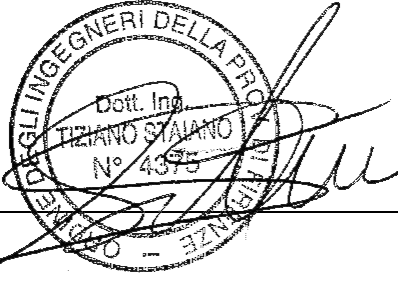


REVISIONI						
	00	02/02/2021	Prima Emissione	Hydrogeo S.r.l.	Hydrogeo S.r.l.	Hydrogeo S.r.l.
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
	 Lungarno Guido Reni, 55 San Giovanni Valdarno (AR) 52027 tel. e fax 055.9544856 e-mail: info@areaengineeringsrl.eu			 Lungarno Guido Reni, 55 San Giovanni Valdarno (AR) 52027 tel. e fax 055.9155832 e-mail: info@gheta.it		
 Via Aretina 167/b - Firenze (FI) 50136 tel. 055.6587050 fax. 390.550676043 e-mail: info@studiohydrogeo.it						

RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA - RETICOLO MINORE

STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO DI SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI SULLA STAZIONE DI SUVERETO

REVISIONI					
	00	29/03/2021	Accettazione con mail del 29/03/2021		
N.	DATA	DESCRIZIONE	ESAMINATO	ACCETTATO	
NUMERO E DATA ORDINE: Lettera attivazione XXX del XX/XX/XXXX					
MOTIVO DELL'INVIO: ☐ PER ACCETTAZIONE ☐ PER INFORMAZIONE					
CODIFICA ELABORATO					
RGDR10012B2014911					

 TERNA GROUP	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. 00	Rev. < 00 >

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO	4
3	DATI ED ANALISI DEL QUADRO CONOSCITIVO	4
4	INQUADRAMENTO NORMATIVO	7
4.1	Piano di gestione rischi alluvioni (PGRA).....	7
4.2	Legge Regionale 24 luglio 2018, n. 41	8
4.3	DPGR 5R/2020	9
4.4	Regolamento urbanistico Comune di Suvereto.....	10
5	APPROCCIO METODOLOGICO.....	12
6	ANALISI IDROLOGICA	13
6.1	Modellistica idrologica del Reticolo Minore	13
6.1.1	Codifica dei bacini.....	13
6.1.2	Input Pluviometrici	14
6.2	Modello A/D per i corsi d'acqua naturali del Reticolo Minore	16
6.3	Modello A/D per la rete fognaria (Reticolo Minore)	22
7	ANALISI IDRAULICA.....	23
7.1	Implementazione del modello idraulico del Reticolo Minore.....	23
7.2	Risultati della modellistica idraulica del Reticolo Minore	29
8	CLASSIFICAZIONE DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA	32
	APPENDICE A - MODELLISTICA IDROLOGICA.....	33
	APPENDICE B - CARATTERIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA INTERNA ALLA STAZIONE ELETTRICA	39
	APPENDICE C - MODELLISTICA IDRAULICA - FONDAMENTI TEORICI.....	40
	APPENDICE D - RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA DELLA RETE FOGNARIA	49

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >

1 PREMESSA

Il presente studio ha l'obiettivo di realizzare un'analisi idrologico idraulica per la definizione di un quadro conoscitivo di dettaglio della pericolosità idraulica nell'area in cui si colloca la stazione elettrica di Suvereto (LI) evidenziandone le eventuali criticità.

Gli eventi meteorici implementati nello studio, in relazione anche alla vigente normativa in materia di pericolosità idraulica, fanno riferimento a tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni.

L'analisi della pericolosità idraulica indotta dai corsi d'acqua presenti nell'ambito di studio è stata effettuata in riferimento al Reticolo Minore ovvero dal reticolo di drenaggio superficiale costituito dal sistema di canali e canalette perimetrali ed interne alla stazione elettrica nonché dal sistema fognario interno alla stazione stessa.

Nella definizione dell'allagabilità dell'area di indagine indotta da reticolo minore si è in ogni caso reso necessario implementare i corsi d'acqua appartenenti al reticolo secondario (definito ai sensi della LR79/2012), Fosso delle Gore ed Affluente del Fosso delle Gore in quanto risultano strettamente connessi al reticolo minore stesso e sono funzionali a definire le condizioni al contorno dello stesso.

Il lavoro si articola nelle seguenti fasi operative:

- individuazione e caratterizzazione dell'ambito fisico oggetto di studio: raccolta ed analisi dei dati disponibili, caratterizzazione topografica dei corsi d'acqua e delle aree potenzialmente allagabili;
- inquadramento normativo;
- modellazione idrologica;
- modellazione idraulica dello stato attuale;
- analisi dei risultati e definizione delle aree allagate per ciascun tempo di ritorno;

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

L'area della stazione elettrica è ubicata nel Comune di Suvereto in località Forni.

L'ambito di indagine comprende i principali corsi d'acqua appartenenti ai reticoli idrografici che concorrono a definire il livello di pericolosità sulle aree della stazione elettrica stessa elencati di seguito:

- Reticolo secondario individuato dalla Legge regionale 27 dicembre 2012, costituito dal Fosso delle Gore e relativo affluente in sinistra idraulica
- Reticolo di drenaggio superficiale interferente direttamente con la stazione, esso è costituito dal reticolo presente sul perimetro e all'interno della stazione nonché dal sistema fognario intero.

In Figura 1 è riportata l'area di studio con evidenza dello stabilimento e dei reticoli oggetto di indagine.

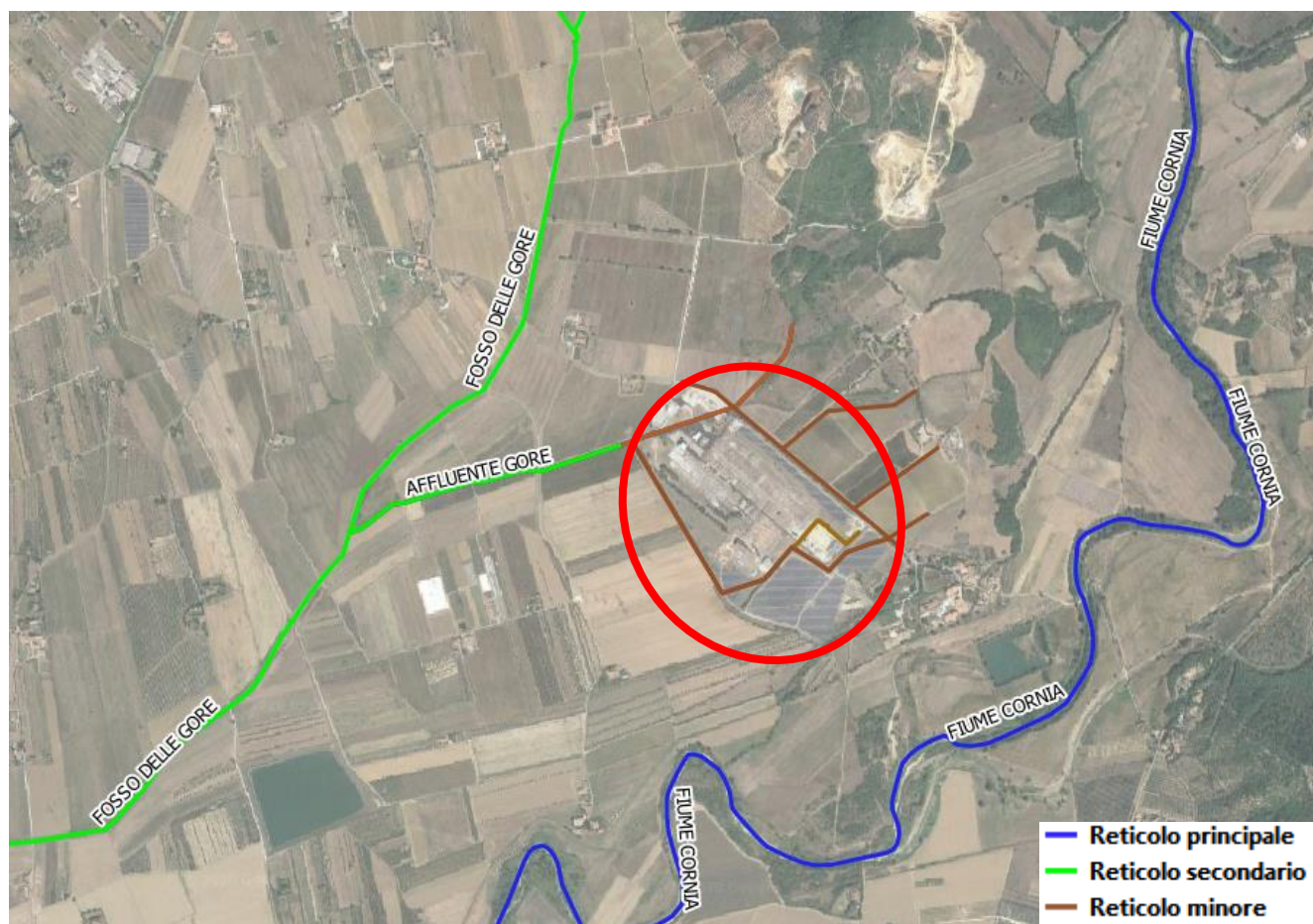


Figura 1 Inquadramento dell'area di indagine

3 DATI ED ANALISI DEL QUADRO CONOSCITIVO

Nel presente paragrafo si riportano tutte le informazioni consultate ed analizzate che hanno concorso alla definizione dell'attuale quadro conoscitivo dell'area. La definizione del quadro conoscitivo è stata inoltre integrata mediante un rilievo topografico di dettaglio, volto a dare una maggiore caratterizzazione dell'area stessa.

 TERNA GROUP	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >

Studi sul reticolo d'interesse

Dal punto di vista della caratterizzazione idrologica idraulica della zona di studio è stato consultato e analizzato lo studio di supporto alle “*Indagini idrologico-idrauliche di supporto alla Variante Generale al Piano Strutturale d’Area dei comuni di Piombino e Campiglia Marittima*” redatto dagli scriventi (anno 2019), nel quale sono riportate le analisi idrologiche idrauliche condotte sul Cornia e Riomerdancio e che saranno descritte maggiormente nei successivi paragrafi riportando le risultanze del suddetto studio in termini sia idrologici che idraulici.

Caratterizzazione del sistema fognario interno alla stazione elettrica

La Committenza ha fornito agli scriventi informazioni dettagliate in merito al sistema di smaltimento delle acque meteoriche interno alla stazione elettrica che è risultato funzionale alla ricostruzione dell’attuale rete fognaria. In particolare, è stato fornito lo schema dell’attuale rete meteorica con indicazioni sia geometriche che plano-altimetriche (diametri, quote di scorrimento, ecc).

Rilievo topografico

Per la caratterizzazione dell’area di studio è stato effettuato un rilievo topografico dei corsi d’acqua del reticolo secondario (fosso delle Gore e relativo affluente) e del reticolo di drenaggio superficiale interferente con la stazione elettrica. Si precisa che i rilievi hanno interessato anche le aree in adiacenza ai corsi d’acqua in modo tale da geometrizzare tutte le strutture e opere che potenzialmente possono avere interferenza con i deflussi.

Nelle seguenti tavole è riportato il rilievo topografico:

- DGDR10012B2011409 - *Planimetria di Rilievo Generale*
- DGDR10012B2011410 - *Planimetria di Rilievo - Quadro 1*
- DGDR10012B2011411 - *Planimetria di Rilievo - Quadro 2*
- DGDR10012B2011412 - *Planimetria di Rilievo - Quadro 3*
- DGDR10012B2011413 - *Planimetria di Rilievo - Quadro 4*
- DGDR10012B2011511 - *Planimetria di Rilievo - Quadro 5*
- DGDR10012B2011512 - *Planimetria di Rilievo - Quadro 6*
- DGDR10012B2011513 - *Planimetria di Rilievo - Quadro 7*
- DGDR10012B2011514 - *Planimetria di Rilievo - Quadro 8*
- DGDR10012B2011515 - *Planimetria di Rilievo - Quadro 9*
- DGDR10012B2011516 - *Planimetria di Rilievo - Quadro 10*
- DGDR10012B2011623 - *Planimetria di Rilievo - Quadro 11*
- DGDR10012B2011624 - *Planimetria di Rilievo - Quadro 12*

Strati informativi

Oltre ai dati necessari alla caratterizzazione geometrica dei corsi d’acqua, nell’ambito del presente lavoro sono stati consultati, utilizzati ed elaborati una serie di dati geografici, resi disponibili dalle Amministrazioni sovracomunali che li hanno realizzati ed in particolare:

- Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:10000 e 1:2000, ove presente. Fonte: Regione Toscana - Carta Tecnica Regionale;
- LIDAR (risoluzione spaziale 1X1m) del Ministero dell’Ambiente;

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >	

- Shape file del Reticolo Idrografico, approvato da Regione Toscana con Legge regionale 27 dicembre 2012, n. 79; Fonte dei dati: Regione Toscana <http://www.regione.toscana.it/-/consorzi-di-bonifica-reticolo-idrografico-e-di-gestione>;
- Shape file del Curve Number, elaborato nell'ambito dell' "Implementazione modello distribuito per la Toscana MOBIDIC" (Accordo di collaborazione scientifica tra la Regione Toscana e Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Firenze) <https://www.regione.toscana.it/-/implementazione-di-modello-idrologico-distribuito-per-il-territorio-toscano>
- Griglie dei parametri caratteristici delle LSP, a ed n, pubblicate dalla Regione Toscana nell'ambito dello Studio di Regionalizzazione delle Precipitazioni. Fonte: Regione Toscana <http://www.regione.toscana.it/-/nuovi-dati-sulla-regionalizzazione-delle-precipitazioni>.

Figura 2: Pagina di pubblicazione dello studio sulla regionalizzazione delle curve di possibilità pluviometri [sito web Regione Toscana]

Difesa del suolo

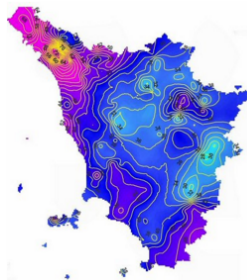
Nuovi dati sulla regionalizzazione delle precipitazioni

Nell'ambito dell'Accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012 al fine di procedere ad un'implementazione e un aggiornamento del quadro conoscitivo idrologico del territorio toscano si è proceduto ad effettuare un aggiornamento dell'analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme fino all'anno 2012 compreso (Referente: Prof. Enrica Caporali- dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale Università degli Studi di Firenze).

Attraverso l'analisi di frequenza regionale sono state stimate su tutto il territorio regionale le altezze di pioggia per le durate 1, 3, 6, 12, 24 ore ed i tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 500.

Attraverso una regressione lineare sono stati calcolati i parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica a ed n, grazie ai quali è possibile calcolare, per qualsiasi durata, in qualsiasi punto del territorio regionale l'altezza di pioggia per i tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 500.

I parametri a ed n forniti sono in formato raster, risoluzione 1kmx1km.



Consulta la [relazione finale dell'attività](#) e la [presentazione](#)

Scarica i [parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica a ed n](#) da utilizzarsi previa consultazione della [Guida all'uso](#).

Per elaborazioni a scala di bacino/stazione pluviometrica/comune/aree di allerta è possibile consultare l'applicativo disponibile al seguente [indirizzo](#)

 T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >	

4 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi del quadro normativo vigente in materia di pericolosità idraulica, in riferimento agli strumenti comunali, normative regionali e sovraordinate.

4.1 Piano di gestione rischi alluvioni (PGRA)

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) delle Units of Management (U.O.M.) è redatto ai sensi della direttiva 2007/60/CE e del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 ed è finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio di ciascuna U.O.M.

Per il bacino dell'Arno il PGRA sostituisce a tutti gli effetti, con una nuova cartografia e nuove norme, il PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) riguardante la pericolosità ed il rischio idraulico.

In particolare, fra gli elaborati costituenti il PGRA si segnala la "Mappa della pericolosità da alluvione fluviale".

In essa le aree con pericolosità da alluvione fluviale sono rappresentate su tre classi, secondo la seguente gradazione:

- pericolosità da alluvione elevata (P3), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con PGRA – U.O.M. Arno tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni;
- pericolosità da alluvione media (P2), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;
- pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

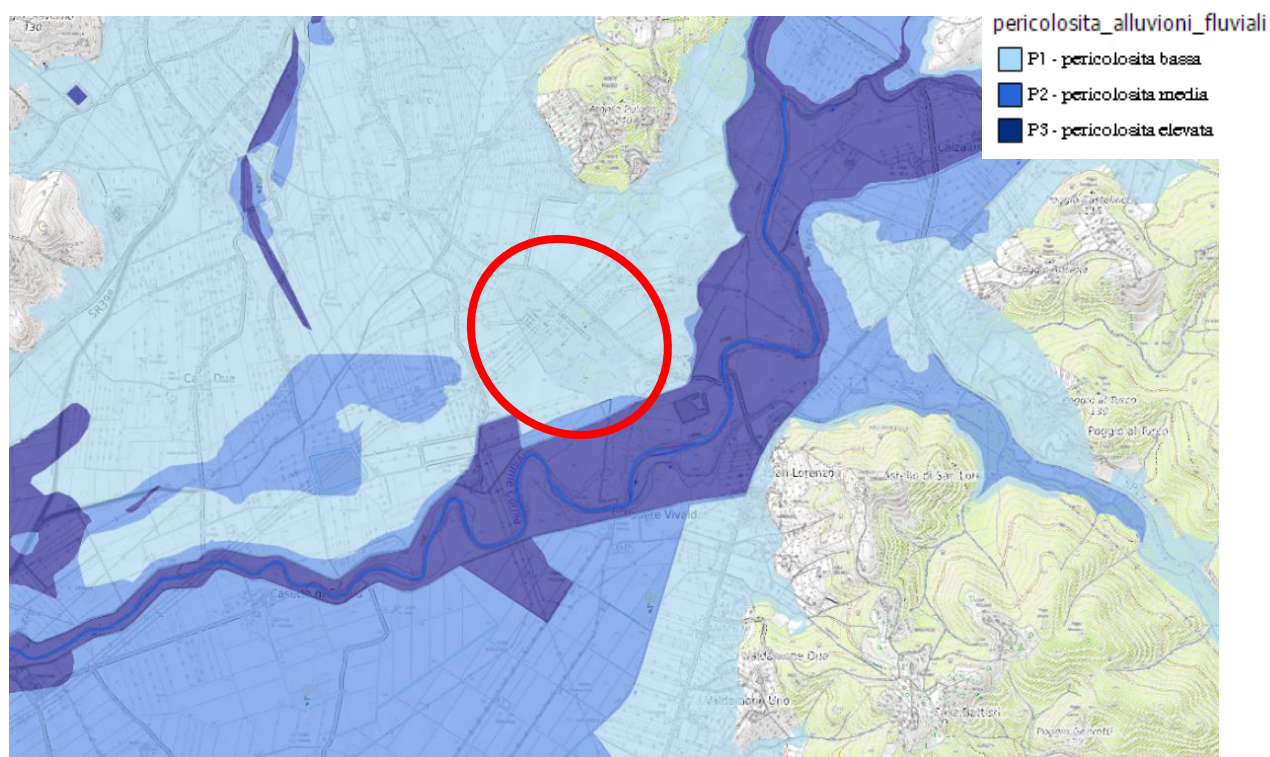


Figura 3 Estratto cartografia PGRA, Aree a pericolosità idraulica fluviale.

L'areale oggetto di studio ricade in classe di pericolosità da alluvione bassa (P1)

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >	

4.2 Legge Regionale 24 luglio 2018, n. 41

La LR 41/2018 Disposizioni in materia di rischio alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del D.lgs. 49/2010 disciplina la gestione del rischio di alluvioni in relazione alle trasformazioni del territorio e la tutela dei corsi d'acqua.

L'art. 8 definisce le Opere per la gestione del rischio alluvioni.

1. La gestione del rischio di alluvioni è assicurata mediante la realizzazione delle seguenti opere finalizzate al raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2:

- a) opere idrauliche che assicurano l'assenza di allagamenti rispetto ad eventi poco frequenti;
- b) opere idrauliche che riducono gli allagamenti per eventi poco frequenti, conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata, unitamente ad opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;
- c) opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;
- d) interventi di difesa locale.

2. Il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree è assicurato attraverso la realizzazione delle seguenti opere:

- a) opere o interventi che assicurino il drenaggio delle acque verso un corpo idrico recettore garantendo il buon regime delle acque;
- b) opere o interventi diretti a trasferire in altre aree gli effetti idraulici conseguenti alla realizzazione della trasformazione urbanisti-co-edilizia, a condizione che:
 - 1) nell'area di destinazione non si incrementi la classe di magnitudo idraulica;
 - 2) sia prevista dagli strumenti urbanistici la stipula di una convenzione tra il proprietario delle aree interessate e il comune prima della realizzazione dell'intervento.

3. Le opere o interventi di cui al comma 2, lettera b), sono previste negli strumenti urbanistici e sono realizzate previa verifica di compatibilità idraulica effettuata dalla struttura regionale competente in relazione al titolo abilitativo di riferimento.

4. Le opere idrauliche di cui al comma 1, lettere a) e b), sono realizzate prima o contestualmente all'attuazione della trasformazione urbanistico-edilizia. L'attestazione di agibilità degli immobili oggetto delle trasformazioni urbanistico-edilizie è subordinata al collaudo di tali opere idrauliche.

L'art. 9 definisce l'ambito di applicazione del capo III.

1. Le disposizioni del presente capo si applicano agli interventi edilizi all'interno del perimetro del territorio urbanizzato come definito dalla L.R. 65/2014.

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

4.3 DPGR 5R/2020

In attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014 n.65 (Norme per il governo del territorio), il presente regolamento contiene le disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche.

Art.1 Oggetto

1. In attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n.65 (Norme per il governo del territorio), il presente regolamento, nel rispetto della normativa nazionale e regionale di riferimento ed in coerenza con gli strumenti della pianificazione di bacino, disciplina in sede di formazione degli strumenti della pianificazione territoriale e urbanistica:

- a) le direttive per la predisposizione delle indagini che verificano la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico, le aree esposte a rischio e la fattibilità degli interventi di trasformazione in relazione all'obiettivo della mitigazione dei rischi;
- b) le procedure per il deposito delle indagini presso le strutture regionali competenti;
- c) le procedure per lo svolgimento del controllo delle indagini da parte della struttura regionale competente;
- d) i criteri per l'individuazione delle classi di pericolosità o di rischio, sotto il profilo geologico e sismico.

4. L'individuazione delle aree a pericolosità per alluvioni è effettuata ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettere d) ed e) della legge regionale 24 luglio 2018, n.41 Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.

L'allegato A riporta le Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche.

C.2) Aree a pericolosità da alluvioni

La caratterizzazione delle aree a pericolosità da alluvioni è effettuata secondo la seguente classificazione:

- Aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della l.r.41/2018
- Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della l.r.41/2018
- Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010

3.3 Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni

Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.

[.....]

Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento.

 T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >

Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

4.4 Regolamento urbanistico Comune di Suvereto

All'interno del regolamento urbanistico del Comune di Suvereto approvato con D.C.C. n. 25 del 14.06.2011, sono presenti le carte che identificano la pericolosità idraulica dell'area. La pericolosità viene individuata secondo la seguente classificazione:

- Pericolosità idraulica molto elevata (I.4): aree interessate da allagamenti per eventi con Tr_{30} anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni: a) vi sono notizie storiche di inondazioni; b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
- Pericolosità idraulica elevata (I.3): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni: a) vi sono notizie storiche di inondazioni; b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.
- Pericolosità idraulica media (I.2): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr < 500$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni: a) non vi sono notizie storiche di inondazioni; b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.
- Pericolosità idraulica bassa (I.1): aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni: a) non vi sono notizie storiche di inondazioni; b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Di seguito si riporta un estratto della tavola S8.4b nella quale viene classificata la pericolosità idraulica dell'area della stazione elettrica.

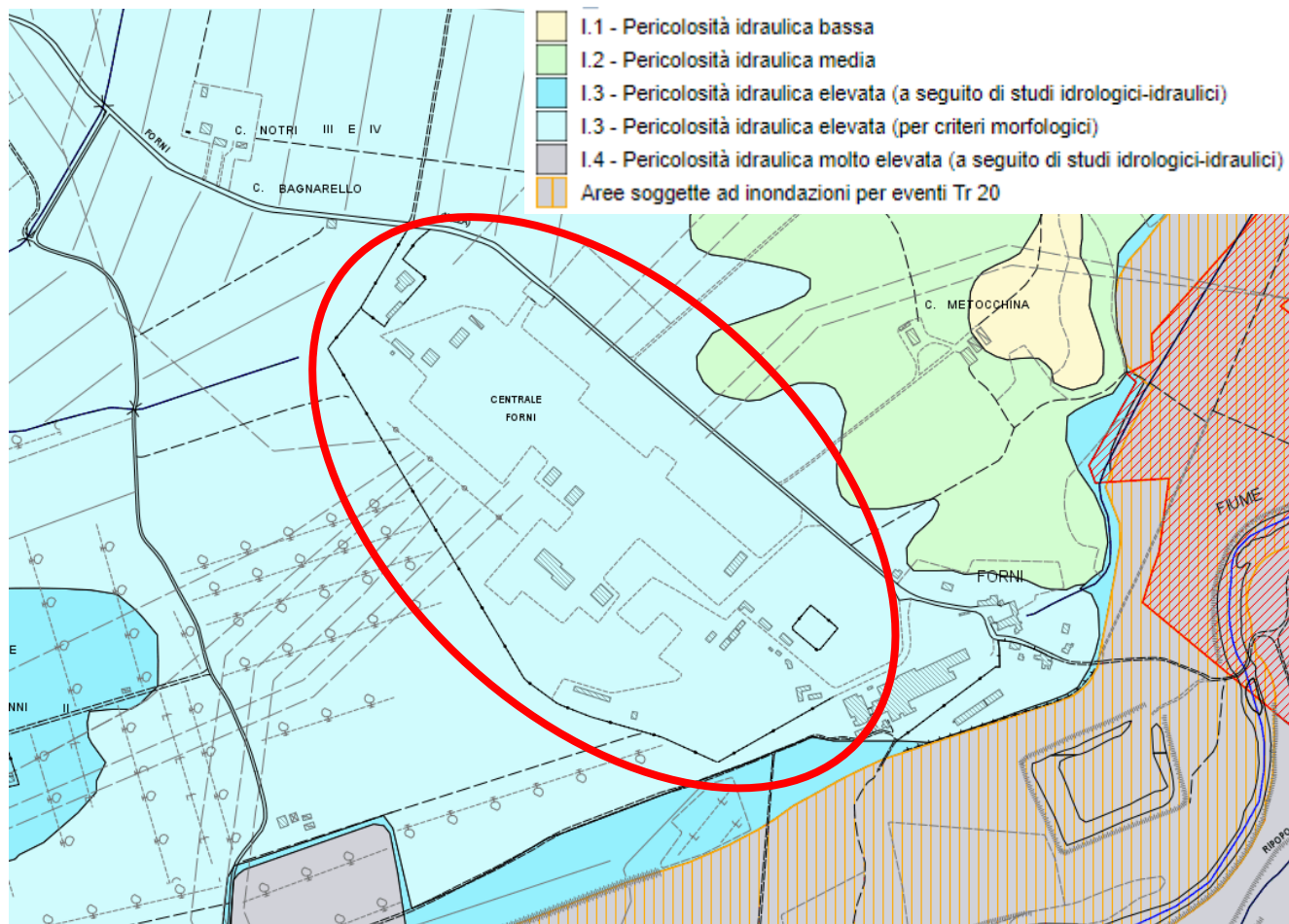


Figura 4 Estratto tavola S8.4b- pericolosità idraulica del regolamento urbanistico di Suvereto.

La zona oggetto di studio viene classificata, adottando criteri geomorfologici, in classe di pericolosità I.3 ovvero area soggetta a pericolosità idraulica elevata.

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

5 APPROCCIO METODOLOGICO

Lo schema metodologico adottato nel presente studio si basa essenzialmente su criteri analitici che, partendo dagli eventi di precipitazione, conduce alla definizione delle aree soggette ad inondazione attraverso la simulazione dei fenomeni di formazione e propagazione dell'onda di piena.

Ai fini dell'individuazione delle aree allagabili, l'approccio deve necessariamente considerare un corso d'acqua nella sua più completa caratterizzazione spaziale, sia in termini d'estensione, sia in termini di contributi laterali provenienti dagli affluenti considerati. La determinazione delle aree soggette ad inondazione dipende, in sostanza, dalla distribuzione spazio-temporale dei volumi di piena; pertanto, in ogni sezione del corso d'acqua, i volumi d'esondazione dipendono, a parità d'evento che li genera, dalla dinamica di propagazione e di laminazione verificatasi nelle sezioni precedenti.

È pertanto necessario, da un lato, stimare gli idrogrammi di piena in arrivo al corso d'acqua e, dall'altro, analizzarne la propagazione e laminazione per effetto di esondazioni, opere, diversivi ed immissioni laterali. Di qui la necessità di un approccio integrato di tipo idrologico-idraulico che consideri l'asta fluviale d'interesse, il relativo bacino afferente e le eventuali connessioni idrauliche laterali.

Le sollecitazioni idrologiche al sistema, costituite in generale da eventi caratterizzati da intensità di pioggia variabili nel tempo e nello spazio e dalle "condizioni iniziali" del bacino idrografico, vengono rappresentate da ietogrammi sintetici definiti in base alle Curve di Possibilità Pluviometrica per preassegnata durata di pioggia e tempo di ritorno. Attraverso la modellistica idrologica, vengono definiti gli idrogrammi di piena nelle sezioni prescelte del corso d'acqua considerato.

La propagazione dei deflussi di piena così generati e la valutazione dei fenomeni esondativi lungo l'asta fluviale considerata avviene tramite modelli idraulici, in grado di fornire in ogni sezione dell'asta fluviale l'idrogramma di piena in transito ed il massimo battente idraulico atteso, in modo tale da poter verificare l'efficienza delle strutture di contenimento o, in caso contrario, la sussistenza di fenomeni esondativi.

La modellistica permette di combinare l'approccio monodimensionale, a quello bidimensionale per la modellazione idraulica delle aree inondabili. L'integrazione tra i modelli avviene in modo dinamico, garantendo quindi la conservazione di massa e quantità di moto tra i vari sistemi. Gli alvei dei corsi d'acqua vengono modellati attraverso l'inserimento di sezioni trasversali, ricostruite a partire dai rilievi topografici e comprensive di tutte quelle strutture che interferiscono con il deflusso di piena, la rete fognaria viene modellata attraverso pozzetti e condotte, mentre le aree inondabili sono caratterizzate da un modello digitale del terreno che deriva dal rilievo lidar integrato dal rilievo topografico di dettaglio appositamente predisposto per il presente studio.

L'accoppiamento dei modelli avviene attraverso degli appositi elementi che definiscono:

- per la modellazione idraulica dell'alveo: in ogni sezione fluviale la quota di sfioro in destra e sinistra idraulica in modo tale che se vi è sormonto del contenimento idraulico si ha trasferimento di volumi a campagna;
- per la modellazione idraulica della rete fognaria: su ogni pozzetto la quota della testa pozzetto in modo tale che se la rete va in pressione e tale pressione genera livelli idraulici maggiori della testa pozzetto si ha trasferimento di volume a campagna.

Per quanto riguarda la modellazione idrologica dei bacini relativi al reticolo minore sono stati implementati due modelli idrologici distinti, che schematizzano le perdite per infiltrazione e la formazione dell'onda di piena con gli stessi metodi utilizzati nello studio idrologico del reticolo principale, con l'obiettivo di garantire una piena coerenza sui risultati.

 T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >	

Per la modellazione idrologica della rete fognaria interna alla stazione si è scelto di implementare una diversa metodologia rispetto ai bacini prettamente naturali, utilizzando il metodo razionale, dove lo scorrimento superficiale delle singole aree è definito in funzione dell'area, delle perdite idrologiche, valutati con opportuno coefficiente di deflusso, e del tempo di corrivazione.

Nei successivi paragrafi saranno descritti nel dettaglio i modelli implementati.

6 ANALISI IDROLOGICA

Di seguito viene illustrata la modellistica idrologica implementata per la determinazione degli input pluviometrici e degli idrogrammi di piena che rappresentano gli input alla successiva modellistica idraulica.

I bacini idrografici oggetti dello studio e che potenzialmente hanno effetti di allagabilità sull'area dello stabilimento sono riportati nell'elaborato *DGDR10012B2011625 - Planimetria dei Bacini e del Reticolo Idrografico di Studio*.

Per la definizione degli input idrologici si sono utilizzati gli stessi modelli implementati per il reticolo principale. In particolare, tali modelli prevedono un modello di infiltrazione (SCS Curve Number) e un modello afflussi-deflussi per la trasformazione degli input pluviometrici netti, in idrogrammi sollecitanti il reticolo idraulico (SCS Unit Hydrograph).

Il modello di infiltrazione, SCS Curve Number, richiede la stima di due parametri:

- Ia (mm), è la perdita iniziale dovuta ad intercettazione e detenzione superficiale;
- CN (-), è un parametro sintetico che esprime l'attitudine di una porzione di territorio a produrre deflusso superficiale proposto dal Soil Conservation Service, derivato dallo shapefile del Curve Number (Regione Toscana)

Per la caratterizzazione idrologica delle aree scolanti facenti parte della rete meteorica interna alla stazione elettrica è stato utilizzato il metodo razionale che a partire dalle precipitazioni simula lo scorrimento superficiale (e quindi il contributo dei singoli bacini alla rete di drenaggio) in funzione delle perdite idrologiche, dell'area del bacino e del tempo di corrivazione.

6.1 Modellistica idrologica del Reticolo Minore

Di seguito viene illustrata la modellistica idrologica implementata per la determinazione degli input pluviometrici e degli idrogrammi di piena sollecitanti il reticolo secondario ed il reticolo minore (comprendente anche il reticolo fognario interno alla stazione).

I bacini relativi ai reticoli in esame sono riportati alle seguenti tavole:

- *DGDR10012B2011625 - Planimetria dei Bacini e del Reticolo Idrografico di Studio*
- *DGDR10012B2011628 - Planimetria Modello Idraulico - Dettaglio Stazione Elettrica*

6.1.1 Codifica dei bacini

I bacini del reticolo fluviale afferenti all'area di studio sono stati suddivisi in sottobacini e studiati dal punto di vista idrologico tenendo conto dei tratti fluviali simulati idraulicamente e della presenza di contributi laterali al reticolo di interesse. Sulla base di questo sono stati individuati bacini e sottobacini identificati da un codice di quattro caratteri.

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >



Nome bacino	Codifica	Superficie (Km ²)
GORE_1	1001	2.27
GORE_2	1002	2.10
GORE_3	1003	0.72
GORE_4	1004	0.75
AFF_GORE_1_b	1005b	0.20
AFF_GORE_1_c	1005c	0.44
AFF_GORE_2_b	1006b	1.14

Figura 5: Schematizzazione idrologica del modello reticolo minore

A sua volta il bacino indicato nella figura precedente come “Stazione Elettrica” è stato suddiviso in aree scolanti afferenti alla rete meteorica interna alla stazione come riportato all’elaborato DGDR10012B2011628 - *Planimetria Modello Idraulico - Dettaglio Stazione Elettrica*

6.1.2 Input Pluviometrici

Gli eventi meteorici studiati fanno riferimento a tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni su un set di durate dell’evento meteorico sintetico a cavallo della “durata critica” (durata che massimizza la portata al colmo). Questa scelta ci consente di studiare anche gli eventi che possono avere maggiori esondazioni in termini di volumi, anche se caratterizzati da picchi dell’onda di piena minori.

Nello specifico gli eventi meteorici studiati, in funzione del livello di studio sono i seguenti:

- Reticolo Minore: Tr 30, 200 e 500 anni, durate 0.5h, 1h e 2h;

Per quanto riguarda gli aspetti pluviometrici, sono stati implementati i dati dello studio Analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme (Regione Toscana, 2014), che fornisce i valori dei parametri a ed n delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica come raster a maglie di 1kmq, elaborabili in ambiente Gis. L’afflusso meteorico (altezza lorda di precipitazione) su un bacino di riferimento, per un dato tempo di ritorno e una data durata di pioggia, è stimato attraverso la seguente relazione:

$$h(t) = a t^n$$

	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO		
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911		Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >	

con: h = altezza di pioggia [mm]; t = durata [ore], a e n parametri caratteristici per i tempi di ritorno considerati.

Osservando sperimentalmente le piogge intense è possibile affermare che, all'interno di una certa area, l'intensità di precipitazione durante l'evento piovoso varia da punto a punto, anche in maniera sensibile, e questa variazione è tanto maggiore quanto maggiore è l'estensione dell'area considerata. Per questo alla precipitazione lorda, calcolata rispetto alla sezione di calcolo, è normalmente applicato un coefficiente di ragguaglio dipendente dall'area del bacino e dalla durata dell'evento, in linea con la trattazione riportata nella Regionalizzazione delle Portate di Piena della Regione Toscana, secondo la seguente formulazione:

$$K_r = 1 - \exp(-\alpha t^\beta) + \exp(-\alpha t^\beta - \gamma A)$$

dove t è la durata dell'evento, A è l'area del bacino sotteso e α , β , γ sono parametri dipendenti dalle caratteristiche del bacino considerato. Nel caso in esame, considerate le dimensioni ridotte dei bacini si è assunto $K_r = 1$.

Considerando la variabilità della pioggia sui bacini oggetto di studio si è scelto di utilizzare come pioggia lorda la pioggia media insistente sull'intero bacino del Fosso delle Gore

Pioggia lorda (mm) TR 30 ANNI					
d = 0.5 h	d = 1.0 h	d = 1.5 h	d = 2.0 h	d = 3.0 h	d = 5.0 h
50.21	60.33	67.17	72.49	80.71	92.40
Pioggia lorda (mm) TR 200 ANNI					
d = 0.5 h	d = 1.0 h	d = 1.5 h	d = 2.0 h	d = 3.0 h	d = 5.0 h
66.84	83.92	95.87	105.36	120.37	142.34
Pioggia lorda (mm) TR 500 ANNI					
d = 0.5 h	d = 1.0 h	d = 1.5 h	d = 2.0 h	d = 3.0 h	d = 5.0 h
76.06	96.42	110.77	122.23	140.42	167.25

Tabella 1: Altezza di pioggia lorda

 TERNA GROUP	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >

6.2 Modello A/D per i corsi d'acqua naturali del Reticolo Minore

La modellazione idrologica dei bacini afferenti al reticolo minore è stata condotta considerando anche i bacini relativi al reticolo secondario in quanto i due reticoli risultano strettamente interconnessi e nell'ottica della successiva modellazione idraulica risulta necessario valutare gli idrogrammi di piena su entrambi i reticoli per i medesimi eventi di precipitazione.

In sostanza rispetto allo schema del reticolo secondario, in questo scenario si è maggiormente dettagliato la suddivisione idrografica del bacino 1005 e 1006 mentre i restanti bacini rimangono definiti come mostrato precedentemente.

Il bacino "Stazione Elettrica", caratterizzato da sistema fognario è trattato separatamente nel relativo paragrafo.

Si anticipa che per il bacino 1005c non si è applicato il modello idrologico per la determinazione degli idrogrammi di piena ma si inserisce nella modellazione idraulica la pioggia netta distribuita spazialmente in quanto il processo di formazione e propagazione dell'onda di piena è demandato al modello idraulico bidimensionale implementato e descritto nei paragrafi seguenti.

In definitiva la schematizzazione idrologica dei bacini idrografici è quella in Figura 5.

Il modello numerico utilizzato per la determinazione dei contributi idrologici al reticolo idraulico oggetto di studio è composto da un modello di infiltrazione (SCS Curve Number) e un modello afflussi-deflussi per la trasformazione degli input pluviometrici netti, in idrogrammi sollecitanti il reticolo idraulico (SCS Unit Hydrograph).

Il modello di infiltrazione, SCS Curve Number, richiede la stima di due parametri:

- I_a (mm), è la perdita iniziale dovuta ad intercettazione e detenzione superficiale;
- CN (-), è un parametro sintetico che esprime l'attitudine di una porzione di territorio a produrre deflusso superficiale proposto dal Soil Conservation Service, derivato dallo shapefile del Curve Number (Regione Toscana)

I valori di CN, stimati a partire dalla pedologia e dall'uso del suolo, sono stati mutuati dallo shapefile pubblicato della Regione Toscana nell'ambito dell'Accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012. In particolare, sono stati calcolati i valori medi per ogni sottobacino del parametro CN-II (condizione di media umidità del suolo). Il valore delle perdite iniziali (I_a) sono state stimate tramite la seguente relazione: $I_a = 0.2 S$.

Il modello di trasformazione afflussi-deflussi, SCS Unit Hydrograph, richiede la stima del parametro T_{lag} , tempo di ritardo, strettamente legato al tempo di corrvazione T_c . Le valutazioni dei tempi di corrvazione sono state effettuate calcolando la media dei valori derivanti dalle seguenti formulazioni:

Formula Ferro

$$T_c = 0,675 A^{0.5}$$

Formula dell' US SCS

$$T_c = \frac{0.095 L_{max}^{0.8} \left(\frac{1000 - 9CN}{CN} \right)^{0.7}}{\sqrt{i_v}}$$

Formula Pezzoli

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

$$T_c = 0,055 \frac{L}{\sqrt{i}}$$

Formula Ventura

$$T_c = 0,1272 \left(\frac{A}{i_a} \right)^{0.5}$$

Formula Pasini

$$T_c = 0,108 \frac{(AL)^{1/3}}{\sqrt{i_a}}$$

Formula Kirpich

$$T_c = 0,000325 (L \ 1000)^{0.77} i_b^{-0.385}$$

in cui:

A superficie del bacino in kmq, L lunghezza dell'asta principale in km, L_{max} lunghezza del massimo percorso idraulico in km, i_v pendenza media dei versanti, CN parametro CN del metodo SCS, i pendenza media dell'asta principale.

La parametrizzazione idrologica implementata per il reticolo secondario è riportata alla seguente tabella:

Nome bacino	Codifica	CN II	I_a (mm)	t_{lag} (min)
GORE_1	1001	79	13.6	21
GORE_2	1002	87	7.8	22
GORE_3	1003	84	9.7	26
GORE_4	1004	73	18.7	31
AFF_GORE_1_b	1005b	79	13.5	13
AFF_GORE_1_c	1005c	83	10.5	-
AFF_GORE_2_b	1006b	80	13.1	21

Tabella 2: parametri idrologici reticolo minore

La pioggia lorda insistente sul bacino 1005c è stata depurata in funzione del rispettivo valore del CNII ottenendo la pioggia netta, che sarà direttamente applicata al modello idraulico come condizione al contorno. I valori ottenuti sono i seguenti:

Pioggia netta bacino 1005c (mm)			
	d0.5h	d1.0h	d2.0h
TR30	17.06	24.20	33.49
TR200	29.09	42.72	60.96
TR500	36.33	53.23	75.89

Tabella 3: pioggia netta per il bacino 1005c

Dall'applicazione del modello idrologico precedentemente descritto sono stati determinati gli idrogrammi delle portate al variare del tempo di ritorno e della durata dell'evento meteorico, mostrati nelle seguenti figure. In definitiva sono stati valutati, per ciascun sottobacino, i seguenti idrogrammi:

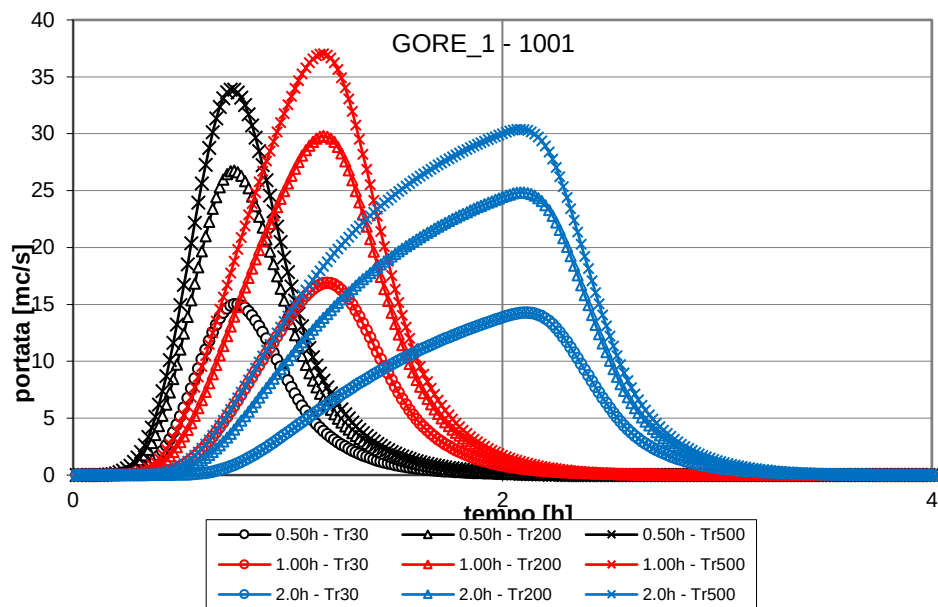


Figura 6: Idrogrammi delle portate bacino 1001.

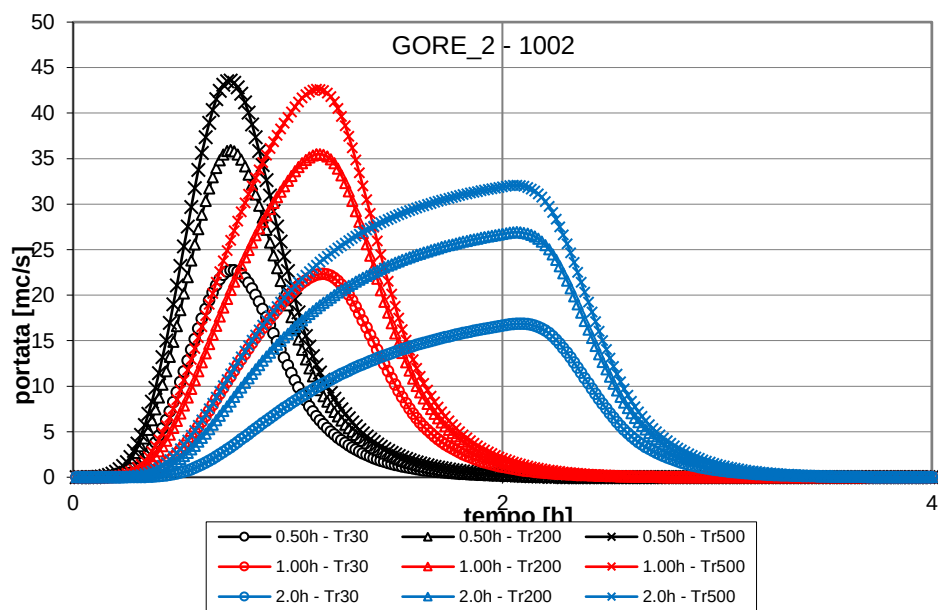


Figura 7: Idrogrammi delle portate bacino 1002.

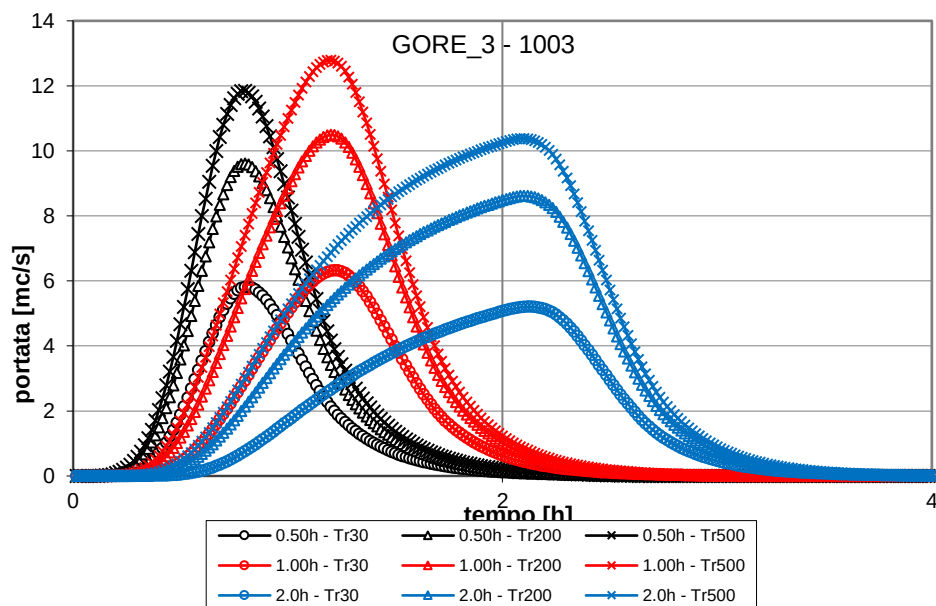


Figura 8: Idrogrammi delle portate bacino 1003.

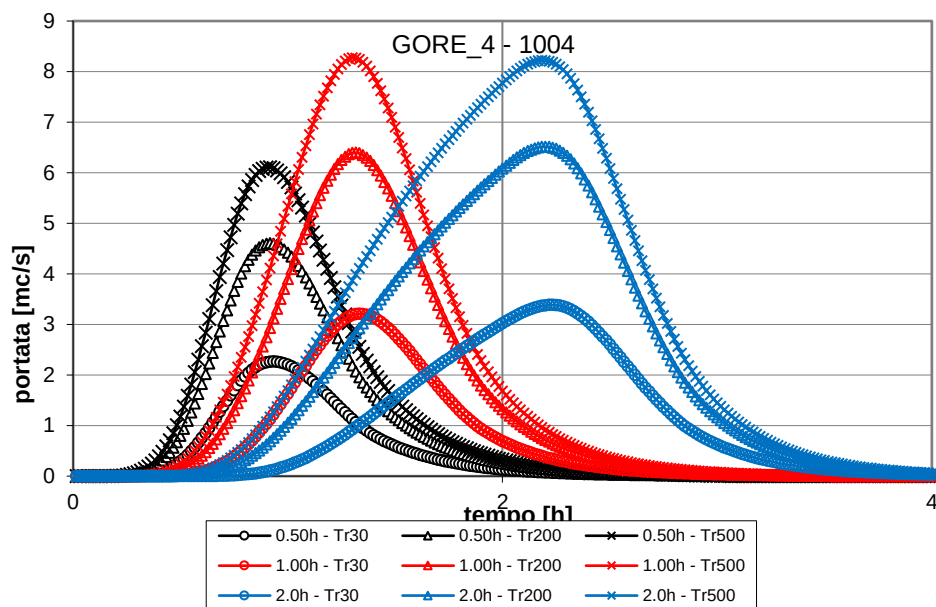


Figura 9: Idrogrammi delle portate bacino 1004.

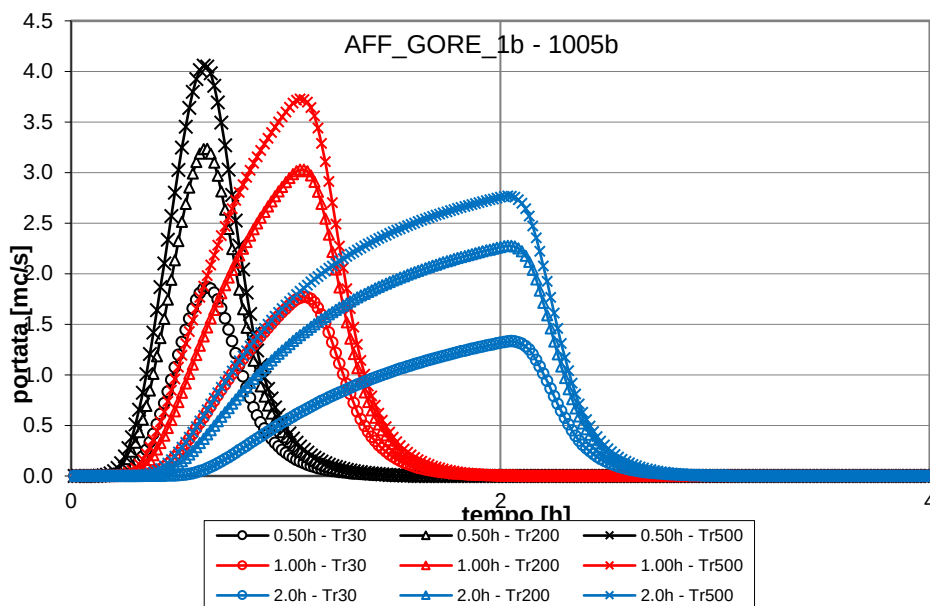


Figura 10: Idrogrammi delle portate bacino 1005b.

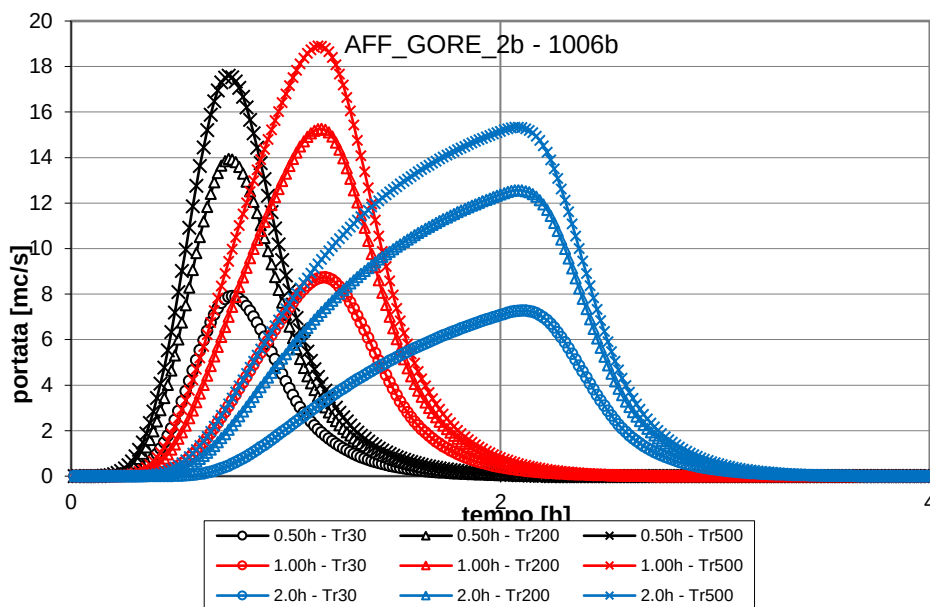


Figura 11: Idrogrammi delle portate bacino 1006b.

A sintesi dell'analisi idrologica implementata nel presente studio, si riportano di seguito i risultati ottenuti in termini di valori della portata al colmo al variare del tempo di ritorno e della durata dell'evento meteorico.

GORE 1 - 1001			
Q [mc/s]	Durata 0.50h	Durata 1.5h	Durata 2.0h
Tr30 anni	15.0	16.9	14.2
Tr200 anni	26.8	29.8	24.8
Tr500 anni	33.9	37.0	30.4

GORE_2 - 1002			
Q [mc/s]	Durata 0.50h	Durata 1.5h	Durata 2.0h
Tr30 anni	22.7	22.3	16.9
Tr200 anni	35.9	35.5	26.9
Tr500 anni	43.6	42.6	32.1
GORE_3 - 1003			
Q [mc/s]	Durata 0.50h	Durata 1.5h	Durata 2.0h
Tr30 anni	5.8	6.3	5.2
Tr200 anni	9.6	10.5	8.6
Tr500 anni	11.8	12.8	10.4
GORE_4 - 1004			
Q [mc/s]	Durata 0.50h	Durata 1.5h	Durata 2.0h
Tr30 anni	2.3	3.2	3.4
Tr200 anni	4.6	6.4	6.5
Tr500 anni	6.1	8.3	8.2
AFF_GORE_1b - 1005b			
Q [mc/s]	Durata 0.50h	Durata 1.5h	Durata 2.0h
Tr30 anni	1.9	1.8	1.3
Tr200 anni	3.2	3.0	2.3
Tr500 anni	4.1	3.7	2.8
AFF_GORE_2b - 1006b			
Q [mc/s]	Durata 0.50h	Durata 1.5h	Durata 2.0h
Tr30 anni	7.9	8.7	7.3
Tr200 anni	13.9	15.3	12.6
Tr500 anni	17.6	18.9	15.3

Tabella 4: Riepilogo delle portate al colmo.

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >	
Rev. 00		

6.3 Modello A/D per la rete fognaria (Reticolo Minore)

Di seguito viene illustrata la modellistica idrologica implementata per la rete fognaria interna alla stazione elettrica.

Il modello implementato per la definizione dei contributi idrologici delle singole aree scolanti, recapitanti nei pozzetti della rete (nodi) è il modello *Time-Area*. Lo scorrimento superficiale delle singole aree è definito in funzione dell'area, delle perdite idrologiche e del tempo di corrivazione.

Le perdite idrologiche su ciascuna area sono definite sulla base di un coefficiente di deflusso determinato in funzione della copertura del suolo e calcolandone poi la media pesata sull'area. Si è assegnato un coefficiente pari a:

- C = 0.9 per le superfici impermeabili
- C = 0.6 per le superfici permeabili

Il calcolo del tempo di corrivazione su ciascuna area scolante è stato effettuato considerando una velocità di scorrimento superficiale di 0.3 m/s e valutando la massima distanza di scorrimento.

Le caratteristiche dei bacini della rete fognaria sono riportati in Appendice B - Caratterizzazione della rete fognaria interna alla stazione elettrica.

Nello stesso Appendice B - Caratterizzazione della rete fognaria interna alla stazione elettrica si riportano i risultati idrologici su ogni area scolante in termini di massima portata su eventi con TR 30, 200 e 500 anni per durata 0.50h che massimizzano l'insufficienza della rete fognaria e la conseguente allagabilità dell'area (come evidenziato nei successi paragrafi dell'analisi idraulica).

Si veda l'elaborato *DGDR10012B2011628 - Planimetria Modello Idraulico - Dettaglio Stazione Elettrica*

 TERNA GROUP	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO		
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911		Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. 00	Rev. < 00 >

7 ANALISI IDRAULICA

In questa sezione si descrivono i modelli idraulici implementati al fine di definire la pericolosità idraulica dell'area oggetto di studio.

L'implementazione della modellistica idraulica è stata effettuata attraverso il software MIKE del Danish Hydraulic Institute di DHI, certificato dalla F.E.M.A. (Federal Emergency Management Agency).

Il comportamento idraulico in alveo del reticolo idrografico in esame è stato simulato attraverso un modello monodimensionale (MIKE 11) con la schematizzazione geometrica delle sezioni fluviali ricavata dall'acquisizione dei dati del rilievo topografico. Le dinamiche di esondazione (tracimazione delle acque e conseguente propagazione sul piano campagna) sono state simulate con un modello bidimensionale, a partire dal modello digitale del terreno mutuato dal LIDAR. MIKE FLOOD permette l'accoppiamento dei due modelli in modo totalmente dinamico, garantendo la conservazione di massa e quantità di moto tra i diversi sistemi.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'*Appendice C - Modellistica idraulica - fondamenti teorici*

7.1 Implementazione del modello idraulico del Reticolo Minore

Data la stretta correlazione idraulica che sussiste tra il reticolo secondario e reticolo minore nell'implementazione del modello idraulico di quest'ultimo è stato scelto di inserire nel modello anche i corsi d'acqua Gore e relativo affluente in sinistra idraulica. La modellazione ha seguito, coerentemente con la filosofia di tutto lo studio, un approccio combinato 1D/2D.

Il modello idraulico è quindi composto dai corsi d'acqua del reticolo secondario al quale si è aggiunto:

- estensione dell'affluente del Fosso delle Gore verso monte per un tratto aggiuntivo di circa 750m e 23 sezioni
- Canaletta 1 e Canaletta 2: reticolo a cielo aperto interno alla stazione elettrica fino alla confluenza nell'affluente del Fosso delle Gore per un totale di circa 1500m e 73 sezioni
- Rete meteorica interna alla stazione elettrica

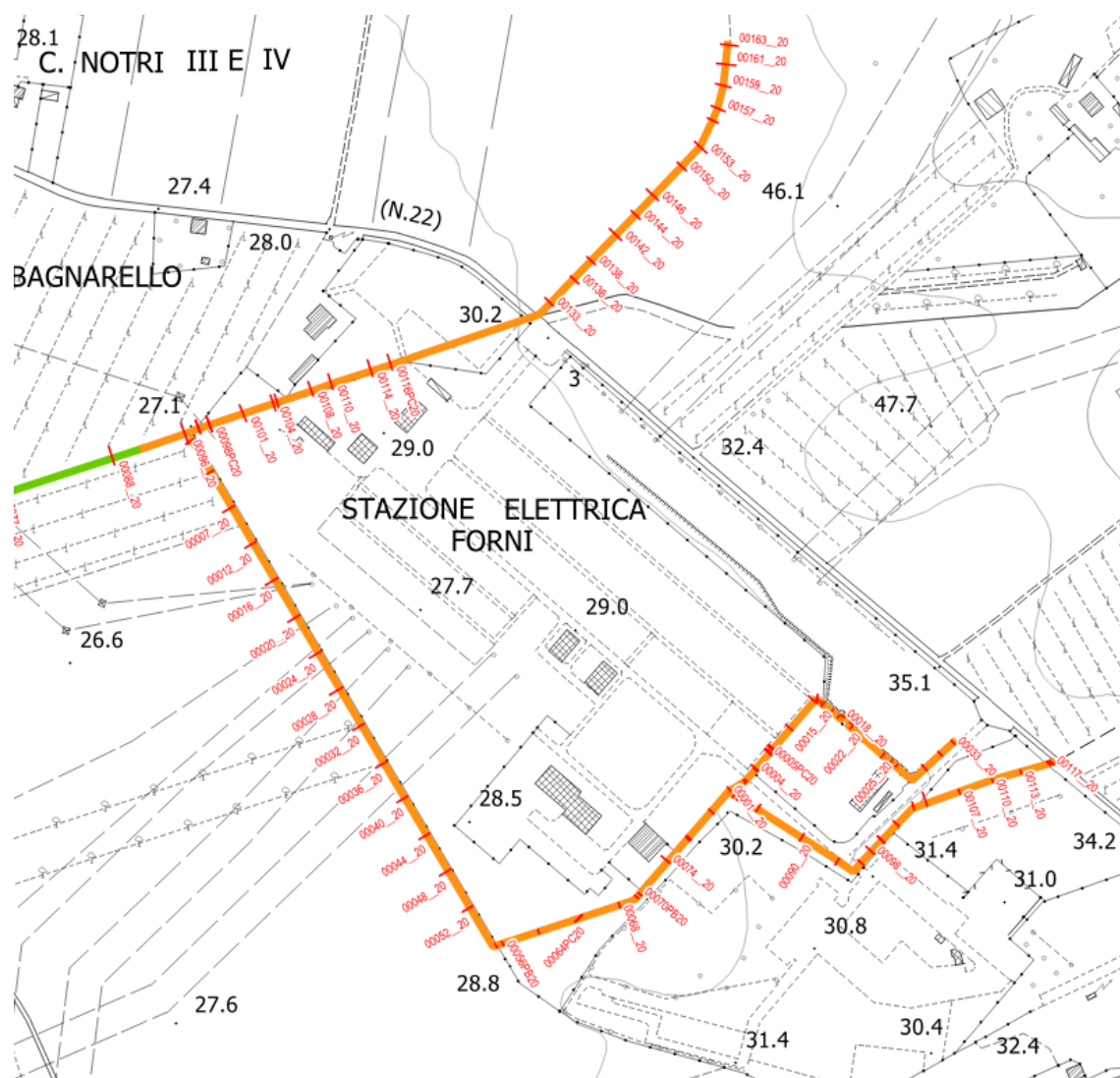


Figura 12: estensione del modello idraulico del reticolo minore

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

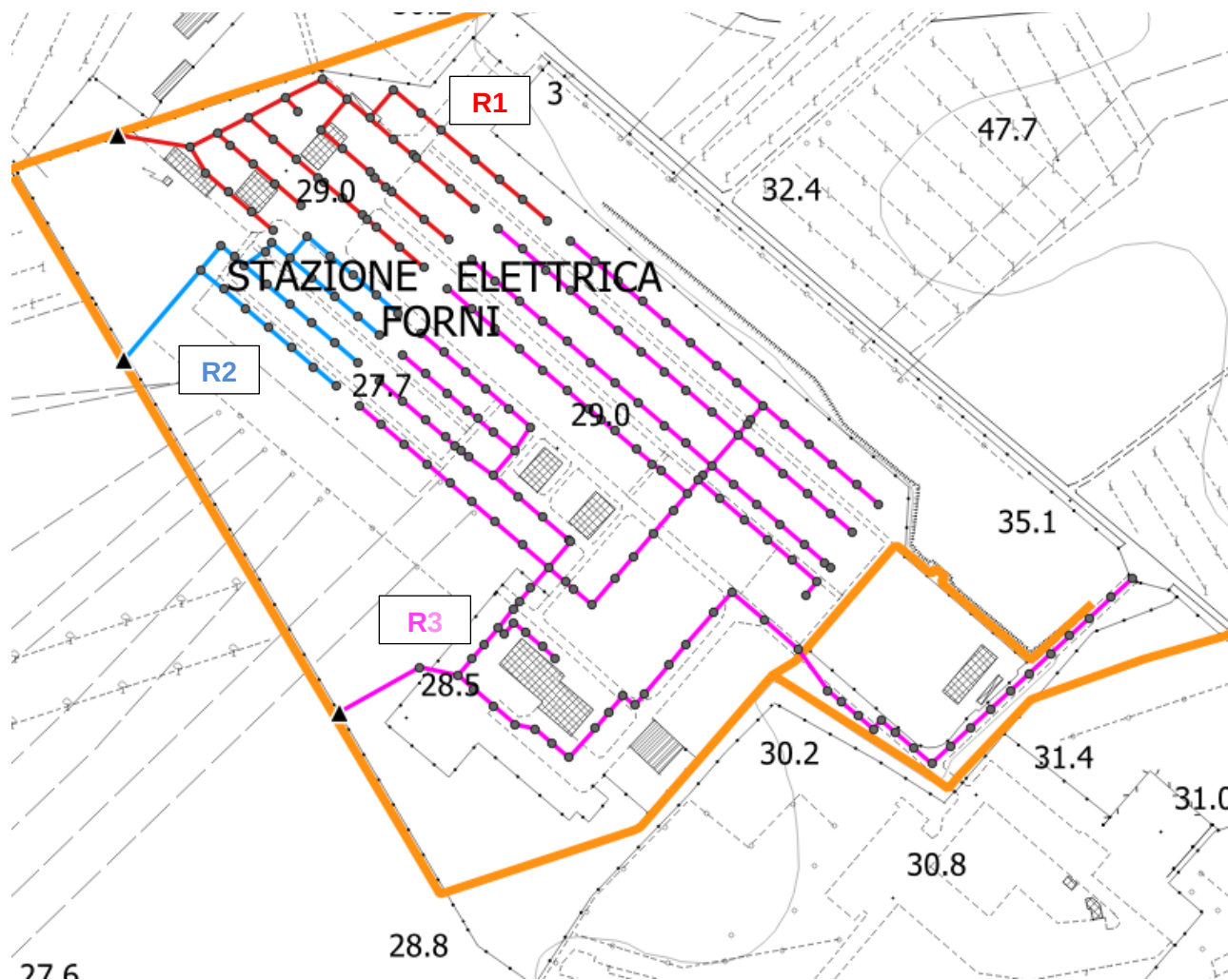


Figura 13: modello idraulico rete fognaria

Si veda l'elaborato *DGDR10012B2012273- Planimetria Modello Idraulico - Reticolo Minore* e *DGDR10012B2011628 - Planimetria Modello Idraulico - Dettaglio Stazione Elettrica*

Il sistema di drenaggio lungo la strada provinciale perimetrale rispetto alla stazione elettrica è stato oggetto di rilievo ed è stato implementato nel modello digitale del terreno implementato nel modello idraulico i cui deflussi sono modellati dal modello bidimensionale

La caratterizzazione geometrica dei corsi d'acqua studiati è stata ricavata a partire dal rilievo descritto in precedenza e la codifica utilizzata per la nomina delle sezioni è uguale a quella descritta nel capitolo precedente.

La caratterizzazione geometria del modello idraulico fognario è composta da pozzetti e condotte come riportato in tavola *DGDR10012B2011628 - Planimetria Modello Idraulico - Dettaglio Stazione Elettrica* la cui descrizione geometrica dettagliata è riportata in Appendice B - Caratterizzazione della rete fognaria interna alla stazione elettrica. La rete meteorica è idraulicamente connessa ai corsi d'acqua implementati nel modello ed in particolare i punti di scarico nel reticolo superficiale sono i seguenti:

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

- rete R1 con recapito alla sezione 00101__20 dell'affluente delle Gore
- rete R2 con recapito alla sezione 00016__20 della Canaletta 1
- rete R3 con recapito alla sezione 00044__20 della Canaletta 1

L'area bidimensionale, è stata descritta mediante una *flexible mesh*, ovvero con triangoli di superficie variabile, più ampi sulle aree con morfologia regolare e più piccoli nelle zone caratterizzate da repentini cambi di altimetria e all'interno dell'area della stazione elettrica.

A partire dalla base topografica a maglia quadrata 1x1 m del LIDAR, integrato con gli elementi descritti nel rilievo topografico è stato eseguito il ricampionamento con interpolazione triangolare secondo la procedura applicata dal software MIKE FM, definendo delle *breakline* ovvero linee di interruzione, per guidare la costruzione delle mesh in corrispondenza di elementi morfologici specifici (rilevati stradali, argini, muri e muretti) e rappresentarli con triangoli di dimensioni più piccole (acquisendone quindi le esatte quote di sommità).

Di seguito si riporta un estratto della mesh implementata nel modello idraulico in cui si notano le triangolazioni del modello digitale e dalla quale si evidenzia l'accurato grado di dettaglio che garantisce tale modellazione.

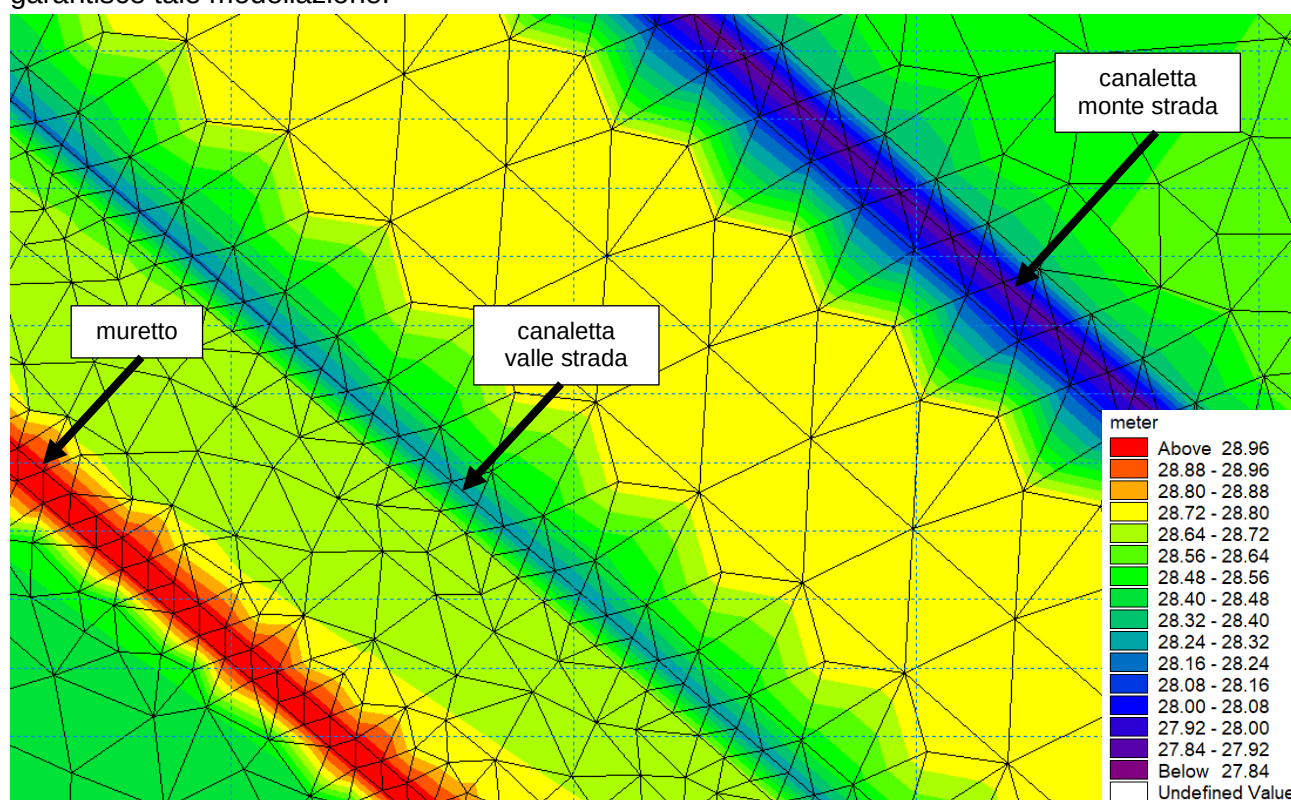


Figura 14: mesh di calcolo

Le condizioni al contorno del modello idraulico sono rappresentate da:

- Input pluviometrico distribuito spazialmente sull'estensione del bacino 1005c
- Idrogrammi delle portate inserito puntualmente in testa ai corsi d'acqua del Fosso delle Gore e del suo affluente sinistro
- Immissioni idrologiche distribuite, nel caso di contributo derivante da un interbacino che non

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

- presentano un reticolo idrografico di riferimento;
- Scala di deflusso, calcolata nell'ipotesi di moto uniforme, a valle del modello monodimensionale.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con l'indicazione delle condizioni al contorno utilizzate nella modellazione idraulica del reticolo di studio. La codifica delle immissioni e delle sollecitazioni idrologiche riprende la codifica dei bacini che le generano.

Tipologia immissione	Corso d'acqua	Da sezione	A sezione	Codice
Idrogramma portate Puntuale	Gore	00459__20	-	1001
Idrogramma portate Distribuita	Gore	00459__20	00363__20	1002
Idrogramma portate Distribuita	Gore	00349PC20	00259__20	1003
Idrogramma portate Distribuita	Gore	00250__20	00231__20	1004
Idrogramma portate Puntuale	Afluente Gore	00163__20	-	1005b
Idrogramma portate Distribuita	Afluente Gore	00088__20	00001PB20	1006b
Idrogramma portate Puntuale	Canaletta 2	00012__20	-	BAC_EST
Idrogramma portate Distribuita	Canaletta 1	00113__20	00060__20	BAC_SUD1 BAC SUD 2
Idrogramma portate Distribuita	Canaletta 1	00052__20	00003__20	BAC_OVEST
Idrogramma portate Distribuita	Afluente Gore	00114__20	00101__20	BAC_NORD

Tabella 5: Condizioni al contorno del modello idraulico.

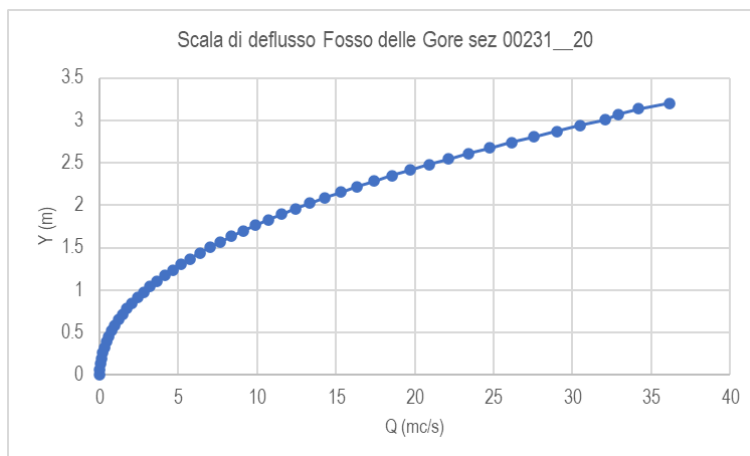


Figura 15: Scala di deflusso Fosso delle Gore

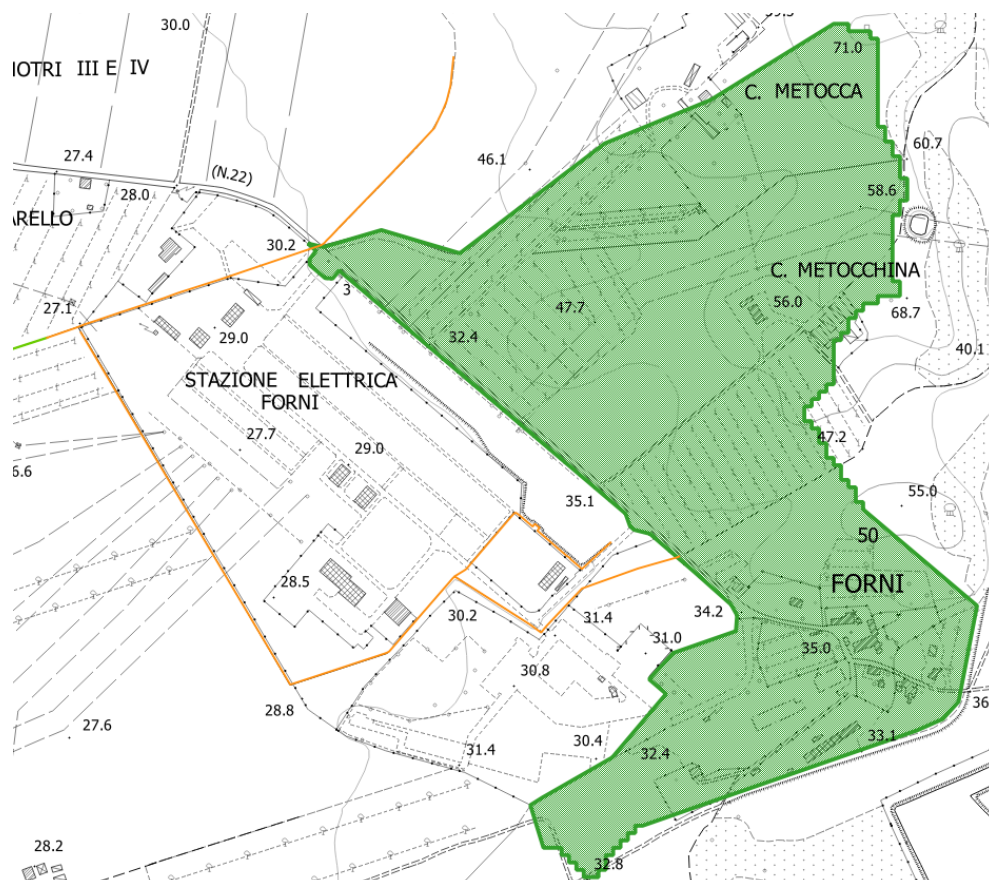


Figura 16: In verde evidenziata l'area del dominio in cui è stata considerata come sollecitazione idrologica la pioggia netta distribuita applicata direttamente al modello idraulico

Per ciò che attiene ai coefficienti di scabrezza da associare alle singole sezioni fluviali, attraverso il confronto con i parametri riportati in letteratura ed il supporto dei sopralluoghi e documentazioni fotografiche, si è scelto di assegnare un coefficiente di Manning pari a $0.035 \text{ s/m}^{1/3}$ per le sezioni fluviali e $0.025 \text{ s/m}^{1/3}$ alle opere idrauliche, ponti e tombamenti.

Per quanto riguarda la scabrezza delle aree limitrofe al corso d'acqua, simulate dal modello bi-dimensionale, è stato scelto di adottare un coefficiente di Manning costante pari a $0.05 \text{ s/m}^{1/3}$.

La schematizzazione geometrica che rappresenta lo stato attuale dei luoghi è stata cimentata sugli scenari idrologici descritti in precedenza; in particolare sono stati implementati i seguenti eventi:

- TR30 anni con durata 0.5h, 1.0h, 2.0h;
- TR200 anni con durata 0.5h, 1.0h, 2.0h;
- TR500 anni con durata 0.5h, 1.0h, 2.0h;

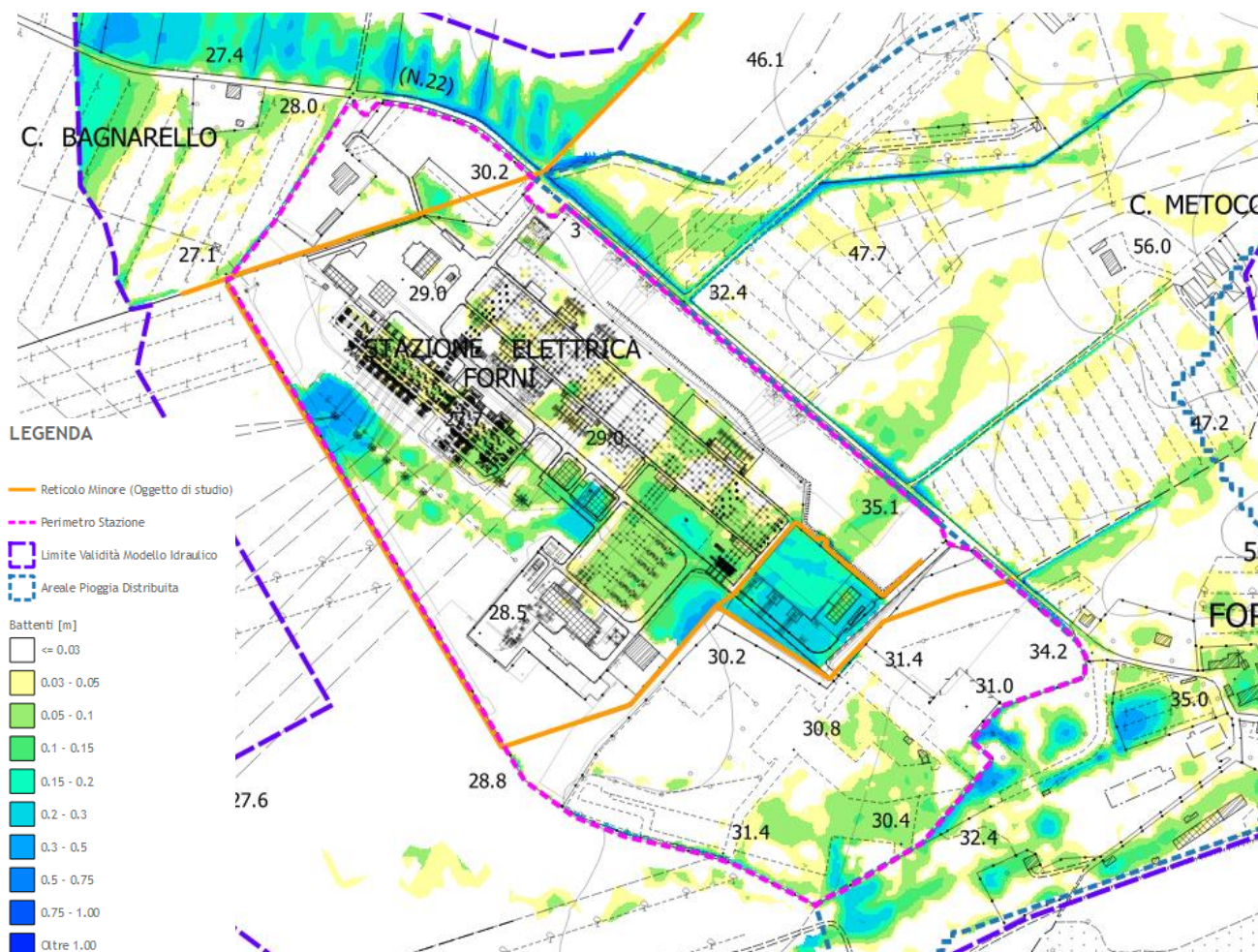
 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

7.2 Risultati della modellistica idraulica del Reticolo Minore

Dall'analisi dei risultati della modellazione idraulica del reticolo minore sono emerse le seguenti criticità:

- L'affluente del Fosso delle Gore presenta criticità distribuite su tutto il tratto a monte della strada provinciale con sormonti dei contenimenti in destra idraulica anche per eventi con TR30 anni. I contenimenti in sinistra, a quote più alte presentano modesti sormonti nella zona più montana ma non sono tali da generare un sostanziale flusso di esondazione verso valle
- In prossimità della strada è presente un tombamento DN1000 che una volta attraversata la strada si suppone cambi geometria diventando uno scatolare di dimensioni 1.25m x 0.75m. Il tombamento risulta insufficiente anche per eventi con TR30 anni generando esondazioni a campagna che seguono la direzione nord-ovest.
- Le canalette di drenaggio presenti in adiacenza alla strada e le chiaviche stradali presenti risultano insufficienti anche per eventi con TR30 anni. Le acque che defluiscono dal versante non vengono smaltite correttamente dal sistema di drenaggio esistente e si verifica un sormonto della strada provinciale e localmente tale deflusso penetra all'interno della stazione elettrica
- Sul perimetro sud-est della stazione elettrica dove non vi sono veri e propri reticoli di drenaggio, il deflusso generato dall'evento meteorico si propaga fino al muretto perimetrale che viene parzialmente sormontato anche per eventi con TR30 anni
- All'interno della stazione elettrica la Canaletta 2 presenta sormonti dei contenimenti idraulici in destra idraulica anche per eventi con TR30 anni dalla sezione 00027__20 alla 00002__20 mentre la Canaletta 1 presenta sormonto dei contenimenti idraulici in sinistra nel tratto compreso tra la sezione 00094PC20 e 00074__20. Tali insufficienze generano dei battenti massimi che variano tra 10-15 cm per eventi TR30 anni e 20-25 cm per eventi con TR200 anni.
- La rete fognaria analizzata presente delle insufficienze diffuse su tutta la rete anche per eventi con TR30 anni. Benchè le insufficienze risultino diffuse, in termini di aree allagate i battenti massimi attesi ammontano a circa 5-10 cm. Su eventi con TR200 anni si evidenziano invece delle criticità maggiormente concentrate nell'area ubicata a nord-est rispetto all'attuale SACOI dove di fatto le esondazioni della Canaletta 1 e 2 vanno ad interferire con le esondazioni generate dalla rete fognaria generando battenti massimi di circa 15-20 cm.

Di seguito si riporta un estratto della planimetria dei battenti massimi per eventi con TR200 anni



La descrizione delle criticità elencate in precedenza deriva dai risultati del modello idraulico del reticolo minore all'interno del quale sono implementati, corsi d'acqua esterni alla stazione, canalette di drenaggio interne alla stazione e la rete meteorica interna. Le aree allagate sono quindi il risultato di una serie di esondazioni generate dai vari elementi costituenti il sistema di drenaggio che interferiscono fra loro. Per caratterizzare l'effettiva officiosità delle canalette interne alla stazione (Canaletta 1 e Canaletta 2) si è implementato un modello idraulico con i soli suddetti elementi a parità di ogni altro parametro e condizione al contorno. Si riporta di seguito un estratto del modello idraulico che mostra i massimi battenti idrometrici per evento con TR200 anni e durata 0.5h.

Dai risultati si evince che le esondazioni delle sole canalette 1 e 2 rimangono confinate nella zona adiacente alle stesse dove si presente anche la maggior criticità del reticolo fognario.

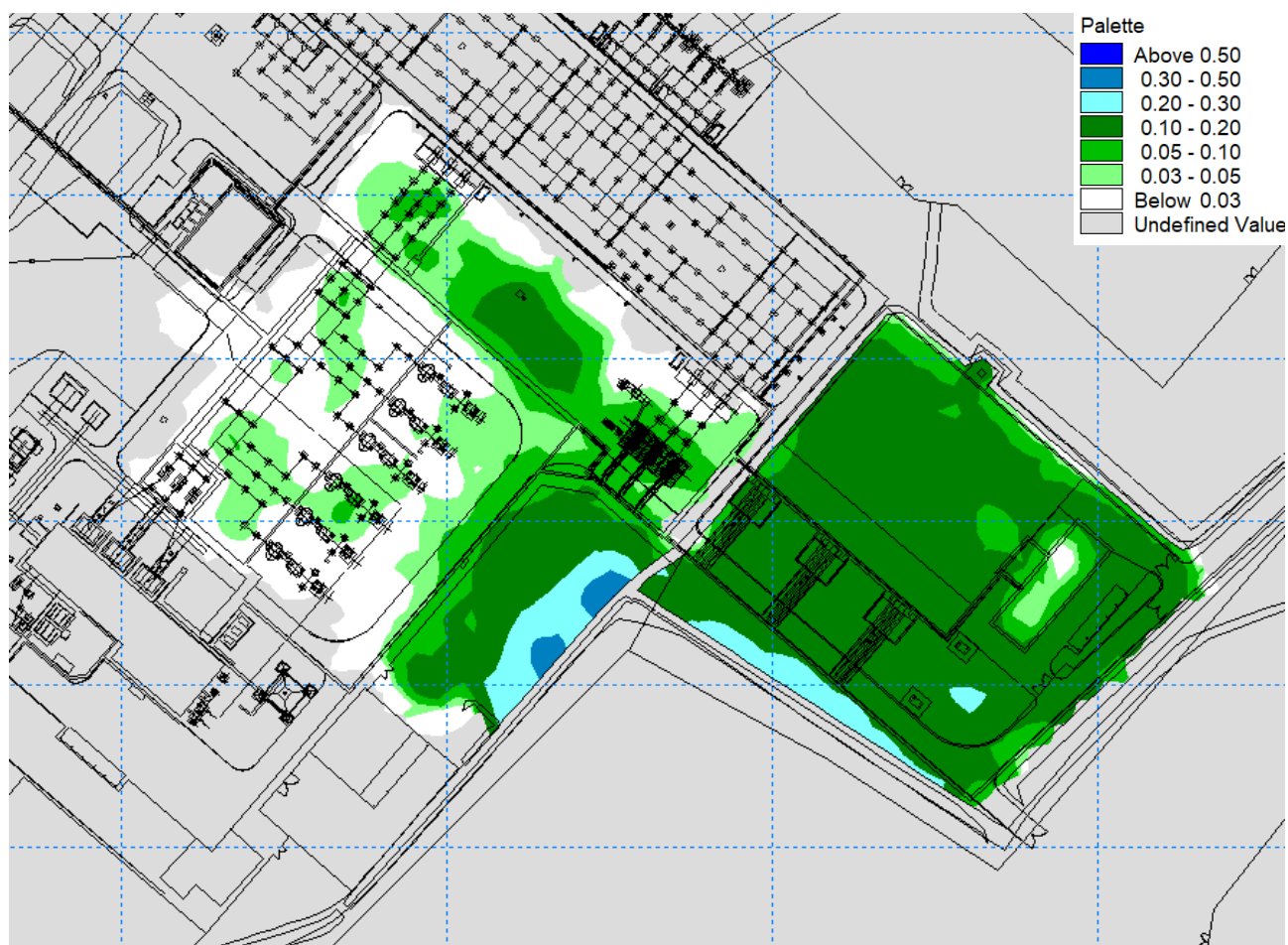


Figura 17: battenti idrometrici massimi modello solo canalette 1 e 2. Evento TR200 anni e durata 0.5h

A partire dai risultati delle simulazioni idrauliche, per ogni tempo di ritorno e durate dell'evento meteorico, sono stati ricavati battenti e velocità massime, sull'intera area di studio.

I risultati finali della modellazione idraulica sono stati ottenuti involupando i risultati relativi a ciascun tempo di ritorno indagato descritti e vengono riportati nelle seguenti tavole:

- DGDR10012B2011734 - Libretto delle Sezioni con Livelli Idrometrici TR30 - TR200 - TR500 anni - Reticolo Minore
- DGDR10012B2011834 - Planimetria dei Battenti Idrometrici Massimi TR 30 anni - Reticolo Minore
- DGDR10012B2011835 - Planimetria dei Battenti Idrometrici Massimi TR 200 anni - Reticolo Minore
- DGDR10012B2011836 - Planimetria dei Battenti Idrometrici Massimi TR 500 anni - Reticolo Minore
- DGDR10012B2011951 - Planimetria delle Velocità Massime TR 30 anni - Reticolo Minore
- DGDR10012B2012173 - Planimetria delle Velocità Massime TR 200 anni - Reticolo Minore
- DGDR10012B2012174 - Planimetria delle Velocità Massime TR 500 anni - Reticolo Minore

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >	

8 CLASSIFICAZIONE DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA

A partire dai risultati dei modelli idraulici implementati sono state determinate le aree a pericolosità idraulica indotte dal Reticolo Minore classificate come:

- Aree allagate per eventi con TR30 anni
- Aree allagate per eventi con TR200 anni
- Aree allagate per eventi con TR500 anni

Si veda l'elaborato:

- *DGDR10012B2012273 - Planimetria delle Aree Allagate - Reticolo Minore*

 T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >	

Appendice A - Modellistica idrologica

A.1 APPROCCIO METODOLOGICO

La modellistica idrologica per la determinazione dell'idrogramma di piena in una o più sezioni fluviali di un bacino idrografico deve significativamente rappresentare tutte le fasi che si hanno a partire dalla distribuzione delle piogge insistenti sul bacino, fino alla valutazione dell'onda di piena.

La trasformazione da pioggia al suolo a portata nella sezione di chiusura avviene secondo una cascata di processi. L'ingresso principale al modello è costituito da una serie di altezze di pioggia. La quota parte di tali precipitazioni che andrà in scorrimento superficiale, detta anche precipitazione efficace (netta), viene valutata con un opportuno *modello di trasformazione afflussi–deflussi*, per la stima della produzione di deflusso idealmente in ciascun punto del bacino, avente la dimensione di una portata per unità di area. Infine, il processo di concentrazione dei deflussi nel reticolo idrografico e di trasferimento lungo questo fino alla sezione di chiusura verrà rappresentato tramite un opportuno *modello di formazione dell'onda di piena*.

La metodologia alla base degli studi effettuati mira ad un'agevole caratterizzazione degli eventi in termini di tempi di ritorno e durata dell'evento meteorico; conseguenza diretta, la possibilità di definire i livelli di rischio in funzione della probabilità di accadimento. Ciò si ottiene facilmente attraverso una procedura semplificata di generazione di eventi sintetici, che si basa sull'ipotesi di isofrequenza fra evento meteorico e portata in alveo (Tr evento di pioggia = Tr idrogramma di piena).

A.2 REGIME PLUVIOMETRICO - STUDIO REGIONALE LSPP

Il regime pluviometrico è stato caratterizzato sulla base dei risultati prodotti dal gruppo di lavoro dell'attività "Modellazione idrologica", nell'ambito dell'Accordo stipulato tra la Regione Toscana e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Firenze, per lo sviluppo di attività di ricerca sulla Mitigazione del Rischio Idraulico nella Regione Toscana.

Nell'ambito di tale lavoro sono state fornite le griglie regionali dei parametri a ed n per i diversi tempi di ritorno (2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni). Per le durate caratteristiche, sono state elaborate le griglie di risoluzione 1 km dei valori estremi delle altezze di pioggia, per i tempi di ritorno suddetti.

La previsione quantitativa dei valori estremi di pioggia in un determinato punto è stata effettuata anche attraverso la determinazione della curva o linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (LSPP), cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

La LSPP è comunemente descritta da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = at^n$$

con: h = altezza di pioggia [mm]; t = durata [ore], a e n parametri caratteristici per i tempi di ritorno considerati.

Note le altezze di pioggia per durate e tempi di ritorno per cui sono fornite le suddette griglie è possibile determinare, tramite regressione logaritmica, i parametri a ed n relativi a tempi di ritorno (Tr 300 anni) per cui non sono fornite griglie e, di conseguenza, le altezze di pioggia relative alle durate desiderate.

A.3 CALCOLO DELLA PIOGGIA DI PROGETTO SU UN BACINO IDROGRAFICO

Dalle linee guida della Regione Toscana è possibile definire la metodologia di calcolo delle altezze di pioggia su un bacino idrografico.

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

Per calcolare l'altezza di pioggia su un bacino idrografico è necessario individuare lo spartiacque del bacino imbrifero e, una volta scelto il tempo di ritorno, è possibile utilizzare i parametri a e n della LSPP per la valutazione delle altezze di pioggia.

Noti i parametri a e n della LSPP per assegnato T_r , viene definita la durata t dell'evento. Per un bacino idrografico si usa $t=t_{cr}$ (tempo critico), solitamente assunto pari al tempo di corrivazione t_c . È possibile quindi trovare l'altezza di pioggia in ogni cella tramite la relazione:

$$h(t) = at_c^n$$

con: h = altezza di pioggia [mm]; t_c = tempo di corrivazione [ore], a e n parametri caratteristici.

La stima dell'altezza di pioggia con l'equazione precedente può essere effettuata tramite software GIS con un tool tipo **RasterCalculator**. Una volta trovata l'altezza di pioggia h in ogni cella, per la durata e il tempo di ritorno stabilito, è sufficiente calcolare il valore medio sul bacino idrografico.

A.4 MODELLO DI INFILTRAZIONE DEL TERRENO: METODO SCS-CN

Per il calcolo delle perdite di bacino è stato adottato il metodo del Curve Number, modello di rifiuto del terreno sviluppato dal Soil Conservation Service degli Stati Uniti.

Si tratta di un modello empirico che stima la predisposizione dei suoli a contribuire ai deflussi di piena mediante l'analisi di tre fattori: le caratteristiche di permeabilità dei terreni superficiali e degli strati geologici immediatamente sottostanti, l'uso del suolo e la copertura vegetale, lo stato di imbibimento del terreno all'inizio della sollecitazione meteorica.

La relazione fondamentale per la stima della precipitazione efficace è la seguente:

$$\begin{cases} P_{eff} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} & P \geq I_a \\ P_{eff} = 0 & P < I_a \end{cases}$$

dove P_{eff} è la precipitazione efficace cumulata al tempo t , P è la precipitazione totale cumulata allo stesso istante, I_a è la perdita iniziale ed S è il fattore di ritenzione potenziale, ovvero il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione.

Con l'introduzione di I_a si vuol tenere conto di quel complesso di fenomeni, quali l'intercettazione da parte della vegetazione e l'accumulo nelle depressioni superficiali del terreno, che ritardano il verificarsi del deflusso superficiale.

I due parametri I_a ed S si dovranno determinare mediante operazioni di taratura del modello. Dall'analisi di risultati ottenuti dall' SCS in numerosi piccoli bacini sperimentali americani, è stata proposta una relazione empirica che lega i 2 parametri:

$$I_a = cS$$

con c posto pari a 0.2.

In questo modo è possibile definire il deflusso netto in funzione dell'afflusso meteorico, una volta fissato il valore di S .

Il parametro S dipende dalla possibilità di infiltrazione dell'acqua in condizioni di terreno già saturato, dall'insieme delle condizioni del suolo (uso, trattamento della superficie, drenaggio) e dal contenuto di umidità iniziale dello stesso (AMC, Antecedent Moisture Condition).

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >	

L'effetto di tutti questi fenomeni viene rappresentato globalmente introducendo un parametro adimensionale, il Curve Number (CN), legato ad S tramite la relazione:

$$S = S_0 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

dove S_0 è una costante di scala dimensionale, che riflette l'unità di misura adottata.
Nel sistema metrico, $S_0 = 254$ mm.

Il parametro CN è un numero adimensionale che varia da 100, per corpi idrici, a circa 30, per suoli permeabili con elevati tassi di infiltrazione, che dipende, innanzitutto, dalle caratteristiche idrologiche del suolo (struttura, tessitura e permeabilità).

Per identificare il tipo idrologico di suolo bisogna analizzare le caratteristiche geopedologiche del bacino. L'SCS ha classificato il suolo in quattro gruppi:

- Gruppo A: suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla, ghiaie profonde molto permeabili. Capacità di infiltrazione molto elevata.
- Gruppo B: suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A e con maggiore aliquota di argilla e limo. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
- Gruppo C: suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidi. Scarsa capacità di infiltrazione.
- Gruppo D: suoli con potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

Una volta individuato il tipo idrologico di suolo, per determinare il CN occorre analizzare la tipologia di uso del suolo stesso.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori caratteristici del parametro CN, che si ottengono per combinazione delle caratteristiche idrologiche del suolo, secondo i 4 tipi idrologici A-B-C-D a permeabilità decrescente, e delle caratteristiche di uso prevalente del suolo stesso.

Per quanto riguarda l'influenza dello stato di imbibimento del suolo all'inizio dell'evento meteorico, l'SCS individua tre classi caratterizzate da differenti condizioni iniziali (AMC, *Antecedent Moisture Condition*) a seconda del valore assunto dall'altezza di pioggia caduta nei cinque giorni precedenti l'evento meteorico:

AMC I: potenziale di scorrimento superficiale minimo. Suolo asciutto.

AMC II: potenziale di scorrimento medio. Suolo mediamente umido.

AMC III: potenziale di scorrimento massimo. Suolo saturo.

La categoria a cui fare riferimento si può individuare in base alla precipitazione totale dei 5 giorni precedenti quello dell'evento meteorico ed in base alla stagione, vegetativa o non vegetativa.

I valori di CN ricavati dalla Tabella A.1-2 si riferiscono a condizioni di saturazione del terreno medie (AMC II). E' comunque possibile ricondursi al valore del CNII tramite la seguente relazione:

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

I parametri richiesti dal modello distribuito SCS Curve Number sono un valore dell'indice CN per ogni interbacino in cui è stato discretizzato il bacino, e le condizioni iniziali, ovvero le perdite iniziali

 TERNA GROUP	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO		
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911		Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. 00	Rev. < 00 >

esprese come rapporto con la ritenzione potenziale (I_a/S , *initial abstraction ratio*, in genere posto pari a 0.2), da specificare per ogni sottobacino.

TIPO DI COPERTURA			TIPO DI SUOLO			
Uso del suolo	Trattamento o pratica	Condizione idrologica	A	B	C	D
Maggesi	a solchi diritti	-	77	86	91	94
Colture a solchi	a solchi diritti	cattiva	72	81	88	91
	a solchi diritti	buona	67	78	85	89
	a reggipoggio	cattiva	70	79	84	88
	a reggipoggio	buona	65	75	82	86
	a re. e terrazze	cattiva	66	74	80	82
	a re. e terrazze	buona	62	71	78	81
Grani piccoli	a solchi diritti	cattiva	65	76	84	88
	a solchi diritti	buona	63	75	83	87
	a reggipoggio	cattiva	63	74	82	85
	a reggipoggio	buona	61	73	81	84
	a re. e terrazze	cattiva	61	72	79	82
	a re. e terrazze	buona	59	70	78	81
Legumi seminati folti o prati in rotazione	a solchi diritti	cattiva	66	77	85	89
	a solchi diritti	buona	58	72	81	85
	a reggipoggio	cattiva	64	75	83	85
	a reggipoggio	buona	55	69	78	83
	a re. e terrazze	cattiva	63	73	80	83
	a re. e terrazze	buona	51	67	76	80
Pascoli	-	cattiva	68	79	86	89
	-	discreta	49	69	79	84
	-	buona	39	61	74	80
	a reggipoggio	cattiva	47	67	81	88
	a reggipoggio	discreta	25	59	75	83
	a reggipoggio	buona	6	35	70	79
Prati	-	buona	30	58	71	78
Boschi	-	cattiva	45	66	77	83
	-	discreta	36	60	73	79
	-	buona	25	55	70	77
Aziende agricole	-	-	59	74	82	86
Srade sterrate	-	-	72	82	87	89
Srade pavimentate	-	-	74	84	90	92

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

TIPO DI COPERTURA		TIPO DI SUOLO			
		A	B	C	D
Aree residenziali					
Area media dei lotti:	Area impermeabile (%)				
1/8 acro o meno	65	77	85	90	92
1/4 acro	38	61	75	83	87
1/3 acro	30	57	72	81	86
1/2 acro	25	54	70	80	85
1 acro	20	51	68	79	84
Parcheggi pavimentati, tetti, viali d'accesso		98	98	98	98
Strade urbane ed extraurbane					
Pavimentate, a dorso di mulo e con fognatura		98	98	98	98
in ghiaia		76	85	89	91
sterrate		72	82	87	89
Aree commerciali e professionali (impermeabili per l'85%)		89	92	94	95
Distretti industriali (impermeabili per il 72%)		81	88	91	93
Spazi aperti, prati, parchi, campi da golf, cimiteri					
in buone condizioni: copertura erbosa sul 75% o più		39	61	74	80
in discrete condizioni: copertura erbosa sul 50-75%		49	69	79	84

Valori del parametro CN per diverse combinazioni di suolo e copertura (SCS,1986)

A.5. IDROGRAMMA UNITARIO ADIMENSIONALE SCS

L'idrogramma SCS è un idrogramma adimensionale definito dal SCS in base all'analisi di idrogrammi di piena in uscita dalla sezione di chiusura di numerosi bacini idrografici strumentati, di dimensioni grandi e piccole. Esso ha un vasto campo di applicazioni pratiche nel campo delle trasformazioni afflussi deflussi per la sua semplicità d'uso e per la sua generalità. Questo IUH presenta il 37.5% del suo volume prima dell'istante di picco; inoltre, i valori della portata di picco e dell'istante T_p sono stati ricavati adottando un modello semplificato di idrogramma triangolare di base $2.67 T_p$ (). Per la definizione dell'idrogramma unitario adimensionale del SCS è necessario specificare il tempo di ritardo T_I del bacino idrografico, che può essere valutato separatamente mediante relazioni empiriche valide per l'area in esame oppure, in assenza di esse, a partire dal tempo di corrivazione secondo la relazione:

$$T_I = \frac{3}{5} T_c$$

Il parametro rappresenta il tempo di risposta medio del bacino definito come lo sfasamento tra il centroide dello ietogramma di pioggia effettiva e quello dell'idrogramma di deflusso diretto.

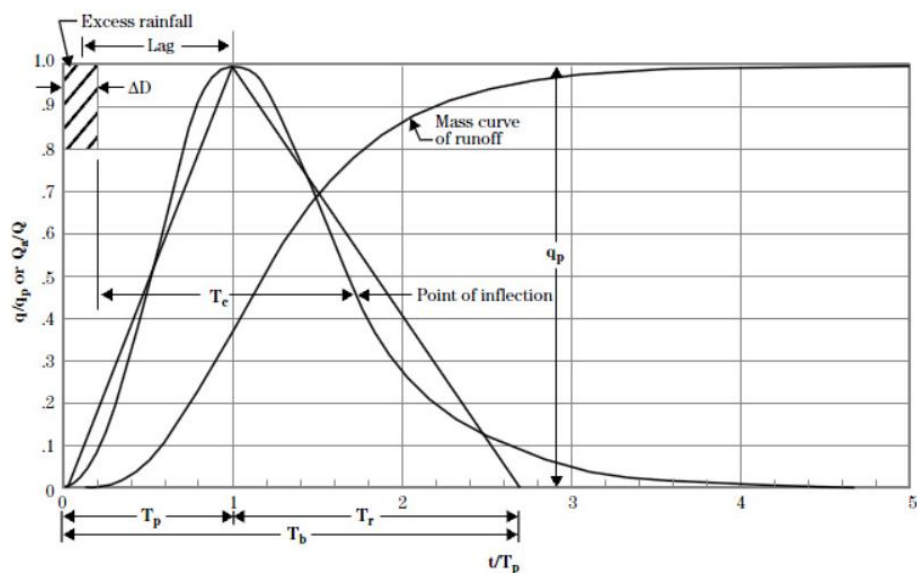


Figura 18: Idrogramma unitario del Soil Conservation Service (IUH-SCS)

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >	

Appendice B - Caratterizzazione della rete fognaria interna alla stazione elettrica

 TERNA GROUP	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >

Appendice C - Modellistica idraulica - fondamenti teorici

MODELLISTICA MONODIMENSIONALE MIKE 11

MIKE 1D è un software in grado di simulare il flusso monodimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali. Sviluppato a partire dagli anni '70 dal DHI (Danish Hydraulic Institute), rappresenta lo stato dell'arte nella modellistica matematica in ambito fluviale e riferimento nell'ambito della modellistica idrodinamica monodimensionale.

Caratteristiche del codice sono la velocità di calcolo e l'efficienza del robusto motore di simulazione idrodinamica (risolve le equazioni complete del De St. Venant), la struttura logica e sequenziale per l'inserimento e gestione dei dati di input (geometrie, serie storiche ecc.) ed i molteplici strumenti di interpretazione e visualizzazione dei risultati, in grado di garantire un'ottima rappresentazione degli studi condotti (rappresentazione di sezioni, profili, piani quotati, anche in ambiente GIS).

Modulo Idrodinamico (HD)

Il modulo idrodinamico HD rappresenta il cuore del codice di calcolo MIKE 1D ed è in grado di simulare il flusso idrico monodimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali. Attraverso l'utilizzo di HD è possibile simulare:

- portate laterali;
- condizioni di corrente veloce o lenta;
- flusso libero o rigurgitato in corrispondenza di sfioratori;
- differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi;
- resistenze localizzate e perdite di carico concentrate;
- casse d'espansione;
- condizioni di flusso quasi - bidimensionale sulle pianure alluvionali;
- azione del vento;
- nodi idraulici (biforcazioni e confluenze).

L'adozione del programma di simulazione MIKE 11 consente la soluzione del problema idrodinamico di moto vario con uno schema di soluzione numerica molto efficiente, che limita i tempi di calcolo consentendo una adeguata rappresentazione dell'evolversi temporale dei transitori idraulici legati al passaggio dell'onda di piena.

Descrizione delle Condizioni di Moto Simulate

Il modello consente di attivare tre diverse descrizioni del moto, mediante tre differenti formulazioni matematiche:

- Approccio dell'"onda cinematica". Le condizioni di moto sono calcolate imponendo il bilancio tra le forze di gravità e di attrito. Questa semplificazione non permette di simulare gli effetti di rigurgito.
- Approccio dell'"onda diffusiva". Oltre alle forze di gravità ed attrito viene tenuto conto del gradiente idrostatico in modo tale da poter valutare anche gli effetti a monte delle condizioni al contorno di valle e quindi simulare i fenomeni di rigurgito.
- Approccio dell'"onda dinamica". Utilizzando le equazioni complete del moto, comprese le forze di accelerazione, è possibile simulare con questa formulazione transitori veloci, flussi

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >

di marea ecc.

In funzione del tipo di problema da risolvere è possibile scegliere la descrizione del moto più appropriata. Ognuna delle tre formulazioni consente di simulare sia sistemi idrici ramificati che reti idrauliche con maglie chiuse.

Equazioni generali di De Saint Venant

MIKE 11, risolve le equazioni di conservazione del volume e della quantità di moto (equazioni di De Saint Venant) che sono derivate sulla base delle seguenti assunzioni:

- il fluido (acqua) è incomprimibile ed omogeneo, cioè senza significativa variazione di densità;
- la pendenza del fondo è piccola;
- le lunghezze d'onda sono grandi se paragonate all'altezza d'acqua, in modo da poter considerare in ogni punto parallela al fondo la direzione della corrente: è cioè trascurabile la componente verticale dell'accelerazione e su ogni sezione trasversale alla corrente si può assumere una variazione idrostatica della pressione.

Integrando le equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto si ottiene:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} = 0$$

ed introducendo la resistenza idraulica (attrito) e le portate laterali addotte:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQQ}{C^2 AR} = 0$$

dove:

A = area della sezione bagnata (m²);

C = coefficiente di attrito di Chezy (m^{1/2} s⁻¹);

g = accelerazione di gravità (m s⁻²);

h = altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);

Q = portata (m³/s);

R = raggio idraulico (m);

α = coefficiente di distribuzione della quantità di moto;

q = portata laterale addotta (m² s⁻¹).

Simulazione delle correnti veloci con l'approccio dell'onda dinamica

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

Per le correnti veloci viene applicata una equazione "ridotta" del moto, ottenuta trascurando il termine non lineare:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQQQ}{C^2AR} = 0$$

La descrizione del moto è tanto più accurata quanto meno rapidamente variabile è la velocità della corrente.

Il vantaggio di questa schematizzazione è rappresentato dal fatto che è possibile ottenere una soluzione stabile con la stessa metodologia usata per le correnti lente. Nella transizione tra corrente lenta e veloce viene applicata una riduzione graduale del termine non lineare.

Approssimazione dell'onda diffusiva

L'approssimazione dell' "onda diffusiva" consiste nel trascurare, nelle equazioni generali di De Saint Venant, tutti i termini legati alla quantità di moto:

$$gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQQQ}{C^2AR} = 0$$

Questa formulazione assicura ancora la descrizione dell'effetto di rigurgito attraverso il termine $\partial h / \partial x$. Per ragioni di stabilità questo termine viene smorzato; ciò significa che vengono risolti soltanto fenomeni di rigurgito relativamente stazionari (confrontati con lo step di tempo utilizzato).

Descrizione in corrispondenza di strutture

Dal punto di vista matematico la descrizione della corrente attraverso stramazzi o soglie e sezioni trasversali strette è abbastanza simile. Sono diversi i tipi di strutture che possono essere simulate:

Tipo 1. Stramazzo a soglia larga

Il programma automaticamente determina le caratteristiche di funzionamento standard dello stramazzo sulla base della geometria e dei coefficienti di perdita di carico specificati dall'utente. Viene assunta una distribuzione idrostatica delle pressioni sulla soglia e vengono utilizzati diversi algoritmi per la simulazione del deflusso libero e di quello rigurgitato.

Tipo 2. Relazione Q-h

Nel caso in cui le condizioni standard di funzionamento (tipo 1) dello stramazzo non risultino adeguate (ad esempio quando è evidente una significativa curvatura delle linee di corrente) è possibile specificare le relazioni Q-h (portate-livelli) valide per la data struttura. La relazione Q-h viene utilizzata per il deflusso libero in condizioni critiche, mentre per il deflusso rigurgitato (o sommerso) vengono utilizzati gli stessi algoritmi della struttura "tipo 1".

Tipo 3. Tombino

Un tombino può essere descritto mediante diversi algoritmi validi per condizioni di deflusso critico, rigurgitato o a "tubo pieno". Il funzionamento a "tubo pieno" è a sua volta suddiviso in deflusso libero a valle, flusso rigurgitato e flusso sommerso: il codice calcola in automatico una relazione Q-h che contempla tutti i casi di deflusso critico allo sbocco del tombino. La portata critica è determinata da

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

una formulazione di stramazzo a larga soglia quando l'imbocco è libero e da una formulazione di luce sotto battente quando l'imbocco è sommerso.

Tipo 4. Relazione Q-t

E' possibile inserire una qualsiasi relazione Q-t esterna per descrivere ad esempio il deflusso da una diga o un pompaggio. Questa relazione sostituisce localmente l'equazione di conservazione della quantità di moto.

Tipo 5. Relazione $Q = A(Z_j1) \cdot Z_j2$

Il deflusso nell'ambito di una struttura può essere posto in relazione, in modo dinamico, a due qualsiasi variabili indipendenti del sistema consentendo di simulare regole operative particolari. Il deflusso da un invaso può per esempio essere correlato alla portata in ingresso e al livello nell'invaso (o al livello a valle di esso).

Tipo 6. Strutture mobili

E' possibile simulare la presenza di strutture mobili con condizioni di deflusso di tipo sfioro o luce sotto battente. Viene assegnata la geometria fissa della struttura (larghezza, quota del fondo per sistemi a sfioro tipo ventola, quota del livello massimo della paratoia per sistemi con luce sotto battente) ed una regola operativa che determina la quota della parte mobile della struttura in funzione di una delle seguenti condizioni idrodinamiche calcolate dal modello: un livello, una differenza di livelli, una portata, una differenza di portate, il tempo. Il modulo simula dinamicamente la variazione della geometria della struttura ed il flusso che ne consegue.

Tipo 7. Ponti

In MIKE 11 possono essere utilizzate diverse formulazioni da letteratura per il calcolo del deflusso attraverso i ponti e del conseguente effetto di rigurgito. In particolare, sono implementati i modelli della FHWA (Federal Highway Administration USA, WSPRO method) e della USBPR (US Bureau of Public Roads), modelli per la simulazione della presenza delle pile (Nagler e Yarnell), modelli per il libero deflusso attraverso ponti ad arco (Biery & Delour, HR method). Tutti i precedenti metodi di calcolo possono essere integrati con il calcolo del moto in pressione e con il calcolo del sormonto della struttura (tombini e stramazzi).

Resistenza d'attrito

MIKE 11 consente di utilizzare due diverse formulazioni della resistenza d'attrito: l'espressione di Chezy e quella di Strickler. Secondo la formula di Chezy, nell'equazione del moto il termine di resistenza risulta pari a:

$$\tau_r = \frac{g Q Q}{C^2 A R}$$

dove C è il coefficiente di attrito di Chezy.

Secondo la formula di Strickler, lo stesso termine diventa:

$$\tau_r = \frac{g Q Q}{M^2 A R^{4/3}}$$

dove M è il coefficiente di Strickler, pari a $1/n$, essendo n il coefficiente di Manning.

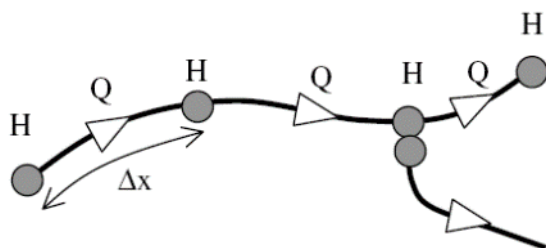
 T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911 Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >	

Condizioni Iniziali

Le condizioni iniziali possono essere specificate dall'utente oppure essere calcolate automaticamente. Nel secondo caso viene usata la formula di Chezy per determinare i livelli idrici e le portate da considerare all'inizio della simulazione su tutta la rete o schema idraulico. In alternativa a queste due opzioni è possibile anche assumere come condizioni iniziali i risultati di una precedente simulazione effettuata sullo stesso schema idraulico.

Metodo di Soluzione

La soluzione del sistema di equazioni è indipendente dall'approccio modellistico seguito (cinematico, diffusivo, dinamico). Le equazioni generali di De Saint Venant sono trasformate in un sistema di equazioni implicite alle differenze finite secondo una griglia di calcolo con punti Q e h alternati tra loro, nei quali la portata Q e il livello idrico h, rispettivamente, sono determinati ad ogni passo temporale (schema di Abbott a 6 punti).



La griglia di calcolo viene generata dal modello in base alle richieste dell'utente:

- i punti Q sono posizionati sempre a metà tra due punti h vicini;
- la distanza tra due punti h può essere variabile;
- ad ogni sezione trasversale d'alveo viene assegnato un punto h;
- ad ogni struttura viene assegnato un punto Q.

Condizioni al Contorno

In MIKE 1D le condizioni al contorno sono distinte in esterne ed interne. Le condizioni al contorno interne sono: legami tra punti nodali, strutture, portate interne. Le condizioni al contorno esterne sono: valori costanti di h e Q, valori di h e Q variabili nel tempo, relazioni tra h e Q (ad es. scala di deflusso per una sezione d'alveo).

MODELLISTICA BIDIMENSIONALE MIKE 21

Il MIKE 21 è un programma modulare contenente diversi codici per la simulazione di corpi idrici per i quali sia possibile adottare l'approssimazione idrodinamica bidimensionale, piana, per fluidi verticalmente omogenei. Il numero "21" che contraddistingue il codice indica proprio la bidimensionalità nel piano ("2") e la monodimensionalità lungo la verticale ("1").

Il sistema modellistico è stato sviluppato per la simulazione delle correnti a pelo libero e dei fenomeni correlati all'idraulica in fiumi, laghi o invasi, così come in ambito costiero e offshore. I principali campi di applicazione sono:

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: 	Rev. < 00 >

- modellazione idrodinamica del trasporto solido e della qualità delle acque in fiumi;
- laghi ed aree golenali;
- studio del moto ondoso in aree costiere, bacini portuali ed offshore;
- analisi idrodinamica del trasporto solido e morfologica in aree costiere;
- analisi della qualità delle acque al largo e sottocosta;
- supporto alla pianificazione e progettazione di opere costiere ed offshore;
- supporto alla pianificazione e progettazione di opere di difesa fluviale;
- supporto all'ottimizzazione di layout portuali;
- analisi impatto ambientale;
- previsione degli stati di mare a supporto della navigazione;
- analisi di allagamenti in aree costiere e fenomeni di storm surge.

Il pacchetto MIKE 21 è disponibile in 4 versioni che si differenziano in base alla schematizzazione geometrica adottata.

- CLASSIC GRID (Griglia classica singola): le equazioni di continuità e del moto sono risolte con una tecnica implicita alle differenze finite su una griglia rettangolare, uniforme in tutto il dominio di calcolo;
- MULTIPLE GRID (Griglia multipla): questo schema utilizza lo stesso approccio della griglia singola, con la possibilità di innestare nel dominio griglie a risoluzione crescente nelle aree ove sia richiesto un maggiore dettaglio;
- FLEXIBLE MESH (Griglia flessibile): questo schema utilizza un metodo ai volumi finiti per la discretizzazione delle equazioni di flusso e trasporto con valori centrati sul singolo elemento. Il dominio di calcolo è discretizzato nelle dimensioni orizzontali attraverso una maglia non strutturata. La griglia non strutturata garantisce il massimo della flessibilità nella rappresentazione di geometrie complesse, in particolare per domini di calcolo estesi in cui sia necessario adottare una risoluzione spaziale variabile;
- CURVILINEAR (Griglia curvilinea): è la griglia adottata da MIKE 21C, codice di calcolo studiato appositamente per applicazioni di morfologia fluviale.

In campo fluviale MIKE 21 può essere utilizzato in modo integrato con altri codici di calcolo del DHI, in particolare:

- MIKE 11, grazie al modulo MIKE FLOOD, che consente di condurre simulazioni idrodinamiche accoppiando gli approcci 1d e 2d in modo totalmente integrato;

Il modulo idrodinamico (HD), cuore del codice MIKE 21, simula le variazioni di livello e corrente in risposta alle differenti tipologie di forzanti considerate, potendo essere utilizzato da solo o come base per i calcoli effettuati dagli altri moduli disponibili. In particolare, il modulo HD di MIKE 21 permette di tenere in considerazione i seguenti fenomeni:

- flooding and drying;
- perdite di carico;
- attrito al fondo;
- forza di Coriolis;
- effetto del vento;
- gradienti di pressione barometrica;
- coperture di ghiaccio;
- effetto delle maree;
- precipitazioni/Evaporazioni;
- radiation stresses;
- pozzi e sorgenti.

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Rev. 00	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >

Per quanto riguarda le analisi dei fenomeni di esondazione, MIKE 21 può essere accoppiato in modo dinamico attraverso l'interfaccia MIKE FLOOD al codice monodimensionale MIKE 11, per la simulazione degli alvei e dei canali, ed al codice MIKE URBAN, per la simulazione delle reti di drenaggio e collettamento urbano, schematizzando il dominio di calcolo in modo integrato 1D/2D.

Il modulo idrodinamico HD del Mike 21 risolve le equazioni complete del moto di De St.Venant in un caso bidimensionale piano (la terza dimensione - asse z - è implicitamente integrata nelle equazioni considerando un mezzo verticalmente omogeneo), non stazionario. Il sistema delle equazioni di De St.Venant è costituito dalle seguenti equazioni.

Equazione di conservazione della massa:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0$$

Equazione di conservazione della quantità di moto lungo x:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega q - fV V_x \\ + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} p_a + \frac{1}{\rho_w} \left(\frac{\partial \mathcal{S}_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \mathcal{S}_{xy}}{\partial y} \right) = 0 \end{aligned}$$

Equazione di conservazione della quantità di moto lungo y:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gq\sqrt{p^2+q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega p - fV V_y \\ + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} p_a + \frac{1}{\rho_w} \left(\frac{\partial \mathcal{S}_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \mathcal{S}_{xy}}{\partial x} \right) = 0 \end{aligned}$$

nelle quali $h(x,y,t)$ è la profondità dell'acqua, $\zeta(x,y,t)$ è la quota del pelo libero, p , $q(x,y,t)$ sono le portate unitarie nelle direzioni x e y ; $C(x,y)$ è il coefficiente di scabrezza di Chezy, g l'accelerazione di gravità, $f(V)$ il fattore d'attrito del vento, V , V_x , $V_y(x,y,t)$ le velocità del vento e componenti lungo le direzioni x e y , $\Omega(x,y)$ il parametro di Coriolis, $p_a(x,y,t)$ la pressione atmosferica, ρ_w la densità dell'acqua, τ_{xx} , τ_{xy} , τ_{yy} le componenti degli sforzi tangenziali che tengono conto della turbolenza e del profilo verticale delle velocità, S_{xx} , S_{xy} , S_{yy} le componenti del "radiation stress" (nel caso la forzante idrodinamica derivi dall'interazione tra il moto ondoso ed il fondo).

Il termine di turbolenza è rappresentato dagli sforzi tangenziali τ che compaiono nelle equazioni di conservazione della quantità di moto lungo le direzioni x e y . La formulazione utilizzata prende in considerazione il parametro E "eddy viscosity" che è implementato secondo due modalità:

1. dipendente dal flusso locale:

 TERNA GROUP	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. 00	Rev. < 00 >

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(E \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E \frac{\partial p}{\partial y} \right) \quad (\text{nella direzione } x);$$

2. oppure dipendente dalla velocità locale:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(hE \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(hE \frac{\partial u}{\partial y} \right) \quad (\text{nella direzione } x);$$

Le due equazioni rappresentano il termine di sforzo tangenziale nelle equazioni di conservazione della quantità di moto. Il coefficiente E può essere specificato come costante su tutta la griglia, variabile da punto a punto, o come funzione del campo di velocità locale secondo la formulazione di Smagorinski:

$$E = c_s^2 \Delta^2 \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 \right]$$

nella quale u e v sono le componenti della velocità locale, Δ è la dimensione spaziale della griglia e c_s è una costante compresa tra 0,25 e 1.

In questo caso il termine di sforzo di taglio nelle equazioni di conservazione della quantità di moto (asse x) è dato da:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(hE \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{2} hE \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right)$$

La portata entrante nell'area di calcolo viene assegnata come portata unitaria ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$) lungo la frontiera libera dalla quale entra il flusso: viene assegnata al modello la portata complessiva (m^3/s) che viene poi ripartita automaticamente sui punti di calcolo della griglia.

La condizione iniziale è rappresentata da una situazione di "quiete", nel senso che tutte le componenti delle forzanti sono nulle (portate, velocità, livelli) e variano poi linearmente nel tempo fino a raggiungere il valore assegnato in un tempo prefissato. Questa tecnica, detta del "soft start" consente di eliminare eventuali brusche oscillazioni iniziali della soluzione che potrebbero presentarsi per problemi di stabilità numerica. Al termine del "soft start" la situazione ottenuta è di effettiva stazionarietà.

Il modello MIKE 21 HD necessita di una serie di dati di input che si possono raggruppare in differenti categorie, ovvero:

- parametri temporali e del dominio (risoluzione della griglia di calcolo, time step, durata simulazione);
- fattori di calibrazione (bed resistance, viscosità turbolenta);
- condizioni iniziali (livelli e campi di corrente);
- condizioni al contorno (livelli, portate);
- altre forzanti (campi di vento, radiation stresses, sorgenti o pozzi).

 TERNA GROUP	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. 00	Rev. < 00 >

I risultati di un'applicazione modellistica bidimensionale possono essere rappresentati con i molteplici strumenti di visualizzazione statica e dinamica a corredo dello strumento modellistico utilizzato. Gli strumenti di post processing consentono di creare animazione 2D da esportare ed utilizzare in ambiente di lavoro esterno alla piattaforma modellistica utilizzata per il calcolo numerico.

L'utilizzo di un approccio di tipo bidimensionale permette di indagare non solo l'intensità del fenomeno ma anche direzione e verso del vettore velocità in ogni cella della matrice. Ad esempio, per ognuno degli elementi della griglia, sono rappresentati le variazioni temporali delle seguenti variabili (si veda la):

- profondità e livelli idrici;
- flussi di corrente nelle direzioni principali;
- velocità di corrente e direzione.

MODELLISTICA MIKE FLOOD

MIKE FLOOD permette l'accoppiamento tra modello monodimensionale in alveo e bidimensionale nelle aree contermini.

L'accoppiamento dei modelli è dinamico:

- i modelli "girano" simultaneamente;
- ad ogni istante di simulazione avviene uno scambio di dati;
- la mutua interazione è bidirezionale.

L'integrazione tra i diversi modelli avviene in modo totalmente dinamico, garantendo quindi la conservazione di massa e quantità di moto tra i diversi sistemi ed è impostata attraverso un'interfaccia grafica comune.

L'accoppiamento tra mono e bidimensionale può avvenire in maniera puntuale, oppure in maniera distribuita.

Il corso d'acqua viene simulato attraverso sezioni fluviali. Le acque esondate e la loro propagazione viene effettuata con un modello bidimensionale.

I risultati sono espressi in battenti, livelli, flussi e velocità nelle aree allagate.

BACINI							
Codifica	Sup (mq)	tc (min)	Coeff deflusso	Pozzetto di recapito	Qmax TR30 0.5h (l/s)	Qmax TR200 0.5h (l/s)	Qmax TR500 0.5h (l/s)
Catchment_703	346.7	1	0.9	R3_P133	8.7	11.6	13.2
Catchment_704	389.4	1	0.9	R3_P134	9.8	13	14.8
Catchment_705	106.1	7	0.6	R3_P137	1.8	2.4	2.7
Catchment_706	631.1	2	0.9	R3_P135	15.8	21.1	24
Catchment_707	1753.1	4	0.9	R3_P136	44	58.6	66.7
Catchment_708	2205.4	7	0.6	R3_P157	36.9	49.1	55.9
Catchment_709	736.1	1	0.9	R3_P158	18.5	24.6	28
Catchment_710	1346.7	2	0.9	R3_P160	33.8	45	51.2
Catchment_711	1540.8	3	0.9	R3_P156	38.7	51.5	58.6
Catchment_712	1548.8	3	0.9	R3_P153	38.9	51.8	58.9
Catchment_713	590.6	7	0.6	R3_P155	9.9	13.2	15
Catchment_714	825.5	7	0.6	R3_P154	13.8	18.4	20.9
Catchment_715	724.5	1	0.9	R3_P159	18.2	24.2	27.6
Catchment_716	301.1	1	0.9	R3_P138	7.6	10.1	11.5
Catchment_717	434.5	1	0.9	R3_P132	10.9	14.5	16.5
Catchment_718	736.2	3	0.9	R3_P139	18.5	24.6	28
Catchment_719	1365.7	7	0.6	R3_P115	22.9	30.4	34.6
Catchment_720	572.0	7	0.6	R3_P152	9.6	12.7	14.5
Catchment_721	1129.1	3	0.9	R3_P140	28.3	37.7	42.9
Catchment_722	1435.6	2	0.9	R3_P161	36	48	54.6
Catchment_723	470.2	7	0.6	R3_P121	7.9	10.5	11.9
Catchment_724	1053.9	2	0.9	R3_P162	26.5	35.2	40.1
Catchment_725	429.6	7	0.6	R3_P122	7.2	9.6	10.9
Catchment_726	248.3	7	0.6	R3_P119	4.2	5.5	6.3
Catchment_727	610.7	1	0.9	R3_P116	15.3	20.4	23.2
Catchment_728	1092.8	7	0.6	R3_P151	18.3	24.3	27.7
Catchment_729	1178.1	2	0.9	R3_P146	29.6	39.4	44.8
Catchment_730	353.5	7	0.6	R3_P117	5.9	7.9	9
Catchment_731	283.6	7	0.6	R3_P120	4.7	6.3	7.2
Catchment_732	119.9	7	0.6	R3_P118	2	2.7	3
Catchment_733	1194.1	7	0.6	R3_P150	20	26.6	30.3
Catchment_734	808.9	2	0.9	R3_P131	20.3	27	30.8
Catchment_735	746.8	1	0.9	R3_P147	18.7	25	28.4
Catchment_736	246.6	7	0.6	R3_P114	4.1	5.5	6.3
Catchment_737	284.0	7	0.6	R3_P113	4.8	6.3	7.2
Catchment_738	1276.9	7	0.6	R3_P075	21.4	28.4	32.4
Catchment_739	1168.8	7	0.6	R3_P149	19.6	26	29.6
Catchment_740	1942.1	4	0.9	R3_P043	48.7	64.9	73.9
Catchment_741	452.8	7	0.6	R3_P112	7.6	10.1	11.5
Catchment_742	384.3	7	0.6	R3_P111	6.4	8.6	9.7
Catchment_743	307.5	7	0.6	R3_P077	5.1	6.9	7.8
Catchment_744	553.6	7	0.6	R3_P110	9.3	12.3	14
Catchment_745	741.6	7	0.6	R3_P102	12.4	16.5	18.8
Catchment_746	438.6	7	0.6	R3_P076	7.3	9.8	11.1
Catchment_747	1067.3	7	0.6	R3_P074	17.9	23.8	27.1
Catchment_748	246.2	7	0.6	R3_P044	4.1	5.5	6.2

BACINI							
Codifica	Sup (mq)	tc (min)	Coeff deflusso	Pozzetto di recapito	Qmax TR30 0.5h (l/s)	Qmax TR200 0.5h (l/s)	Qmax TR500 0.5h (l/s)
Catchment_749	554.3	7	0.6	R3_P053	9.3	12.3	14.1
Catchment_750	1302.6	1	0.9	R3_P148	32.7	43.5	49.5
Catchment_751	1169.1	7	0.6	R3_P073	19.6	26	29.6
Catchment_752	591.9	7	0.6	R3_P054	9.9	13.2	15
Catchment_753	427.5	7	0.6	R3_P046	7.2	9.5	10.8
Catchment_754	397.5	7	0.6	R3_P045	6.7	8.9	10.1
Catchment_755	621.0	7	0.6	R3_P101	10.4	13.8	15.7
Catchment_756	1329.8	2	0.9	R3_P072	33.4	44.4	50.6
Catchment_757	1584.7	4	0.9	R3_P027	39.8	53	60.3
Catchment_758	517.9	7	0.6	R3_P028	8.7	11.5	13.1
Catchment_759	1184.6	4	0.9	R3_P130	29.7	39.6	45.1
Catchment_760	532.2	7	0.6	R3_P109	8.9	11.9	13.5
Catchment_761	731.2	7	0.6	R3_P055	12.2	16.3	18.5
Catchment_762	425.1	7	0.6	R3_P047	7.1	9.5	10.8
Catchment_763	780.2	7	0.6	R3_P071	13.1	17.4	19.8
Catchment_764	1086.5	7	0.6	R3_P100	18.2	24.2	27.5
Catchment_765	558.0	7	0.6	R3_P029	9.3	12.4	14.1
Catchment_766	1390.2	4	0.9	R3_P129	34.9	46.5	52.9
Catchment_767	511.5	7	0.6	R3_P056	8.6	11.4	13
Catchment_768	471.1	7	0.6	R3_P108	7.9	10.5	11.9
Catchment_769	659.7	7	0.6	R3_P010	11	14.7	16.7
Catchment_770	903.4	2	0.9	R3_P051	22.7	30.2	34.4
Catchment_771	705.6	3	0.9	R3_P052	17.7	23.6	26.8
Catchment_772	1416.0	7	0.6	R3_P163	23.7	31.5	35.9
Catchment_773	877.6	4	0.9	R3_P128	22	29.3	33.4
Catchment_774	729.8	7	0.6	R3_P103	12.2	16.3	18.5
Catchment_775	638.6	7	0.6	R2_P021	10.7	14.2	16.2
Catchment_776	161.5	1	0.9	R3_P127	4.1	5.4	6.1
Catchment_777	151.3	1	0.9	R3_P126	3.8	5.1	5.8
Catchment_778	463.4	7	0.6	R2_P022	7.8	10.3	11.7
Catchment_779	154.7	7	0.6	R3_P125	2.6	3.4	3.9
Catchment_780	478.2	7	0.6	R2_P023	8	10.7	12.1
Catchment_781	160.6	1	0.9	R3_P124	4	5.4	6.1
Catchment_782	83.1	1	0.9	R3_P123	2.1	2.8	3.2
Catchment_783	487.5	7	0.6	R2_P024	8.2	10.9	12.4
Catchment_784	719.0	7	0.6	R3_P011	12	16	18.2
Catchment_785	765.9	7	0.6	R3_P012	12.8	17.1	19.4
Catchment_786	778.6	7	0.6	R3_P013	13	17.3	19.7
Catchment_787	724.5	7	0.6	R3_P014	12.1	16.1	18.4
Catchment_788	442.1	7	0.6	R2_P027	7.4	9.9	11.2
Catchment_789	1314.6	3	0.9	R1_P046	33	43.9	50
Catchment_790	840.6	7	0.6	R3_P008	14.1	18.7	21.3
Catchment_791	874.0	7	0.6	R3_P007	14.6	19.5	22.2
Catchment_792	927.5	7	0.6	R3_P006	15.5	20.7	23.5
Catchment_793	881.3	7	0.6	R3_P005	14.7	19.6	22.3
Catchment_794	885.7	7	0.6	R3_P004	14.8	19.7	22.5

BACINI							
Codifica	Sup (mq)	tc (min)	Coeff deflusso	Pozzetto di recapito	Qmax TR30 0.5h (l/s)	Qmax TR200 0.5h (l/s)	Qmax TR500 0.5h (l/s)
Catchment_795	889.0	7	0.6	R3_P003	14.9	19.8	22.5
Catchment_796	591.2	1	0.9	R1_P045	14.8	19.8	22.5
Catchment_797	701.1	1	0.9	R1_P044	17.6	23.4	26.7
Catchment_798	873.5	7	0.6	R3_P002	14.6	19.5	22.1
Catchment_799	542.9	1	0.9	R1_P043	13.6	18.1	20.6
Catchment_800	850.3	7	0.6	R3_P001	14.2	18.9	21.6
Catchment_801	826.9	7	0.6	R1_P001	13.8	18.4	21
Catchment_802	807.5	7	0.6	R1_P002	13.5	18	20.5
Catchment_803	3330.5	7	0.6	R1_P042	55.7	74.2	84.4
Catchment_804	781.8	7	0.6	R1_P003	13.1	17.4	19.8
Catchment_805	1344.1	7	0.6	R1_P004	22.5	29.9	34.1
Catchment_806	1797.5	3	0.9	R1_P005	45.1	60.1	68.4
Catchment_807	1536.6	7	0.6	R1_P006	25.7	34.2	39
Catchment_808	5222.1	7	0.6	R1_P007	87.4	116.3	132.4
Catchment_809	272.0	1	0.9	R1_P010	6.8	9.1	10.3
Catchment_810	506.7	1	0.9	R1_P012	12.7	16.9	19.3
Catchment_811	376.4	1	0.9	R1_P036	9.4	12.6	14.3
Catchment_812	529.3	1	0.9	R1_P040	13.3	17.7	20.1
Catchment_813	496.6	1	0.9	R1_P032	12.5	16.6	18.9
Catchment_814	463.6	1	0.9	R1_P031	11.6	15.5	17.6
Catchment_815	522.4	1	0.9	R1_P022	13.1	17.5	19.9
Catchment_816	560.0	1	0.9	R1_P021	14.1	18.7	21.3
Catchment_817	531.4	1	0.9	R1_P013	13.3	17.8	20.2
Catchment_818	424.9	1	0.9	R1_P041	10.7	14.2	16.2
Catchment_819	710.2	7	0.6	R1_P014	11.9	15.8	18
Catchment_820	1129.1	7	0.6	R3_P009	18.9	25.2	28.6
Catchment_821	409.5	7	0.6	R3_P048	6.9	9.1	10.4
Catchment_822	328.8	7	0.6	R3_P070	5.5	7.3	8.3
Catchment_823	481.2	7	0.6	R3_P098	8.1	10.7	12.2
Catchment_824	715.7	7	0.6	R3_P099	12	15.9	18.1
Catchment_825	558.8	7	0.6	R3_P030	9.4	12.5	14.2
Catchment_826	182.7	7	0.6	R3_P057	3.1	4.1	4.6
Catchment_827	146.9	7	0.6	R3_P050	2.5	3.3	3.7
Catchment_828	470.1	7	0.6	R3_P069	7.9	10.5	11.9
Catchment_829	445.9	7	0.6	R3_P107	7.5	9.9	11.3
Catchment_830	295.0	7	0.6	R3_P097	4.9	6.6	7.5
Catchment_831	146.9	7	0.6	R3_P096	2.5	3.3	3.7
Catchment_832	606.0	7	0.6	R3_P106	10.1	13.5	15.4
Catchment_833	524.0	7	0.6	R3_P042	8.8	11.7	13.3
Catchment_834	513.5	7	0.6	R3_P068	8.6	11.4	13
Catchment_835	377.4	7	0.6	R3_P049	6.3	8.4	9.6
Catchment_836	863.1	7	0.6	R3_P067	14.4	19.2	21.9
Catchment_837	166.9	7	0.6	R3_P095	2.8	3.7	4.2
Catchment_838	512.9	7	0.6	R3_P031	8.6	11.4	13
Catchment_839	389.5	7	0.6	R3_P032	6.5	8.7	9.9
Catchment_840	698.7	2	0.9	R3_P090	17.5	23.3	26.6

BACINI							
Codifica	Sup (mq)	tc (min)	Coeff deflusso	Pozzetto di recapito	Qmax TR30 0.5h (l/s)	Qmax TR200 0.5h (l/s)	Qmax TR500 0.5h (l/s)
Catchment_841	353.8	7	0.6	R3_P089	5.9	7.9	9
Catchment_842	543.2	7	0.6	R3_P041	9.1	12.1	13.8
Catchment_843	296.0	7	0.6	R3_P094	5	6.6	7.5
Catchment_844	719.9	1	0.9	R3_P105	18.1	24.1	27.4
Catchment_845	253.1	7	0.6	R3_P088	4.2	5.6	6.4
Catchment_846	160.8	7	0.6	R3_P016	2.7	3.6	4.1
Catchment_847	932.0	7	0.6	R3_P083	15.6	20.8	23.6
Catchment_848	209.1	7	0.6	R3_P015	3.5	4.7	5.3
Catchment_849	774.1	7	0.6	R3_P066	13	17.2	19.6
Catchment_850	514.8	7	0.6	R3_P065	8.6	11.5	13.1
Catchment_851	574.2	7	0.6	R3_P040	9.6	12.8	14.6
Catchment_852	448.6	7	0.6	R3_P092	7.5	10	11.4
Catchment_853	421.0	7	0.6	R3_P093	7	9.4	10.7
Catchment_854	590.6	7	0.6	R3_P026	9.9	13.2	15
Catchment_855	521.4	1	0.9	R3_P082	13.1	17.4	19.8
Catchment_856	275.8	7	0.6	R3_P087	4.6	6.1	7
Catchment_857	536.1	7	0.6	R3_P064	9	11.9	13.6
Catchment_858	669.2	1	0.9	R1_P039	16.8	22.4	25.4
Catchment_859	464.8	1	0.9	R1_P035	11.7	15.5	17.7
Catchment_860	177.8	1	0.9	R1_P018	4.5	5.9	6.8
Catchment_861	200.9	1	0.9	R1_P019	5	6.7	7.6
Catchment_862	499.6	1	0.9	R1_P034	12.5	16.7	19
Catchment_863	373.2	1	0.9	R1_P020	9.4	12.5	14.2
Catchment_864	500.9	7	0.6	R2_P025	8.4	11.2	12.7
Catchment_865	512.0	7	0.6	R2_P026	8.6	11.4	13
Catchment_866	297.7	1	0.9	R1_P030	7.5	9.9	11.3
Catchment_867	682.3	7	0.6	R1_P009	11.4	15.2	17.3
Catchment_868	443.2	7	0.6	R1_P011	7.4	9.9	11.2
Catchment_869	562.4	7	0.6	R3_P017	9.4	12.5	14.3
Catchment_870	556.6	7	0.6	R1_P008	9.3	12.4	14.1
Catchment_871	320.3	1	0.9	R1_P026	8	10.7	12.2
Catchment_872	476.0	1	0.9	R1_P028	11.9	15.9	18.1
Catchment_873	792.0	7	0.6	R2_P020	13.3	17.6	20.1
Catchment_874	540.4	1	0.9	R1_P038	13.6	18.1	20.6
Catchment_875	508.8	1	0.9	R1_P033	12.8	17	19.4
Catchment_876	260.1	1	0.9	R1_P029	6.5	8.7	9.9
Catchment_877	654.4	7	0.6	R1_P016	11	14.6	16.6
Catchment_878	432.2	7	0.6	R1_P017	7.2	9.6	11
Catchment_879	560.8	7	0.6	R3_P025	9.4	12.5	14.2
Catchment_880	542.0	7	0.6	R3_P039	9.1	12.1	13.7
Catchment_881	609.1	7	0.6	R3_P063	10.2	13.6	15.4
Catchment_882	551.0	7	0.6	R3_P038	9.2	12.3	14
Catchment_883	448.0	7	0.6	R2_P013	7.5	10	11.4
Catchment_884	449.1	7	0.6	R3_P091	7.5	10	11.4
Catchment_885	425.2	7	0.6	R3_P085	7.1	9.5	10.8
Catchment_886	399.1	7	0.6	R3_P086	6.7	8.9	10.1

BACINI							
Codifica	Sup (mq)	tc (min)	Coeff deflusso	Pozzetto di recapito	Qmax TR30 0.5h (l/s)	Qmax TR200 0.5h (l/s)	Qmax TR500 0.5h (l/s)
Catchment_887	537.0	1	0.9	R3_P079	13.5	17.9	20.4
Catchment_888	500.1	1	0.9	R3_P080	12.6	16.7	19
Catchment_889	530.6	7	0.6	R3_P024	8.9	11.8	13.5
Catchment_890	559.7	7	0.6	R3_P023	9.4	12.5	14.2
Catchment_891	726.1	1	0.9	R3_P104	18.2	24.3	27.6
Catchment_892	623.9	7	0.6	R3_P062	10.4	13.9	15.8
Catchment_893	501.8	1	0.9	R3_P081	12.6	16.8	19.1
Catchment_894	622.9	7	0.6	R3_P061	10.4	13.9	15.8
Catchment_895	448.3	7	0.6	R2_P014	7.5	10	11.4
Catchment_896	424.1	7	0.6	R3_P084	7.1	9.4	10.8
Catchment_897	424.2	7	0.6	R2_P006	7.1	9.5	10.8
Catchment_898	537.5	1	0.9	R3_P078	13.5	18	20.4
Catchment_899	559.4	7	0.6	R3_P022	8.7	11.5	13.1
Catchment_900	449.1	7	0.6	R2_P015	3.2	4.3	4.9
Catchment_901	549.3	7	0.6	R3_P037	9.4	12.5	14.2
Catchment_902	425.4	7	0.6	R2_P007	7.5	10	11.4
Catchment_903	625.5	7	0.6	R3_P060	9.2	12.2	13.9
Catchment_904	448.9	7	0.6	R2_P016	7.1	9.5	10.8
Catchment_905	548.6	7	0.6	R3_P036	10.5	13.9	15.9
Catchment_906	550.9	7	0.6	R3_P035	7.5	10	11.4
Catchment_907	425.9	7	0.6	R2_P008	9.2	12.2	13.9
Catchment_908	623.6	7	0.6	R3_P059	9.2	12.3	14
Catchment_909	537.7	1	0.9	R2_P001	7.1	9.5	10.8
Catchment_910	557.4	7	0.6	R3_P021	10.4	13.9	15.8
Catchment_911	558.0	7	0.6	R3_P020	13.5	18	20.4
Catchment_912	429.8	7	0.6	R2_P017	9.3	12.4	14.1
Catchment_913	552.5	7	0.6	R3_P034	9.3	12.4	14.1
Catchment_914	423.7	7	0.6	R2_P009	7.2	9.6	10.9
Catchment_915	620.1	7	0.6	R3_P058	9.2	12.3	14
Catchment_916	537.8	1	0.9	R2_P002	7.1	9.4	10.7
Catchment_917	357.7	7	0.6	R2_P010	10.4	13.8	15.7
Catchment_918	625.4	7	0.6	R1_P023	13.5	18	20.5
Catchment_919	266.3	7	0.6	R2_P018	6	8	9.1
Catchment_920	530.0	1	0.9	R2_P004	10.5	13.9	15.9
Catchment_921	538.5	1	0.9	R2_P003	4.5	5.9	6.8
Catchment_922	260.4	7	0.6	R2_P019	13.3	17.7	20.2
Catchment_923	556.4	7	0.6	R3_P019	13.5	18	20.5
Catchment_924	268.8	7	0.6	R2_P012	4.4	5.8	6.6
Catchment_925	548.7	7	0.6	R3_P033	9.3	12.4	14.1
Catchment_926	551.6	7	0.6	R1_P015	4.5	6	6.8
Catchment_927	624.1	7	0.6	R1_P024	9.2	12.2	13.9
Catchment_928	482.2	1	0.9	R2_P005	9.2	12.3	14
Catchment_929	558.0	7	0.6	R3_P018	10.4	13.9	15.8
Catchment_930	139.5	7	0.6	R2_P011	12.1	16.1	18.3
Catchment_931	462.7	7	0.6	R1_P025	9.3	12.4	14.1
Catchment_932	345.1	1	0.9	R1_P037	2.3	3.1	3.5

BACINI							
Codifica	Sup (mq)	tc (min)	Coeff deflusso	Pozzetto di recapito	Qmax TR30 0.5h (l/s)	Qmax TR200 0.5h (l/s)	Qmax TR500 0.5h (l/s)
Catchment_933	191.7	7	0.6	R1_P027	7.7	10.3	11.7
BAC_EST	32100.0	7	0.6	-	537.1	715.2	813.8
BAC_SUD1	53000.0	7	0.6	-	886.9	1180.8	1343.7
BAC_SUD2	33000.0	7	0.6	-	552.2	735.2	836.7
BAC_SUD3	26000.0	7	0.6	-	435.1	579.3	659.2
BAC_NORD	17000.0	7	0.6	-	284.5	378.8	431
BAC_OVEST	49000.0	7	0.6	-	819.9	1091.7	1242.3

POZZETTI

Codifica	Quota fondo pozzetto (mslm)	Quota terreno (mslm)
R1_P001	27.85	28.40
R1_P002	27.8	28.38
R1_P003	27.75	28.38
R1_P004	27.7	28.39
R1_P005	27.65	28.46
R1_P006	27.6	28.36
R1_P007	27.55	28.32
R1_P008	27.75	28.37
R1_P009	27.7	28.40
R1_P010	27.6	28.49
R1_P011	27.65	28.45
R1_P012	27.55	28.40
R1_P013	27.5	28.44
R1_P014	27.4	28.41
R1_P015	27.75	28.37
R1_P016	27.7	28.40
R1_P017	27.65	28.43
R1_P018	27.65	28.47
R1_P019	27.6	28.42
R1_P020	27.55	28.42
R1_P021	27.5	28.37
R1_P022	27.45	28.46
R1_P023	27.75	28.51
R1_P024	27.7	28.36
R1_P025	27.7	28.39
R1_P026	27.6	28.46
R1_P027	27.65	28.46
R1_P028	27.55	28.39
R1_P029	27.5	28.39
R1_P030	27.45	28.36
R1_P031	27.4	28.36
R1_P032	27.35	28.32
R1_P033	27.95	28.40
R1_P034	27.9	28.38
R1_P035	27.85	28.40
R1_P036	27.7	28.34
R1_P037	27.95	28.48
R1_P038	27.9	28.39
R1_P039	27.85	28.33
R1_P040	27.8	28.26
R1_P041	27.85	28.33
R1_P042	27.4	28.18
R1_P043	27.35	28.27
R1_P044	27.2	28.18
R1_P045	27.19	28.29
R1_P046	27.17	28.16
OUT_R1	26.17	27.50
R2_P001	27.75	28.36

POZZETTI

Codifica	Quota fondo pozzetto (mslm)	Quota terreno (mslm)
R2_P002	27.7	28.36
R2_P003	27.65	28.38
R2_P004	27.6	28.40
R2_P005	27.55	28.37
R2_P006	26.75	27.46
R2_P007	26.7	27.50
R2_P008	26.65	27.50
R2_P009	26.6	27.51
R2_P010	26.55	27.50
R2_P011	26.53	27.40
R2_P012	26.5	27.47
R2_P013	26.75	27.44
R2_P014	26.7	27.45
R2_P015	26.65	27.43
R2_P016	26.6	27.44
R2_P017	26.55	27.45
R2_P018	26.45	27.45
R2_P019	26.44	27.43
R2_P020	26.4	27.42
R2_P021	26.75	27.49
R2_P022	26.7	27.49
R2_P023	26.65	27.50
R2_P024	26.6	27.47
R2_P025	26.55	27.49
R2_P026	26.5	27.44
R2_P027	26.2	27.34
OUT_R2	25.43	26.60
R3_P001	27.9	28.40
R3_P002	27.88	28.38
R3_P003	27.86	28.34
R3_P004	27.82	28.31
R3_P005	27.78	28.25
R3_P006	27.72	28.26
R3_P007	27.68	28.25
R3_P008	27.64	28.27
R3_P009	27.75	28.30
R3_P010	27.7	28.27
R3_P011	27.7	28.29
R3_P012	27.6	28.24
R3_P013	27.55	28.25
R3_P014	27.5	28.27
R3_P015	27.5	28.27
R3_P016	27.49	28.26
R3_P017	27.8	28.39
R3_P018	27.75	28.38
R3_P019	27.7	28.41
R3_P020	27.65	28.38
R3_P021	27.6	28.34

POZZETTI

Codifica	Quota fondo pozzetto (mslm)	Quota terreno (mslm)
R3_P022	27.55	28.30
R3_P023	27.5	28.36
R3_P024	27.48	28.33
R3_P025	27.46	28.33
R3_P026	27.44	28.24
R3_P027	27.75	28.27
R3_P028	27.7	28.28
R3_P029	27.65	28.32
R3_P030	27.6	28.29
R3_P031	27.55	28.29
R3_P032	27.4	28.27
R3_P033	27.8	28.37
R3_P034	27.75	28.35
R3_P035	27.7	28.40
R3_P036	27.65	28.35
R3_P037	27.6	28.29
R3_P038	27.55	28.33
R3_P039	27.5	28.30
R3_P040	27.45	28.31
R3_P041	27.4	28.33
R3_P042	27.35	28.26
R3_P043	27.8	28.27
R3_P044	27.75	28.24
R3_P045	27.7	28.25
R3_P046	27.65	28.23
R3_P047	27.6	28.27
R3_P048	27.55	28.30
R3_P049	27.26	28.27
R3_P050	27.14	28.25
R3_P051	27.8	28.26
R3_P052	27.75	28.28
R3_P053	27.7	28.28
R3_P054	27.65	28.24
R3_P055	27.6	28.26
R3_P056	27.55	28.21
R3_P057	27.07	28.29
R3_P058	27.8	28.36
R3_P059	27.75	28.32
R3_P060	27.7	28.34
R3_P061	27.65	28.24
R3_P062	27.6	28.28
R3_P063	27.55	28.27
R3_P064	27.5	28.20
R3_P065	27.47	28.27
R3_P066	27.45	28.30
R3_P067	27.4	28.30
R3_P068	27.35	28.23
R3_P069	27.32	28.23

POZZETTI

Codifica	Quota fondo pozzetto (mslm)	Quota terreno (mslm)
R3_P070	26.9	28.15
R3_P071	26.76	28.17
R3_P072	26.71	28.22
R3_P073	26.52	28.16
R3_P074	26.49	28.17
R3_P075	26.45	28.17
R3_P076	26.37	28.15
R3_P077	26.3	27.40
R3_P078	27.8	28.33
R3_P079	27.75	28.37
R3_P080	27.7	28.29
R3_P081	27.65	28.30
R3_P082	27.6	28.31
R3_P083	27.55	28.31
R3_P084	26.8	27.47
R3_P085	26.75	27.45
R3_P086	26.7	27.41
R3_P087	26.65	27.41
R3_P088	26.6	27.57
R3_P089	26.55	27.48
R3_P090	26.5	27.66
R3_P091	26.8	27.42
R3_P092	26.75	27.42
R3_P093	26.7	27.35
R3_P094	26.65	27.35
R3_P095	26.6	27.40
R3_P096	26.6	27.40
R3_P097	26.55	27.43
R3_P098	26.45	27.41
R3_P099	26.4	27.40
R3_P100	26.35	27.45
R3_P101	26.3	27.31
R3_P102	26.3	27.30
R3_P103	26.8	27.48
R3_P104	26.75	27.41
R3_P105	26.7	27.35
R3_P106	26.65	27.37
R3_P107	26.6	27.50
R3_P108	26.55	27.37
R3_P109	26.5	27.52
R3_P110	26.45	27.29
R3_P111	26.24	27.39
R3_P112	26.13	28.04
R3_P113	25.84	28.20
R3_P114	25.83	28.21
R3_P115	26.35	28.23
R3_P116	26.3	28.21
R3_P117	26.28	28.21

POZZETTI

Codifica	Quota fondo pozzetto (mslm)	Quota terreno (mslm)
R3_P118	26.25	28.22
R3_P119	25.88	28.17
R3_P120	25.75	28.19
R3_P121	25.7	28.19
R3_P122	25.64	28.20
R3_P123	32.5	33.27
R3_P124	31.75	32.37
R3_P125	30.45	31.11
R3_P126	29.45	30.03
R3_P127	28.45	28.99
R3_P128	27.65	28.20
R3_P129	27.65	28.18
R3_P130	27.65	28.19
R3_P131	27.65	28.23
R3_P132	27.65	28.21
R3_P133	27.6	28.19
R3_P134	27.57	28.17
R3_P135	27.48	28.20
R3_P136	27.41	28.16
R3_P137	27.26	28.16
R3_P138	27.18	28.13
R3_P139	27.09	28.23
R3_P140	27.02	28.19
R3_P146	26.9	28.25
R3_P147	26.8	28.25
R3_P148	26.75	28.17
R3_P149	26.71	28.21
R3_P150	26.63	28.23
R3_P151	26.54	28.23
R3_P152	26.47	28.28
R3_P153	26.46	28.22
R3_P154	26.45	28.26
R3_P155	26.41	28.22
R3_P156	26.38	28.20
R3_P157	26.24	28.17
R3_P158	26.2	28.15
R3_P159	26.19	28.15
R3_P160	26.1	28.21
R3_P161	26.04	28.20
R3_P162	26.02	28.15
R3_P163	25.63	28.12
R3_P164	25.56	27.47
OUT_R3	25.42	27.40

CONDOTTE							
Codifica	Da nodo	A nodo	Quota scorrimento monte	Quota scorrimento valle	Lunghezza	Diametro	Manning
C001	R1_P001	R1_P002	27.85	27.8	21	300	100
C002	R1_P002	R1_P003	27.8	27.75	21	300	100
C003	R1_P003	R1_P004	27.75	27.7	21	300	100
C004	R1_P004	R1_P005	27.7	27.65	30	300	100
C005	R1_P005	R1_P006	27.65	27.6	18	300	100
C006	R1_P006	R1_P007	27.6	27.55	24	300	100
C007	R1_P007	R1_P013	27.55	27.5	25	300	100
C008	R1_P008	R1_P009	27.75	27.7	21	300	100
C009	R1_P009	R1_P011	27.7	27.65	31	300	100
C010	R1_P011	R1_P010	27.65	27.6	3	300	100
C011	R1_P010	R1_P012	27.6	27.55	17	300	100
C012	R1_P012	R1_P013	27.55	27.5	21	300	100
C013	R1_P013	R1_P014	27.5	27.4	20	500	100
C014	R1_P015	R1_P016	27.75	27.7	21	300	100
C015	R1_P016	R1_P017	27.7	27.65	29	300	100
C016	R1_P017	R1_P018	27.65	27.65	5	300	100
C017	R1_P018	R1_P019	27.65	27.6	9	300	100
C018	R1_P019	R1_P020	27.6	27.55	6	300	100
C019	R1_P020	R1_P021	27.55	27.5	24	300	100
C020	R1_P021	R1_P022	27.5	27.45	20	300	100
C021	R1_P022	R1_P014	27.45	27.4	27	300	100
C022	R1_P023	R1_P024	27.75	27.7	21	300	100
C023	R1_P024	R1_P025	27.7	27.7	21	300	100
C024	R1_P025	R1_P027	27.7	27.65	8	300	100
C025	R1_P027	R1_P026	27.65	27.6	5	300	100
C026	R1_P026	R1_P028	27.6	27.55	17	300	100
C027	R1_P028	R1_P029	27.55	27.5	16	400	100
C028	R1_P029	R1_P030	27.5	27.45	5	400	100
C029	R1_P030	R1_P031	27.45	27.4	20	400	100
C030	R1_P031	R1_P032	27.4	27.35	20	400	100
C031	R1_P032	R1_P044	27.35	27.2	23	400	100
C032	R1_P033	R1_P034	27.95	27.9	23	300	100
C033	R1_P034	R1_P035	27.9	27.85	20	300	100
C034	R1_P035	R1_P036	27.85	27.7	20	300	100
C035	R1_P036	R1_P045	27.7	27.19	12	300	100
C036	R1_P037	R1_P038	27.95	27.9	20	300	100
C037	R1_P038	R1_P039	27.9	27.85	20	300	100
C038	R1_P039	R1_P040	27.85	27.8	20	300	100
C039	R1_P040	R1_P046	27.8	27.17	20	300	100
C040	R1_P041	R1_P043	27.85	27.35	12	300	100
C041	R1_P014	R1_P042	27.4	27.4	21	500	100
C042	R1_P042	R1_P043	27.4	27.35	28	500	100
C043	R1_P043	R1_P044	27.35	27.2	28	500	100
C044	R1_P044	R1_P045	27.2	27.19	24	500	100
C045	R1_P045	R1_P046	27.19	27.17	20	500	100
C046	R1_P046	OUT_R1	27.17	26.17	50	500	100

CONDOTTE							
Codifica	Da nodo	A nodo	Quota scorrimento monte	Quota scorrimento valle	Lunghezza	Diametro	Manning
C047	R2_P001	R2_P002	27.75	27.7	20	300	100
C048	R2_P002	R2_P003	27.7	27.65	20	300	100
C049	R2_P003	R2_P004	27.65	27.6	20	300	100
C050	R2_P004	R2_P005	27.6	27.55	20	300	100
C051	R2_P005	R2_P010	27.55	26.55	19	300	100
C052	R2_P006	R2_P007	26.75	26.7	20	300	100
C053	R2_P007	R2_P008	26.7	26.65	20	300	100
C054	R2_P008	R2_P009	26.65	26.6	20	300	100
C055	R2_P009	R2_P010	26.6	26.55	20	300	100
C056	R2_P010	R2_P011	26.55	26.53	15	300	100
C057	R2_P011	R2_P012	26.53	26.5	7	300	100
C058	R2_P018	R2_P012	26.5	26.45	17	300	100
C059	R2_P013	R2_P014	26.75	26.7	20	300	100
C060	R2_P014	R2_P015	26.7	26.65	20	300	100
C061	R2_P015	R2_P016	26.65	26.6	20	300	100
C062	R2_P016	R2_P017	26.6	26.55	20	300	100
C063	R2_P017	R2_P018	26.55	26.45	20	300	100
C064	R2_P018	R2_P019	26.45	26.44	9	300	100
C065	R2_P019	R2_P020	26.44	26.4	12	400	100
C066	R2_P020	R2_P027	26.4	26.2	22	400	100
C067	R2_P021	R2_P022	26.75	26.7	20	300	100
C068	R2_P022	R2_P023	26.7	26.65	20	300	100
C069	R2_P023	R2_P024	26.65	26.6	20	300	100
C070	R2_P024	R2_P025	26.6	26.55	20	300	100
C071	R2_P025	R2_P026	26.55	26.5	20	300	100
C072	R2_P026	R2_P027	26.5	26.2	20	300	100
C073	R2_P027	OUT_R2	26.2	25.43	79	400	100
C074	R3_P001	R3_P002	27.9	27.88	21	300	100
C075	R3_P002	R3_P003	27.88	27.86	21	300	100
C076	R3_P003	R3_P004	27.86	27.82	21	300	100
C077	R3_P004	R3_P005	27.82	27.78	21	300	100
C078	R3_P005	R3_P006	27.78	27.72	21	300	100
C079	R3_P006	R3_P007	27.72	27.68	24	300	100
C080	R3_P007	R3_P008	27.68	27.64	19	300	100
C081	R3_P008	R3_P014	27.64	27.5	23	300	100
C082	R3_P009	R3_P010	27.75	27.7	20	300	100
C083	R3_P010	R3_P011	27.7	27.7	21	300	100
C084	R3_P011	R3_P012	27.7	27.6	21	300	100
C085	R3_P012	R3_P013	27.6	27.55	21	300	100
C086	R3_P013	R3_P014	27.55	27.5	19	300	100
C087	R3_P015	R3_P014	27.5	27.5	12	300	100
C088	R3_P015	R3_P016	27.5	27.49	4	300	100
C089	R3_P016	R3_P032	27.49	27.4	9	300	100
C090	R3_P017	R3_P018	27.8	27.75	21	300	100
C091	R3_P018	R3_P019	27.75	27.7	21	300	100
C092	R3_P019	R3_P020	27.7	27.65	21	300	100

CONDOTTE							
Codifica	Da nodo	A nodo	Quota scorrimento monte	Quota scorrimento valle	Lunghezza	Diametro	Manning
C093	R3_P020	R3_P021	27.65	27.6	21	300	100
C094	R3_P021	R3_P022	27.6	27.55	21	300	100
C095	R3_P022	R3_P023	27.55	27.5	21	300	100
C096	R3_P023	R3_P024	27.5	27.48	21	300	100
C097	R3_P024	R3_P025	27.48	27.46	19	300	100
C098	R3_P025	R3_P026	27.46	27.44	23	300	100
C099	R3_P026	R3_P032	27.44	27.4	23	300	100
C100	R3_P027	R3_P028	27.75	27.7	18	300	100
C101	R3_P028	R3_P029	27.7	27.65	21	300	100
C102	R3_P029	R3_P030	27.65	27.6	21	300	100
C103	R3_P030	R3_P031	27.6	27.55	21	300	100
C104	R3_P031	R3_P032	27.55	27.4	19	300	100
C105	R3_P032	R3_P049	27.4	27.26	27	400	100
C106	R3_P033	R3_P034	27.8	27.75	21	300	100
C107	R3_P034	R3_P035	27.75	27.7	21	300	100
C108	R3_P035	R3_P036	27.7	27.65	21	300	100
C109	R3_P036	R3_P037	27.65	27.6	21	300	100
C110	R3_P037	R3_P038	27.6	27.55	21	300	100
C111	R3_P038	R3_P039	27.55	27.5	21	300	100
C112	R3_P039	R3_P040	27.5	27.45	21	300	100
C113	R3_P040	R3_P041	27.45	27.4	23	300	100
C114	R3_P041	R3_P042	27.4	27.35	19	300	100
C115	R3_P042	R3_P049	27.35	27.26	23	300	100
C116	R3_P043	R3_P044	27.8	27.75	5	300	100
C117	R3_P044	R3_P045	27.75	27.7	18	300	100
C118	R3_P045	R3_P046	27.7	27.65	21	300	100
C119	R3_P046	R3_P047	27.65	27.6	21	300	100
C120	R3_P047	R3_P048	27.6	27.55	21	300	100
C121	R3_P048	R3_P049	27.55	27.26	19	300	100
C122	R3_P049	R3_P050	27.26	27.14	9	400	100
C123	R3_P050	R3_P057	27.14	27.07	4	400	100
C124	R3_P051	R3_P052	27.8	27.75	12	300	100
C125	R3_P052	R3_P053	27.75	27.7	22	300	100
C126	R3_P053	R3_P054	27.7	27.65	21	300	100
C127	R3_P054	R3_P055	27.65	27.6	21	300	100
C128	R3_P055	R3_P056	27.6	27.55	21	300	100
C129	R3_P056	R3_P057	27.55	27.07	19	300	100
C130	R3_P057	R3_P070	27.07	26.9	12	400	100
C131	R3_P058	R3_P059	27.8	27.75	21	300	100
C132	R3_P059	R3_P060	27.75	27.7	21	300	100
C133	R3_P060	R3_P061	27.7	27.65	21	300	100
C134	R3_P061	R3_P062	27.65	27.6	21	300	100
C135	R3_P062	R3_P063	27.6	27.55	21	300	100
C136	R3_P063	R3_P064	27.55	27.5	20	300	100
C137	R3_P064	R3_P065	27.5	27.47	10	400	100
C138	R3_P065	R3_P066	27.47	27.45	12	400	100

CONDOTTE							
Codifica	Da nodo	A nodo	Quota scorrimento monte	Quota scorrimento valle	Lunghezza	Diametro	Manning
C139	R3_P066	R3_P067	27.45	27.4	19	400	100
C140	R3_P067	R3_P068	27.4	27.35	15	400	100
C141	R3_P068	R3_P069	27.35	27.32	8	400	100
C142	R3_P069	R3_P070	27.32	26.9	23	400	100
C143	R3_P070	R3_P071	26.9	26.76	15	400	100
C144	R3_P071	R3_P072	26.76	26.71	20	400	100
C145	R3_P072	R3_P073	26.71	26.52	21	500	100
C146	R3_P073	R3_P074	26.52	26.49	20	500	100
C147	R3_P074	R3_P075	26.49	26.45	23	500	100
C148	R3_P075	R3_P076	26.45	26.37	17	500	100
C149	R3_P076	R3_P077	26.37	26.3	7	500	100
C151	R3_P078	R3_P079	27.8	27.75	20	300	100
C150	R3_P077	R3_P111	26.3	26.25	15	500	100
C152	R3_P079	R3_P080	27.75	27.7	20	300	100
C153	R3_P080	R3_P081	27.7	27.65	17	300	100
C154	R3_P081	R3_P082	27.65	27.6	21	300	100
C155	R3_P082	R3_P083	27.6	27.55	19	300	100
C156	R3_P083	R3_P090	27.55	26.5	19	400	100
C157	R3_P084	R3_P085	26.8	26.75	20	300	100
C158	R3_P085	R3_P086	26.75	26.7	20	300	100
C159	R3_P086	R3_P087	26.7	26.65	18	300	100
C160	R3_P087	R3_P088	26.65	26.6	8	300	100
C161	R3_P088	R3_P089	26.6	26.55	14	300	100
C162	R3_P089	R3_P090	26.55	26.5	19	300	100
C163	R3_P090	R3_P098	26.5	26.45	22	400	100
C164	R3_P091	R3_P092	26.8	26.75	20	300	100
C165	R3_P092	R3_P093	26.75	26.7	20	300	100
C166	R3_P093	R3_P094	26.7	26.65	18	300	100
C167	R3_P094	R3_P095	26.65	26.6	8	300	100
C168	R3_P095	R3_P096	26.6	26.6	6	300	100
C169	R3_P096	R3_P097	26.6	26.55	6	300	100
C170	R3_P097	R3_P098	26.55	26.45	21	300	100
C171	R3_P098	R3_P099	26.45	26.4	22	400	100
C172	R3_P099	R3_P100	26.4	26.35	21	400	100
C173	R3_P100	R3_P101	26.35	26.3	23	400	100
C174	R3_P101	R3_P102	26.3	26.3	2	400	100
C175	R3_P102	R3_P111	26.3	26.24	23	400	100
C176	R3_P103	R3_P104	26.8	26.75	20	300	100
C177	R3_P104	R3_P105	26.75	26.7	20	300	100
C178	R3_P105	R3_P106	26.7	26.65	20	300	100
C179	R3_P106	R3_P107	26.65	26.6	20	300	100
C180	R3_P107	R3_P108	26.6	26.55	19	300	100
C181	R3_P108	R3_P109	26.55	26.5	21	300	100
C182	R3_P109	R3_P110	26.5	26.45	24	300	100
C183	R3_P110	R3_P111	26.45	26.24	23	300	100
C184	R3_P111	R3_P112	26.24	26.13	18	600	100

CONDOTTE							
Codifica	Da nodo	A nodo	Quota scorrimento monte	Quota scorrimento valle	Lunghezza	Diametro	Manning
C185	R3_P112	R3_P113	26.13	25.84	11	600	100
C186	R3_P113	R3_P114	25.84	25.83	7	600	100
C187	R3_P114	R3_P120	25.83	25.75	16	600	100
C188	R3_P115	R3_P116	26.35	26.3	12	300	100
C189	R3_P116	R3_P117	26.3	26.28	14	300	100
C190	R3_P117	R3_P118	26.28	26.25	10	300	100
C191	R3_P118	R3_P119	26.25	25.88	10	300	100
C192	R3_P119	R3_P120	25.88	25.75	6	300	100
C193	R3_P120	R3_P121	25.75	25.7	14	600	100
C194	R3_P121	R3_P122	25.7	25.64	13	600	100
C195	R3_P122	R3_P163	25.64	25.63	14	600	100
C196	R3_P123	R3_P124	32.5	31.75	19	300	100
C197	R3_P124	R3_P125	31.75	30.45	20	300	100
C198	R3_P125	R3_P126	30.45	29.45	18	300	100
C199	R3_P126	R3_P127	29.45	28.45	18	239.158	100
C200	R3_P127	R3_P128	28.45	27.65	19	300	100
C201	R3_P128	R3_P129	27.65	27.65	17	300	100
C202	R3_P129	R3_P130	27.65	27.65	18	300	100
C203	R3_P130	R3_P131	27.65	27.65	18	300	100
C204	R3_P131	R3_P132	27.65	27.65	18	300	100
C205	R3_P132	R3_P133	27.65	27.6	18	300	100
C206	R3_P133	R3_P134	27.6	27.57	16	300	100
C207	R3_P134	R3_P135	27.57	27.48	16	300	100
C208	R3_P135	R3_P136	27.48	27.41	13	300	100
C209	R3_P136	R3_P137	27.41	27.26	8	300	100
C210	R3_P137	R3_P138	27.26	27.18	14	300	100
C211	R3_P138	R3_P139	27.18	27.09	15	300	100
C212	R3_P139	R3_P140	27.09	27.02	12	300	100
C220	R3_P146	R3_P147	26.9	26.8	30	300	100
C221	R3_P147	R3_P148	26.8	26.75	29	300	100
C222	R3_P148	R3_P149	26.75	26.71	19	400	100
C223	R3_P149	R3_P150	26.71	26.63	28	400	100
C224	R3_P150	R3_P151	26.63	26.54	18	400	100
C225	R3_P151	R3_P152	26.54	26.47	25	400	100
C226	R3_P152	R3_P153	26.47	26.46	10	500	100
C227	R3_P153	R3_P154	26.46	26.45	10	500	100
C228	R3_P154	R3_P155	26.45	26.41	15	500	100
C229	R3_P155	R3_P156	26.41	26.38	14	500	100
C230	R3_P156	R3_P157	26.38	26.24	27	500	100
C231	R3_P157	R3_P158	26.24	26.2	15	600	100
C232	R3_P158	R3_P159	26.2	26.19	15	600	100
C233	R3_P159	R3_P160	26.19	26.1	13	600	100
C234	R3_P160	R3_P161	26.1	26.04	19	600	100
C235	R3_P161	R3_P162	26.04	26.02	18	600	100
C236	R3_P162	R3_P163	26.02	25.63	14	600	100
C237	R3_P163	R3_P164	25.63	25.56	26	800	100

CONDOTTE							
Codifica	Da nodo	A nodo	Quota scorrimento monte	Quota scorrimento valle	Lunghezza	Diametro	Manning
C238	R3_P164	OUT_R3	25.56	25.42	62	800	100
C216	R3_P140	R3_P146	27.02	26.9	34	300	100

 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P	RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA S/E SUVERETO	
Codifica Elaborato Terna: DGDR10012B2014911	Codifica Elaborato <Fornitore>: Rev. < 00 >	
	Rev. 00	

Appendice D - Risultati della modellazione idraulica della rete fognaria

CONDOTTE							
Codifica	Da nodo	A nodo	Diametro	TR30 0.5H Q max (l/s)	TR30 0.5H Riempim (%)	TR200 0.5H Q max (l/s)	TR200 0.5H Riempim (%)
C001	R1_P001	R1_P002	300	30	100%	20	100%
C002	R1_P002	R1_P003	300	40	100%	40	100%
C003	R1_P003	R1_P004	300	40	100%	40	100%
C004	R1_P004	R1_P005	300	50	100%	40	100%
C005	R1_P005	R1_P006	300	50	100%	60	100%
C006	R1_P006	R1_P007	300	80	100%	70	100%
C007	R1_P007	R1_P013	300	110	100%	110	100%
C008	R1_P008	R1_P009	300	20	100%	20	100%
C009	R1_P009	R1_P011	300	30	100%	30	100%
C010	R1_P011	R1_P010	300	30	100%	30	100%
C011	R1_P010	R1_P012	300	30	100%	30	100%
C012	R1_P012	R1_P013	300	40	100%	40	100%
C013	R1_P013	R1_P014	500	110	100%	120	100%
C014	R1_P015	R1_P016	300	10	100%	10	100%
C015	R1_P016	R1_P017	300	20	100%	30	100%
C016	R1_P017	R1_P018	300	20	100%	40	100%
C017	R1_P018	R1_P019	300	20	100%	40	100%
C018	R1_P019	R1_P020	300	20	100%	40	100%
C019	R1_P020	R1_P021	300	30	100%	40	100%
C020	R1_P021	R1_P022	300	40	100%	40	100%
C021	R1_P022	R1_P014	300	40	100%	40	100%
C022	R1_P023	R1_P024	300	10	100%	10	100%
C023	R1_P024	R1_P025	300	30	100%	50	100%
C024	R1_P025	R1_P027	300	30	100%	50	100%
C025	R1_P027	R1_P026	300	40	100%	50	100%
C026	R1_P026	R1_P028	300	40	100%	50	100%
C027	R1_P028	R1_P029	400	50	100%	60	100%
C028	R1_P029	R1_P030	400	60	100%	60	100%
C029	R1_P030	R1_P031	400	70	100%	80	100%
C030	R1_P031	R1_P032	400	80	100%	90	100%
C031	R1_P032	R1_P044	400	90	100%	110	100%
C032	R1_P033	R1_P034	300	10	69%	20	100%
C033	R1_P034	R1_P035	300	30	77%	30	100%
C034	R1_P035	R1_P036	300	40	100%	50	100%
C035	R1_P036	R1_P045	300	50	100%	60	100%
C036	R1_P037	R1_P038	300	0	45%	0	54%
C037	R1_P038	R1_P039	300	10	63%	10	74%
C038	R1_P039	R1_P040	300	20	73%	30	87%
C039	R1_P040	R1_P046	300	40	100%	40	100%
C040	R1_P041	R1_P043	300	20	100%	20	100%
C041	R1_P014	R1_P042	500	160	100%	160	100%
C042	R1_P042	R1_P043	500	210	100%	200	100%
C043	R1_P043	R1_P044	500	210	100%	200	100%
C044	R1_P044	R1_P045	500	280	100%	270	100%
C045	R1_P045	R1_P046	500	330	100%	340	100%
C046	R1_P046	OUT_R1	500	390	76%	430	100%

CONDOTTE							
Codifica	Da nodo	A nodo	Diametro	TR30 0.5H Q max (l/s)	TR30 0.5H Riempim (%)	TR200 0.5H Q max (l/s)	TR200 0.5H Riempim (%)
C047	R2_P001	R2_P002	300	10	100%	20	100%
C048	R2_P002	R2_P003	300	30	100%	40	100%
C049	R2_P003	R2_P004	300	40	100%	50	100%
C050	R2_P004	R2_P005	300	50	100%	70	100%
C051	R2_P005	R2_P010	300	70	100%	90	100%
C052	R2_P006	R2_P007	300	0	100%	10	100%
C053	R2_P007	R2_P008	300	0	100%	0	100%
C054	R2_P008	R2_P009	300	0	100%	0	100%
C055	R2_P009	R2_P010	300	0	100%	0	100%
C056	R2_P010	R2_P011	300	30	100%	30	100%
C057	R2_P011	R2_P012	300	100	100%	100	100%
C058	R2_P018	R2_P012	300	110	100%	110	100%
C059	R2_P013	R2_P014	300	20	100%	20	100%
C060	R2_P014	R2_P015	300	30	100%	30	100%
C061	R2_P015	R2_P016	300	30	100%	30	100%
C062	R2_P016	R2_P017	300	30	100%	30	100%
C063	R2_P017	R2_P018	300	60	100%	60	100%
C064	R2_P018	R2_P019	300	140	100%	130	100%
C065	R2_P019	R2_P020	400	140	100%	140	100%
C066	R2_P020	R2_P027	400	150	100%	150	100%
C067	R2_P021	R2_P022	300	10	100%	10	100%
C068	R2_P022	R2_P023	300	30	100%	40	100%
C069	R2_P023	R2_P024	300	30	100%	40	100%
C070	R2_P024	R2_P025	300	60	100%	70	100%
C071	R2_P025	R2_P026	300	60	100%	70	100%
C072	R2_P026	R2_P027	300	100	100%	110	100%
C073	R2_P027	OUT_R2	400	230	100%	230	100%
C074	R3_P001	R3_P002	300	30	100%	30	100%
C075	R3_P002	R3_P003	300	30	100%	40	100%
C076	R3_P003	R3_P004	300	30	100%	30	100%
C077	R3_P004	R3_P005	300	40	100%	40	100%
C078	R3_P005	R3_P006	300	30	100%	40	100%
C079	R3_P006	R3_P007	300	40	100%	40	100%
C080	R3_P007	R3_P008	300	40	100%	50	100%
C081	R3_P008	R3_P014	300	50	100%	60	100%
C082	R3_P009	R3_P010	300	20	100%	30	100%
C083	R3_P010	R3_P011	300	20	100%	20	100%
C084	R3_P011	R3_P012	300	20	100%	20	100%
C085	R3_P012	R3_P013	300	20	100%	20	100%
C086	R3_P013	R3_P014	300	30	100%	30	100%
C087	R3_P015	R3_P014	300	0	100%	0	100%
C088	R3_P015	R3_P016	300	60	100%	60	100%
C089	R3_P016	R3_P032	300	60	100%	50	100%
C090	R3_P017	R3_P018	300	10	100%	10	100%
C091	R3_P018	R3_P019	300	20	100%	20	100%
C092	R3_P019	R3_P020	300	30	100%	30	100%

CONDOTTE							
Codifica	Da nodo	A nodo	Diametro	TR30 0.5H Q max (l/s)	TR30 0.5H Riempim (%)	TR200 0.5H Q max (l/s)	TR200 0.5H Riempim (%)
C093	R3_P020	R3_P021	300	30	100%	30	100%
C094	R3_P021	R3_P022	300	30	100%	30	100%
C095	R3_P022	R3_P023	300	30	100%	30	100%
C096	R3_P023	R3_P024	300	20	100%	30	100%
C097	R3_P024	R3_P025	300	30	100%	30	100%
C098	R3_P025	R3_P026	300	40	100%	40	100%
C099	R3_P026	R3_P032	300	30	100%	20	100%
C100	R3_P027	R3_P028	300	30	100%	40	100%
C101	R3_P028	R3_P029	300	40	100%	40	100%
C102	R3_P029	R3_P030	300	40	100%	40	100%
C103	R3_P030	R3_P031	300	30	100%	40	100%
C104	R3_P031	R3_P032	300	40	100%	40	100%
C105	R3_P032	R3_P049	400	90	100%	90	100%
C106	R3_P033	R3_P034	300	20	100%	20	100%
C107	R3_P034	R3_P035	300	20	100%	30	100%
C108	R3_P035	R3_P036	300	30	100%	30	100%
C109	R3_P036	R3_P037	300	30	100%	30	100%
C110	R3_P037	R3_P038	300	30	100%	30	100%
C111	R3_P038	R3_P039	300	30	100%	30	100%
C112	R3_P039	R3_P040	300	30	100%	30	100%
C113	R3_P040	R3_P041	300	30	100%	30	100%
C114	R3_P041	R3_P042	300	30	100%	30	100%
C115	R3_P042	R3_P049	300	20	100%	30	100%
C116	R3_P043	R3_P044	300	50	100%	50	100%
C117	R3_P044	R3_P045	300	40	100%	50	100%
C118	R3_P045	R3_P046	300	40	100%	50	100%
C119	R3_P046	R3_P047	300	40	100%	40	100%
C120	R3_P047	R3_P048	300	40	100%	40	100%
C121	R3_P048	R3_P049	300	30	100%	30	100%
C122	R3_P049	R3_P050	400	130	100%	120	100%
C123	R3_P050	R3_P057	400	130	100%	120	100%
C124	R3_P051	R3_P052	300	20	100%	40	100%
C125	R3_P052	R3_P053	300	30	100%	40	100%
C126	R3_P053	R3_P054	300	40	100%	40	100%
C127	R3_P054	R3_P055	300	40	100%	50	100%
C128	R3_P055	R3_P056	300	50	100%	60	100%
C129	R3_P056	R3_P057	300	50	100%	60	100%
C130	R3_P057	R3_P070	400	140	100%	140	100%
C131	R3_P058	R3_P059	300	10	100%	20	100%
C132	R3_P059	R3_P060	300	20	100%	30	100%
C133	R3_P060	R3_P061	300	30	100%	40	100%
C134	R3_P061	R3_P062	300	30	100%	30	100%
C135	R3_P062	R3_P063	300	40	100%	40	100%
C136	R3_P063	R3_P064	300	40	100%	50	100%
C137	R3_P064	R3_P065	400	50	100%	60	100%
C138	R3_P065	R3_P066	400	50	100%	60	100%

CONDOTTE							
Codifica	Da nodo	A nodo	Diametro	TR30 0.5H Q max (l/s)	TR30 0.5H Riempim (%)	TR200 0.5H Q max (l/s)	TR200 0.5H Riempim (%)
C139	R3_P066	R3_P067	400	50	100%	60	100%
C140	R3_P067	R3_P068	400	60	100%	70	100%
C141	R3_P068	R3_P069	400	60	100%	60	100%
C142	R3_P069	R3_P070	400	60	100%	60	100%
C143	R3_P070	R3_P071	400	170	100%	170	100%
C144	R3_P071	R3_P072	400	180	100%	170	100%
C145	R3_P072	R3_P073	500	180	100%	200	100%
C146	R3_P073	R3_P074	500	190	100%	230	100%
C147	R3_P074	R3_P075	500	200	100%	250	100%
C148	R3_P075	R3_P076	500	230	100%	290	100%
C149	R3_P076	R3_P077	500	230	100%	290	100%
C151	R3_P078	R3_P079	300	240	100%	280	100%
C150	R3_P077	R3_P111	500	10	100%	20	100%
C152	R3_P079	R3_P080	300	30	100%	40	100%
C153	R3_P080	R3_P081	300	40	100%	50	100%
C154	R3_P081	R3_P082	300	60	100%	80	100%
C155	R3_P082	R3_P083	300	80	100%	100	100%
C156	R3_P083	R3_P090	400	90	100%	120	100%
C157	R3_P084	R3_P085	300	10	100%	10	100%
C158	R3_P085	R3_P086	300	20	100%	20	100%
C159	R3_P086	R3_P087	300	10	100%	20	100%
C160	R3_P087	R3_P088	300	10	100%	20	100%
C161	R3_P088	R3_P089	300	20	100%	20	100%
C162	R3_P089	R3_P090	300	20	100%	20	100%
C163	R3_P090	R3_P098	400	80	100%	100	100%
C164	R3_P091	R3_P092	300	10	100%	10	100%
C165	R3_P092	R3_P093	300	20	100%	20	100%
C166	R3_P093	R3_P094	300	20	100%	20	100%
C167	R3_P094	R3_P095	300	20	100%	20	100%
C168	R3_P095	R3_P096	300	20	100%	20	100%
C169	R3_P096	R3_P097	300	20	100%	30	100%
C170	R3_P097	R3_P098	300	30	100%	30	100%
C171	R3_P098	R3_P099	400	70	100%	70	100%
C172	R3_P099	R3_P100	400	70	100%	70	100%
C173	R3_P100	R3_P101	400	80	100%	90	100%
C174	R3_P101	R3_P102	400	70	100%	70	100%
C175	R3_P102	R3_P111	400	100	100%	120	100%
C176	R3_P103	R3_P104	300	10	100%	20	100%
C177	R3_P104	R3_P105	300	30	100%	40	100%
C178	R3_P105	R3_P106	300	40	100%	40	100%
C179	R3_P106	R3_P107	300	40	100%	50	100%
C180	R3_P107	R3_P108	300	40	100%	50	100%
C181	R3_P108	R3_P109	300	40	100%	50	100%
C182	R3_P109	R3_P110	300	40	100%	50	100%
C183	R3_P110	R3_P111	300	50	100%	70	100%
C184	R3_P111	R3_P112	600	320	100%	350	100%

CONDOTTE							
Codifica	Da nodo	A nodo	Diametro	TR30 0.5H Q max (l/s)	TR30 0.5H Riempim (%)	TR200 0.5H Q max (l/s)	TR200 0.5H Riempim (%)
C185	R3_P112	R3_P113	600	320	100%	350	100%
C186	R3_P113	R3_P114	600	320	100%	350	100%
C187	R3_P114	R3_P120	600	320	100%	360	100%
C188	R3_P115	R3_P116	300	20	100%	30	100%
C189	R3_P116	R3_P117	300	40	100%	50	100%
C190	R3_P117	R3_P118	300	40	100%	60	100%
C191	R3_P118	R3_P119	300	50	100%	60	100%
C192	R3_P119	R3_P120	300	50	100%	70	100%
C193	R3_P120	R3_P121	600	340	100%	360	100%
C194	R3_P121	R3_P122	600	340	100%	360	100%
C195	R3_P122	R3_P163	600	350	100%	360	100%
C196	R3_P123	R3_P124	300	0	19%	0	22%
C197	R3_P124	R3_P125	300	10	24%	10	27%
C198	R3_P125	R3_P126	300	10	31%	10	36%
C199	R3_P126	R3_P127	239.158	10	60%	20	75%
C200	R3_P127	R3_P128	300	20	100%	20	100%
C201	R3_P128	R3_P129	300	30	100%	40	100%
C202	R3_P129	R3_P130	300	40	100%	40	100%
C203	R3_P130	R3_P131	300	50	100%	50	100%
C204	R3_P131	R3_P132	300	50	100%	50	100%
C205	R3_P132	R3_P133	300	50	100%	50	100%
C206	R3_P133	R3_P134	300	50	100%	50	100%
C207	R3_P134	R3_P135	300	50	100%	50	100%
C208	R3_P135	R3_P136	300	50	100%	50	100%
C209	R3_P136	R3_P137	300	70	100%	70	100%
C210	R3_P137	R3_P138	300	60	100%	60	100%
C211	R3_P138	R3_P139	300	80	100%	70	100%
C212	R3_P139	R3_P140	300	80	100%	70	100%
C220	R3_P146	R3_P147	300	90	100%	70	100%
C221	R3_P147	R3_P148	300	90	100%	70	100%
C222	R3_P148	R3_P149	400	90	100%	80	100%
C223	R3_P149	R3_P150	400	130	100%	150	100%
C224	R3_P150	R3_P151	400	130	100%	180	100%
C225	R3_P151	R3_P152	400	130	100%	190	100%
C226	R3_P152	R3_P153	500	130	100%	210	100%
C227	R3_P153	R3_P154	500	140	100%	230	100%
C228	R3_P154	R3_P155	500	170	100%	230	100%
C229	R3_P155	R3_P156	500	190	100%	230	100%
C230	R3_P156	R3_P157	500	200	100%	230	100%
C231	R3_P157	R3_P158	600	230	100%	240	100%
C232	R3_P158	R3_P159	600	270	100%	290	100%
C233	R3_P159	R3_P160	600	290	100%	310	100%
C234	R3_P160	R3_P161	600	300	100%	340	100%
C235	R3_P161	R3_P162	600	330	100%	380	100%
C236	R3_P162	R3_P163	600	370	100%	430	100%
C237	R3_P163	R3_P164	800	390	100%	460	100%

CONDOTTE							
Codifica	Da nodo	A nodo	Diametro	TR30 0.5H Q max (l/s)	TR30 0.5H Riempim (%)	TR200 0.5H Q max (l/s)	TR200 0.5H Riempim (%)
C238	R3_P164	OUT_R3	800	760	100%	830	100%
C216	R3_P140	R3_P146	300	760	100%	830	100%