



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE

COMITATO ISTITUZIONALE

Linee guida e indicazioni metodologiche
per la corretta individuazione e rappresentazione
cartografica del reticolo idrografico
ai sensi dell'art.30 ter, comma 6
delle Norme di attuazione del PAI

Sommario

1	Premessa	3
2	Metodologia	5
2.1	Correzioni, modifiche e integrazioni al reticolo idrografico.....	6
2.2	Documentati errori cartografici e corretta rappresentazione dello stato reale dei luoghi	6
2.3	Elementi idrici non significativi	13
2.4	Situazioni di carsismo	14
2.5	Canali adduttori e/o di bonifica disconnessi dal sistema idrografico	14
2.6	Canali afferenti a sistemi stagnali e lagunari e delle saline.....	14
2.7	Criteri di costruzione geometrica del reticolo idrografico	14
2.8	Criteri di tematizzazione del reticolo idrografico	16
3	Verifica topologica del grafo vettoriale.....	17

1 Premessa

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (nel seguito denominato P.A.I.) e le relative Norme di Attuazione (di seguito N.A.), è stato approvato con Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 67 del 10.07.2006.

Con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 30.07.2015 per le finalità di applicazione delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI e delle relative Direttive, è stato identificato quale reticolo idrografico di riferimento per l'intero territorio regionale l'insieme degli elementi idrici contenuti nell'ultimo aggiornamento dello strato informativo 04_ELEMENTO_IDRICO.shp del DBGT_10k_Versione 0.1 (Data Base Geo Topografico 1:10.000), da integrare con gli ulteriori elementi idrici eventualmente rappresentati nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965.

Con l'introduzione nelle N.A. del P.A.I. dell'art. 30 ter "Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia", viene introdotta la norma di prima salvaguardia relativa a fasce di ampiezza variabile in funzione della gerarchizzazione del reticolo idrografico secondo Horton-Strahler (1952), la cui rappresentazione viene resa disponibile, con la sola funzione ricognitiva, sul sito istituzionale dell'Autorità di bacino.

Si riporta il citato articolo 30 ter, commi da 1 a 5:

- 1. 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:*

<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 Comuni, anche su istanza dei proponenti, sono tenuti 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, obbligatorio per i tratti di ordine maggiore di due, 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 e 27 bis delle NA.*

4. *Gli studi di cui al comma 2, laddove le aree da essi individuate siano più estese delle fasce di cui al comma 1, sono approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con le procedure di cui all'articolo 37 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. Gli studi di cui al comma 2, laddove le aree da essi individuate siano inferiori delle fasce di cui al comma 1, sono approvati con un'unica deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino e per le aree a pericolosità idraulica così determinate si applicano le relative norme del PAI.*
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, 2bis e 2 ter, possono prescindere dalle analisi idrauliche, confermando le sole aree di pericolosità di prima salvaguardia istituite ai sensi del precedente comma 1 e dalla redazione delle carte del rischio.*

Sempre il medesimo articolo 30ter, al comma 6 prevede che *“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.”*

Con Deliberazione n. 57/4 del 18/11/2020 la Giunta regionale, a valere sulle risorse per le annualità 2020 – 2021 della L.R. n. 12/2011, ha individuato i finanziamenti da destinare quale contributo ai Comuni, per la corretta individuazione del reticolo idrografico, in conformità al comma 6 dell'art. 30ter delle Norme di Attuazione del PAI; tale reticolo revisionato costituirà il riferimento per l'attuazione della disciplina del PAI/PGRA e specificamente per gli studi comunali di approfondimento dell'assetto idrogeologico condotti a scala locale e per gli interventi ammissibili ai sensi delle Norme del PAI e ricadenti in aree definite a pericolosità e rischio idrogeologico, con particolare riferimento alle nuove opere di attraversamento degli elementi del reticolo idrografico.

La attività di revisione del reticolo idrografico di cui al citato comma 6 dell'articolo 30ter delle Norme del PAI, dal punto di vista procedurale, può seguire le seguenti alternative:

- validazione da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Distretto Idrografico all'interno della complessiva procedura di revisione e aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) o di varianti generali al PAI;
- validazione della revisione del reticolo contestualmente a varianti al PAI di singoli territori comunali secondo le procedure dell'articolo 37 delle Norme del PAI;
- pre-validazione in linea tecnica della revisione del reticolo contestualmente alla approvazione di studi di compatibilità idraulica di opere e infrastrutture, da assoggettare successivamente a formale approvazione con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Idrografico.

Si specifica che l'attività di revisione del reticolo idrografico ha essenzialmente rilievo in tema di identificazione degli elementi idrici da considerare nelle attività pianificatorie regionali e comunali previste dalle norme del PAI, costituendo un primo riferimento, da verificare e asseverare nel singolo caso concreto di progettazione di opere e infrastrutture.

Pertanto, il reticolo idrografico, ai fini dell'applicazione delle presenti Linee guida è da intendere come l'insieme degli elementi che costituiscono il sistema drenante alveato e non alveato del bacino idrografico.

Inoltre, in riferimento alle Norme tecniche sulle costruzioni di cui al Decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 e alla relativa Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP , si specifica che per gli elementi idrici appartenenti al reticolo idrografico regionale lo studio di compatibilità idraulica di cui al paragrafo 5.1.2.3 del citato Decreto corrisponde a quello di

cui all'articolo 24, e alle relative procedure, delle Norme del PAI mentre in tutti gli altri casi lo studio di compatibilità idraulica di cui al paragrafo 5.1.2.3 del citato Decreto Ministeriale costituisce esclusivamente parte integrante del progetto dell'opera da valutare nell'ambito delle procedure di approvazione del progetto stesso.

In quest'ottica e con la ulteriore specificazione relativa alla sola applicazione delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI e delle relative Direttive, il presente documento espone le indicazioni metodologiche per la effettuazione di tale attività di verifica del reticolo idrografico regionale di cui al citato comma 6 dell'art. 30 ter delle N.A. del P.A.I.

Si specifica, infine, che pur auspicando che le attività di revisione del reticolo di cui all'articolo 30ter siano effettuate contestualmente alla redazione della variante al PAI di cui all'art. 37 delle NA del PAI, ciò non sia obbligatorio. In caso ciò accada, il procedimento della variante suddetta ricomprende in sé anche quello di cui all'articolo 30ter.

2 Metodologia

Come citato all'art. 1 della Deliberazione n. 3 del 30.07.2015 il Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino della Sardegna stabilisce *"per le finalità di applicazione delle Norme di Attuazione del PAI e delle relative Direttive, di identificare quale reticolo idrografico di riferimento per l'intero territorio regionale l'insieme degli elementi idrici contenuti nell'ultimo aggiornamento dello strato informativo 04_ELEMENTO_IDRICO.shp del DBGT_10k_Versione 0.1 (Data Base Geo Topografico 1:10.000), da integrare con gli ulteriori elementi idrici eventualmente rappresentati nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965"*.

Al fine di permettere l'applicazione di quanto stabilito dall'articolo 30ter, è stata effettuata la gerarchizzazione del reticolo idrografico ufficiale della Regione Sardegna, approvato con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 3 del 30.07.2015.

Ad ogni tratto di corso d'acqua è stato assegnato un ordine gerarchico, secondo la metodologia Horton – Strahler, applicata attraverso gli strumenti di classificazione semi-automatica messi a disposizione dai più comuni client GIS.

La suddetta gerarchizzazione è disponibile all'indirizzo:

<https://pianogestionerischioalluvioni.regione.sardegna.it/index.php?xsl=2425&s=361145&v=2&c=14034&t=1&tb=14006>

Questo strato informativo rappresenta, pertanto, il dato geografico di partenza che deve essere verificato in sede comunale per tenere conto sia di variazioni morfologiche da apportare al reticolo idrografico, sia attraverso l'eliminazione, l'introduzione o la modifica di elementi idrici, sia attraverso l'integrazione con gli ulteriori elementi idrici eventualmente rappresentati nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965, così come previsto dalla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 30.07.2015 e sia attraverso, conseguentemente, la fase finale di rivalutazione dell'ordine gerarchico.

Le motivate proposte di variazione dovranno pervenire dai Comuni, previa specifica deliberazione del Consiglio Comunale, e dovranno essere redatte e asseverate da tecnici abilitati, da identificarsi nelle figure professionali dell'ingegnere esperto in idraulica e/o del geologo, accompagnate da una Relazione Illustrativa che illustri la metodologia adottata, cartografia di riferimento consultata, sopralluoghi e rilievi effettuati.

Oltre alla relazione illustrativa, le istanze dovranno essere accompagnate da un Report sintetico

delle modifiche o integrazioni al reticolo idrografico con la produzione di un report monografico per ciascun tratto di reticolo proposto in modifica dove siano riportati:

- codice univoco da riportare anche nelle tavole;
- indicazione dei riferimenti delle linee guida in base a cui si è operata la modifica;
- rappresentazione grafica che consenta di comprendere l'entità della modifica;
- riferimento sintetico agli elementi metodologici a supporto delle modifiche proposte, già illustrati in relazione.

Dovranno essere prodotti inoltre i seguenti elaborati:

- Tavola .pdf dei bacini idrografici dei corsi d'acqua oggetto di proposta di eliminazione del quale deve essere garantita la coerenza con il relativo shapefile;
- Tavola del reticolo idrografico vigente così come definito dall'art. 30 quater delle NTA del PAI con indicazione del numero di Horton Strahler e del quale deve essere garantita la coerenza con il relativo shapefile;
- Tavola del reticolo idrografico proposto con indicazione del numero di Horton Strahler, distinguendo tra i rami di corsi d'acqua con numero di Horton Strahler certo e numero che potrebbe essere oggetto di ulteriore aggiornamento a seguito della revisione dei tratti di monte localizzati esternamente al confine comunale; deve essere garantita la coerenza con il relativo shapefile;
- Tavola di confronto tra reticolo idrografico vigente e reticolo idrografico proposto, con indicato per ciascun tratto il codice univoco;
- Shapefile del reticolo idrografico vigente;
- Shapefile dei bacini idrografici dei corsi d'acqua oggetto di proposta di eliminazione nel quale siano univocamente identificati i bacini in maniera coerente con il resto degli elaborati;
- Shapefile del reticolo idrografico proposto

Le attività di verifica da parte dei Comuni, fermo restando che i dati di partenza sono quelli citati in precedenza (04_ELEMENTO_IDRICO_Strahler.shp e cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965, (reticolo di riferimento), non dovranno essere limitate alla mera digitalizzazione degli elementi idrici appartenenti al grafo in formato shp e/o rappresentati nella cartografia IGM, ma dovranno essere il risultato di un'eventuale analisi su cartografie storiche, possibilmente a partire da quella rilevata geodeticamente e topograficamente, tra cui le prime due edizioni della cartografia IGM e di un aggiornamento ragionato e motivato attraverso l'applicazione di criteri geomorfologici nonché idrografici, idrologici e idraulici, e potranno avvalersi di qualsiasi genere di informazione utile a illustrare e motivare le correzioni e/o le modifiche proposte.

A titolo di esempio ed in maniera non esaustiva, il patrimonio conoscitivo da considerare e i materiali cartografici sono rappresentati dall'elenco seguente e devono comunque essere supportati da rilievi diretti, anche a campione, da commisurare all'estensione territoriale e alla complessità del caso specifico:

- cartografia e analisi storica
- cartografia tecnica e geo-database topografici
- cartografia dei vari catasti e mappe di impianto

- cartografia geologica e geomorfologica
- ortofoto con eventuale confronto tra diverse riprese
- foto aeree
- immagini satellitari
- modelli digitali del terreno
- rilievi diretti a campione
- studi idrologici e idraulici
- studi geologici e geomorfologici
- studi dei bacini sotterranei
- analisi propedeutiche ai progetti di opere idrauliche, di bonifica e di mitigazione del rischio
- restituzioni del reticolo idrografico operate da altri Enti competenti quali ENAS, Consorzi di bonifica, altri soggetti.

Nel presente testo la cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965, verrà indicata con "IGM-25VS (Vecchia Serie)". Nel presente testo il grafo vettoriale 04_ELEMENTO_IDRICO.shp del DBGT_10k_Versione 0.1 (Data Base Geo Topografico 1:10.000), verrà indicato con "reticolo DBGT_10k".

2.1 *Correzioni, modifiche e integrazioni al reticolo idrografico*

Secondo quanto espresso all'art. 30 ter comma 6 le correzioni, integrazioni e riclassificazioni potranno essere proposte in presenza di:

- 1- *documentati errori cartografici e corretta rappresentazione dello stato reale dei luoghi*
- 2- *elementi idrici non significativi*
- 3- *situazioni di carsismo*
- 4- *presenza di canali adduttori e/o di bonifica disconnessi dal sistema idrografico*
- 5- *presenza di canali afferenti a sistemi stagnali e lagunari e delle saline.*

2.2 *Documentati errori cartografici e corretta rappresentazione dello stato reale dei luoghi*

Le correzioni, modifiche o integrazioni al reticolo idrografico dovranno essere documentate opportunamente e prodotte motivate argomentazioni al riguardo (es. utilizzo del modello digitale del terreno Lidar 1m e il tool Spatial Analyst/Idrologia) volte all'individuazione del tracciato effettivo; ad ogni modo le modifiche proposte dovranno essere rappresentative dello stato attuale dei luoghi.

Le principali casistiche in tema di errori cartografici, in maniera non esaustiva, possono riguardare:

1. Localizzazione e/o sviluppo lineare errato: possono essere modificati i tracciati planimetrici degli elementi idrici se per esempio in quei determinati tratti siano state realizzate opere di rettifica/canalizzazione/deviazione. Inoltre, possono essere modificati i tracciati planimetrici degli elementi idrici se per esempio in quei determinati tratti siano rilevabili evidenti errori di rappresentazione cartografica o errata rappresentazione dello stato di fatto, anche per modifica naturale del corso degli elementi idrici. Nella fattispecie l'elemento lineare dovrà essere spezzato e dovrà essere attribuita la specifica "naturale", "artificiale" o "interessato da opere di regolazione" corrispondente nel campo "EL_IDR_ART"), indicando opportunamente sia nello shapefile che nella cartografia associata ogni tratto modificato.

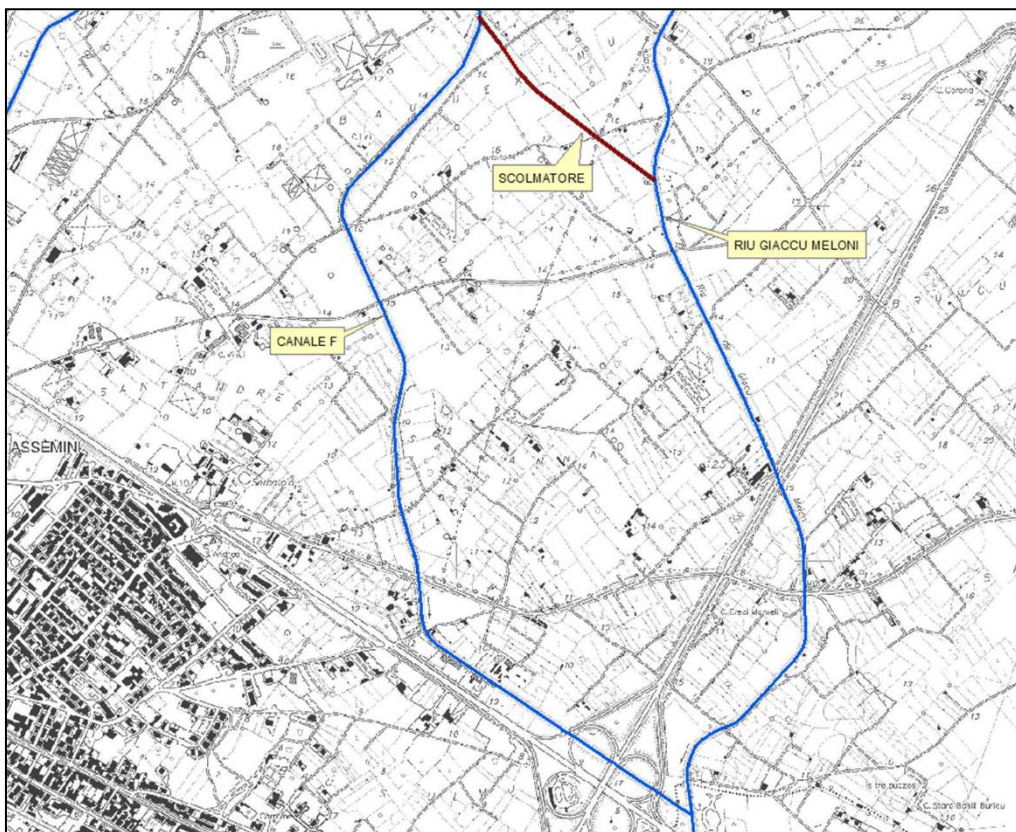


Figura 1: Esempio di modifica del tracciato del reticolo DBGT_10k a seguito della realizzazione di un'opera;

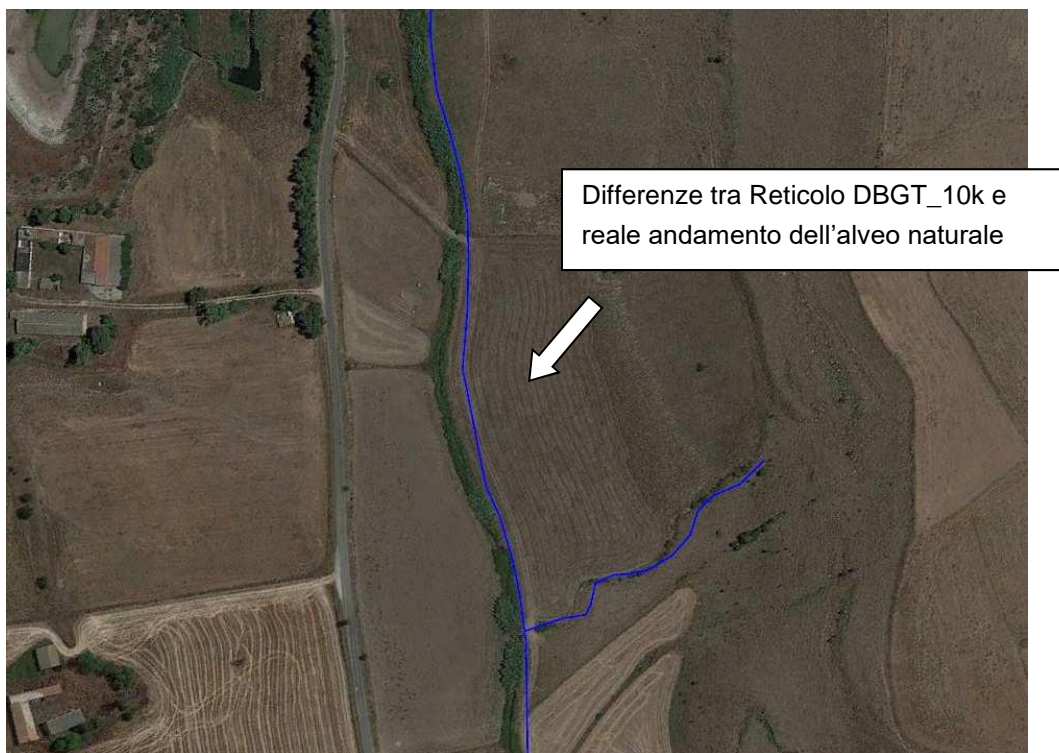


Figura 2: Tracciato di corso d'acqua presente nel reticolo DBGT_10k non corrispondente al tracciato reale attuale.

- Introduzione nello shp del reticolo dei soli elementi, riportati nella cartografia IGM-25VS (vecchia serie), che siano stati riconosciuti significativi: dovranno essere inseriti per l'intero sviluppo lineare, nel reticolo DBGT_10k gli elementi rappresentati con tratto continuo nell'IGM, ovvero dovranno essere inseriti per prolungamento gli elementi da connettere a tratti di reticolo inseriti a monte, fatto salvo quanto indicato al punto 2.4 per le situazioni di carsismo. Gli elementi di reticolo significativi inseriti a partire dalla cartografia IGM devono essere verificati con ricostruzione delle linee di deflusso a partire da un DTM recente o con eventuale rilievo topografico. In assenza di DTM di dettaglio (ad es. con maglia 1m x 1m), la ricostruzione delle linee di deflusso può avvenire anche attraverso lo studio delle ortofoto o altra cartografia recente a disposizione purché rappresentativa del reale stato dei luoghi. Ad ogni modo, la ricostruzione delle linee di deflusso deve necessariamente tenere conto della presenza di elementi a rischio, e la precisione nella rappresentazione cartografica deve essere commisurata al contesto di riferimento.

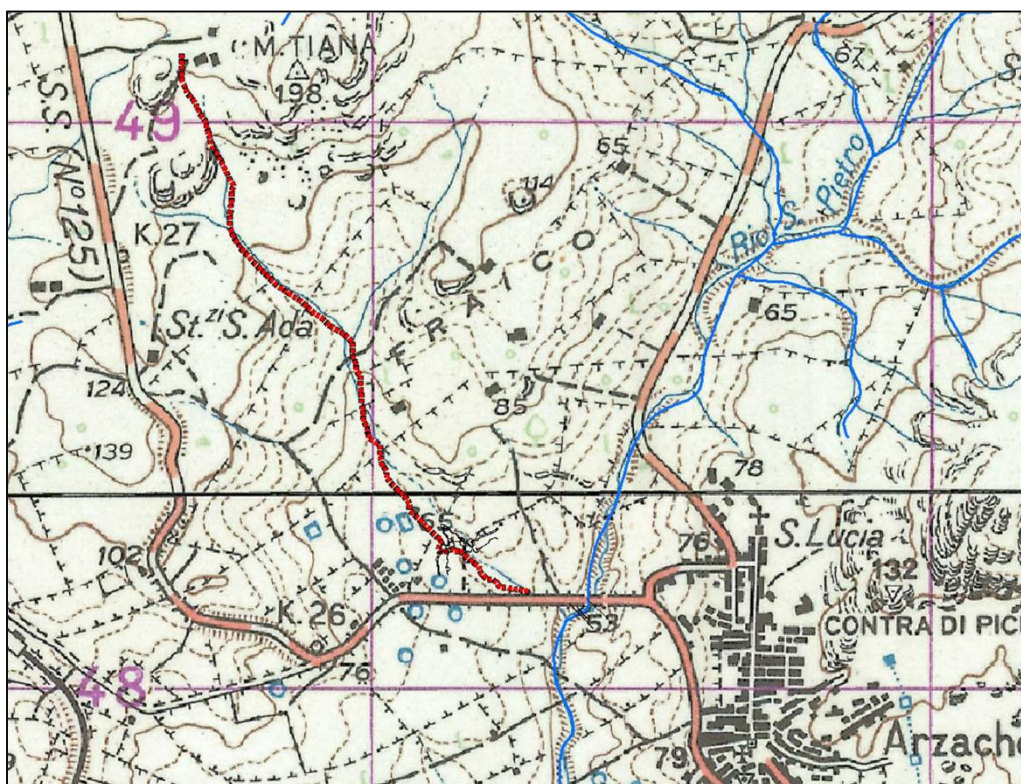


Figura 3: Esempio di elemento idrico presente nell' IGM-25VS e non presente nel reticolo DBGT_10k ritenuto significativo a seguito di considerazioni di carattere idraulico e geomorfologico e corretto con DTM da rilievo GPS.

- Gli elementi idrici che afferiscono a canali tombati, come definiti nella Direttiva per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza dei canali tombati esistenti, di cui alla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 20.05.2015, devono essere rappresentati seguendo lo sviluppo plano-altimetrico del canale tombato medesimo. I Comuni, anche attraverso i tecnici incaricati, si occuperanno di individuare il tracciato reale del canale tombato. Qualora il tratto non fosse identificabile in tutto il suo sviluppo, si procederà al tracciamento totalmente incerto (congiungendo il punto di imbocco con il punto di uscita), oppure alla segmentazione dell'elemento idrico in relazione alla certezza o meno del suo percorso; la differenziazione avverrà compilando l'attributo corrispondente: "Tombato certo" o "Tombato incerto" nel campo "EL_IDR_ART";



Figura 4: Esempio di un elemento idrico del reticolo DBG_T_10k che afferisce a un canale tombato

4. Gli elementi idrici, che non afferiscono a canali tombati di cui al punto precedente, che risultano interrotti a monte delle aree urbanizzate e che determinano una condizione di deflusso a valle dell'area urbana devono essere collegati unendo il punto di interruzione a monte con il punto di rinvenimento dell'elemento idrico a valle dell'area urbana attraversata, identificando il tratto di collegamento con la codifica "deflusso virtuale" nel campo "EL_IDR_NAT", da identificare a seguito di analisi del DTM con edificato per la identificazione della linea principale di scorrimento; tali tratti di collegamento di deflusso virtuale rilevano ai soli fini della determinazione dell'ordine gerarchico e per essi si applica la disciplina di cui all'art. 30 ter delle NA del PAI;

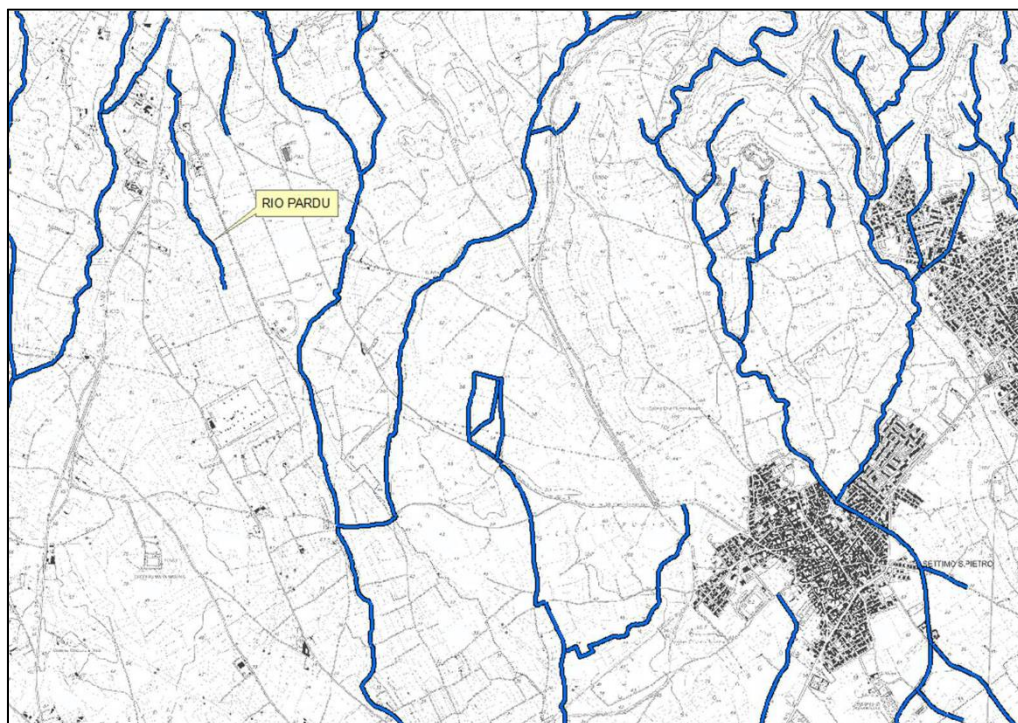


Figura 5: Esempio di interruzione a monte del centro abitato, tracciato modificato per azione antropica e non riconoscibili

5. Nel caso di elementi idrici già presenti nel reticolo idrografico che attraversano aree urbanizzate ma il cui alveo non è riconoscibile a seguito delle modifiche antropiche, i medesimi non possono essere interrotti e i tracciati dovranno essere identificati con analisi del DTM con edificato per la identificazione della linea principale di scorrimento. Nelle more di tale identificazione la disciplina di cui all'art. 30 ter delle NA del PAI si applica con riferimento al tracciato originario dell'elemento inserito nel reticolo;

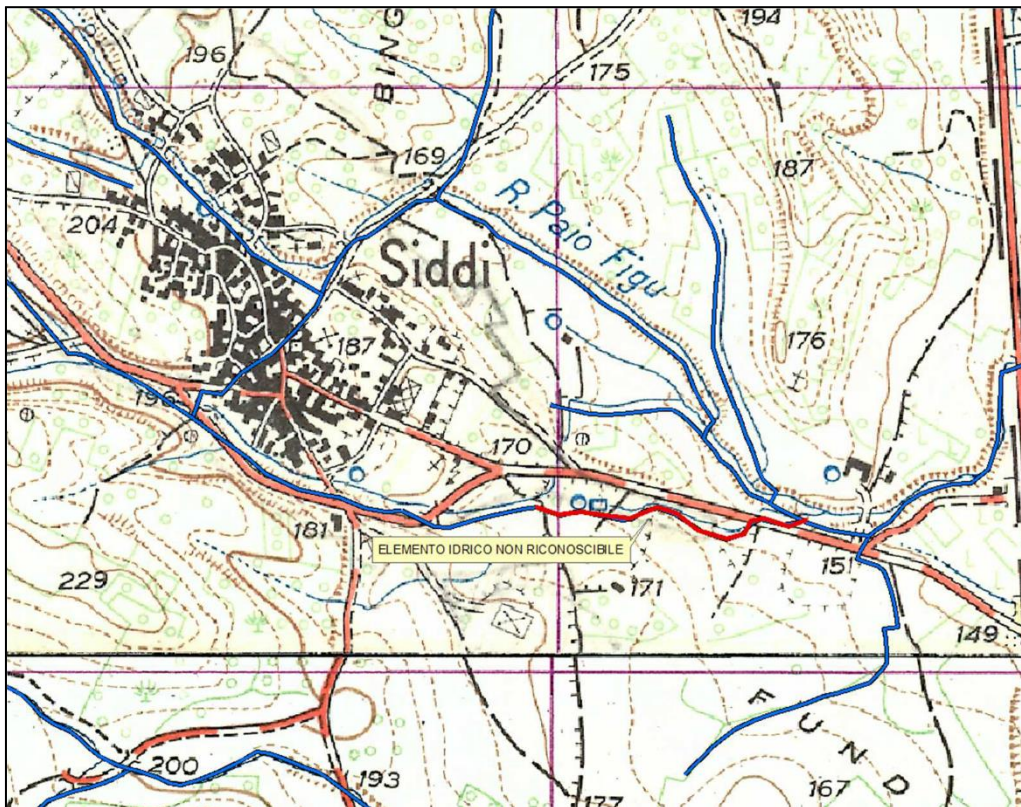


Figura 6: Esempio di elementi idrici già presenti nel reticolo idrografico che attraversano aree urbanizzate ma il cui alveo non è riconoscibile a seguito delle modifiche antropiche

6. Devono essere prolungati i tratti degli elementi idrici che, in assenza di sistemi carsici o di aree urbanizzate, non sono interconnessi con il tratto di valle, purché non si tratti di fattispecie di cui ai punti 11 e 12; i tratti di prolungamento dovranno essere riportati lungo i percorsi idraulici effettivi, a seguito di rilievi in situ, fotointerpretazione o di analisi del DTM. Qualora non sia possibile individuare una chiara interconnessione verso un compluvio di valle soprattutto nel caso in cui l'elemento idrico di monte, privo di connessione, sia molto piccolo, laddove l'elemento in questione risulti significativo è necessario garantire la continuità idraulica. Eventuali interruzioni dei corsi d'acqua sono da valutarsi singolarmente ed in ogni caso possono essere effettuate solo se opportunamente motivate.

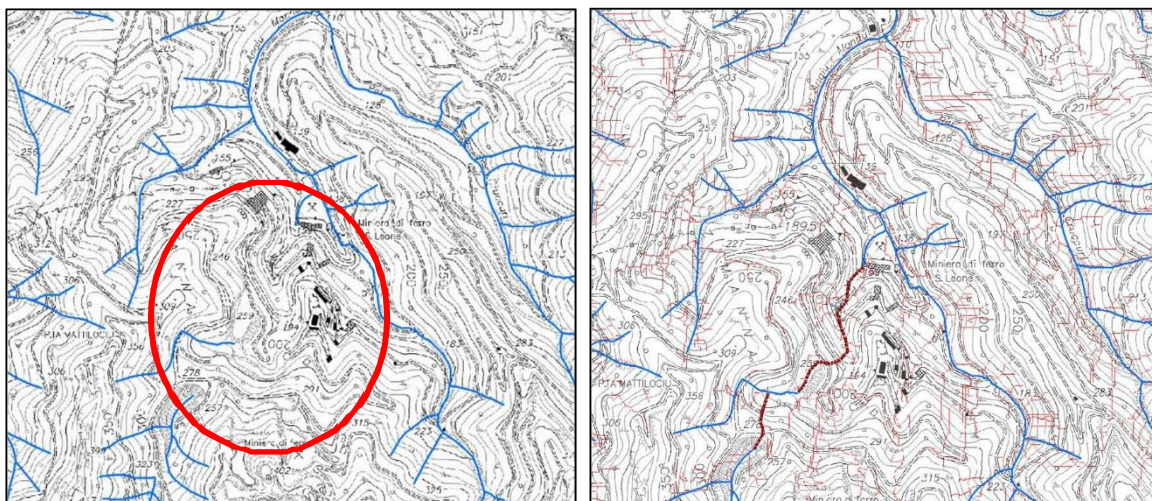


Figura 7: Esempio di prolungamento di elementi idrici già presenti nel reticolo idrografico non interconnessi effettuata tramite ricostruzione da DTM

7. In caso di biforcazioni in presenza di isole fluviali, di alvei a canali anastomizzati, devono essere tracciati e interconnessi tutti gli elementi idrici presenti nei reticoli di riferimento (reticolo DBGT_10k e IGM) con mantenimento dell'ordinamento gerarchico del corso d'acqua principale;
8. Qualora, pur non essendo manifestamente evidente nella realtà dei luoghi il percorso seguito da un elemento idrico minore che confluisce in un altro elemento appartenente al reticolo, essenzialmente nei casi in cui esso sia caratterizzato da un'ampia valle alluvionale, con presenza di isole fluviali, di alvei a canali anastomizzati, è opportuno che il percorso del suddetto elemento idrico minore venga prolungato fino alla prima confluenza utile alla rappresentazione continua del reticolo, attraverso un percorso certo-incerto. Al tratto incerto si dovrà attribuire la codifica "*deflusso incerto*" nel campo "EL_IDR_NAT"; al tratto certo si dovrà attribuire la codifica "*deflusso certo*" nel campo "EL_IDR_NAT";
9. In corrispondenza di invaso artificiale o lago naturale, l'elemento idrico principale che lo attraversa dovrà essere rappresentato da una linea virtuale che segua la mezzeria dell'invaso o lago, identificando il tratto con la codifica "*deflusso virtuale*" nel campo "EL_IDR_NAT". Qualora l'invaso in questione abbia uno scarico laterale dovrà essere seguita la mezzeria dell'invaso, non tenendo conto di tale opera di scarico laterale.



Figura 8: Esempio di elemento idrico principale che attraversa un invaso, rappresentato da una linea virtuale che segua la mezzeria dello stesso invaso o lago, in cui gli elementi idrici confluenti sono prolungati fino alla linea virtuale prodotta.

10. Gli elementi idrici che confluiscono in un invaso artificiale o lago naturale devono essere sempre prolungati fino alla linea virtuale (mezzeria) che rappresenta l'elemento idrico principale che lo attraversa. Al tratto virtuale di congiunzione dovrà essere associata la codifica "*deflusso virtuale*" all'interno del campo "EL_IDR_NAT";
11. Devono essere eliminati tutti i tratti degli elementi idrici che sono rappresentati a valle di stagni e lagune nel caso in cui sia motivatamente dimostrata l'assenza di scorrimento a valle; viceversa, si dovrà procedere con il metodo proposto ai punti 9 e 10;
12. I canali di guardia e i canali diversivi dovranno essere inseriti nel reticolo idrografico in quanto la loro funzione è quella di intercettare e drenare acque di pioggia, si tratta a tutti gli effetti di elementi idrici inseriti artificialmente nei territori, conseguentemente la loro gerarchizzazione seguirà il principio di Horton-Strahler (1952) e all'elemento idrico dovrà essere attribuita la specifica "artificiale" nel campo "EL_IDR_ART". In tale caso, si specifica che dovranno essere inseriti quali elementi del reticolo idrografico i canali di guardia la cui funzione è l'allontanamento e/o la deviazione dei deflussi superficiali di elementi idrici significativi. Saranno, pertanto, da escludersi le opere finalizzate alla sistemazione dei versanti in frana e tutte le opere di drenaggio superficiale (fossi di guardia), che esercitano un'azione regolatrice delle acque correnti non incanalate per la sistemazione di un versante instabile soggetto ad eventi franosi e quelle opere di protezione, generalmente di ridotte dimensioni, aventi la finalità di evitare che le acque di ruscellamento superficiale dei versanti possano interferire con un corpo stradale e ferroviario.



Figura 9: Esempio di canale di guardia che si immette nel reticolo e pertanto da considerarsi a tutti gli effetti come elemento idrico inserito artificialmente nel territorio

2.3 elementi idrici non significativi

Le correzioni, modifiche o integrazioni al reticolo idrografico riferibili agli “Elementi idrici non significativi”, dovranno essere accompagnate da una relazione illustrativa che riporti la metodologia utilizzata per il calcolo della portata, le curve di possibilità pluviometrica utilizzate ed una tabella di sintesi riportante, per ogni elemento idrico da eliminare, un codice univoco che indichi il tratto, le coordinate della sezione alla prima confluenza di valle, fatto salvo quanto diversamente specificato nel seguito, l'appartenenza ai bacini Est o Ovest, la superficie del bacino idrografico sotteso, la lunghezza dell'asta principale, la pioggia indice giornaliera, la stima della portata avente tempo di ritorno 200 anni e ogni altro elemento utile.

Le casistiche previste sono le seguenti:

- A) Bacini della zona occidentale idrologicamente omogenea delle Linee Guida del PAI
 La condizione di non significatività, che consente la esclusione di un elemento già presente nello shp o la non inclusione di un elemento presente nella sola cartografia IGM 25-VS, è data dalla contestuale presenza delle seguenti caratteristiche, costituite da un bacino di superficie inferiore a 0,50 kmq e portate bicentennali inferiori a 7 mc/s da calcolare alla sezione di confluenza dell'elemento di valle e con tempo di corrivazione fornito dalla formula di Viparelli ($V=1$ m/s), con utilizzo del metodo TCEV/SCS con CN(III) non inferiore a 95.
- B) Bacini della zona orientale idrologicamente omogenea delle Linee Guida del PAI
 La condizione di non significatività, che consente la esclusione di un elemento già presente nello shp o la non inclusione di un elemento presente nella sola cartografia IGM 25-VS, è data dalla contestuale presenza delle seguenti caratteristiche costituite da un bacino di superficie inferiore a 0,20 kmq e portate bicentennali inferiori a 5 mc/s da calcolare alla sezione di confluenza dell'elemento di valle e con tempo di corrivazione fornito dalla formula di Viparelli ($V=1$ m/s), con utilizzo del metodo TCEV/SCS con CN(III) non inferiore a 95.

Ai soli fini dell'applicazione dell'art. 23 comma 7 bis, nei casi di progettazione di singoli interventi si specifica che la sezione idrografica rispetto alla quale valutare la non significatività potrà essere individuata in una posizione prossima a valle dell'intervento proposto e comunque a monte della successiva confluenza di valle.

Per entrambe le due casistiche di cui sopra, la suddetta esclusione o non inclusione può essere effettivamente operata nei casi in cui non si interrompa la continuità del reticolo idrografico di monte e a valle non si rilevi la prosecuzione dell'elemento idrico.

Si evidenzia infine che la suddetta esclusione o non inclusione degli elementi non significativi è da intendersi ai fini dell'applicazione delle Norme di Attuazione del PAI, ma detti tratti continuano a contribuire al procedimento di attribuzione dell'ordine gerarchico secondo la classificazione di Horton-Strahler dei corsi d'acqua. Tali elementi continueranno pertanto ad essere rappresentati nel grafo del reticolo idrografico con l'attributo di "*non significativo*" da inserire in un apposito campo.

2.4 Situazioni di carsismo

Nei bacini in cui sono presenti affioramenti carbonatici calcarei o calcareo dolomitici, dove prevalgono fenomeni di erosione legati al carsismo, gli elementi del reticolo idrografico possono essere interrotti in corrispondenza di depressioni carsiche (doline e/o inghiottitoi) esclusivamente a seguito di predisposizione di preliminari indagini idrogeologiche a livello locale che definiscano la stima della portata liquida massima di assorbimento della forma carsica e del possibile contributo della componente solida e dei materiali trasportati dalla corrente nonché il percorso sotterraneo di prima approssimazione del flusso idrico attraverso le cavità carsiche, accertando che la corrente riemerge o meno nuovamente più a valle anche sulla base del regime piezometrico presumibile.

Nelle more di tale studio il tratto di collegamento tra monte e valle assume la codifica "deflusso virtuale" nel campo "EL_IDR_NAT" e viene identificato a seguito di analisi del DTM con edificato o, in carenza di DTM, di analisi geomorfologica, cartografica, fotointerpretativa, per la identificazione della linea principale di scorrimento. Il suddetto tratto di collegamento di deflusso virtuale rileva ai fini della determinazione dell'ordine gerarchico e per esso si applica la disciplina di cui all'art. 30 ter delle NA del PAI.

A seguito di studio idrogeologico, riportante la metodologia utilizzata per la redazione delle preliminari indagini idrogeologiche a livello locale, che dimostri effettivamente la capacità del sistema carsico di drenare l'intera portata proveniente da monte, l'elemento idrico può essere interrotto e a valle di tali interruzioni il reticolo potrà eventualmente proseguire con un nuovo elemento idrico superficiale che assumerà l'ordine gerarchico 1.

Tale approccio viene esteso anche alle situazioni di elementi idrici che intersecano gallerie o pozzi di origine antropica, principalmente ricollegati all'attività mineraria.

2.5 Canali adduttori e/o di bonifica disconnessi dal sistema idrografico

- possono essere eliminati i canali adduttori per i quali, sulla base di motivate analisi nelle quali deve essere specificata la metodologia applicata, si verifichi che lo scorrimento idrico è determinato da sole manovre connesse ad apertura di paratoie e organi di manovra;
- possono essere eliminati i canali di bonifica per i quali, sulla base di motivate analisi idrologiche e di identificazione dei singoli bacini di riferimento nelle quali deve essere specificata la metodologia applicata, si verifichi la effettiva disconnessione dal reticolo idrografico e che non abbiano alcuna funzione di dreno dei bacini scolanti.

2.6 Canali afferenti a sistemi stagnali e lagunari e delle saline

- - possono essere eliminati tutti i tratti degli elementi idrici interni ai sistemi delle saline, stagnali e lagunari e che svolgono una mera funzione collegata alle medesime, riportando nella relazione illustrativa la metodologia di analisi applicata.

2.7 Criteri di costruzione geometrica del reticolo idrografico

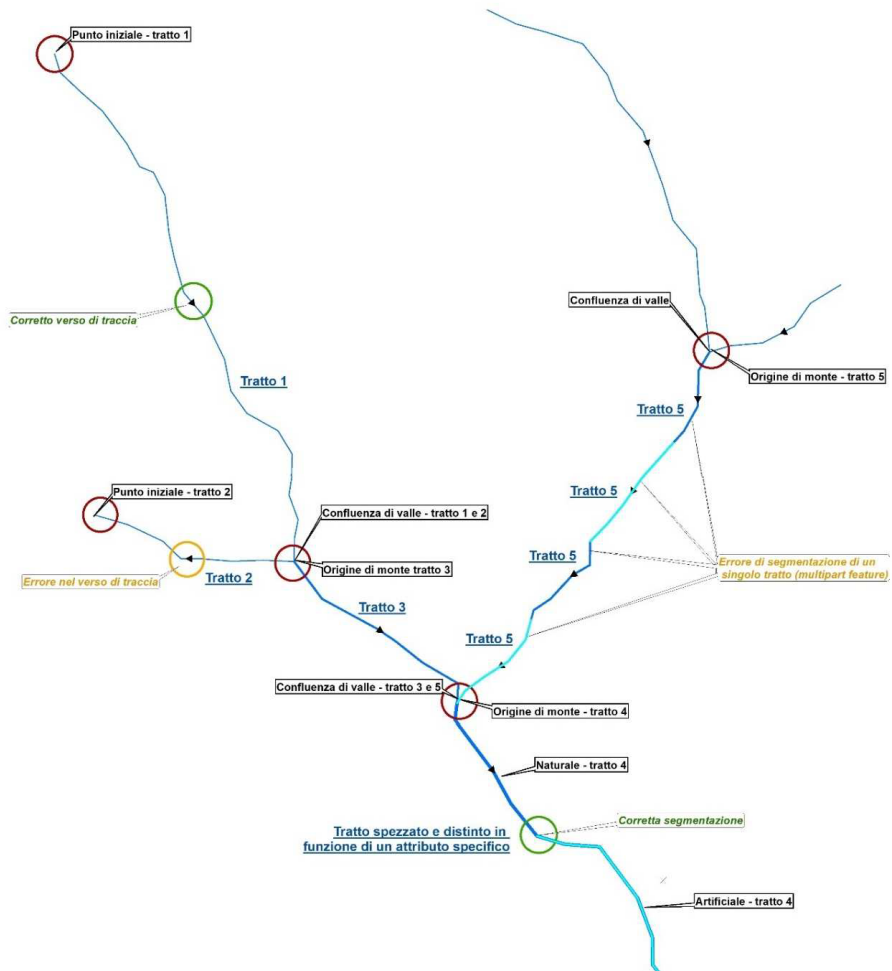
Il reticolo idrografico proposto in revisione dovrà essere prodotto come un grafo vettoriale nel formato shapefile conforme agli standard previsti per il suo conferimento al Sistema Informativo Territoriale Regionale (SITR).

Il grafo vettoriale dovrà essere costituito esclusivamente da geometrie lineari secondo il principio del *net flowing* ovvero con il tracciamento nel senso del deflusso idrico, da monte verso valle.

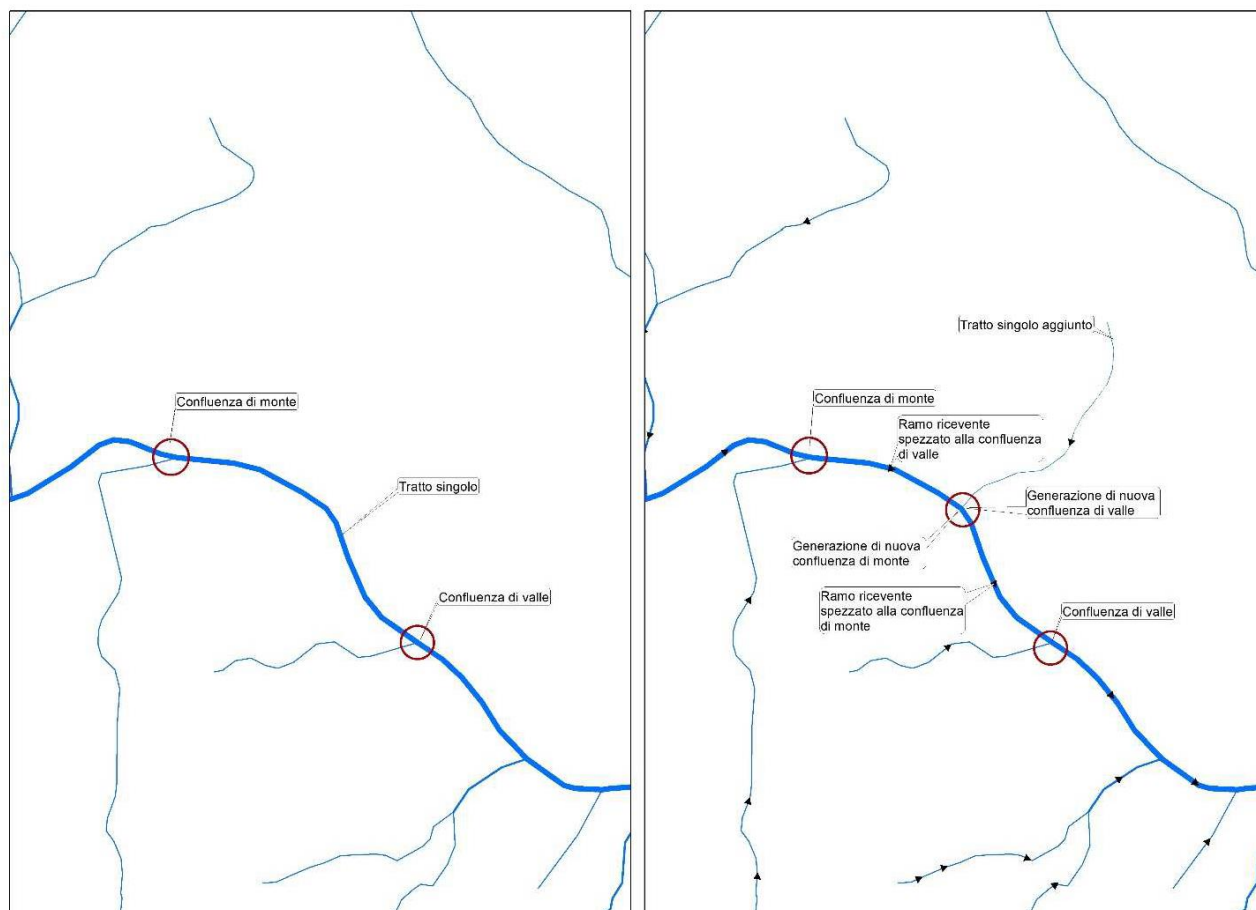
Tutti gli elementi del reticolo che intersecano un limite amministrativo dovranno essere oggetto di analisi coordinata da parte dei Comuni confinanti, che dovranno provvedere alla condivisione degli esiti delle verifiche effettuate al fine di uniformare e rendere coerenti le risultanze.

I tratti di corso d'acqua oggetto di revisione devono essere studiati oltre il confine comunale sino al nodo (confluenza di monte o di valle) più prossimo. Eventuali tratti il cui numero di Horton-Strahler sia non certo a causa di ramificazioni esterne al confine comunale, dovranno essere opportunamente indicati nelle tavole e nello shapefile tramite un campo che permetta la distinzione tra tratti di reticolo con grado certo e non certo.

I singoli elementi idrici dovranno essere entità spaziali integre (*single part*) dal nodo di monte al nodo di valle, i singoli tratti integri saranno compresi tra l'origine di monte e la prima confluenza di valle, ovvero saranno compresi tra due confluenze, ovvero ancora saranno spezzati e distinti in funzione di un attributo specifico. Non occorrerà aggiungere un nodo all'intersezione del limite comunale.



L'introduzione di un tratto nel reticolo, che sia singolo o prolungamento di uno esistente fino ad un altro elemento del reticolo stesso, prevede che il ramo ricevente venga spezzato nel punto di confluenza.



2.8 Criteri di tematizzazione del reticolo idrografico

La tabella degli attributi, che conserverà la struttura del reticolo DBGT_10k, dovrà essere integrata con il campo "DATA_AGG" che conterrà la data di aggiornamento espressa in termini di mese e anno (es. novembre 2020).

Le correzioni, modifiche e integrazioni al reticolo dovranno anche prevedere che le geometrie siano correttamente relazionate tramite il campo "MACRO_BAC" che verrà appositamente aggiunto alla struttura della tabella di attributi e che conterrà la denominazione dell'elemento idrico principale del bacino idrografico con sbocco a mare.

Per ogni elemento idrico dovrà riportarsi nel campo "NOME" il nome desunto dalla toponomastica, già esistente nel reticolo DBGT_10k senza ulteriori rivisitazioni, o desunta da altra cartografia; nella impossibilità di individuare il nome di un elemento del reticolo si dovrà procedere indicandolo con la sequenza alfanumerica: REV_EL_IDR_CODICE ISTAT COMUNE_NUMERO PROGRESSIVO dove il codice Istat è quello del Comune nel quale si trova la prima confluenza di valle. In caso di prolungamento di un elemento esistente, il nome rimarrà quello d'origine, ma con il prefisso REV_EL_IDR. A titolo di esempio il primo elemento idrico anonimo individuato nel Comune di Cagliari verrà denominato "REV_EL_IDR_092009_0001", il secondo "REV_EL_IDR_092009_0002" ecc.

Per ogni elemento idrico sarà possibile riportare nel "NOME_LOC", che verrà appositamente aggiunto alla struttura della tabella di attributi, la denominazione con cui il tratto del reticolo idrografico è conosciuto a livello locale, se tale denominazione non fosse conosciuta o reperibile il campo potrà rimanere vuoto.

Nella tabella di attributi il campo "EL_IDR_LIV" relativo alla tipologia (in sottopasso o non in sottopasso) è da valorizzare. Nel caso il campo "EL_IDR_LIV" fosse compilato e si riscontrino nodi

dove cambia il livello (in sottopasso o non in sottopasso), tale informazione deve essere aggiornata.

Si specifica, inoltre, che NON sono da compilare i campi:

CLASSID = elemento modificato, o prolungato;

SEGMENTID = elemento modificato geometricamente;

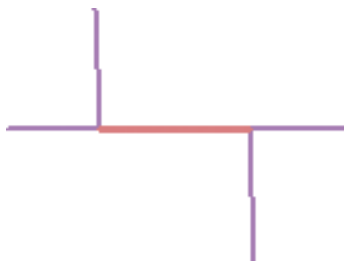
Nell'attribuzione dell'ordine secondo il criterio di gerarchizzazione del reticolo di Horton-Strahler (1952) si ricorda che il metodo è regolato da tre principi:

- 1) un'asta che nasce da un nodo sorgente è di primo ordine;
- 2) un'asta generata dalla confluenza di due aste dello stesso ordine assume un ordine superiore rispetto alle aste a monte;
- 3) un'asta generata dalla confluenza di due aste di ordine diverso assume ordine pari al massimo delle due aste generatrici.

3 Verifica topologica del grafo vettoriale

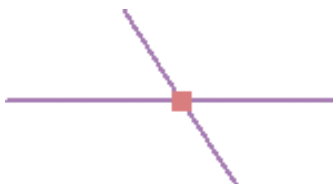
Ai fini di una completa garanzia di interoperabilità del dato, idoneo per la gestione territoriale delle svariate interrogazioni e rappresentazioni, ma anche capace di recepire e di ricondurre ad un unico processo di interrelazione tutte le procedure automatizzate e le banche dati di cui le amministrazioni comunali già dispongono, si richiede che lo shapefile debba avere la stessa geometria lineare del reticolo DBGT_10k e, ferme restando tutte le specifiche espresse nei paragrafi precedenti, dovranno essere effettuati i seguenti controlli topologici:

- Assenza di sovrapposizione dei tratti delle linee nella stessa classe di entità geografiche o sottotipo (Must Not Overlap)



Richiede che i tratti lineari non si sovrappongano tra stesse classi di entità geografiche (o sottotipo). Questa regola viene utilizzata quando i segmenti di linea non devono essere duplicati, ad esempio, in una feature class di flusso. Tale correzione ammette che le linee possano incrociarsi o intersecarsi (errore corretto dal comando a seguire), ma non condividere segmenti.

- Assenza di intersezioni (Must Not Intersect)



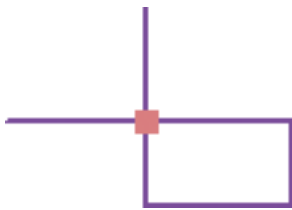
Richiede che gli elementi lineari della stessa classe di entità geografiche (o sottotipo) non si intersechino o si sovrappongano. Le linee possono condividere gli endpoint. Questa regola si dovrà utilizzare affinché l'intersezione dei tratti avvenga solo in corrispondenza di vertici.

- Connessioni dell'endpoint con altra linea (Must Not Have Dangles), in modo da valutare singolarmente i tratti realmente disconnessi dagli errori topologici



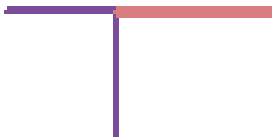
Richiede che un elemento lineare debba “toccare” le linee della stessa classe di entità geografiche (o sottotipo) a entrambi gli endpoint e come detto nel punto precedente in corrispondenza di un vertice. Un endpoint che non è connesso a un'altra linea è chiamato “dangle”. Le eventuali eccezioni possono essere utilizzate laddove la regola viene occasionalmente violata, come con i segmenti singoli interrotti o non connessi al reticolo.

- Assenza autointersezione (loop in line error) - tipo errore “*Must Not Self-Intersect*”.



Richiede che le linee non si intersechino o si sovrappongano. La correzione “Simplify” rimuove i segmenti di linea che si sovrappongono automaticamente dalla funzione in errore. Si noti, tuttavia, che l'applicazione della correzione “Simplify” può produrre funzionalità multiparte. È possibile rilevare le funzionalità multiparte utilizzando la regola “*Must Be Single Part*”. Questa correzione può essere applicata a uno o più errori “*Must Not Self-Intersect*”.

- Assenza sovrapposizione (“*Must Not Self-Overlap*”) - (kickback error) - non sono ammessi segmenti che si sovrappongono anche solo parzialmente - tipo errore “self overlap”



Richiede che le caratteristiche della linea non si sovrappongano. Possono incrociarsi o toccarsi ma non devono avere segmenti coincidenti. Questa regola è utile per gli elementi, come gli elementi idrici, ma anche le strade, i cui segmenti potrebbero toccarsi in un “loop” ma dove la stessa a non dovrebbe seguire lo stesso percorso due volte.

La correzione “Simplify” rimuove i segmenti di linea che si sovrappongono automaticamente dalla funzione in errore. Si noti, tuttavia, che l'applicazione della correzione “Simplify” può produrre funzionalità multiparte. È possibile rilevare le funzionalità multiparte utilizzando la regola “*Must Be Single Part rule*”.

- Assenza aggregati (*Must Be Single Part*)



Richiede che le linee siano costituite da solo una parte. Le curve (polyline, polylineZ) dello shapefile non devono essere composte da più di una “parte” (attributo Numparts dello shape file deve essere uguale a 1) - tipo errore “multipart”.

- Assenza degenerazione La curva non ammette vertici adiacenti identici (considerando tutte le coordinate previste dal tipo) - tipo errore “duplicate adjacent vertex”.