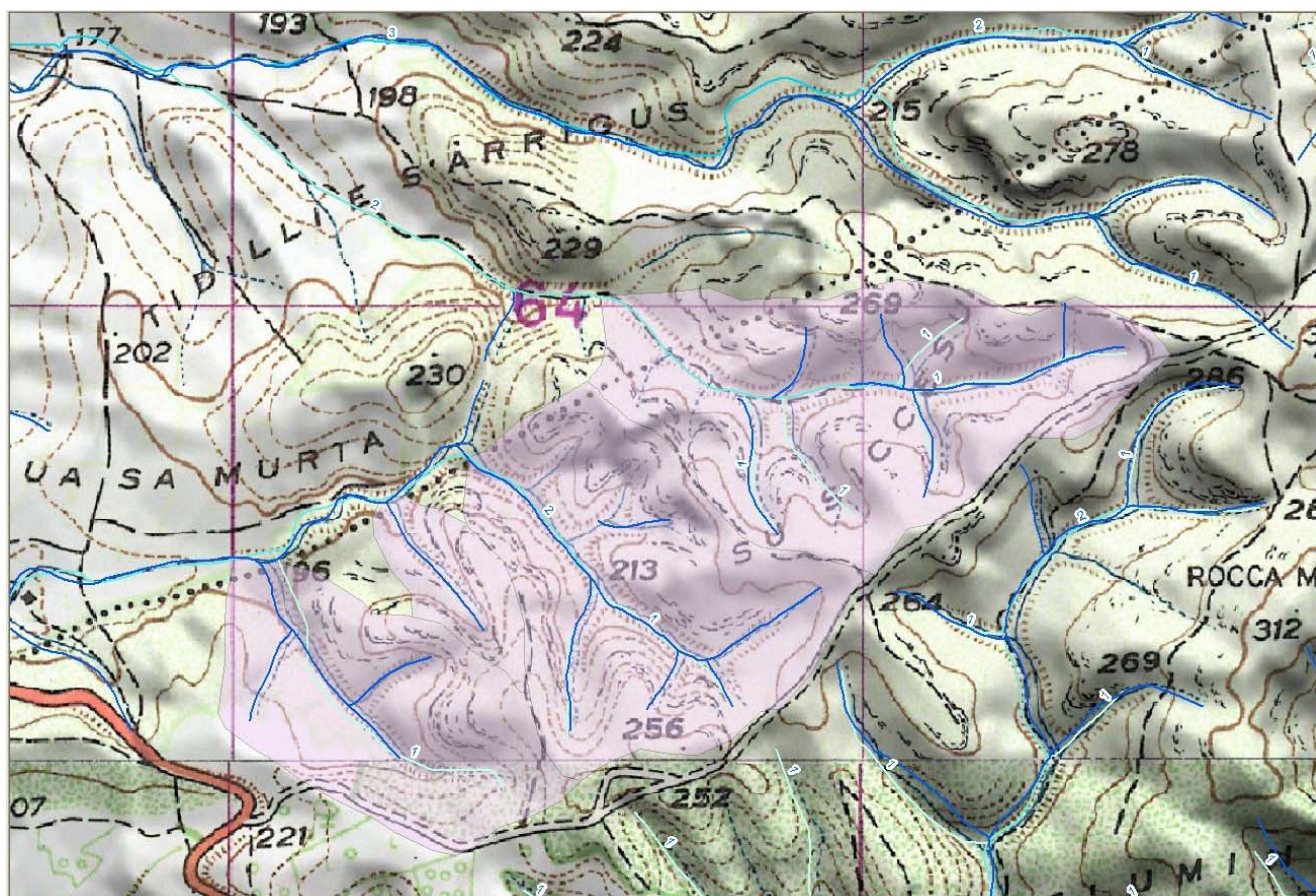
1	PREMESSA	3
2	AMMISSIBILITÀ	4
3	DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO	5
4	RIFERIMENTI NORMATIVI: ASPETTI IDRAULICI.....	6
4.1	Il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI) le sue NTA.....	6
4.2	L'articolo 8 comma 8 e 9 – Le fasce di tutela	6
4.3	L'articolo 30 ter – Le fasce di salvaguardia	6
5	IL RETICOLO IDROGRAFICO UFFICIALE	8
5.1	L'IDROGRAFIA ADIS 2015.....	8
6	BASI DATI UTILIZZATE E SISTEMA INFORMATIVO	8
6.1	FONTE CARTOGRAFICHE TOPOGRAFICHE	8
6.2	FONTE MORFOLOGICHE	8
6.3	FONTE CARTOGRAFICHE TEMATICHE.....	8
6.4	BASI ICONOGRAFICHE.....	9
6.5	BASI DI DATI GEOGRAFICI UTILIZZATE O CONSULTATE.....	9
6.6	PIANI DI AMBITO REGIONALE O NAZIONALE	9
6.7	STUDI GENERALI E DI SETTORE	10
7	I METODI ED I SISTEMI UTILIZZATI NELLO STUDIO	10
7.1	Il reticolo idrografico ed i bacini interessati	11
	EVOLUZIONE DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA DI CAVA NELLE AREE ALLUVIONALI E COLLINARI	13
8	L'ATTIVITÀ DI DISCARICA DI RIFIUTI	14
8.1	Modulo per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "Su Siccesu" (modulo n. 3)	14
8.2	Modulo per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "Su Siccesu" (180.000 mc)– modulo n. 4.....	15
8.3	Modulo per rifiuti speciali non pericolosi in loc. "Su Siccesu" – modulo n. 5.....	15
8.4	Modulo per rifiuti speciali non pericolosi in loc. "Su Siccesu" – modulo da 300.000 mc. – modulo n. 6+7 (in esercizio dal 17/09/2012)	15
9	RELAZIONE IDROLOGICA.....	16
9.1	ANALISI DESCRITTIVA DEI COMPARTI IDROGRAFICI	16
9.2	ANALISI DELLE CRITICITÀ MANIFESTE.....	17
9.3	ANALISI IDROLOGICA	17
9.4	Descrizione del fenomeno	17
9.5	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO – METODI INDIRETTI	20
9.5.1	ALTEZZA DI PIOGGIA CRITICA.....	21
9.5.2	Valutazione del coefficiente di deflusso Φ	24
9.5.3	Coefficiente di ragguaglio areale r	24
9.5.4	Durata della pioggia critica.....	24
9.5.5	Scelta del tempo di ritorno	25
10	VERIFICA DELLA CONSISTENZA DEL RETICOLO NELL'AREA DI STUDIO SU DTM E DSM E ORTOFOTO	26
10.1	VERIFICHE IDRAULICHE DELLA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI ELEMENTI	29
11	ELEMENTI DEL RETICOLO PER CUI È VERIFICATA LA NON SIGNIFICATIVITÀ	31
12	CONCLUSIONI.....	32

1 PREMESSA

Il territorio studiato è posto nel Comune di Serdiana in un settore da tempo interessato da attività estrattiva.

Nell'area, erano e sono, nel complesso, attive, numerose aziende che estraggono materiali per uso civile.

Questo elaborato costituisce la Relazione asseverata di Assetto Idrogeologico (Art. art. 23 comma 7 bis) di verifica della non significatività di elementi del reticolo idrografico di cui alla deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 30.7.2015.



Mappa - Il settore del territorio di Serdiana interessato dalla Relazione Asseverata sulla cartografia IGM

Il territorio comunale è stato esaminato da uno Studio di Variante ex art. 37 c 3 l b, approvato, dal Segretario dell'Autorità di Bacino con determina n° 160 Protocollo n° 8688 del 06/09/2022, pubblicata sul B.U.R.A.S n° 41 del 15/09/2022, e in attesa dell'approvazione.

Il presente studio deriva essenzialmente da una necessità principale, relativa alla verifica del reticolo idrografico comunale attualmente in possesso dell'Autorità di Bacino regionale.

In secondo luogo, la proprietà, ECOSERDIANA, a seguito di osservazioni sollevate in sede di Valutazione di Impatto Ambientale, ha ritenuto rilevante verificare la reale consistenza del reticolo idrografico, ed il raffronto con i documenti ufficiali vigenti.

2 AMMISSIBILITÀ

Il presente documento è redatto, in osservanza delle N.T.A. del P.A.I., Art. 23,

TITOLO III IL CONTROLLO DEL RISCHIO NELLE AREE DI PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

CAPO I NORME COMUNI PER LA DISCIPLINA DEGLI INTERVENTI NELLE AREE DI PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

ARTICOLO 23 Prescrizioni generali per gli interventi ammessi nelle aree di pericolosità idrogeologica

omissis

comma 7 bis. In relazione alla progettazione di singoli interventi, non è richiesto alcuno studio di compatibilità idraulica qualora l'intervento interessi elementi idrici non significativi del reticolo idrografico né ricada in area di pericolosità derivante da esondazione di altri elementi del reticolo idrografico, a condizione che i progetti siano corredati da una relazione asseverata redatta dai tecnici di cui al comma 3, lett. a), dell'articolo. 24, da inviare, ai sensi del comma 6 dell'articolo 30 ter, a fini ricognitivi, all'Autorità di Bacino.

omissis

3 DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO

L'area di riferimento dello studio è una parte del bacino montano degli affluenti del Rio su Siccusu che intersecano il compendio ECOSERDIANA.



Mappa – Il settore di Serdiana interessato dall'analisi



Mappa – Il settore studiato e la sua posizione rispetto agli abitati di Serdiana, Donori e Dolianova

4 RIFERIMENTI NORMATIVI: ASPETTI IDRAULICI

I riferimenti normativi sono costituiti dalle NTA PAI con le modificazioni progressivamente introdotte e dalle delibere di Comitato Istituzionale di indirizzo e chiarimento.

4.1 Il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI) le sue NTA

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico regionale PAI, è redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione.

Il PAI è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale.

Il P.A.I. è stato approvato con **Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10.07.2006** con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici.

Con il **Decreto del Presidente della Regione n. 121 del 10/11/2015** pubblicato sul BURAS n. 58 del 19/12/2015, in conformità alla Deliberazione di Giunta Regionale n. 43/2 del 01/09/2015, sono state approvate le modifiche agli articoli 21, 22 e 30 delle N.A. del PAI, l'introduzione dell'**articolo 30-bis** e l'integrazione alle stesse N.A. del PAI del Titolo V recante **"Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)"**.

In recepimento di queste integrazioni, come previsto dalla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 27/10/2015 è stato pubblicato sul sito dell'Autorità di Bacino il Testo Coordinato delle N.T.A. del PAI.

A seguire da esso ulteriori modifiche hanno riguardato aspetti ulteriori che producono effetti sulle fasce di tutela e di salvaguardia.

4.2 L'articolo 8 comma 8 e 9 – Le fasce di tutela

L'articolo 8, ancorché presente dalla prima stesura delle NTA del 10.07.2006, è stato nel tempo modificato e conseguentemente i suoi contenuti vigono nel tempo in cui la norma ha avuto vigenza e gli effetti di una nuova modifica non possono essere retroattivi, sulla base del principio legale: **Tempus regit actum**, ossia ogni atto è regolato dalla legge del tempo in cui esso si verifica.

4.3 L'articolo 30 ter – Le fasce di salvaguardia

Con la deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 27/02/2018 sono state modificate ed integrate le norme di attuazione del PAI ed è stato introdotto l'art. 30ter "Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia". E' possibile scaricare lo shapefile con la gerarchizzazione del reticolo idrografico ufficiale della Regione Sardegna dal sito Piano Gestione Rischio Alluvioni.

L'art. 30 ter recita testualmente:

Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia

1. Per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale 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:

<i>ordine gerarchico (numero di Horton- Strahler)</i>	<i>profondità L (metri)</i>
1	10
2	25
3	50
4	75
5	100
6	150
7	250
8	400

2. Per le opere e per gli interventi da realizzare all'interno della fascia di cui al comma 1, i proponenti sono tenuti preliminarmente ad effettuare apposito studio idrologico-idraulico volto a determinare le effettive aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1); tale studio dovrà contemplare i corsi d'acqua interessati nella loro interezza o almeno i tronchi degli stessi idraulicamente significativi in relazione alle opere e agli interventi da realizzare.

3. Anche in assenza degli studi di cui al comma 2, nelle aree interne alla fascia di cui al comma 1, sono consentiti gli interventi previsti dall'articolo 27 delle NA (**Hi4**).

4. Gli studi di cui al comma 2 sono approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino e per le aree a pericolosità idraulica così determinate si applicano le relative norme di salvaguardia di cui all'art. 65, comma 7 del Decreto Legislativo 152/2006.

5. Per le parti del territorio comunale diverse da quelle che possiedono significativa pericolosità idraulica ai sensi degli articoli 22 e 26 delle NA (quali a titolo esemplificativo le aree edificate, gli agglomerati industriali, commerciali e turistici e le aree con presenza di infrastrutture), gli studi previsti dall'articolo 8, commi 2 e 2bis, possono prescindere dalle analisi idrauliche e confermare le sole aree di pericolosità di prima salvaguardia istituite ai sensi del precedente comma 1.

L'art. 30-ter al comma 6, ulteriormente precisa:

6. L'Autorità di bacino provvede, con sola funzione ricognitiva, a pubblicare sul sito istituzionale la rappresentazione cartografica dell'ordine gerarchico di cui al comma 1, rispetto alla quale i Comuni possono presentare al Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino, motivate proposte, previa deliberazione del Consiglio Comunale, di correzione e/o integrazione del reticolo idrografico e/o di riclassificazione del suddetto ordine gerarchico, in presenza nel reticolo idrografico di documentati errori cartografici, di elementi idrici non significativi quali gli effimeri, di situazioni di carsismo, di canali adduttori e/o di bonifica disconnessi dal sistema idrografico nonché di canali afferenti a sistemi stagnali e lagunari e delle saline.

5 IL RETICOLO IDROGRAFICO UFFICIALE

5.1 L'IDROGRAFIA ADIS 2015

Il reticolo idrografico definito dall'ADIS deriva dalla mappatura presente nella CTR redatta dalla RAS tra il 1994 ed il 2000.

Il suo impianto, parzialmente razionalizzato e organizzato gerarchicamente, costituisce il reticolo idrografico di riferimento dell'ADIS.

La scala di impianto è quindi l'1:10.000 a partire da foto aeree alla scala 1:28.000 circa e il medesimo, è chiesto che venga arricchito con elementi idrici eventualmente presenti nella cartografia IGM1 alla scala 1:25.000 degli anni '60 e non riportati.

Stante la ovvia incongruità di scala è palese l'intento di completare il reticolo drenante con tutti gli elementi che possano essere sfuggiti alla stesura RAS-CTR del 2000 e che comunque necessitano di una verifica della loro reale presenza e della coerenza morfologica con lo stato attuale dei luoghi.

Corsi d'acqua trasferiti con progetto o a seguito di modellazioni rilevanti non sono suscettibili di essere mappati nello stesso luogo in cui erano.

Altresì, a fronte di documenti cartografici a scala maggiore (p.e. 1:2.000 o 1:1.000 anziché 1:10.000), ovvero più precisi, l'elemento idrografico deve essere utilizzato alla scala più dettagliata disponibile, tale da ridurre al massimo le incertezze sul reticolo e conseguentemente la definizione delle fasce relative.

6 BASI DATI UTILIZZATE E SISTEMA INFORMATIVO

La base di dati utilizzata nel corso del presente lavoro è costituita da materiali di provenienza ufficiale e da materiali originali appositamente prodotti per lo stesso.

Le basi informative, utilizzate nel Sistema Informativo della Geostudi, georeferenziate Gauss Boaga fuso Ovest o WGS84 32N, sono state:

6.1 FONTI CARTOGRAFICHE TOPOGRAFICHE

- Carta 1:50.000 La Marmora 1834-1839 (raster) (informatizzazione Geostudi)
- Carta 1:25.000 IGM 1888-1940
- Carta 1:25.000 IGM 1950-1968
- Carta 1:25.000 IGM 1987-1994
- Carta 1:10.000 CTR 1996 - 2000 (vettoriale) (fonte R.A.S.)
- Carta 1:10.000 CTR 2004 GEODB_MP 10k (vettoriale) (fonte R.A.S.)
- Carta 1:10.000 CTR 2022 DBG 10k (vettoriale da riprese aeree 2013) (fonte R.A.S.)

6.2 FONTI MORFODIGITALI

- DTM a passo 10 m (fonte R.A.S. CNR)
- DTM e DSM a passo 1 m (fonte R.A.S. CNR)

6.3 FONTI CARTOGRAFICHE TEMATICHE

- Carta della vegetazione forestale 1:25.000 (fonte R.A.S.)
- Carta dell'uso attuale del suolo 1:25.000 US2506 (fonte R.A.S.)
- Dati climatologici (termo, pluvio e anemo) dal 1921, localmente 2021 (fonte R.A.S. e ISTAT)
- Carta 1:10.000 aree L. R. 31/89, S.I.C./Z.S.C., Z.P.S., OPPF, IBA, (fonte R.A.S. 2021)
- Carta 1:10.000 aree D.Lgs. 42/04 e PPR (fonte R.A.S.)
- Carta 1:25.000 Geologica (fonte R.A.S., rielaborazione Geostudi)
- Carta 1:25.000 Idrogeologica (fonte R.A.S., rielaborazione Geostudi)
- Carta delle Acclività da DTM 10 m (fonte R.A.S. elaborazione Geostudi)

- Carta delle Esposizioni da DTM 10 m (fonte R.A.S. elaborazione Geostudi)
- Carta delle Fasce Altimetriche da DTM 10 m (fonte R.A.S. elaborazione Geostudi)

6.4 BASI ICONOGRAFICHE

- Immagini satellitari a varie date dal 1974 al 2021 (fonti varie elaborazione Geostudi)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 1954 IGM (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0.5 m) 1968 IGM (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 1977 ERSAT (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 1998 AIMA (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 2000 Ferretti (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 2003 AGEA (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 2004 Nistri (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,7 m) 2005 IKONOS (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2006 Ferretti (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2012 (fonte BING)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2013 (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2016 (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2019 (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2022 (fonte R.A.S.)
- Aerofoto Voli vari raddrizzate b/n a 50 cm, 1m o 2 m rettificare (1943, 1954, 1960, 1965, 1968, 1973, 1987 e 1992, 1995, 1996 e 1998) (fonti varie elaborazione Geostudi)
- Immagini da Google (dal 2002 al 2022)

6.5 BASI DI DATI GEOGRAFICI UTILIZZATE O CONSULTATE

- Catasto Grotte (fonte R.A.S.)
- Censimento delle aree minerarie (fonte R.A.S.)
- Catasto Pozzi (CASMEZ Prog n° 25 (Ricerche Idriche Sotterranee in Sardegna - Ia e IIa Fase -informatizzazione Geostudi più dati originali Geostudi))
- Catasto opere di riforestazione dell'Isp. Rip. , ex .AFDRS e dei Rimboschimenti produttivi (fonte R.A.S.)
- Catasto Generale degli Scarichi nei Corpi Idrici (Fonte CEDOC R.A.S. – Pro.Ge.Mi.Sa.)
- Sistema Informativo Territoriale Aree Industriali (SITAI) (Fonte Osservatorio Industriale R.A.S.)
- Sistema Informativo Risorse Idriche Sotterranee (SIRIS) (fonte R.A.S. – Pro.Ge.Mi.Sa.) (2001)
- Piano di Risanamento delle aree minerarie Dismesse (PDR)
- Piano di Valorizzazione dei Compendi Minerari del Sulcis-Iglesiente-Guspinese
- Modulo regionale del sistema informativo nazionale ambiente (SINA-SIRA)
- Sistema informativo ambientale dell'area ad alto rischio del Sulcis-Iglesiente (SINA Q1-2)
- Sistema informativo compendi immobiliari dell'IGEA (SICI)
- Sistema informativo territoriale per la gestione delle Attività Estrattive (SITAE)
- Sistema Informativo Catastrofi Idrogeologiche (SICI)

6.6 PIANI DI AMBITO REGIONALE O NAZIONALE

- Nuovo Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (fonte R.A.S.)
- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (basi originali Geostudi e fonte R.A.S.) (2005)
- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico aggiornamenti (fonte R.A.S.) (2022)
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (fonte R.A.S.) (2013)
- Piano Gestione Rischio Alluvioni (fonte R.A.S.) (2022)
- Piano Regionale dell'Attività Estrattiva (fonte R.A.S.) (2007)
- Piano dello Smaltimento Reflui (fonte R.A.S.)

- Piano della Tutela delle Acque (fonte R.A.S.) (2006)
- Piano delle Risorse Idriche Multisetoriali (fonte R.A.S.)
- Piano (Stralcio Direttore di Bacino Reg.le) per l'Utilizzo delle Risorse Idriche (fonte R.A.S.)
- Piano Paesaggistico Regionale: Ambito Costiero (fonte R.A.S.) (05/09/2006)
- Piano Forestale Regionale Ambientale (fonte R.A.S.) (2006)
- Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (fonte R.A.S.)
- Piano Regionale Risanamento Acque (PRRA) (fonte R.A.S.) (1998)
- Piano di Bonifica dei Siti Contaminati (fonte R.A.S. - Pro.Ge.Mi.Sa.) (2003)
- Piano Energetico Regionale (fonte R.A.S.) (2006)
- Piano di Sviluppo Rurale (fonte R.A.S.) (2004)
- Piano di Gestione di Distretto Idrografico (fonte R.A.S.) (2009 e succ agg.)

6.7 STUDI GENERALI E DI SETTORE

- Studio sulla Vocazione Faunistica Potenziale (fonte R.A.S.) (2006)
- Studio sull'Irrigabilità dei Suoli della Sardegna (Fonte E.A.F. – R.A.S.) (1987)
- Studio SISS (1979-80) e nuovo SISS (1996) (Fonte R.A.S. – C.R.P. - UNICA)
- Progetto IFRAS (fonte R.A.S.)
- Progetto V.A.P.I. (C.N.R. – UNICA)
- Progetto S.C.A.I. (C.N.R. - UNICA)
- Progetto I.F.F.I. (ANPA – R.A.S.)
- Progetto A.V.I. (Protezione Civile Nazionale - C.N.R. G.N.D.C.I.)
- Studio sulla sensibilità dei suoli alla desertificazione
- Indagine sull'effettivo utilizzo delle aree irrigue nelle diverse aree di intervento a Integrazione del piano stralcio di bacino regionale per l'utilizzo delle risorse idriche - CRAS (2006)
- Aspetti economici dell'agricoltura irrigua in Sardegna - Inea (2009)

7 I METODI ED I SISTEMI UTILIZZATI NELLO STUDIO

Lo studio, nelle more degli obiettivi prefissati dall'ADIS, mira alla descrizione geometrica, logica, gerarchica e funzionale, del sistema drenante che si origina e/o attraversa il territorio di Serdiana.

Per il conseguimento dell'obiettivo, sono necessari dati che concorrano alla costruzione di un dettagliato quadro geografico/topografico, costituiti da:

- carte topografiche a scale territoriali e di dettaglio;
- modelli delle superfici a scala territoriale e di dettaglio;
- immagini aeree e da satellite orto rettificate e oblique;
- documenti progettuali sulle opere afferenti il sistema idraulico (dighe, bonifiche etc.);
- documenti storici sull'assetto territoriale, cartografici, iconografici e testuali;
- documenti sulle relazioni tra acque superficiali e sotterranee (aree estrattive);
- documenti sugli aspetti idrologici e idraulici, sul breve e lungo periodo e sugli eventi estremi.

Successivamente il riordino iniziale dei materiali a disposizione e la loro riorganizzazione in un software GIS, i dati sono stati organizzati in modo geograficamente coerente e sovrapposti, al fine di capire quali evoluzioni siano avvenute, quale era lo stato iniziale e quale è lo stato attuale dei luoghi.

Definite le problematiche costituite da incoerenze geometriche, incoerenze logiche e anacronismi geografici, si è reso necessario documentare le singole situazioni per poi poterle

correggere, sia attraverso i materiali a disposizione, sia attraverso ricognizioni miranti a capire l'evoluzione dei luoghi ed il loro stato attuale.

Come dovuto, sono stati verificati, e, ove non presenti, definiti i tratti in sottopasso.

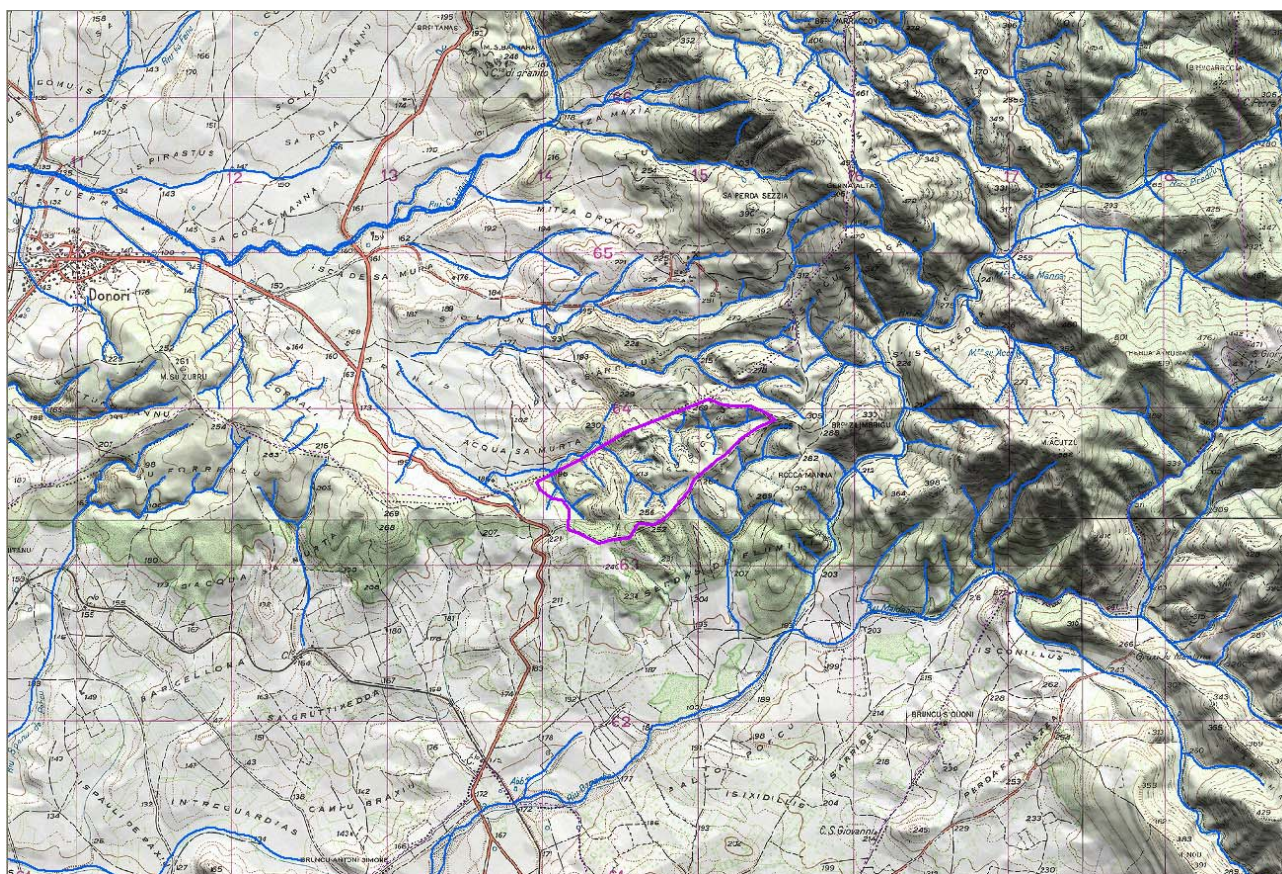
Il reticolo idrografico, per assunto, è affetto da documentati errori cartografici legati ad aspetti geometrici, logici, gerarchici e funzionali.

Al suo interno sono presenti:

- elementi idrici non significativi quali gli effimeri;
- situazioni di carsismo;
- situazioni derivanti da morfologie di origine mineraria, in addizione ed in sottrazione;
- canali adduttori e/o di bonifica disconnessi dal sistema idrografico;
- corsi d'acqua terminanti in specchi endoreici;
- canali afferenti a sistemi stagnali e lagunari e delle saline;
- sistemi di foce a variazione stagionale.

A seguire dalla identificazione, rimangono generalmente situazioni non risolvibili a “distanza” che hanno conseguentemente prodotto la necessità di un appropriato numero di sopralluoghi, sia in ambito urbano che nel territorio vasto del comune di Sordiana.

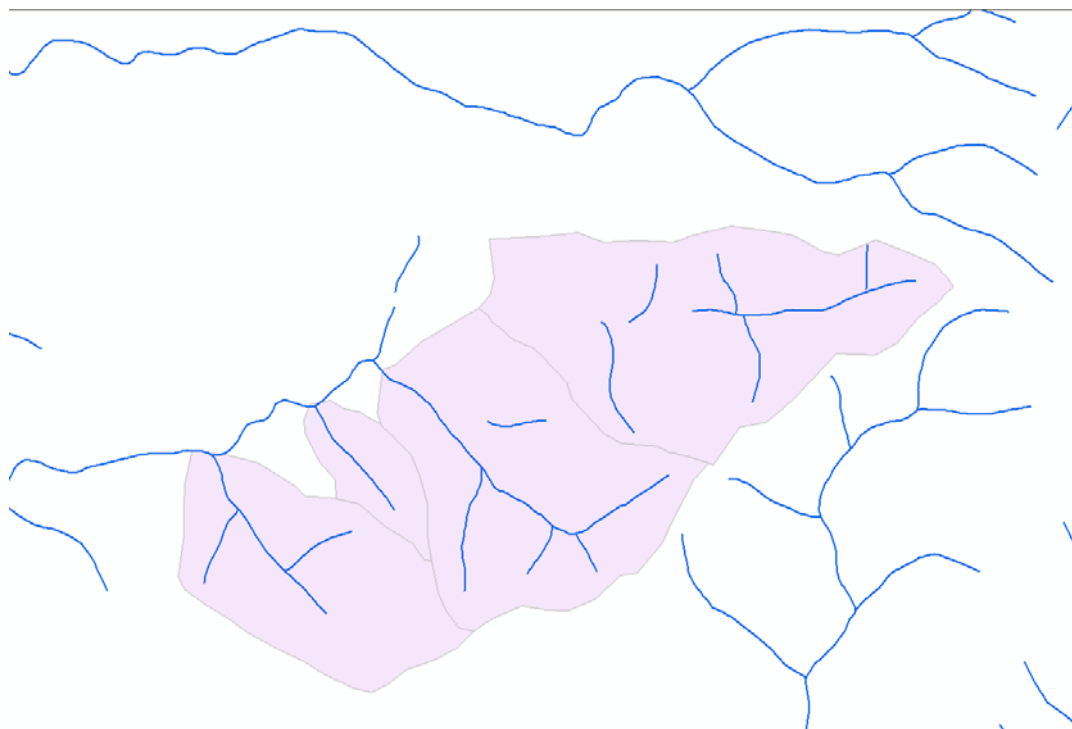
7.1 Il reticolo idrografico ed i bacini interessati



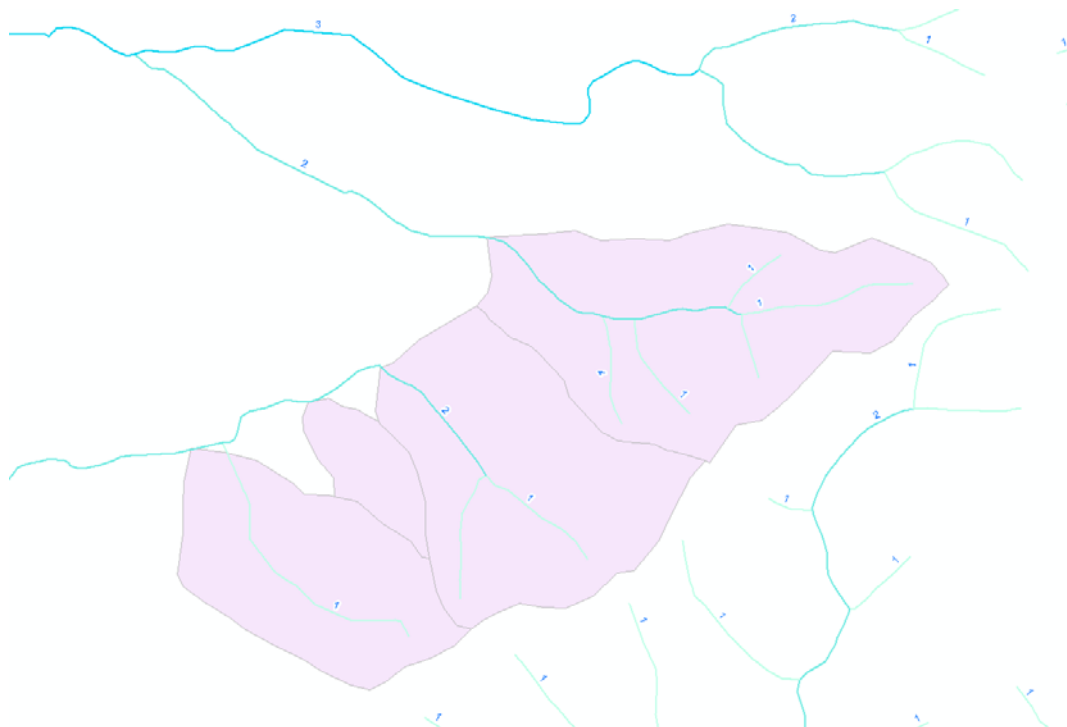
Il reticolo idrografico che interessa il settore studiato è costituito principalmente dal bacino idrografico del Rio Bonarba e dal Rio su Siccesu, affluente del Coxinas e tutti confluenti nel Mannu e, attraverso lo Stagno di Santa Gilla, a Mare.

In generale i limiti comunali sono aderenti alla morfologia e quindi agli spartiacque o all'idrografia storica, ma localmente questa condizione non è verificata, dando luogo a naturali incongruità tra territorio comunale e bacino idrografico.

Il Bacino sotteso dalle attività estrattive è nel complesso limitato.



Bacini idrografici di interesse e reticolo IGMI 1960

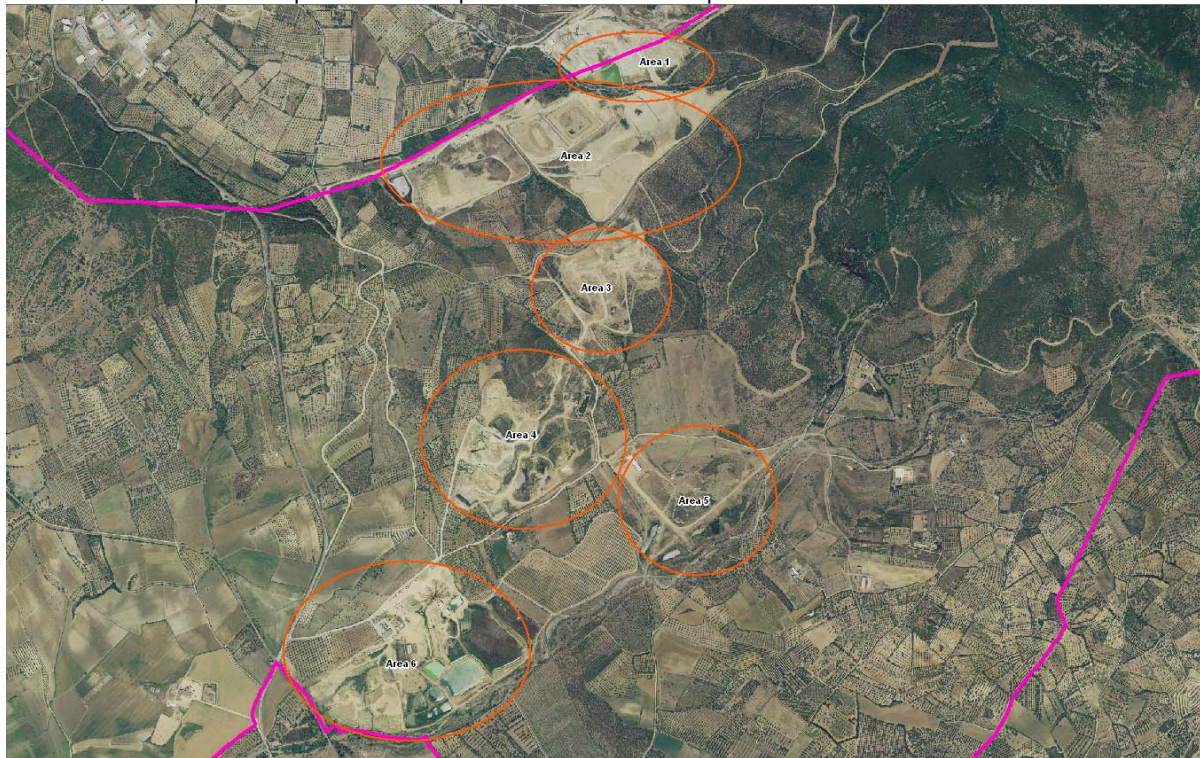


Bacini idrografici di interesse e reticolo Strahler gerarchizzato

EVOLUZIONE DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA DI CAVA NELLE AREE ALLUVIONALI E COLLINARI

Le aree di cava sono state perimetrate in funzione dell'estensione massima raggiunta dagli scavi.

Tale situazione, è sovente quella percepibile dalle ricognizioni aerofotografiche, compresa la cava di Bau su Matuzzu, parzialmente ripristinata, ove, nell'area della piana alluvionale, inondabile, nella parte ripristinata è posizionato un impianto fotovoltaico.



Le aree dalla 1 alla 4 insistono su formazioni terziarie e quaternarie, mentre le aree 5 e 6 insistono su depositi alluvionali recenti del Bonarba (sopra su immagini del 2006)

Le aree 1 e 2 hanno un regime particolare.

L'area 1 è condivisa con il vicino comune di Donori mentre l'area 2 è costituita in parte da vuoti estrattivi utilizzati come discarica, ed in parte come area estrattiva (sotto su immagini 2016)



8 L'ATTIVITÀ DI DISCARICA DI RIFIUTI



Le aree prima estrattive ed ora discarica, da 1 a 7 (in corso di autorizzazione)

8.1 Modulo per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "Su Siccesu" (modulo n. 3)

Il modulo in oggetto è localizzato a sud degli altri moduli della discarica SU SICCESU, ad una quota superiore rispetto a questi ultimi. Di forma approssimativamente triangolare, il suo lato sudest si localizza parallelo alla strada Comunale SA GRUTTA che limita l'area di concessione a sud est. Da questa strada è separato dalla pista perimetrale, da una stretta fascia libera e dalla recinzione. L'area complessiva è di circa 4 ha.

Il modulo è stato attivo dal 16/02/1996 (autorizzazione all'esercizio RAS prot. 4514 del 16/02/1996) sino al 27/01/2004 con interruzione dall'08/02/2000 al 31/03/2001, periodo in cui si è realizzato l'ampliamento approvato con determina RAS n. 448 del 07/03/2020. La gestione è avvenuta in due sottomoduli: il più grande ed il primo ad essere riempito è localizzato nella porzione ovest dell'area, mentre l'estremità est è stata l'ultima ad essere riempita, a partire dall'anno 2001. Lo smaltimento è poi proseguito in elevazione su entrambe le aree.

8.2 Modulo per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "Su Siccesu" (180.000 mc)– modulo n. 4

Autorizzato con determina RAS n. 1810/IV del 27/7/2004.

Gli abbancamenti sono avvenuti del seguente periodo:

dal 28/07/2004 al 29/10/2005 per una volumetria autorizzata di 180.000 m³.

8.3 Modulo per rifiuti speciali non pericolosi in loc. "Su Siccesu" – modulo n. 5

Il modulo in oggetto è localizzato nella parte centrale della concessione, immediatamente ad est della discarica S'ARENAXIU ed a nord ed a valle del modulo RSU di cui al paragrafo 8.1.

Di forma approssimativamente rettangolare, con asse principale allineato nord nordest - sud sudovest, la discarica copre un'area complessiva di circa 2,5 ha.

Gli abbancamenti, autorizzati con determina n. 1479 del 16/02/1996 integrata dalla n. 7176 del 29/03/1996, sono avvenuti nel periodo:

dal 16/02/1996 al 31/07/2004 per una volumetria autorizzata di 233.000 m³.

8.4 Modulo per rifiuti speciali non pericolosi in loc. "Su Siccesu" – modulo da 300.000 mc. – modulo n. 6+7 (in esercizio dal 17/09/2012)

Il modulo di discarica per rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi n. 6, è stato autorizzato con la determinazione AIA n. 65 del 21/04/2012 per una volumetria netta di m³ 300.000.

Nel mese di settembre 2018 è stata rilasciata la determina n. 306 del 19/09/2018 dalla provincia del Sud Sardegna per un aumento di 25.000 t corrispondente a circa 20.455 m³; il 19 febbraio 2020 è stata rilasciata l'autorizzazione integrata ambientale n. 71 che ha annullato e sostituito la precedente n. 65 integrando la volumetria di 240.00 m³.

In totale quindi risultano autorizzati 540.455 m³.

9 RELAZIONE IDROLOGICA

Nel proseguo della trattazione verranno analizzati puntualmente e con livelli di approfondimenti successivi gli elementi del reticolo idrografico principale ricadenti all'interno del territorio comunale e le superfici drenanti tra essi compresi.

Nel dettaglio, ogni comparto del territorio verrà analizzato con una metodologia così strutturata:

1. Analisi descrittiva dei comparti idrografici;
3. Analisi idrologica;

9.1 ANALISI DESCRITTIVA DEI COMPARTI IDROGRAFICI

Il paragrafo consegna una descrizione qualitativa del comparto in esame, precedendolo da analisi l'evoluzione storica subito a seguito degli interventi realizzati e a seguito delle interazioni del processo antropico.

In particolare le valutazioni legate alle interazioni con il processo di infrastrutturazione richiama l'attenzione sulla eventuale insufficienza delle opere di dreno e sulla necessità di valutare gli effetti di eventuali azioni di adeguamento delle stesse.

Le valutazioni espresse attingono dalle informazioni derivanti oltre che dall'esame cartografico e dall'analisi in situ dalle risultanze degli accadimenti storici.

La cartografia sulla quale si è valutata l'evoluzione storica dei luoghi è definita dalla:

- Carta d'Italia 1:25.000 del 1885;
- Cartografia catastale del 1930;
- Ortofoto del 1954;
- Ortofoto del 1968;
- Carta Tecnica dell'Italia Meridionale 1974;
- Ortofoto del 1960, 1977, 2000, 2003, 2006, 2008 e 2013;

In linea generale, le alterazioni subite dal reticolo idrografico riguardano interventi riconducibili ad opere di regolarizzazione delle sezioni e del tracciato planimetrico ed azioni di sistemazione delle aree foci.

I primi sono legati a due aspetti fondamentali:

- la necessità di ridurre gli spazi di pertinenza fluviale con sconfinamento delle portate ordinarie e di piena entro sezioni ben definite a favore delle aree di interesse edificatorio in senso esteso;
- la necessità di concentrare i deflussi interagenti con le linee di transito su strada e ferrovia. Per quanto attiene invece gli interventi in area fociva si rileva la naturale propensione dei rii che sfociano in aree lagunari ad un processo di interrimento con conseguente riduzione delle portate di deflusso; evidente che quanto sopra può ritenersi del tutto influente in aree prive di elementi a rischio, diventa invece fonte di rischio in virtù della presenza di contesti abitati o con forte infrastrutturazione.

Per quanto sopra si è progressivamente indotto il deflusso intervenendo artificialmente con realizzazione di canalizzazione a marea dei rii principali.

Di seguito è quindi consegnata un'analisi puntuale per ogni elemento del reticolo idrografico con definizione dell'evoluzione storica, della situazione attuale in termini di deflusso e conseguente inquadramento delle criticità locali.

Nell'ambito della stessa trattazione sono inserite le valutazioni espresse per i tratti già mappati in occasione delle varie fasi indicate dal Piano di Assetto Idrogeologico.

9.2 ANALISI DELLE CRITICITÀ MANIFESTE

Saranno qui calate su un ambito più dettagliato le considerazioni emerse dalla trattazione precedente.

Sulla base delle informazioni acquisite a livello locale in ordine agli effetti indotti dagli eventi meteorici intensi degli ultimi anni, sono state individuate situazioni locali e diffuse di criticità internamente al comparto idrografico analizzato.

La loro rappresentazione e illustrazione sarà rappresentata in questo paragrafo anche attraverso documentazione fotografica.

9.3 ANALISI IDROLOGICA

In questa fase sarà consegnata una descrizione analitica delle portate di piena drenate dai bacini idrografici con sezione di interesse prossime ai tratti definiti critici

In particolare calcolo della portata è stato effettuato conformemente a quanto previsto nelle *Linee Guida* del PAI. In esse si rileva che, in mancanza di dati osservati, si dovrà far ricorso alle metodologie di calcolo disponibili, che possono essere inquadrare in due grandi sottoinsiemi: la prima è nota sotto la generale definizione di *Metodi Diretti*, la seconda come *Metodi Indiretti*, in cui l'aggettivo diretto o indiretto specifica se la portata al colmo in qualunque sezione è ricavata direttamente da valori di portate calcolati, ovvero indirettamente tramite trasformazione afflussi-deflussi.

I metodi diretti hanno applicabilità per bacini di estensione superiore a 60 Km²; viste le dimensioni dei bacini si applicherà il solo metodo indiretto.

9.4 Descrizione del fenomeno

La definizione "trasformazione afflussi-deflussi" raggruppa l'insieme di quei diversi processi idrologici che concorrono alla formazione del deflusso, a partire dalla precipitazione meteorica, prima ancora che il deflusso stesso si incanali nella rete idrografica.

Il deflusso è quindi generalmente la risultante di un bilancio di massa che prevede come dato in ingresso l'evento meteorico misurato al suolo; tale quantità d'acqua viene in parte intercettata dalla massa vegetale presente, in parte si infiltra nel suolo, in parte ancora va ad accumularsi in piccoli invasi naturali e/o artificiali (pozzanghere, avvallamenti del terreno, impluvi artificiali). La parte rimanente, infine, va a costituire il deflusso superficiale che scorrerà verso la rete idrografica secondo le linee di massima pendenza del terreno.

Il suddetto fenomeno si articola secondo modalità e tempi differenti sulla base delle caratteristiche dell'evento meteorico che lo genera, sugli aspetti legati alla copertura vegetale del suolo e sulla base delle condizioni del suolo sia per effetto delle caratteristiche generali, sia per effetto delle caratteristiche contingenti (grado di umidità, tipo di lavorazione).

Il sistema suolo - vegetazione, quindi, costituisce una naturale capacità di invaso, che tende a decurtare la quantità di acqua precipitata che arriverà alla rete idrografica (precipitazione efficace).

Tale decurtazione dipenderà, istante per istante, dalla capacità complessiva di tali invasi che varierà nel tempo, sia a causa del loro progressivo riempimento durante prolungati eventi di pioggia, sia a causa di altri importanti processi di trasferimento dell'acqua che agiscono nel sistema suolo atmosfera.

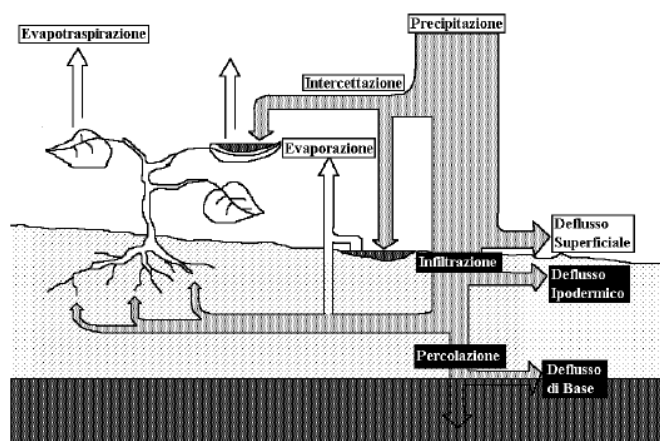


Figura 1 Elementi che concorrono al bilancio idrologico

Parte dell'acqua intercettata e trattenuta dalle superfici fogliari e nelle pozzanghere si disperderà di nuovo nell'atmosfera per evaporazione. Analogamente, una piccola parte dell'acqua infiltrata nel suolo evaporerà direttamente ed una parte più consistente verrà assorbita dalle radici della vegetazione e quindi riimmessa nell'atmosfera per evaporazione dagli stomi delle foglie (traspirazione). Ancora, parte dell'acqua infiltrata negli strati superficiali del suolo proseguirà il moto di filtrazione verso gli strati più profondi e le falde (percolazione), mentre una parte, tanto maggiore quanto più elevata è la pendenza del terreno, filtrerà verso la rete idrografica mantenendosi negli strati superficiali (deflusso ipodermico).

L'acqua infiltrata, contribuirà al deflusso nella rete idrografica, ma con tempi di ritardo rispetto alla corrivazione superficiale, sensibilmente maggiori (per il deflusso ipodermico) o notevolmente maggiori (per il deflusso dagli strati profondi e dalle falde, detto anche deflusso di base).

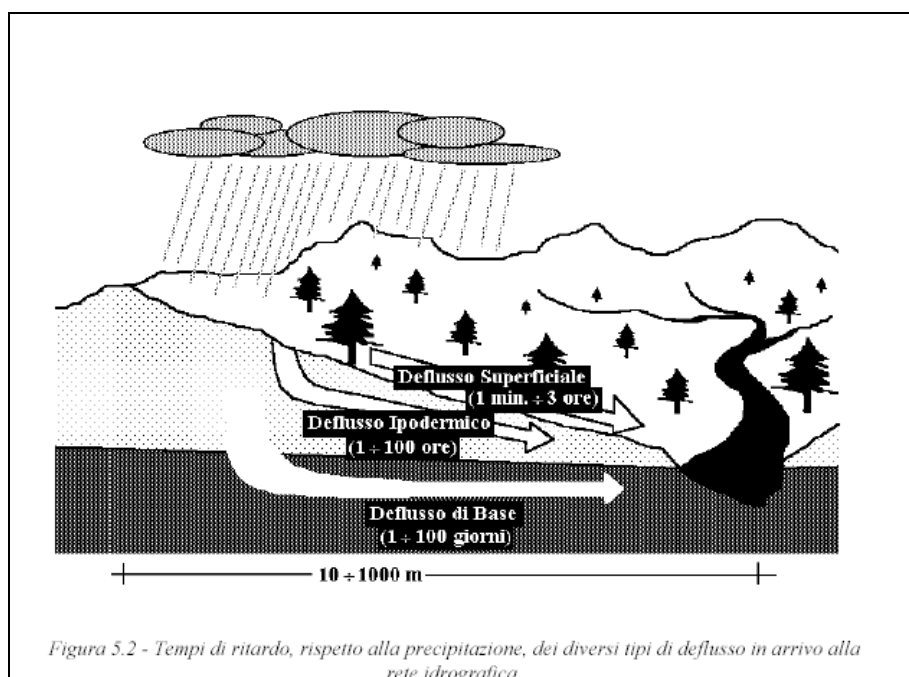


Figura 5.2 - Tempi di ritardo, rispetto alla precipitazione, dei diversi tipi di deflusso in arrivo alla rete idrografica.

La realizzazione di modelli di piena passa necessariamente attraverso ulteriori semplificazioni del fenomeno, trascurando alcune grandezze possono che considerarsi influenti, infatti:

- a) l'evapotraspirazione risulta essere modesta o nulla in relazione ai deflussi superficiali, che assumono importanza preponderante rispetto agli altri;
- b) i diversi tipi di deflusso (superficiale, ipodermico, profondo o di base) assumono una importanza relativa che varia in funzione del tempo caratteristico di risposta del bacino in esame. Intendendo come tempo di risposta l'intervallo trascorso fra l'inizio dell'evento di precipitazione e l'arrivo del colmo di piena alla sezione di chiusura del bacino, questo dipende in maniera sensibile dalla superficie, dalla pendenza, dalla copertura del manto vegetale, dalla forma del bacino, dalla lunghezza del corso d'acqua principale, nonché dal regime di quest'ultimo (torrentizio, fluviale, ...) e da altre condizioni.
- c) il deflusso di base, ovvero quello che può ritenersi costante e determinato dalle portate di magra del corso d'acqua, risulta in genere essere di uno o più ordini di grandezza inferiore alle portate di piena, e quindi in buona approssimazione trascurabile. Analogamente, nei casi di bacini di medie e piccole dimensioni con tempi di risposta inferiori alle poche ore, il deflusso ipodermico può essere considerato trascurabile in quanto andrà a contribuire alla sezione di chiusura in tempi successivi al transito del colmo.

Dal punto di vista globale il deflusso originato da un evento meteorico intenso, può avvenire attraverso la sovrapposizione di due fenomeni:

- a) il trasferimento della massa liquida;
- b) la laminazione della massa liquida;

Partendo da tale schematizzazione si possono avere tre tipi di modelli:

- a) modelli che simulano solo il primo tipo di fenomeno e quindi i cosiddetti modelli cinematici o della corvazione, trascurando il secondo (gli effetti di laminazione);
- b) modelli che simulano solo il secondo fenomeno e quindi i cosiddetti modelli dell'invaso, trascurando l'effetto di trasferimento di piena;
- c) altri modelli che tentano di rappresentare il processo di trasformazione afflussi-deflussi tenendo conto di ambedue i fenomeni.

Calando sul territorio le considerazioni generali su esposte si ravvisa un comportamento del bacino che ben si allontana dalle condizioni che inducono il deflusso repentino degli afflussi meteorici di rilevante intensità; in particolare dalle informazioni che derivano dalle indagini geomorfologiche emerge che:

✓ la rete di dreno superficiale è estremamente modificata a seguito degli interventi di bonifica che dai primi anni del secolo si sono susseguiti. Conseguentemente, il deflusso dalle superfici a quota superiore verso le zone a quota inferiore è compromesso per effetto di un'alterazione delle linee di deflusso.

✓ Il deflusso che avviene all'interno delle sezioni non necessariamente segue linee di compluvio, peraltro spesso inesistenti, ma si articola all'interno della rete drenante, realizzata evidentemente non con finalità di difesa del suolo in ottica di problemi di carattere idrogeologico, ma con finalità di bonifica agraria;

✓ la mancanza di pendenza connaturata alla quasi totale assenza di dislivelli riduce le velocità di ruscellamento superficiale, favorendo da un lato l'infiltrazione e la formazione di condizione di idromorfismo diffuso con effetti di laminazione, dall'altro aumentando i tempi di trasporto con incremento della durata della pioggia critica;

✓ Il recapito finale delle acque drenate avviene per mezzo di una stazione di sollevamento, in quanto la parte terminale della rete idraulica è, in alcune situazioni, al di sotto del livello idrico del corpo recettore.

9.5 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO – METODI INDIRETTI

Partendo dalle condizioni semplificate con le quali si descrive il processo di deflusso di piena di un corso d'acqua, il metodo razionale indica la modalità di valutazione della portata di piena prodotta per effetto del trasporto liquido.

Le condizioni semplificative che permettono l'applicabilità del metodo mutuano le condizioni assunte sin dalla formulazione originaria del metodo risalente alla metà dell'800 (Molvany), nella quale veniva definito il valore della portata al colmo Q per un assegnato periodo del tempo di ritorno per effetto di una precipitazione ricadente in un bacino assegnato.

Nella sua formulazione, vengono assunte le seguenti semplificazioni:

- ✓ il valore della portata al colmo Q relativo ad un evento meteorico costante, è il maggiore tra tutti i valori di portata definiti per lo stesso bacino e per lo stesso tempo di ritorno T ;
- ✓ per un preassegnato tempo di ritorno, l'evento meteorico che genera il valore massimo di portata ha una durata pari al tempo di corrivazione;
- ✓ che la portata al colmo Q per un evento causata da una precipitazione ragguagliata di intensità costante sia proporzionale all'intensità della precipitazione, alla superficie del bacino e a un coefficiente C legato alle caratteristiche del bacino e al suo grado di impermeabilità.

La prima semplificazione può ritenersi abbastanza aderente alla realtà, le altre due risentono invece di semplificazioni eccessive che evidentemente collidono con il manifestarsi del fenomeno.

In particolare la seconda assunzione equivale a dire che la curva tempi-aree sia rettilinea e che il tempo impiegato dalla goccia per giungere alla sezione di chiusura del bacino sia essenzialmente legata alla distanza idraulica. Si è invece osservato che il tempo di scesa dell'idrogramma è più breve del tempo di corrivazione.

Tuttavia la curva di variabilità della portata al colmo non varia sensibilmente con la durata dello ietogramma, si può ritenere quindi che le ipotesi di base del metodo razionale risulta quindi del tutto accettabile anche se a rigore non vera (Moisello).

Anche l'approccio cinematico cui si fa affidamento per la determinazione della portata introduce delle semplificazioni che tendono a schematizzare il deflusso sempre assumendo delle condizioni che tendono a eliminare le interazioni tra le grandezze che concorrono; in particolare, le ipotesi di base sono che:

- ✓ il trasferimento della piena sia affidata al trasferimento di massa liquida;
- ✓ che ogni goccia percorra sempre la stessa traiettoria anche con l'evoluzione del processo di pioggia, e che quindi le linee di corrivazione siano immutabili;
- ✓ che il tempo di corrivazione, e quindi la velocità di ruscellamento dell'acqua sia immutabile con il livello di saturazione del terreno e con il formarsi del velo idrico superficiale;
- ✓ che la velocità della goccia non sia influenzata dal moto delle altre gocce;
- ✓ che la portata di piena sia data dalla somma delle portate provenienti dalle altre parti di bacino che si presentano alla sezione di chiusura allo stesso istante.

Le ipotesi di cui sopra diventano di fondamentale importanza in relazione al contesto territoriale entro cui si opera, a cui vanno evidentemente sommate le semplificazioni legate alla distribuzione spaziale dell'evento meteorico, alla sua stazionarietà e alla determinazione del suo valore di intensità per quanto attiene i valori delle informazioni in ingresso e la determinazione delle perdite per quanto attiene la risposta del bacino.

Nel proseguo dell'analisi, si cercherà comunque di applicare il metodo indiretto non perdendo di vista le semplificazioni assunte e delle quali si dovrà tenere conto in sede di analisi conclusiva.

La relazione per la determinazione della portata con la *Formula Razionale* proposta nelle Linee Guida del PAI è:

$$Q_p = i_{[\tau, T_R, r(\tau, A)]} * \Phi * A * \varepsilon(\tau)$$

espressione di un modello deterministico elementare a fondamento cinematico, con il seguente significato dei simboli:

i	Intensità di pioggia
T_R	Tempo di ritorno
$r(\tau, A)$	Coefficiente di ragguaglio areale
A	Area del bacino
τ	Durata della pioggia critica
Φ	Coefficiente di deflusso
$\varepsilon(\tau)$	Coefficiente di laminazione

Nella valutazione dell'intensità della precipitazione si è ritenuto di applicare sia la metodologia classica proposta dal Puddu e successivamente aggiornata, sia il metodo di più recente pubblicazione che prevede la definizione delle curve di possibilità pluviometrica basate sul modello Tcev.

9.5.1 ALTEZZA DI PIOGGIA CRITICA

9.5.1.1 Formulazione classica

Nella trattazione proposta da Cao-PuDDu, successivamente aggiornata nei parametri, l'ambito territoriale isolano è stato suddiviso in quattro gruppi caratterizzati da comportamenti "omogenei" nei riguardi degli eventi di pioggia; sulla base di questa considerazione, l'espressione delle curve di possibilità pluviometriche assume la forma seguente:

$$h = h_1 \cdot T_p^{(A + Bu)}$$

dove:

- h_1 è l'altezza di pioggia di durata unitaria data dalla relazione

$$\log h_1 = C + Du$$

- T_p è la durata della precipitazione
- u è il frattile della distribuzione normale corrispondente alla probabilità di non superamento assegnata
- A, B, C, D parametri dipendenti dal gruppo omogeneo di appartenenza, riportati nelle seguente tabella:

GRUPPO	A	B	C	D
1°	0.305041	-0.017147	1.273178	0.179732

2°	0.359696	-0.01794	1.296212	0.167488
3°	0.418212	0.009093	1.379048	0.164598
4°	0.497207	0.041251	1.460774	0.191832

9.5.1.2 Metodo TCEV

Più recentemente si è osservato, anche in ambito nazionale, che eventi di pioggia particolarmente intensi sfuggivano alla capacità di previsione delle curve di possibilità pluviometriche formulate come al punto precedente.

Si è reso pertanto necessario sviluppare una trattazione capace di interpretare più fedelmente eventi di breve durata, anche utilizzando curve di distribuzione con un maggior numero di parametri.

In detta recente trattazione si è riscontrata l'impossibilità di adottare, per tempi di ritorno superiori ai 10 anni, un unico tipo di funzione monomia; si è invece reso necessario separare la casistica in due tipologie di eventi: piogge di durata inferiore a un'ora e piogge di durata superiore a un'ora.

Le equazioni elaborate sono:

$$h(T, t) = (a_1 a_2') * t^{(b_1 + b_2')} \quad t \leq 1 \text{ ora}$$

$$h(T, t) = (a_1 a_2'') * t^{(b_1 + b_2'')} \quad t > 1 \text{ ora}$$

dove

$$a_1 = \frac{\mu_g}{0.886 * 24^{b_1}}$$

$$b_1 = -0.493 + 0.476 * \text{Log } \mu_g$$

avendo indicato con μ_g il valore medio giornaliero della pioggia il cui valore è rilevabile nella seguente carta. I parametri a_2' , a_2'' e b_2' , b_2'' contraddistinguono invece la sottozona di appartenenza.

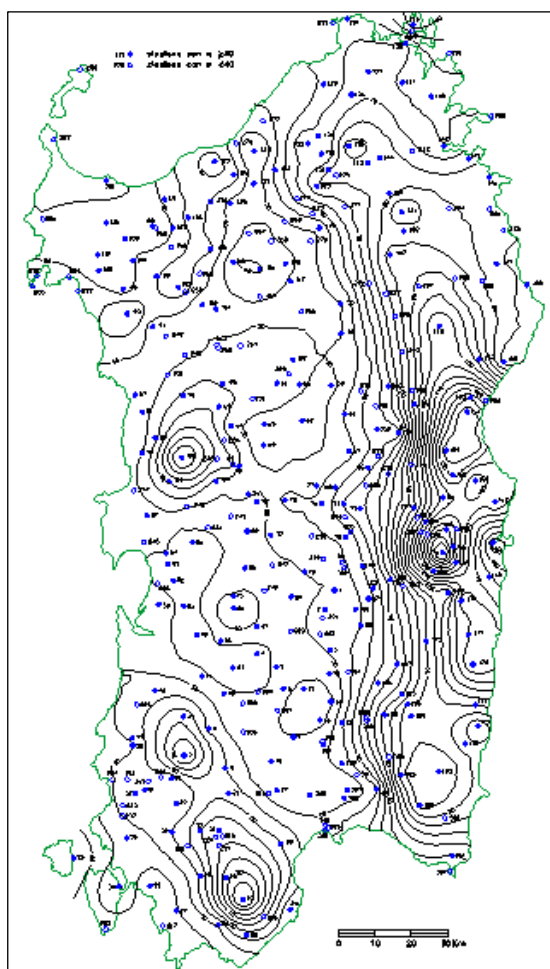


Figura 2 – Distribuzione spaziale dell'altezza di pioggia giornaliera in Sardegna

(da Deidda ed Al., Quad. Ricerca n°9 dell'Università di Cagliari, 1997).

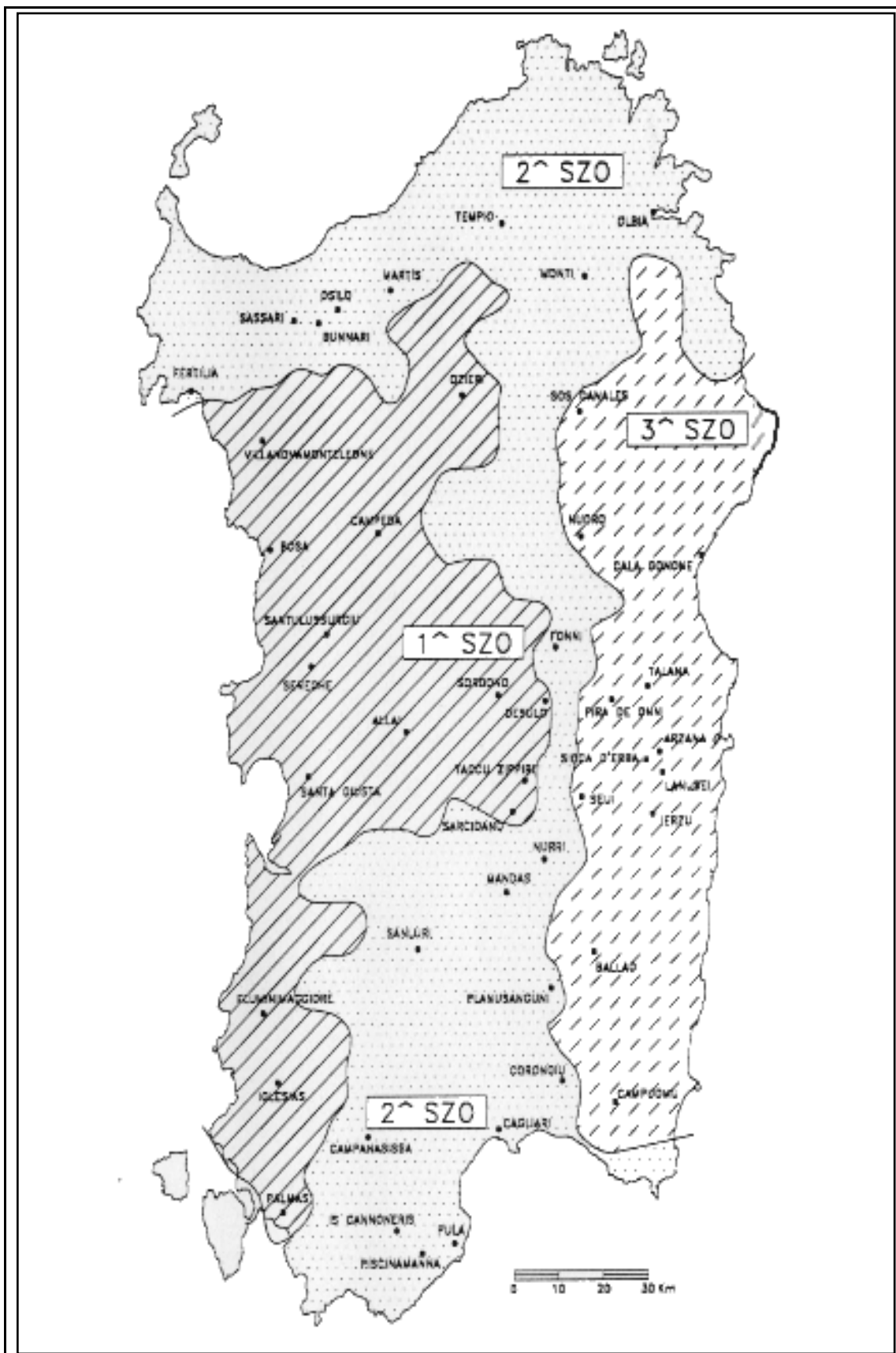


Figura 3 – Sotto Zone Omogenee per le piogge brevi e intense in Sardegna. In ciascuna zona i parametri del modello TCEV sono riportati in Tabella 8. (da Deidda ed. al., 1993)

9.5.2 Valutazione del coefficiente di deflusso Φ

Per la valutazione del coefficiente di deflusso, si fa ricorso al metodo CN del *Soil Conservation Service*, che secondo gli autori trova impiego ottimale nell'ambito dei piccoli bacini.

Si intende per pioggia netta la grandezza:

$$h_{netta} = \frac{(h_{lorda} - I_a)^2}{h_{lorda} + S - I_a}$$

dove

$$S = 254 * \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Il valore dell'infiltrazione iniziale è dato dalla:

$$I_a = 0.2 * S$$

Il valore del CN è tabellato per differenti combinazioni di suolo e copertura vegetale; il parametro S, rappresenta la quantità d'acqua immagazzinabile nel bacini, e quindi nel terreno, ed è legato alla possibilità di infiltrazione, e alle condizioni di umidità precedenti (*AMC Antecedet Mixture Condition*).

La valutazione del CN è stata inizialmente condotta in ambiente GIS utilizzando la carta dell'uso del suolo. In questa maniera è stato possibile individuare in esso le porzioni che afferivano a diversi usi; successivamente per le semplificazioni assunte all'inizio del paragrafo e per le considerazioni emerse dall'analisi geologica si è valutato cautelativamente di assumere un valore pari a 100 in tutto il comparto, cui corrisponde un valore del coefficiente di deflusso pari a 1.

9.5.3 Coefficiente di ragguaglio areale r

Per il coefficiente di ragguaglio areale si assumono le seguenti espressioni:

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) d^{(-0.40 + 0.0208 \ln(4.6 - \ln(A)))} \quad \text{per } A < 20 \text{ km}^2$$

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) d^{(-0.40)} \quad \text{per } A > 20 \text{ km}^2$$

9.5.4 Durata della pioggia critica

Per la valutazione della durata della pioggia critica si è assunto il modello utilizzato nella procedura VAPI Sardegna; si è quindi ammesso che la durata della pioggia corrisponda alla somma del tempo necessario per la formazione del deflusso superficiale e del tempo di corrivazione del bacino:

$$\tau = \tau_c + \tau_f$$

dove

τ_c è il tempo di corrivazione

τ_f è il tempo necessario per la formazione del ruscellamento superficiale

La valutazione del tempo di corrivazione viene fatta attraverso un confronto critico delle seguenti formule empiriche:

Ventura	$\tau_c = 0.127 \left(\frac{S}{J_m} \right)^{\frac{1}{2}}$	Jm la pendenza media dell'asta S superficie del bacino
---------	---	---

Giandotti	$\tau_c = \frac{4S^{\frac{1}{2}} + 1.5L}{0.8(H_m - H_s)^{\frac{1}{2}}}$	<i>H_m la quota media del bacino in m s.l.m. H_s la quota della sezione di controllo in m s.l.m.</i>
Pasini	$\tau_c = \frac{0.108(S * L)^{\frac{1}{3}}}{J_m^{\frac{1}{2}}}$	<i>J_m la pendenza media dell'asta L la lunghezza in Km della stessa S superficie del bacino</i>
Viparelli	$\tau_c = \frac{L}{3.6V}$	<i>L la lunghezza in Km dell'asta V la velocità media di scorrimento da assumersi su valori compresi tra 1 m/s e 1.5 m/s.</i>
VAPI Sardegna	$\tau_c = 0.212 * A^{0.231} \left(\frac{H_m}{J_m} \right)^{0.289}$	<i>H_m la quota media del bacino in m s.l.m. J_m la pendenza media del reticolo</i>

Il tempo di formazione del ruscellamento superficiale, viene calcolato mediante la seguente espressione:

$$\tau_f = \frac{I_a}{i[(\tau_c + \tau_f), r]}$$

dove

I_a l'assorbimento iniziale

i l'intensità di pioggia relativa alla durata critica

La pendenza media dell'asta principale è invece valutata mediante la relazione:

$$\sqrt{J_m} = \frac{L}{\sum_1^n \frac{l_i}{\sqrt{i_i}}}$$

dove :

L è la lunghezza dell'asta

l_i lunghezza del tratto *i-esimo* a pendenza omogenea

i_i la pendenza del tratto *i-esimo* a pendenza omogenea

9.5.5 Scelta del tempo di ritorno

I tempi di ritorno adottati sono conformi alle indicazioni del PAI, in particolare sono stati adottati 50, 100, 200, 500 anni.

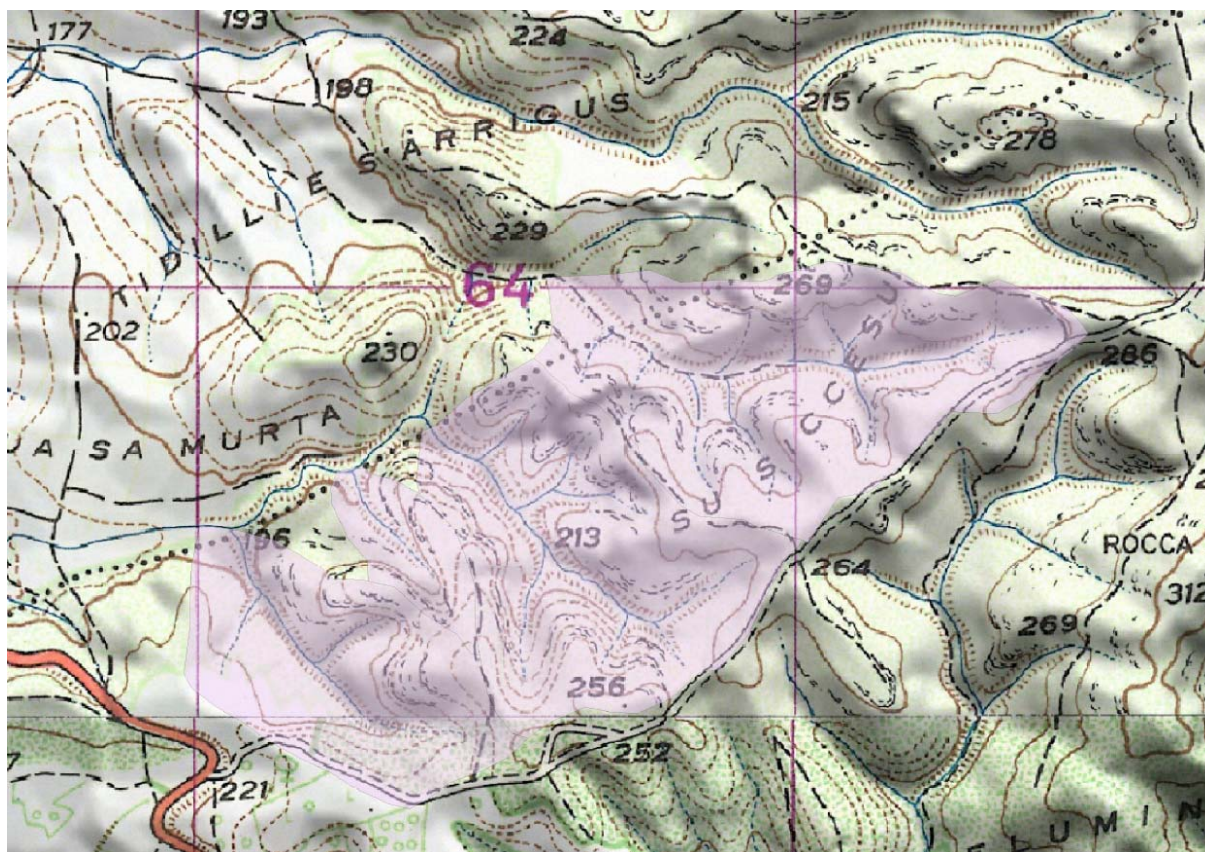
10 VERIFICA DELLA CONSISTENZA DEL RETICOLO NELL'AREA DI STUDIO SU DTM E DSM E ORTOFOTO

La vasta disponibilità di documentazioni descrittive del territorio esistenti consente di dettagliare adeguatamente il reticolo mirando a scale comprese tra il 1000 ed il 2000 anche se poi rappresentate per praticità al 1:5.000.

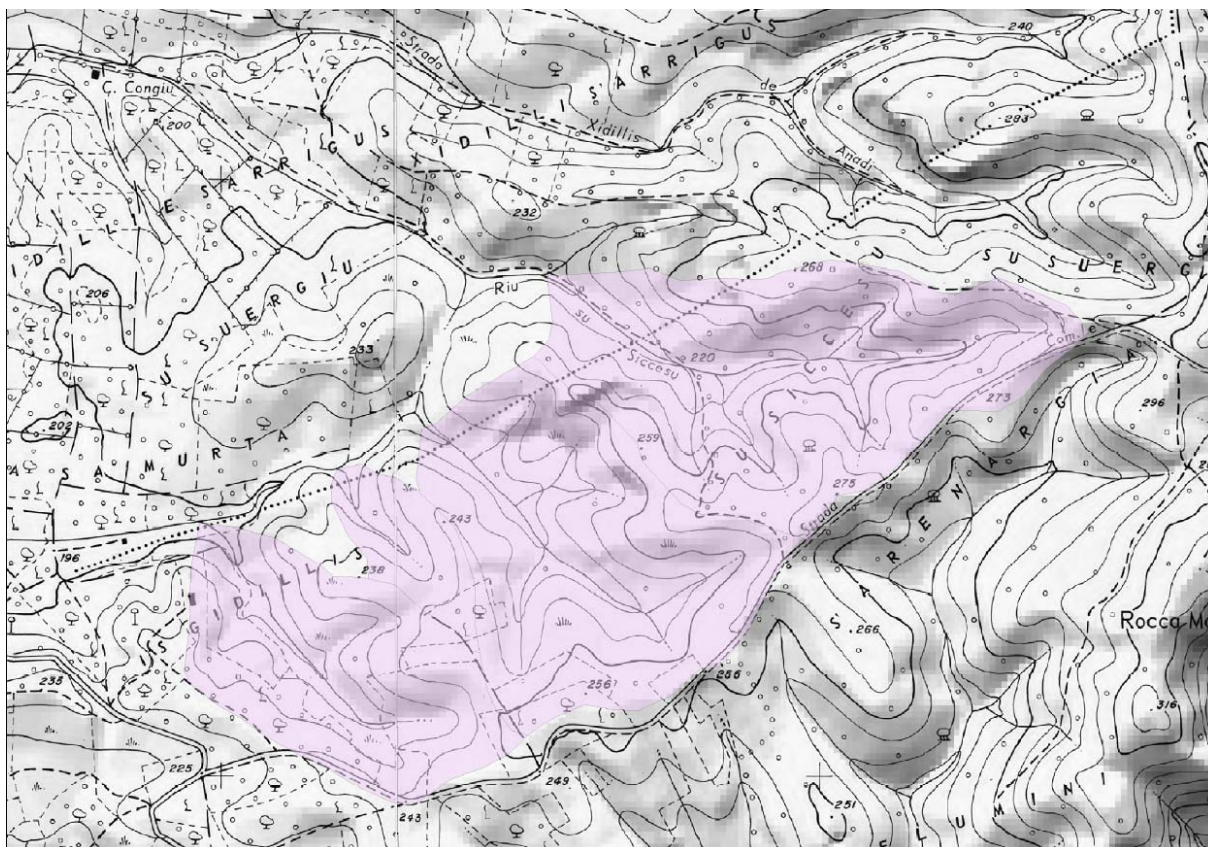
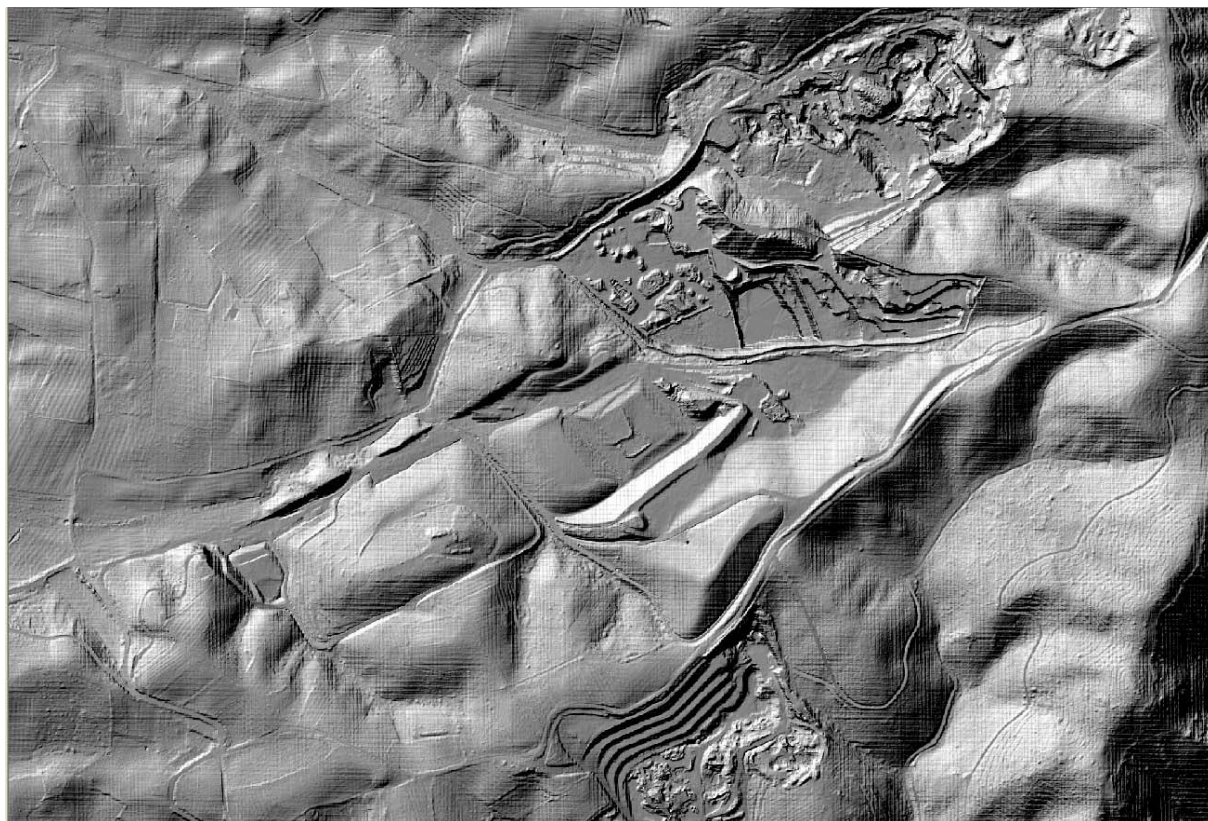
A tal fine, nell'ambito studiato si è fatto uso dei seguenti documenti:

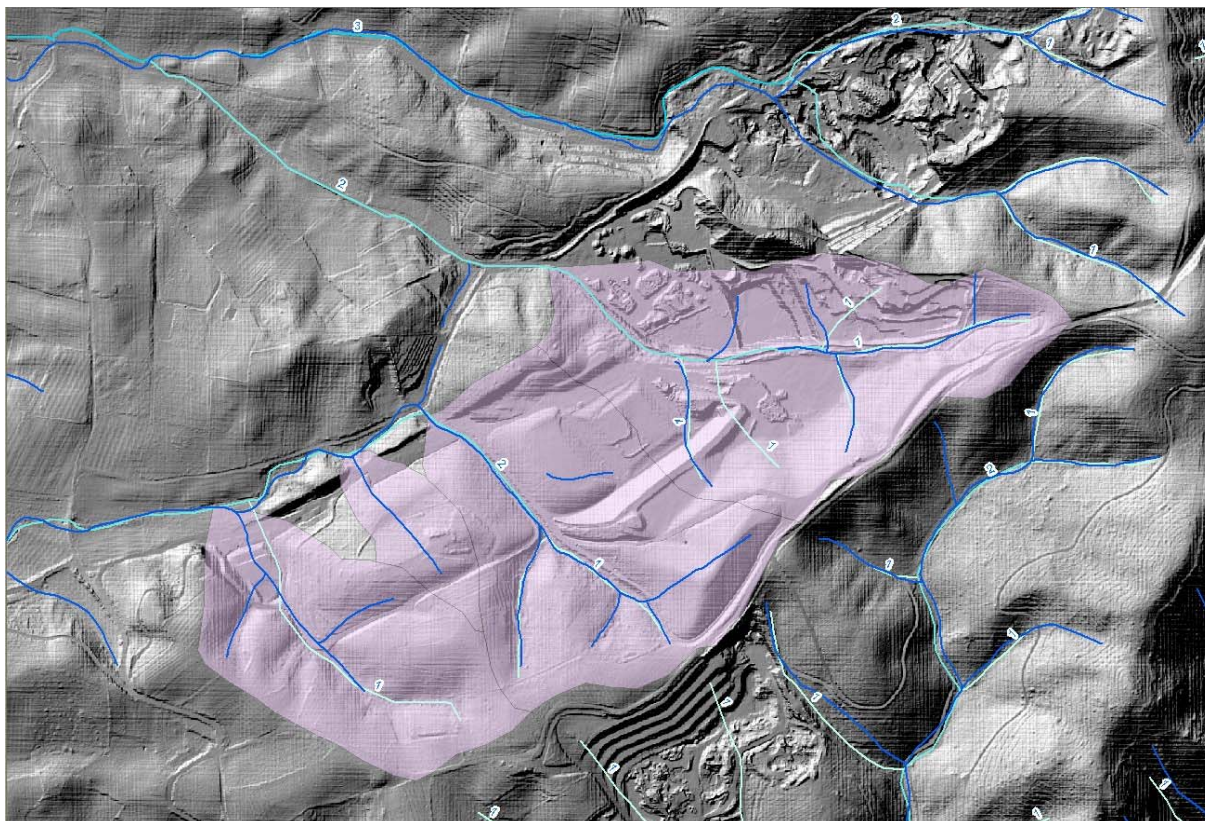
- DTM e DSM RAS 2013 (passo 1 metro);
- Ortofoto 2 k 2016 ARGEA – RAS (passo 20 cm);
- Ortofoto 2 k 2019 ARGEA – RAS (passo 20 cm).

Attraverso il raffronto delle descrizioni minute delle superfici, è stato possibile identificare la reale posizione e consistenza degli elementi idrici.



Mappe – IGM 1960 con sottobacini di riferimento

**Mappe – CTR 1968 con sottobacini di riferimento****Modello DTM del 2013 in hs**



Modello DTM del 2013 in hs con reticolo IGM 1960 e Strahler 2015 gerarchizzato



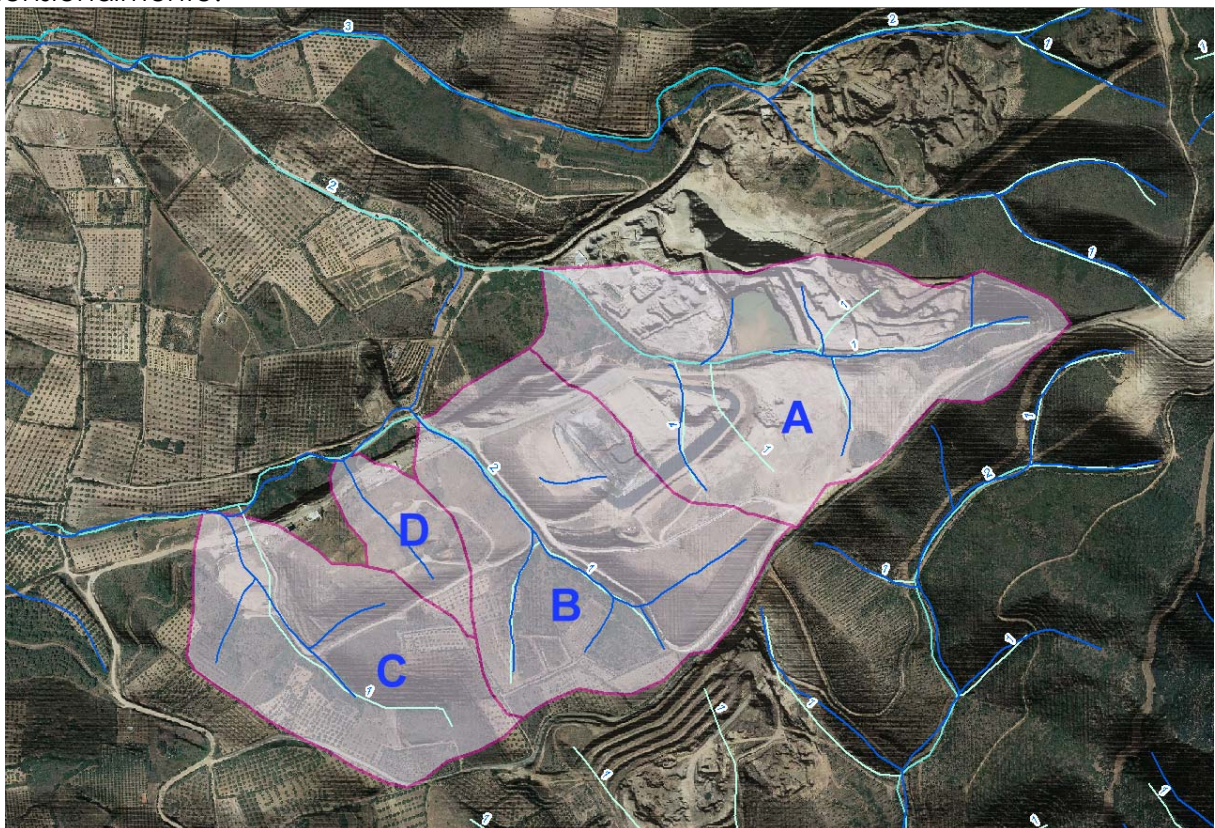
Ortofoto 2013 su modello dsm



Ortofoto 2016 con sovrapposti bacini idrografici, reticolo IGM 1960 e reticolo Strahler

10.1 VERIFICHE IDRAULICHE DELLA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI ELEMENTI

Sono stati identificati quattro sottobacini idrografici di riferimento e sono stati analizzati dimensionalmente.



Ortofoto 2013 con sovrapposti bacini idrografici, reticolo IGM 1960 e reticolo Strahler

I parametri caratteristici dei bacini idrografici, misurati sul DTM sono descritti nella tabella seguente:

Denominazione e bacino	AREA DEL BACINO	Q CHIUSURA	QUOTA MASSIMA	QUOTA MEDIA	PENDENZA MEDIA DEL BACINO	PENDENZA MEDIA DEL BACINO	LUNGHEZZA Asta principale	LUNGHEZZA Asta principale	Pendenza asta principale	v media	sottozona	h in mm media indice	CN (II categ.) PSFF	CN (II categ.) PSFF incrementato	CN (III categ.)
	Km ²	m	m	m	%		m	(Km)	%	m/s					
A	0.25	207.00	283.00	240.00	5.88	0.06	892.00	0.89	2.97	1.25	2	60.00	57.11	80.0	90.50
B	0.22	209.00	266.00	235.00	6.12	0.06	717.00	0.72	0.23	1.25	2	60.00	60.22	80.0	90.50
C	0.15	195.00	250.00	225.00	3.50	0.04	533.00	0.53	0.08	1.25	2	60.00	55.65	80.0	90.50
D	0.04	202.00	247.00	225.00	8.00	0.08	256.00	0.26	0.07	1.25	2	60.00	58.79	80.0	90.50

I tempi di corrivazione risultanti sono rappresentati nella tabella seguente:

Denominazione e bacino	Pasini	Giandotti	Viparelli	Ventura	Pezzoli	Puglisi	Tournon	Salis-Sechi	Valore adottato	d=Tc
	ore	ore	ore	ore	ore	ore	ore	ore	ore	ore
A	0.04	0.73	0.20	0.04	0.03	1.31	0.37	1.70	0.03	0.028
B	0.12	0.72	0.16	0.12	0.08	1.25	0.52	1.62	0.08	0.082
C	0.16	0.54	0.12	0.17	0.10	1.04	0.63	1.72	0.10	0.102
D	0.09	0.31	0.06	0.10	0.05	0.68	0.26	1.00	0.05	0.054

Le portate derivanti dall'applicazione dei calcoli idrologici ed idraulici danno, per i bacini, le seguenti portate:

Denominazione e bacino	codice	m ³ /s*Km ² contr unit	portata Tr 50	portata Tr 100	portata Tr 200	portata Tr 500
HydroID			m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
A	1	20.9	5.24	5.36	5.56	6.00
B	2	17.7	3.89	4.21	4.56	5.12
C	3	17.0	2.55	2.79	3.05	3.45
D	4	19.7	0.79	0.84	0.89	0.98

Tutti i sottobacini studiati, se integri, avrebbero aste risultanti non significative, in quanto con bacino sotteso inferiore a 0.5 km² e portate inferiori a 7 m³/sec e conseguentemente possiamo ritenere le aste originariamente corrivanti le acque mappate nelle cartografie storiche, non significative.

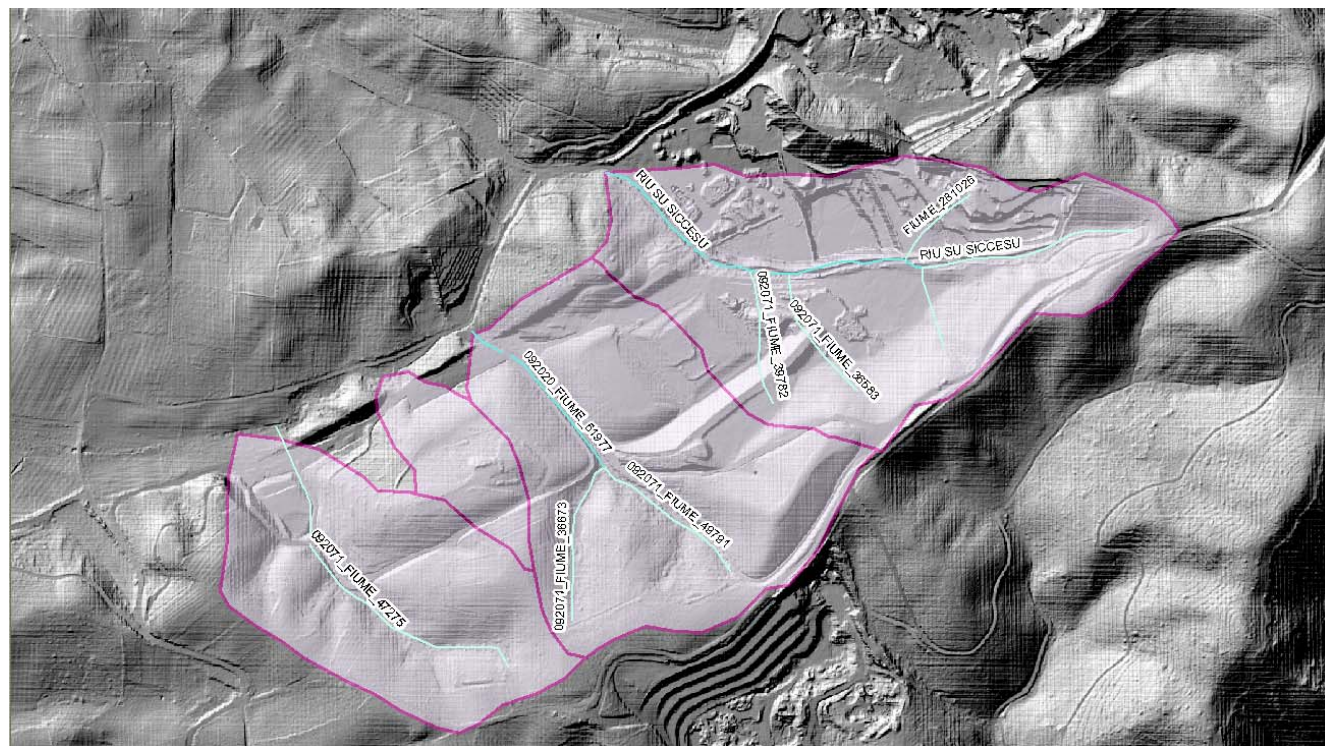
Similmente si può asserire per la loro assenza attuale ed alla gestione attuale delle aree.

11 ELEMENTI DEL RETICOLO PER CUI È VERIFICATA LA NON SIGNIFICATIVITÀ

Pertanto, risultano non significativi i seguenti segmenti del reticolo:

SEGMENTID	NOME	N_Strahler	N_Sub	Sub_Bacino
R_031.002_12192.158502	092071_FIUME_36673	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_031_12187.158503	092071_FIUME_49791	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_031.001_12191.158513	092071_FIUME_47275	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_031.001_12191.158514	092071_FIUME_47275	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_031.001_12191.158515	092071_FIUME_47275	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_031.001_12191.158516	092071_FIUME_47275	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_031_12189.158538	092020_FIUME_51977	2	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_031_12189.158539	092020_FIUME_51977	2	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001.001_1223.158552	092071_FIUME_36583	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001.002_1224.158553	092071_FIUME_39782	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001_1222.158554	RIU SU SICCESU	2	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001.004_1226.158556	092071_FIUME_60930	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001_1220.158561	RIU SU SICCESU	2	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001_1219.158563	RIU SU SICCESU	2	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001_1218.158572	RIU SU SICCESU	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001.003_1225.158584	FIUME_281026	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001_1221.158672	RIU SU SICCESU	2	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001_1221.158673	RIU SU SICCESU	2	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001_1221.158676	RIU SU SICCESU	2	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_031.001_12191.161687	092071_FIUME_47275	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_031.001_12191.161688	092071_FIUME_47275	1	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001_1221.161870	RIU SU SICCESU	2	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri
R_001.001.002.003.001.001_1221.161871	RIU SU SICCESU	2	7	Flumendosa - Campidano - Cixerri

Che nella rappresentazione in mappa corrispondono a:



12 CONCLUSIONI

L'indagine di dettaglio svolta secondo le direttive dell'ADIS consente di definire le caratteristiche del reticolo idrografico presente.

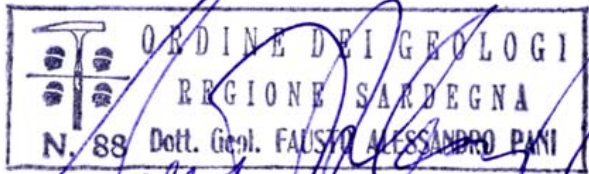
Il settore studiato dell'area di su Siccesu – Is Gidilis ha subito nel tempo rilevanti modificazioni morfologiche e molti degli elementi idrici rappresentati nelle cartografie dal 1960 ad oggi non risultano più.

In particolare, tra gli altri, non risultano più due corsi d'acqua originariamente appartenenti al reticolo idrico regionale, identificati come Fiume 36583 e Fiume 39782.

Indipendentemente da questo, **la superficie dei bacini sottesi individuati consente altresì di definirli non significativi ossia caratterizzati da un bacino sotteso inferiore a 0.5 km² e portate inferiori a 7 m³/sec ed eventualmente, espungerli dal reticolo.**

Si assevera con la presente la non significatività degli elementi del reticolo virtualmente presenti ed allo stato attuale assenti.

Geol. Fausto A. Pani



Geol. Roberta M. Sanna

Ing. Alessandro Salis

