COMUNE DI SAN VINCENZO

STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO A SUPPORTO DEL PIANO OPERATIVO COMUNALE

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Sindaco: Alessandro Bandini

Assessore all'Urbanistica: Massimiliano Roventini

Garante dell'informazione e della partecipazione: Cristina Pollegione

Responsabile del procedimento: Paolo Cosimi

Responsabile Area Governo del Territorio: Salvatore De Priamo

Responsabile Urbanistica: Paolo Cosimi

GRUPPO DI LAVORO

Dott. Ing. Simone Galardini
Dott. Ing. Chiara Chiostrini
Dott. Ing. Federico Orlandini

D.R.E.AM. Italia
Via Garibaldi, 3 Pratovecchio Stia (Ar) - Tel. 0575 52.95.14
Via Enrico Bindi n.14, Pistoia – Tel 0573 36.59.67

http://www.dream-italia.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ CERTIFICATO DA DNV GL = ISO 9001 =

D.R.E.AM. ITALIA

Sommario

Premessa 2

1. Inquadramento territoriale 3

2. Analisi idrologica 6

2.1 Pluviometria 6

2.2 Perdite idrologiche 7

2.3 Trasformazione afflussi-deflussi 10

3. Schematizzazione degli input delle portate nelle simulazioni idrauliche 17

4. Rilievo topografico 22

5. Verifiche idrauliche 22

5.1 Condizioni al contorno 26

6. Risultati delle verifiche idrauliche 28

6.1 Sistema Fosso Rozze - Fosso Cipressetti 28

6.2 Sistema Fosso del Renaione e Fosso delle Prigioni 29

6.3 Fosso "Botro ai Marmi" 31

7. Aggiornamento della pericolosità idraulica 33

Allegati:

Valutazioni idrauliche previsioni urbanistiche

Relazione idrologica ed idraulica

Premessa

Il presente documento costituisce la relazione idrologica ed idraulica a supporto del Piano Operativo del Comune di San Vincenzo; lo studio ha la finalità di definire i battenti di esondazione significativi e le classi di pericolosità idraulica delle zone di maggior interesse urbanistico del Comune di San Vincenzo ed ha analizzato i seguenti corsi d'acqua, da nord a sud:

- Fosso dei Cipressetti;
- Fosso delle Rozze;
- Fosso del Renaione;
- Fosso delle Prigioni e Botro Bufalone;
- Botro ai Marmi.

Relativamente al Canale di Rimigliano e alla Fossa Calda entrambi ricadenti parzialmente nella porzione meridionale del territorio comunale, si recepisce integralmente la mappatura delle pericolosità idraulica derivante dal PGRA vigente e si rimanda agli studi idraulici effettuati dai comuni limitrofi per ulteriori approfondimenti.

Relativamente ai corsi d'acqua analizzati si è provveduto ad effettuare simulazioni idrauliche, con schema di moto vario unidimensionale nel canale, accoppiato con schema di moto puramente bidimensionale (implementato con il software Hec Ras 5.0.5) per la propagazione dei volumi sul piano campagna. Le sezioni trasversali significative dei corsi d'acqua, così come la geometria dei manufatti di attraversamento e di sponda, sono state ricavate da accurata campagna topografica in sito, mediante rilevazione con GPS e correzione differenziale RTK. Le quote altimetriche del rilievo sono state rese congruenti rispetto al LIDAR tramite conversione del dato su grigliato IGM.

Il modello tridimensionale del piano campagna è stato invece ricavato mediante LIDAR reso disponibile dalla Regione Toscana, che nella zona presenta una maglia 2 x 2 m in corrispondenza della fascia costiere-dunale e maglia 1x 1 m in tutto il restante territorio comunale, eventualmente integrato puntualmente con dati topografici in aree con importanti trasformazioni avvenute successivamente al volo LIDAR. Un'attenta verifica è stata effettuata circa la congruenza delle sezioni rilevate con il dato Lidar, in modo da avere due dati geometrici che "si parlassero tra loro".

Il modello idraulico restituisce per gli eventi Tr 30 anni e 200 anni i battenti e le velocità nelle zone interessate da allagamenti: le carte allegate alla relazione riportano *"l'inviluppo"* delle esondazioni ovvero si considerano le celle bagnate tutte accese simultaneamente, in modo da determinare la massima estensione spaziale dell'evento.

Il dato grezzo dei battenti viene successivamente post processato, al fine di eliminare i dati al di sotto del limite di tolleranza del modello o derivanti da situazioni anomale e puntuali, al fine di passare alla definizione delle classi di pericolosità e di magnitudo idraulica del territorio.

Preme sottolineare che i parametri idrologici ed idraulici dei modelli idraulici sono stati oggetto di confronto e condivisione con i Tecnici del Genio Civile di Pisa e Livorno, e risultano coerenti con quelli degli studi idraulici recentemente effettuati nei comuni limitrofi.

1. Inquadramento territoriale

Il territorio del Comune di San Vincenzo si sviluppa per una superficie complessiva di circa 33 km^2 ed è caratterizzato per la maggior parte dell'estensione da rilievi collinari, che degradano in una pianura costiera con larghezza di circa 10 km. Il deflusso delle acque ha andamento prevalente Est-Ovest ed è assicurato da un sistema complesso di aste fluviali, che possono ridursi principalmente ai seguenti gruppi:

- La parte nord del Comune è servita dal Fosso dei Cipressetti e dal Fosso delle Rozze; la superficie drenata complessiva è di circa 21 kmq. In entrambi i fossi il tratto finale risulta molto antropizzato, con presenza di muri di sponda per il Fosso dei Cipressetti e alveo in cemento a sezione regolare per il Fosso delle Rozze. Entrambi i corsi d'acqua risultato debolmente arginati.
- La parte centro settentrionale è servita dal Fosso del Renaione e dal Fosso delle Prigioni e suo affluente Botro Bufalone con la superficie complessiva drenata di circa 13 kmq, entrambi i fossi risultano non arginati se non per brevi tratti.
- La parte centrale è invece caratterizzata dalla presenza del Botro ai Marmi, con superficie drenata di circa 13 kmq, nel suo tratto finale il corso d'acqua risulta arginato.
- La parte sud del territorio è invece caratterizzata da in complesso sistema di canali (canali di Rimigliano, Fossa Calda e altri) il cui funzionamento non è oggetto di questo studio.

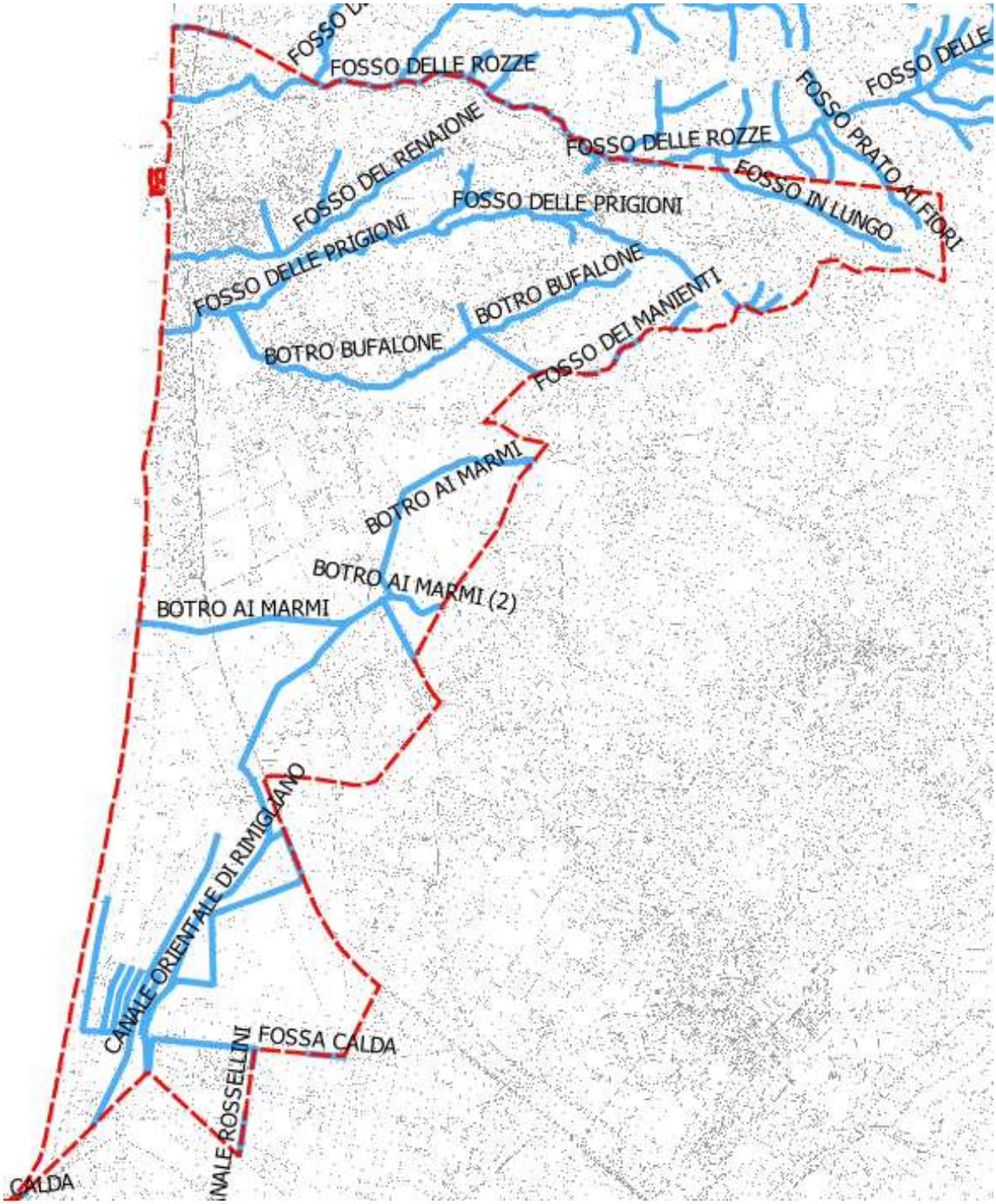


Figura 1 - Sviluppo territoriale del Comune di San Vincenzo con reticolo idrografico

Nome bacino	A (km2)	L (km)	Hmax	Hmin	Hmedia	Zmax asta	i	iB
PRIGIONI1	2.74	3.85	373.00	30.00	171.50	340.00	0.0805	0.0891
PRIGIONI2	0.08	0.16	38.00	19.50	9.25	30.00	0.0656	0.1156
PRIGIONI3	4.92	3.11	550.00	33.00	258.50	300.00	0.0859	0.1662
PRIGIONI3BIS	1.00	1.30	42.00	10.00	16.00	33.00	0.0177	0.0246
PRIGIONI4	0.30	0.35	25.90	5.10	10.40	19.50	0.0411	0.0594
PRIGIONI5	1.15	1.36	41.00	4.00	18.50	9.80	0.0043	0.0272
PRIGIONI6	0.09	0.38	5.70	0.50	2.60	5.00	0.0118	0.0137
PRIGIONI7	0.41	1.15	11.00	0.50	5.25	5.00	0.0039	0.0091
RENAIONE1	0.37	0.50	100.00	44.00	28.00	72.00	0.0560	0.1120
RENAIONE2	0.53	1.00	140.00	51.00	44.50	127.00	0.0760	0.0890
RENAIONE3	0.08	0.26	53.00	27.00	13.00	40.00	0.0500	0.1000
RENAIONE4	0.53	0.51	95.00	21.00	37.00	34.00	0.0255	0.1451
RENAIONE5	0.07	0.11	44.00	21.00	11.50	43.00	0.2000	0.2091
RENAIONE6	0.42	0.79	68.00	6.00	31.00	17.00	0.0139	0.0785
RENAIONE7	0.14	0.56	26.00	6.00	10.00	23.00	0.0304	0.0357
RENAIONE8	0.11	0.67	9.37	0.50	4.44	8.40	0.0118	0.0132
RENAIONE9	0.06	0.33	5.00	0.50	2.25	8.40	0.0239	0.0136
MARMI1	10.92	6.42	630.00	33.00	298.50	273.00	0.0374	0.0930
MARMI2	2.01	1.73	300.00	33.00	133.50	110.00	0.0445	0.1543
MARMI3	4.50	4.68	273.00	31.00	121.00	189.00	0.0338	0.0517
MARMI4	0.20	0.78	11.60	6.30	2.65	7.60	0.0017	0.0068
RIMIGLIANO1	3.03	2.75	26.60	3.80	11.40	25.00	0.0077	0.0083
RIMIGLIANO2	1.97	1.85	35.00	3.80	15.60	12.80	0.0049	0.0169
RIMIGLIANO3	1.07	2.40	7.10	3.60	1.75	6.20	0.0011	0.0015
RIMIGLIANO4	9.27	6.21	170.00	3.40	83.30	58.00	0.0088	0.0268
RIMIGLIANO5	1.79	3.26	8.70	4.00	2.35	8.70	0.0014	0.0014
RIMIGLIANO6	10.14	7.36	140.00	4.00	68.00	25.00	0.0029	0.0185
CIPRESSETTI	0.61	0.60	127.00	4.00	61.50	30.00	0.0433	0.2050
ROZZE1	8.86	6.22	498.00	40.00	229.00	450.00	0.0659	0.0736
ROZZE2	8.45	6.04	539.00	41.00	249.00	300.00	0.0429	0.0825
ROZZE3	0.77	0.70	120.00	20.00	50.00	100.00	0.1143	0.1429
ROZZE4	1.13	2.02	162.00	20.00	71.00	144.00	0.0614	0.0703
ROZZE5	0.28	0.78	120.00	16.00	52.00	80.00	0.0821	0.1333
ROZZE6	0.36	0.80	58.00	6.60	25.70	30.00	0.0293	0.0643
ROZZE7	0.06	0.40	20.00	6.00	7.00	13.00	0.0175	0.0350
ROZZE8	0.15	0.89	9.00	1.60	3.70	5.00	0.0038	0.0083
ROZZE9	0.04	0.24	6.60	1.60	2.50	4.00	0.0100	0.0208

Tabella 1 – Principali caratteristiche morfometriche dei bacini d'interesse

2. Analisi idrologica

L'analisi idrologica è stata compiuta contestualmente per tutto il territorio comunale, con la medesima metodologia; la modellazione idrologica ha previsto una schematizzazione della trasformazione degli afflussi in deflussi superficiali con il metodo del Curve Number. L'analisi idrologica è stata implementata tramite il software HEC-HMS, ed è stata svolta con riferimento agli eventi caratterizzati da tempi di ritorno di 30 e 200 anni.

2.1 Pluviometria

L'analisi idrologica è stata condotta tenendo conto delle *linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) aggiornate nel 2012*, dall'Università di Firenze (Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale) nell'ambito dell'accordo di collaborazione con la Regione Toscana di cui alla DGRT 1133/2012. I parametri delle LSPP aggiornate sono disponibili e consultabili al link http://www.sir.toscana.it/lspp-2012. Le curve di possibilità pluviometrica definiscono i parametri dell'espressione monomia per l'altezza di precipitazione:

$$h=a\ t^n$$

dove h è l'altezza di precipitazione espressa in mm, t è la durata di pioggia ed a e n sono i parametri caratteristici delle curve. Per l'area in esame si è fatto riferimento in prima battuta alla stazione pluviometrica di S. Vincenzo (TOS11000032), che per vicinanza è la più significativa. I parametri della curva sono riportati nella tabella sottostante:

Stazione di San Vincenzo	a	n
Tr = 200 anni	80.7130	0.3535
Tr = 30 anni	58.0270	0.2901

Tabella 2 – Parametri della curva di possibilità pluviometrica

Per tener conto della variabilità spaziale dell'evento pluviometrico su bacini piuttosto ampi si è utilizzato la spazializzazione delle piogge su maglia 1 x 1 km fornita dalla Regione Toscana; in pratica su ogni sottobacino è stata effettuata una media ponderata sulle altezze di pioggia ricavate a partire dalla spazializzazione, in modo da ricavare l'input di altezza di pioggia più rappresentativo da inserire per i sottobacini analizzati nel modello idrologico.

L'andamento temporale dell'evento pluviometrico è stato schematizzato ricorrendo ad uno ietogramma sintetico, che pur non rappresentando il reale andamento dell'evento di pioggia, introduce, nelle procedure di trasformazione afflussi-deflussi, una variabilità temporale della pioggia in grado di produrre risultati tali da ritenersi cautelativi. Per lo studio in questione, tra gli ietogrammi

noti in letteratura, si è deciso di utilizzare quello di tipo triangolare, con picco di scroscio a 0.5 volte la durata dell'evento.

2.2 Perdite idrologiche

Per la determinazione dei deflussi netti corrispondente allo scorrimento superficiale dei bacini si è utilizzato il metodo del Curve Number (CN) del Soil Conservation Service. Il metodo si basa sul concetto che il flusso superficiale è nullo fino al raggiungimento di un valore di soglia di infiltrazione iniziale Ia, da letteratura tecnica legata alla capacità di ritenzione potenziale S dalla relazione:

$$Ia = 0.2 \cdot S$$

dove S è definita dall'espressione:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad [mm]$$

Il parametro adimensionale Runoff Curve Number può variare tra 0 e 100 ed è determinabile mediante apposite tabelle, in funzione della natura del terreno, dal tipo di copertura vegetale, della tessitura del terreno, dell'uso del suolo e del grado di saturazione. Si è fatto quindi riferimento al gruppo idrologico USDA (A: suoli con deflusso superficiale basso, B: suoli con deflusso superficiale moderatamente basso, C: suoli con deflusso superficiale moderatamente alto, D: suoli con deflusso superficiale alto) grazie alla cartografia resa disponibile dal Geoscopio della Regione Toscana (*Figura 2*).

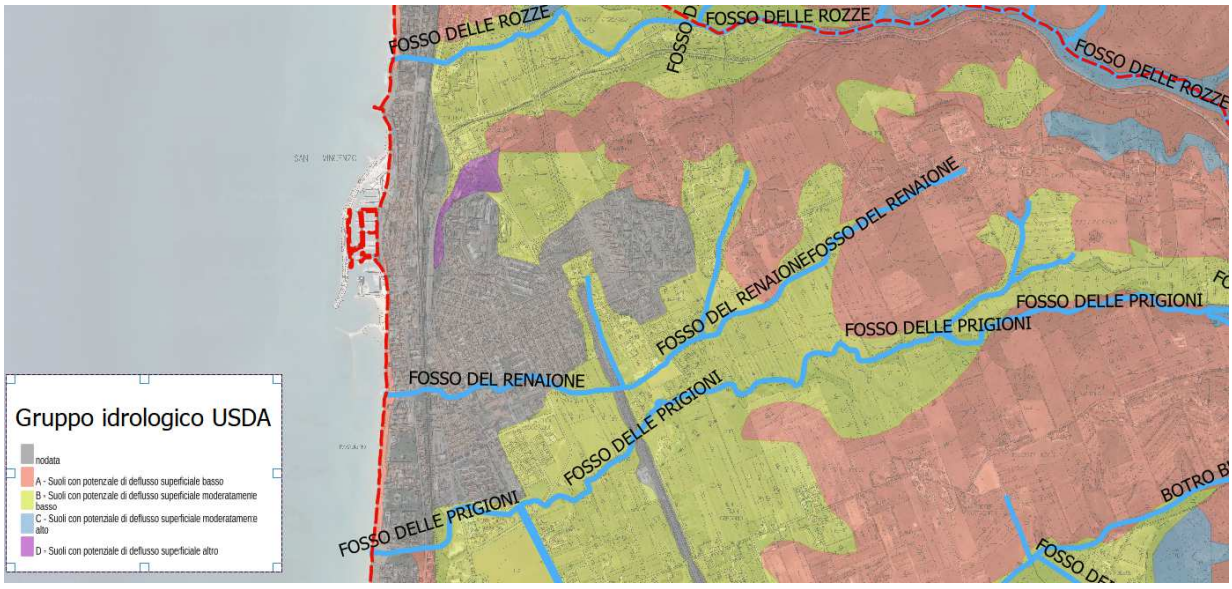


Figura 2 – Carta dei gruppi idrologici (esempio per il Fosso del Renaione e Fosso delle Prigioni)

È stato poi analizzato l'uso del suolo sulla cartografia della Regione Toscana che riporta i valori del codice Corine Land cover (Figura 3), con riferimento alla carta di uso del suolo riferita al 2016.

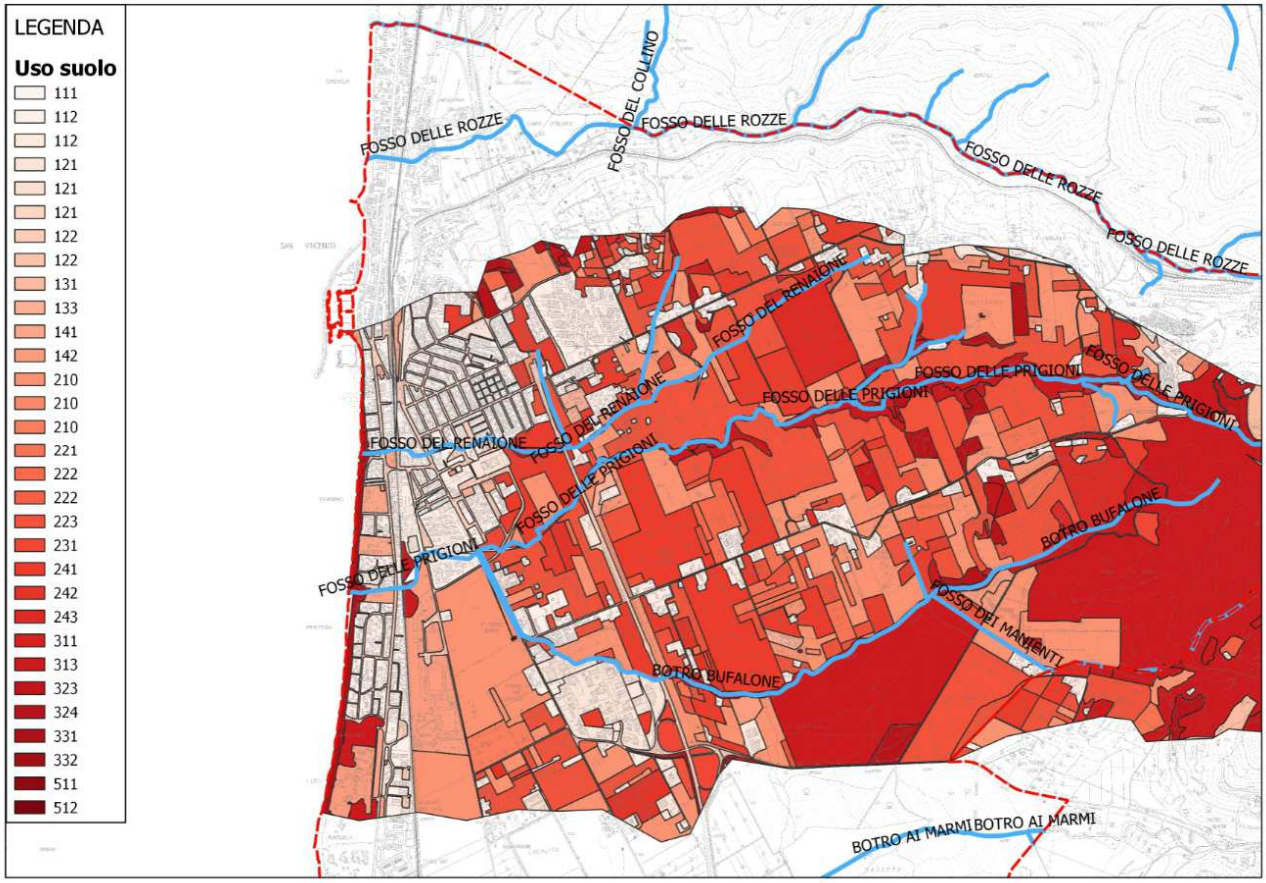


Figura 3 – Uso del suolo Corine Land Cover (esempio Fosso delle Prigioni e Fosso del Renaione)

Ad ogni codice CORINE è associato un valore di CN, riferito ad una condizione media di umidità del terreno antecedente l'evento di pioggia considerato (AMC II: Antecedent Moisture Condition Classe II).

Tale tabella è stata ricavata dal documento "Modellazione idrologica caso pilota. Implementazione modello distribuito per la Toscana MOBIDIC Addendum: Parametrizzazione HMS" del novembre 2014, predisposto nell'ambito dell'Accordo di collaborazione scientifica tra Regione Toscana e Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Firenze per attività di ricerca per la mitigazione del rischio idraulico nella Regione Toscana.

Codice CORINE	CN(A)	CN (B)	CN (C)	CN (D)
111	89	92	94	95
112	77	85	90	92
121	81	88	91	93
122	98	98	98	98
123	98	98	98	98

Codice CORINE	CN(A)	CN (B)	CN (C)	CN (D)
124	98	98	98	98
131	76	85	89	91
133	77	86	91	93
141	49	69	79	84
142	68	79	86	89
210	61	73	81	84
211	61	73	81	84
212	67	78	85	89
213	62	71	78	81
221	76	85	90	93
222	43	65	76	82
223	43	65	76	82
231	49	69	79	84
241	61	73	81	84
242	61	73	81	84
243	61	73	81	84
244	43	65	76	82
311	36	60	73	79
312	36	60	73	79
313	36	60	73	79
321	49	69	79	84
322	49	69	79	84
323	35	56	70	77
324	35	56	70	77
331	46	65	77	82
332	96	96	96	96
333	63	77	85	88
334	63	77	85	88
335	98	98	98	98
411	98	98	98	98
412	98	98	98	98
421	98	98	98	98
422	98	98	98	98
423	98	98	98	98
511	98	98	98	98
512	98	98	98	98
521	98	98	98	98
522	98	98	98	98
523	98	98	98	98

Tabella 3 –Parametri CN relativi alla classe II di umidità per le quattro classi litologiche e per i vari tipi di uso del suolo. Fonte: Regione Toscana

Relativamente ai gruppi 311, 312, 313 i valori tabellari fanno riferimento ad una condizione idrogeologica "media" dei boschi; dai sopralluoghi effettuati si è potuto constatare che lo stato di conservazione dei boschi nella parte di testata dei bacini risulta buono, e si è pertanto corretto il valore con i seguenti, sempre ricavati dalle tabelle del SCS.

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
Strade sterrate		–	72	82	87	89
Str. pavimentate		–	74	84	90	92

Tabella 4 –Valori del CN assunto per i gruppi 311, 312, 313 (boschi)

La condizione di umidità del suolo fa riferimento alla capacità di filtrazione del suolo, funzione della sua umidità. In particolare si deve fare riferimento all'ammontare delle piogge nei 5 giorni antecedenti l'evento ed assegnare la condizione AMC secondo la tabella indicata in Tabella 5, riferita alla stagione di riposo (autunno/inverno) o vegetativa (primavera estate).

CLASSE AMC	STAGIONE DI RIPOSO	STAGIONE VEGETATIVA
I	<12.7	<35.5
II	12.7- -28.0	35.5- - 53.3
III	>28	>53.3

Tabella 5 - Condizioni di umidità antecedenti individuate in base alla precipitazione totale nei 5 giorni precedenti (mm)

Fra una classe e l'altra esistono le seguenti relazioni:

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057 \cdot CN_{II}}$$

$$CN_{I} = \frac{CN_{II}}{2.38 + 0.0138 \cdot CN_{II}}$$

A titolo cautelativo, e dal confronto tecnico con gli uffici del Genio Civile si utilizza il valore del **CN III** per la determinazione dell'entità degli eventi estremi, così come successivamente riportato.

2.3 Trasformazione afflussi-deflussi

Tramite il confronto tecnico con gli Uffici del Genio Civile si è optato per l'utilizzo dell'idrogramma unitario del SCS, considerando il tempo di ritardo come 0.6 volte il tempo di corrivazione.

La valutazione del tempo di corrivazione è stata effettuata mediando i valori che si ottengono dalle molteplici formulazioni impiegate in letteratura:

- formula di Ventura:

$$T_c = 0.127 \left(\frac{A}{i_B}\right)^{0.5}$$

- formula di Pasini:

$$T_c = 0.108 \frac{(AL)^{0.33}}{i^{0.5}}$$

- formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{0.8\sqrt{z}}$$

– formula di Ferro:

$$T_c = 0.675\, A^{0.5}$$

dove A è la superficie del Bacino in km², L la lunghezza dell'asta principale in km, i la pendenza media del corso d'acqua, i_B la pendenza media del bacino, z la quota media del bacino. I parametri riassuntivi dei parametri idrologici per i vari sottobacini analizzati sono riassunti nelle tabelle sottostanti.

PRIGIONI	A (km2)	L (km)	Ventura	Pasini	Ferro	Giandotti	Tc (h)	T rit (h)	T rit LAG (min)	**CN III**
PRIGIONI1	2.74	3.85	0.71	0.83	1.12	1.18	0.97	0.58	35	77
PRIGIONI2	0.08	0.16	0.11	0.10	0.19	0.56	0.19	0.12	7	82
PRIGIONI3	4.92	3.11	0.69	0.91	1.50	1.05	1.04	0.62	37	82
PRIGIONI3BIS	1.00	1.30	0.81	0.89	0.68	1.86	0.86	0.51	31	82
PRIGIONI4	0.30	0.35	0.29	0.25	0.37	1.05	0.39	0.24	14	92
PRIGIONI5	1.15	1.36	0.83	1.92	0.72	1.84	1.04	0.63	38	88
PRIGIONI6	0.09	0.38	0.33	0.33	0.20	1.37	0.42	0.25	15	95
PRIGIONI7	0.41	1.15	0.85	1.35	0.43	2.34	0.94	0.56	34	87

Tabella 6 –Parametri idrologici Fosso Prigioni

RENAIONE	A (km2)	L (km)	Ventura	Pasini	Ferro	Giandotti	Tc (h)	T rit (h)	T rit LAG (min)	**CN III**
RENAIONE1	0.37	0.50	0.23	0.26	0.41	0.75	0.35	0.21	13	80
RENAIONE2	0.53	1.00	0.31	0.32	0.49	0.83	0.44	0.26	16	80
RENAIONE3	0.08	0.26	0.11	0.13	0.19	0.53	0.20	0.12	7	85
RENAIONE4	0.53	0.51	0.24	0.44	0.49	0.76	0.41	0.25	15	92
RENAIONE5	0.07	0.11	0.07	0.05	0.18	0.45	0.15	0.09	6	84
RENAIONE6	0.42	0.79	0.29	0.64	0.44	0.85	0.46	0.28	17	97
RENAIONE7	0.14	0.56	0.25	0.27	0.25	0.92	0.34	0.21	12	95
RENAIONE8	0.11	0.67	0.37	0.42	0.22	1.38	0.46	0.28	17	96
RENAIONE9	0.06	0.33	0.27	0.19	0.17	1.23	0.35	0.21	12	92

Tabella 7 –Parametri idrologici Fosso Renaione

MARMI	A (km2)	L (km)	Ventura	Pasini	Ferro	Giandotti	Tc (h)	T rit (h)	T rit LAG (min)	**CN III**
MARMI1	10.92	6.42	1.38	2.27	2.23	1.65	1.85	1.11	67	81
MARMI2	2.01	1.73	0.46	0.77	0.96	0.89	0.72	0.43	26	86
MARMI3	4.50	4.68	1.19	1.61	1.43	1.76	1.41	0.84	51	74
MARMI4	0.20	0.78	0.69	1.43	0.30	2.27	0.86	0.52	31	83

Tabella 8 –Parametri idrologici Botro ai Marmi

CIPRESSETTI	A (km2)	L (km)	Ventura	Pasini	Ferro	Giandotti	Tc (h)	T rit (h)	T rit LAG (min)	**CN III**
CIPRESSETTI	0.61	0.60	0.22	0.37	0.53	0.64	0.39	0.23	14	78

Tabella 9 –Parametri idrologici Fosso Cipressetti

ROZZE	A (km2)	L (km)	Ventura	Pasini	Ferro	Giandotti	Tc (h)	T rit (h)	T rit LAG (min)	**CN III**
ROZZE1	8.86	6.22	1.40	1.58	2.01	1.75	1.68	1.01	61	78
ROZZE2	8.45	6.04	1.29	1.91	1.96	1.64	1.68	1.01	60	71
ROZZE3	0.77	0.70	0.30	0.26	0.59	0.81	0.44	0.26	16	74
ROZZE4	1.13	2.02	0.51	0.57	0.72	1.08	0.67	0.40	24	75
ROZZE5	0.28	0.78	0.18	0.23	0.36	0.57	0.31	0.18	11	71
ROZZE6	0.36	0.80	0.30	0.42	0.41	0.89	0.43	0.26	15	88
ROZZE7	0.06	0.40	0.17	0.24	0.17	0.75	0.26	0.16	9	91
ROZZE8	0.15	0.89	0.54	0.90	0.26	1.87	0.67	0.40	24	97
ROZZE9	0.04	0.24	0.18	0.23	0.14	0.92	0.27	0.16	10	96

Tabella 11 –Parametri idrologici Fosso Rozze

Per una descrizione più accurata degli eventi pluviometrici, in modo da considerare anche la massimizzazione dei volumi esondati oltre che del picco di piena, è stato considerato un ventaglio di piogge, con durate di 1, 2, 3 e 6 ore.

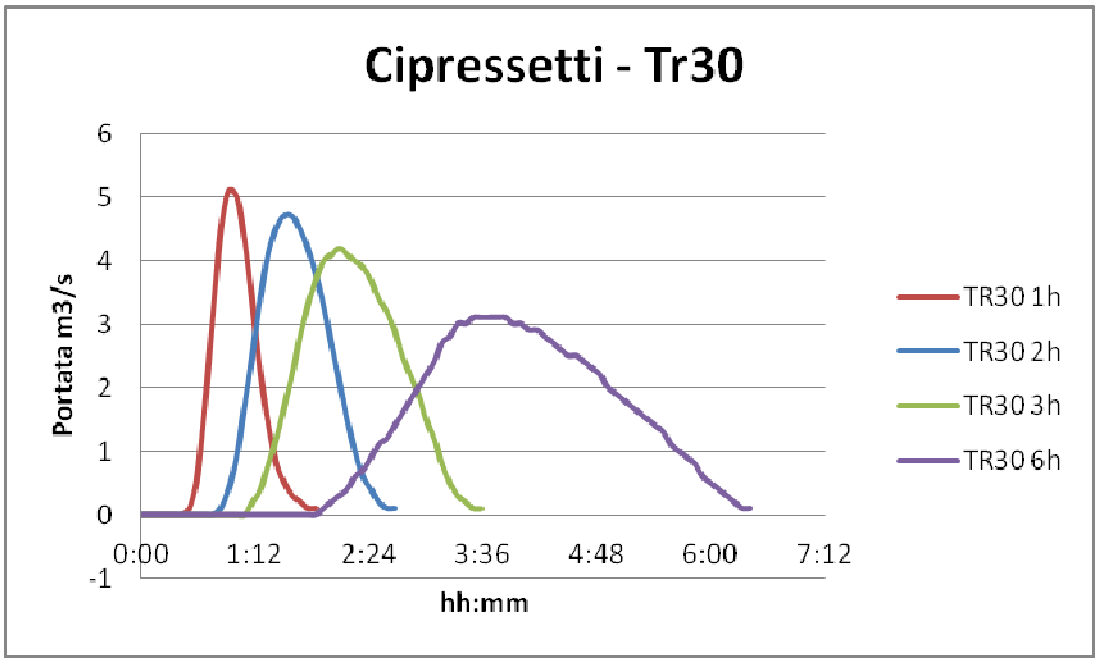


Figura 4 – Idrogrammi di piena Fosso dei Cipressetti per Tr 30 anni alla sezione di chiusura

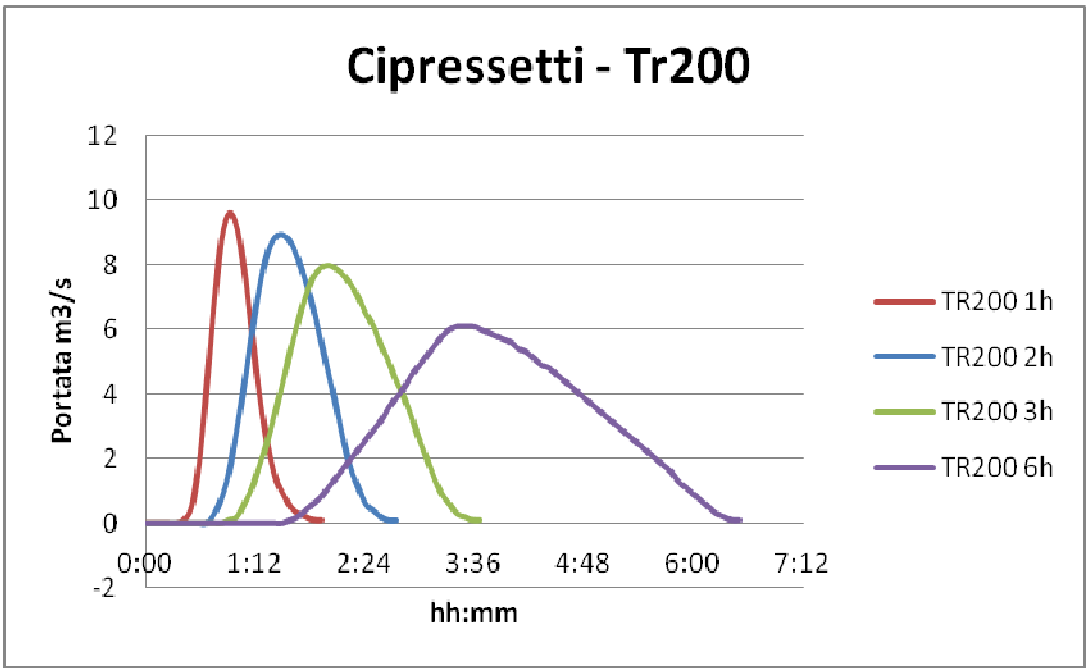


Figura 5 – Idrogrammi di piena Fosso dei Mulini per Tr 200 anni alla sezione di chiusura

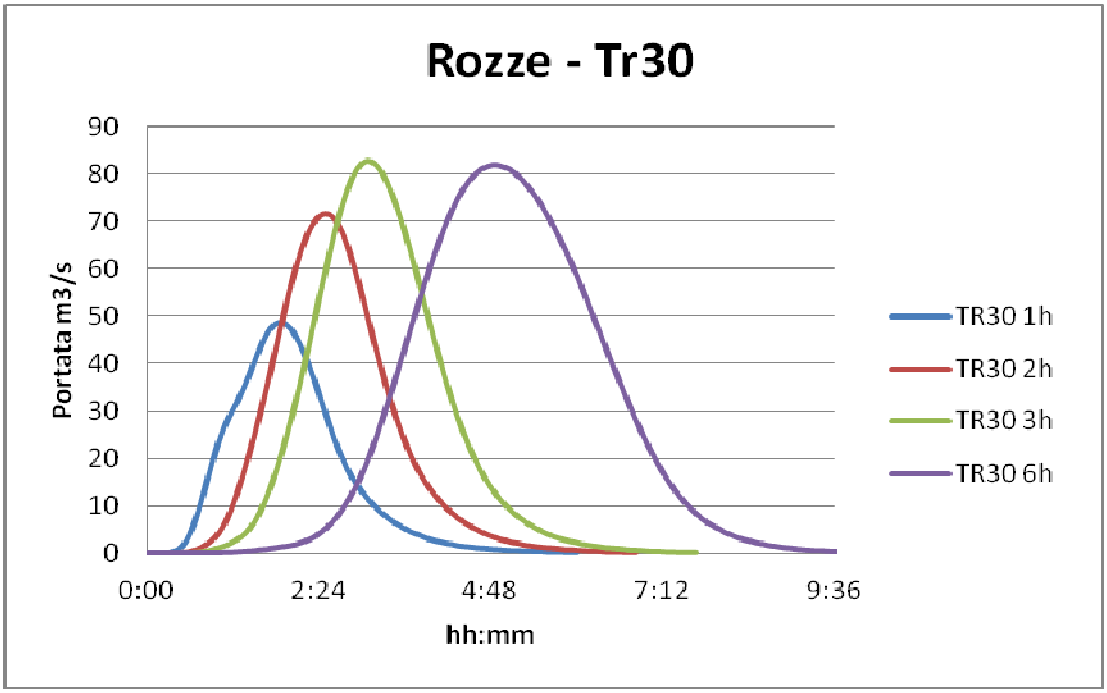


Figura 6 – Idrogrammi di piena Fosso Rozze per Tr 30 anni alla sezione di chiusura

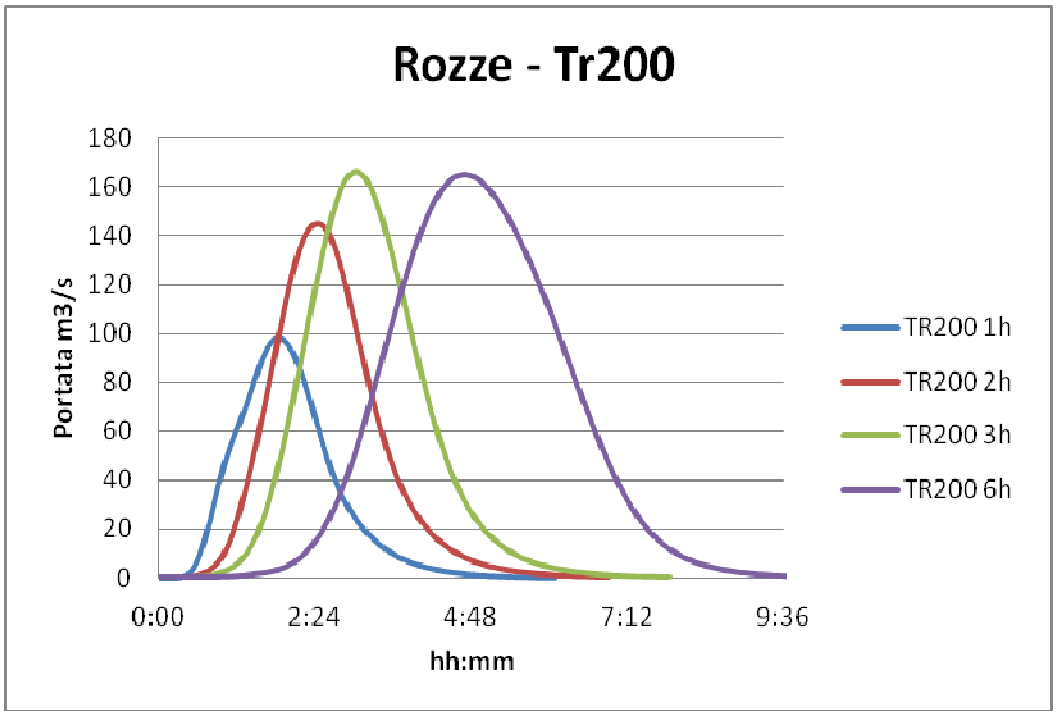


Figura 7 – Idrogrammi di piena Fosso Rozze per Tr 200 anni alla sezione di chiusura

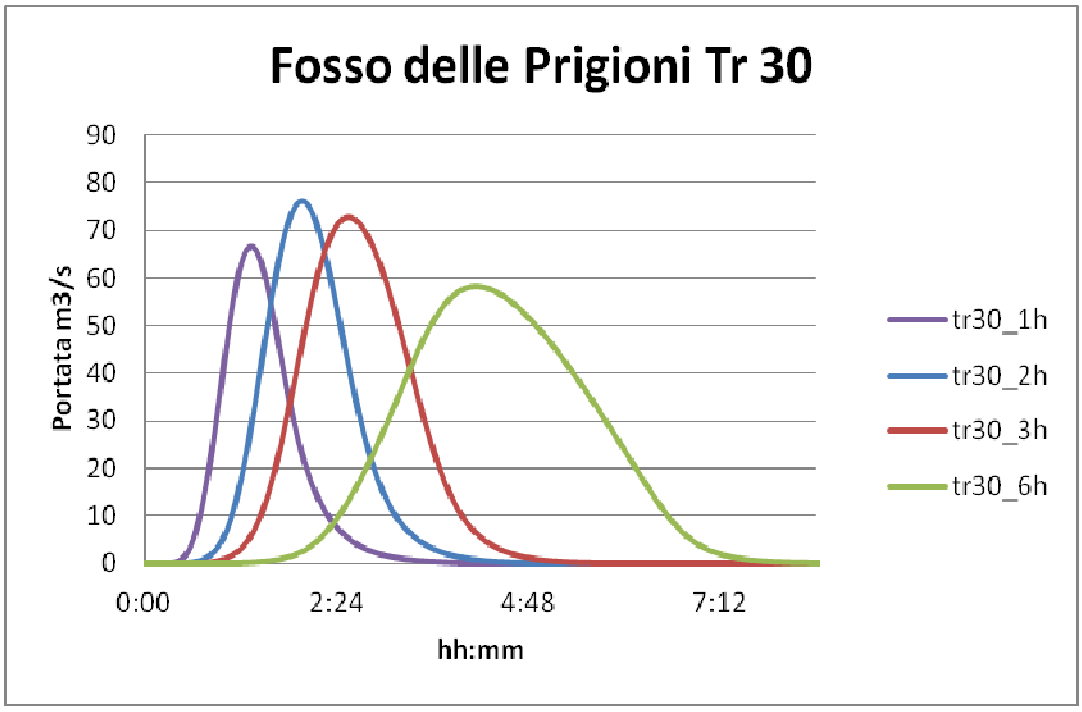


Figura 8 - Idrogrammi di piena Fosso Prigioni per Tr 30 anni alla sezione di chiusura

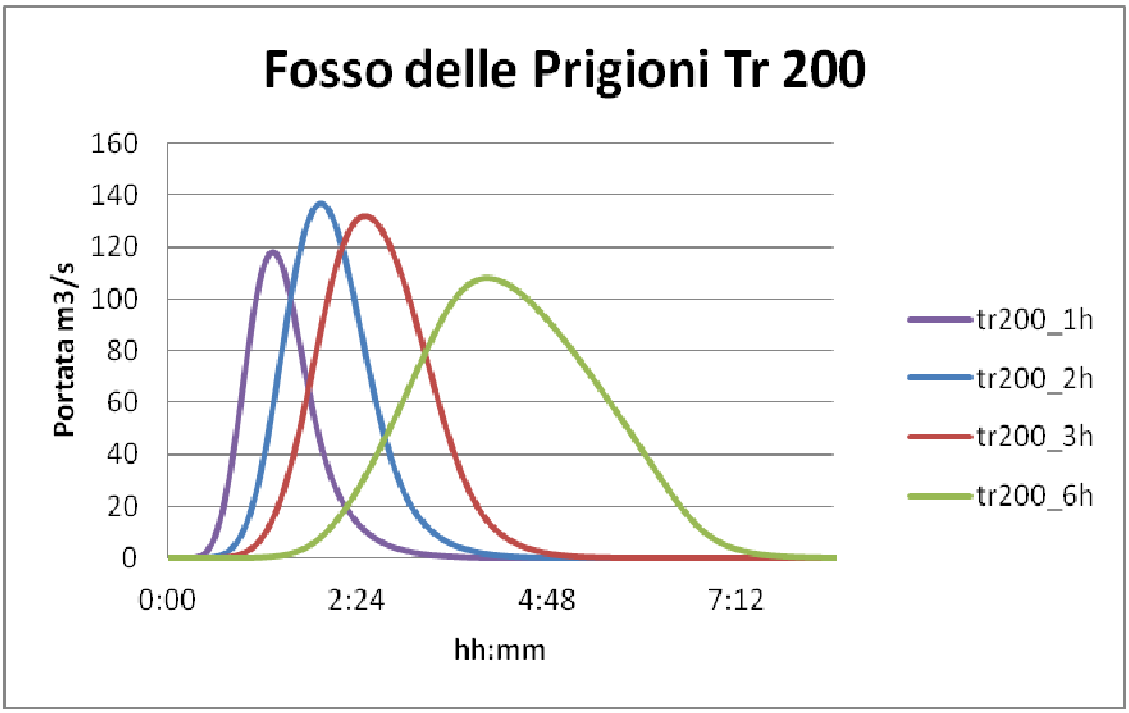


Figura 9- Idrogrammi di piena Fosso Prigioni per Tr 200 anni alla sezione di chiusura

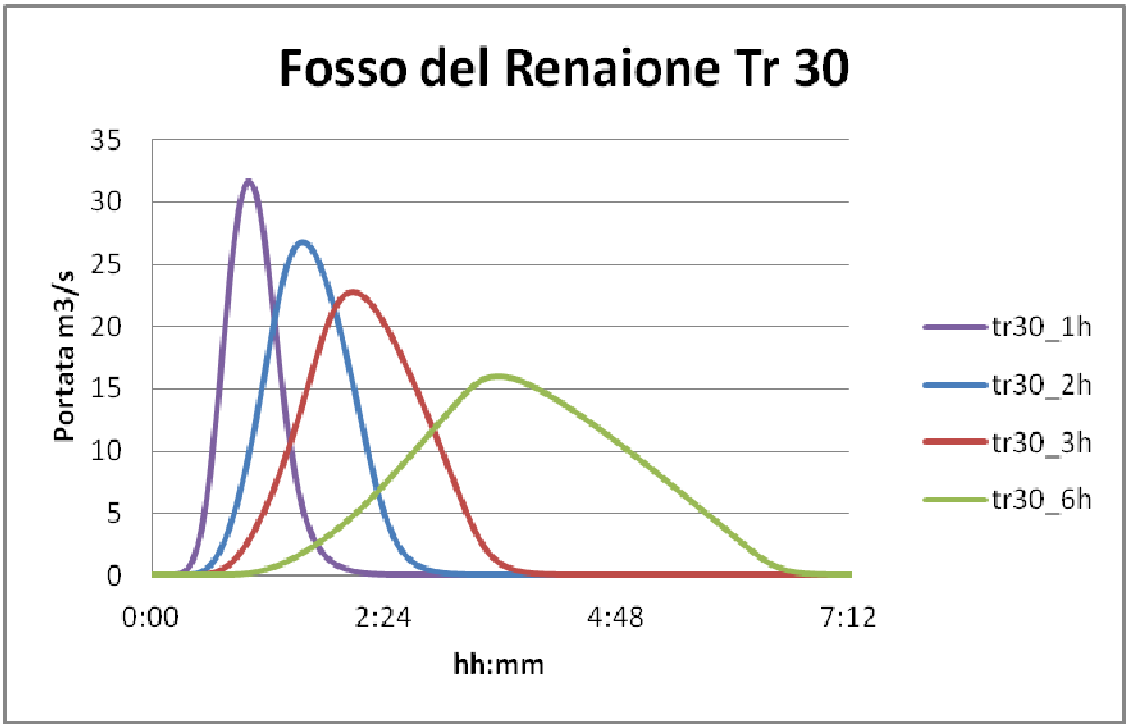


Figura 10 - Idrogrammi di piena Fosso Renaione per Tr 30 anni alla sezione di chiusura

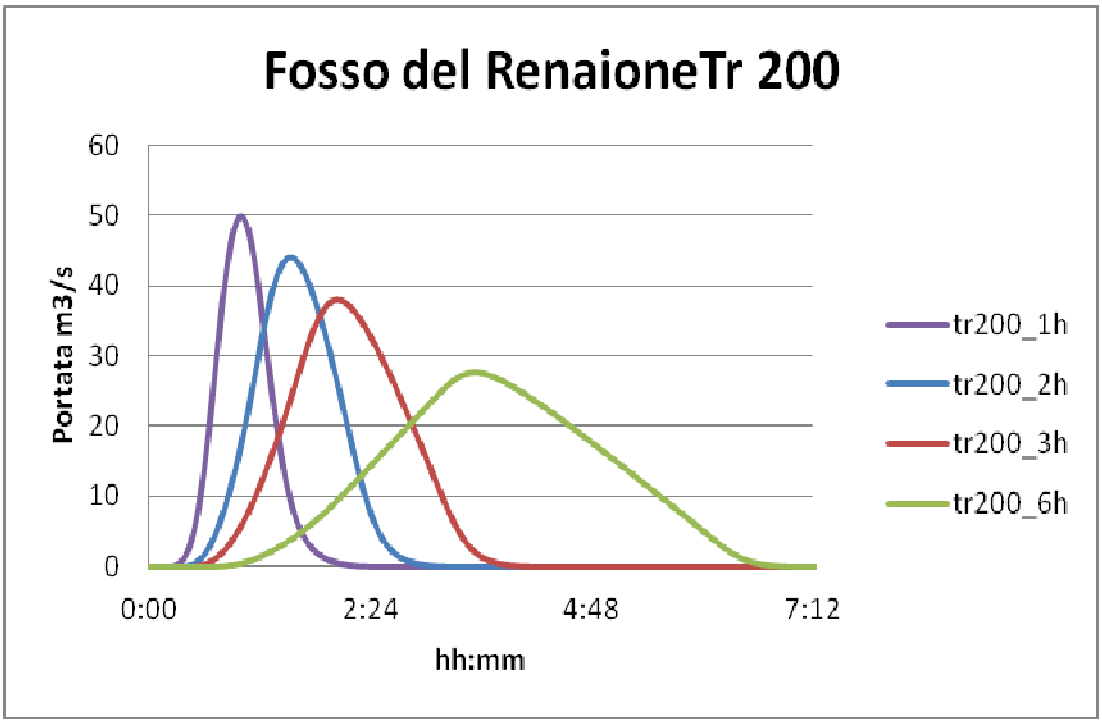


Figura 11 - Idrogrammi di piena Fosso Renaione per Tr 200 anni alla sezione di chiusura

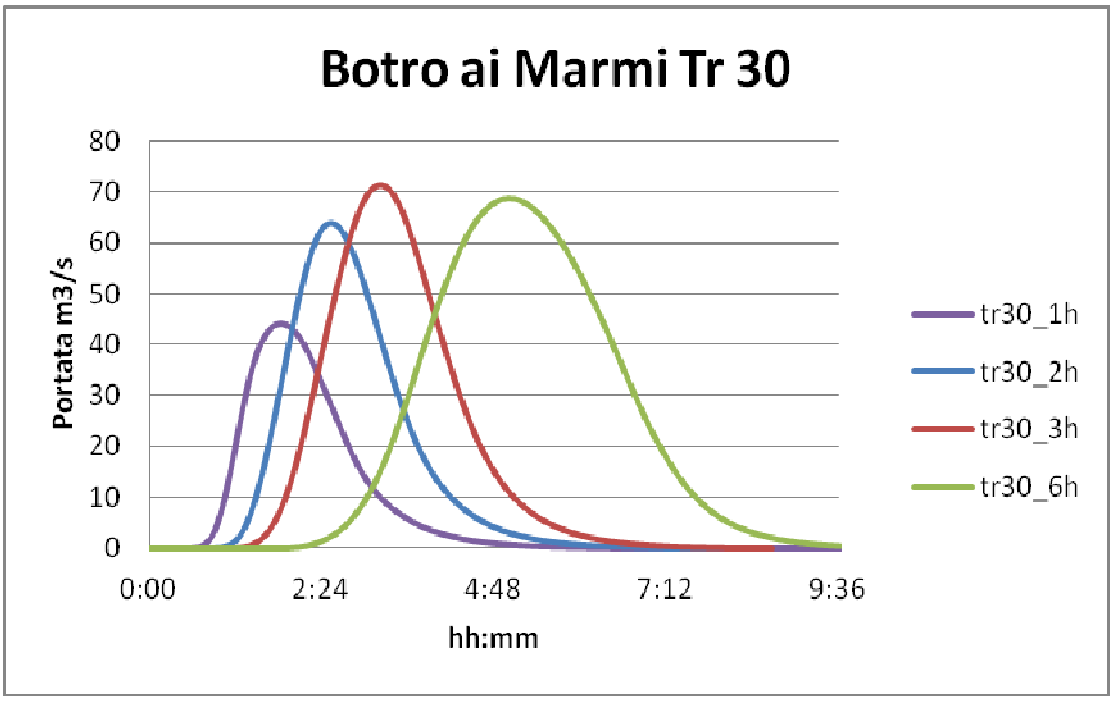


Figura 12 - Idrogrammi di piena Fosso Marmi per Tr 30 anni alla sezione di chiusura

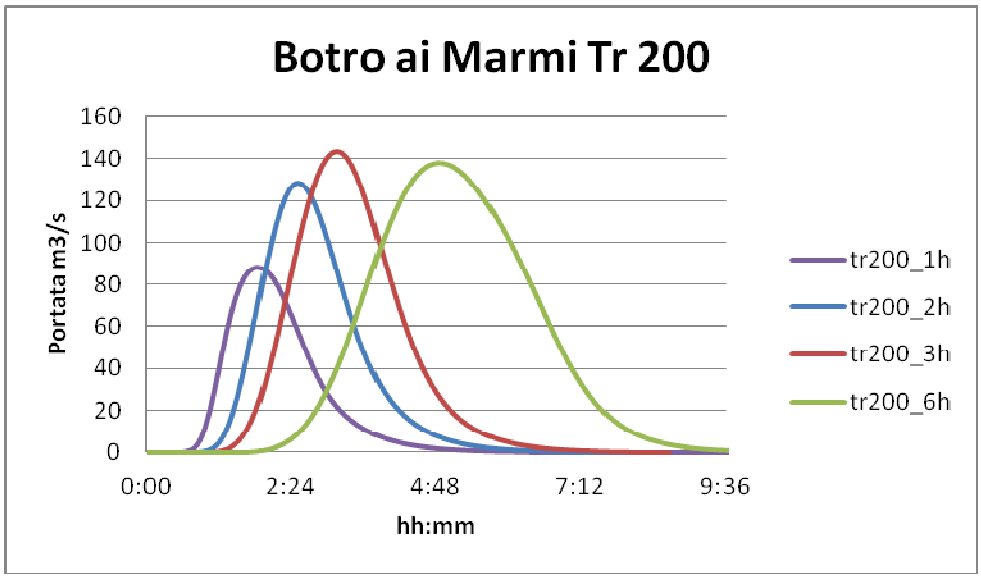


Figura 13 - Idrogrammi di piena Fosso Marmi per Tr 200 anni alla sezione di chiusura

3. Schematizzazione degli input delle portate nelle simulazioni idrauliche

Relativamente all'input delle portate precedentemente calcolate nella modellazione idraulica si procede come descritto di seguito.

Per il Fosso dei Cipressetti:

- Tutta la portata del bacino viene inserita come idrogramma delle portate nella sezione 30, che rappresenta l'inizio della simulazione idraulica.

Figura 14 - Schematizzazione input idrologico Fosso Cipressetti

Per il Fosso delle Rozze:

- La portata dei bacini 1, 2 e 4 viene inserita come idrogramma delle portate nella sezione 42, che rappresenta l'inizio della simulazione idraulica;
- La portata dei bacini 3 e 5 viene inserita come *Lateral Inflow Hydrograph* nella sezione 25, subito a monte dell'Aurelia nuova;
- La portata dei bacini 6 e 7 viene inserita come *Lateral Inflow Hydrograph* nella sezione 13, subito a monte della Ferrovia;
- La portata dei bacini 8 e 9 viene inserita come *Lateral Inflow Hydrograph* nella sezione 6.

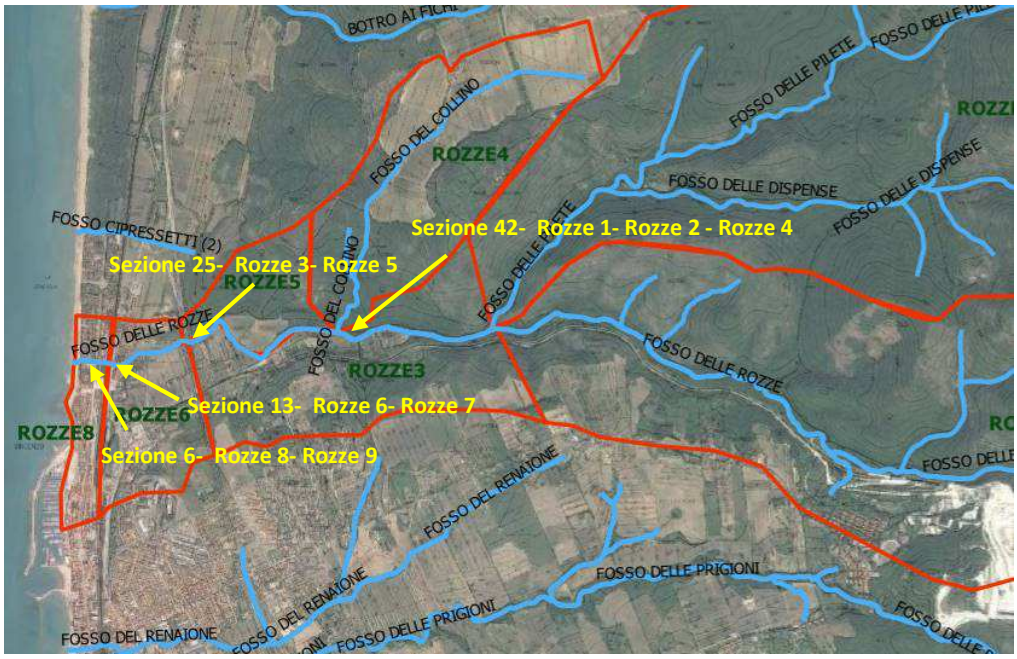


Figura 15 - Schematizzazione input idrologico fosso delle Rozze

Per il Fosso del Renaione:

- La portata dei bacini 1, 2 e 3 viene inserita come idrogramma delle portate nella sezione 591, che rappresenta l'inizio della simulazione idraulica;
- La portata dei bacini 4 e 5 viene inserita come idrogramma delle portate nella sezione 10 dell'affluente in destra idraulica.;
- La portata dei bacini 6 e 7 viene inserita come *Lateral Inflow Hydrograph* nella sezione 210;
- La portata dei bacini 8 e 9 viene inserita come *Lateral Inflow Hydrograph* nella sezione 70, subito a monte della ferrovia.

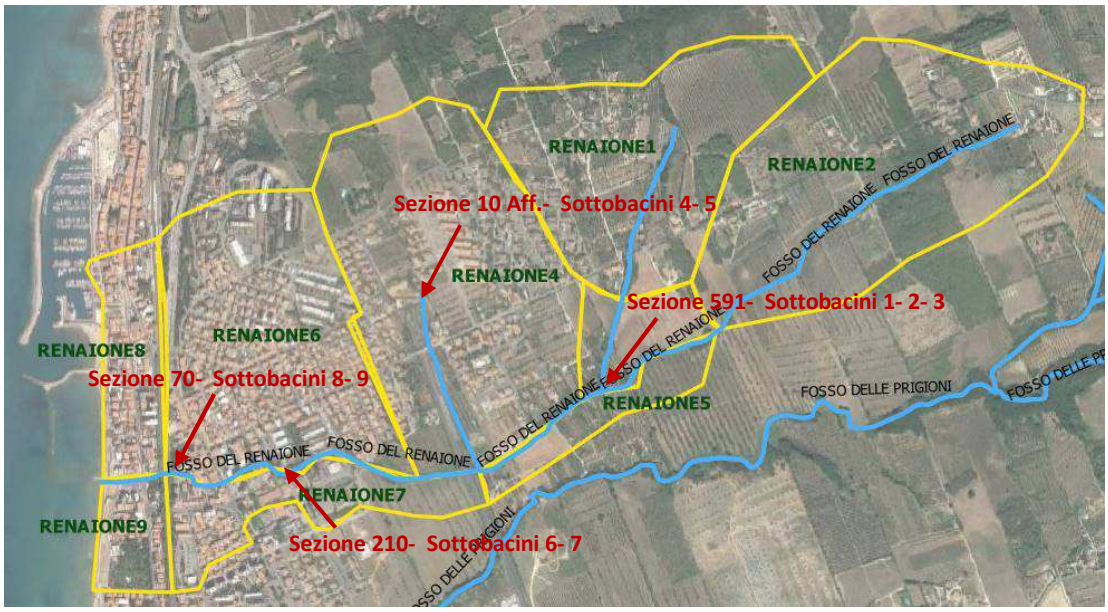


Figura 16 - Schematizzazione input idrologico fosso del Renaione

Per il Fosso delle Prigioni:

- La portata del bacino 1 viene inserita come idrogramma delle portate nella sezione 90 del tratto "prigioni monte", che rappresenta l'inizio della simulazione idraulica;
- La portata del bacino 3 viene inserita come idrogramma delle portate nella sezione 300 del Botro Bufalone, affluente in sinistra idraulica del Fosso Prigioni;
- La portata del bacino 2 viene inserita come *Lateral Inflow Hydrograph* nella sezione 75 "prigioni monte";
- La portata dei bacini 3bis e 4 viene inserita come *Lateral Inflow Hydrograph* nella sezione 14.6 del tratto "prigioni monte".
- La portata del bacino 5 viene inserita come *Lateral Inflow Hydrograph* nella sezione 150 del tratto "prigioni valle";
- La portata dei bacini 6 e 7 viene inserita come *Lateral Inflow Hydrograph* nella sezione 60 del tratto "prigioni valle" a valle della ferrovia;

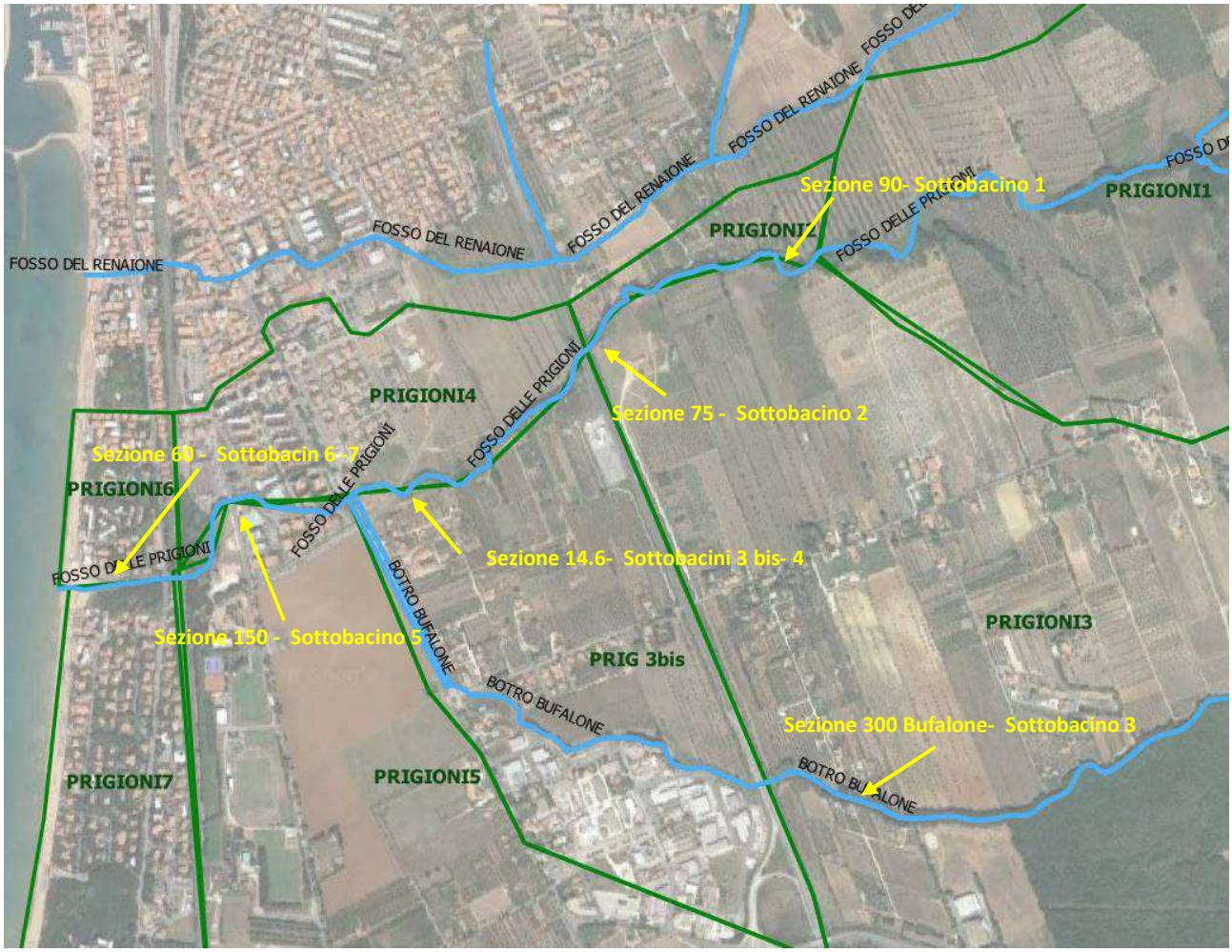


Figura 17 Schematizzazione input idrologico fosso delle Prigioni

Per il Botro ai Marmi:

- La portata dei bacini 1, 2 e 3 viene inserita come idrogramma delle portate nella sezione 300, che rappresenta l'inizio della simulazione idraulica;
- La portata del bacino 4 (urbanizzato) viene inserita come *Lateral Inflow Hydrograph* nella sezione 80.

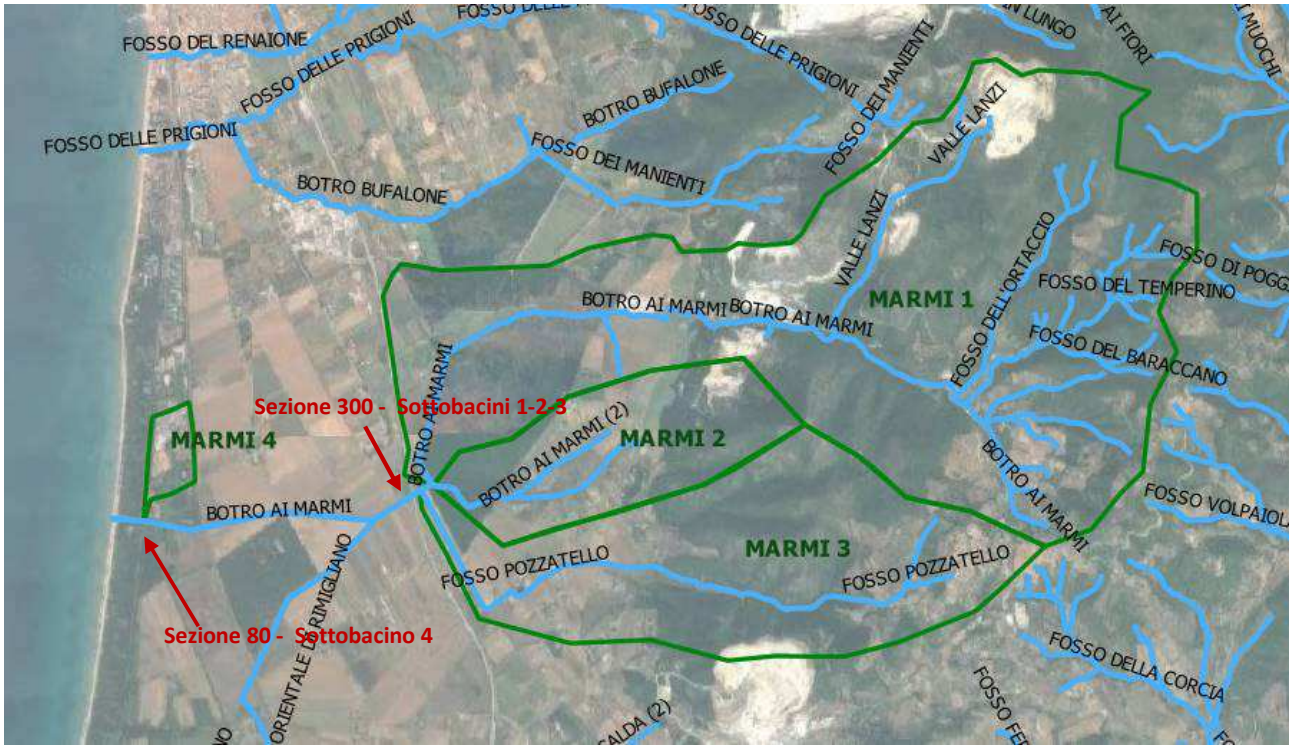


Figura 18 - Schematizzazione input idrologico Botro ai Marmi

4. Rilievo topografico

Per descrivere la geometria dei corsi d'acqua ai fini delle verifiche idrauliche si è proceduto con rilievi topografici con strumentazione GPS, in modo da caratterizzare le sezioni trasversali.

Vista la modellistica utilizzata, per cui la sommità arginale viene simulata come *lateral structure*, particolare attenzione è stata adottata per individuare la sommità del ciglio di sponda. La spaziatura longitudinale delle sezioni rilevate è stata stabilita in base all'omogeneità delle sezioni, infittendola laddove ci siano bruschi cambi di sezioni, singolarità o manufatti.

Come precedentemente accennato è stato effettuata un'attenta verifica di congruenza delle quote delle sezioni rilevate con quelle fornite dal LIDAR, sulla base del quale è stato implementato il modello 3D del terreno, al fine di consentire l'aggancio delle sezioni al modello 3D e consentire il corretto sfioro e la propagazione 2D sul piano campagna dei volumi esondati.

Le sezioni topografiche sono state rilevate con metodologia GPS in coordinate WGS84 che sono state successivamente appoggiate ed adattate al grigliato IGM in modo da renderle congruenti alle coordinate planimetriche e quote altimetriche del LIDAR

5. Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche sono state realizzate con un modello accoppiato di tipo monodimensionale all'interno del canale e puramente bidimensionale per la propagazione dei volumi esondati sul piano campagna, implementato con il software HEC RAS 5.0.5, che è un modello fisicamente basato in grado di conservare e distribuire i volumi d'acqua in base all'effettiva morfologia e topografia del territorio analizzato.

Lo schema di moto all'interno del canale è di tipo unidimensionale non stazionario (moto vario), risolto mediante integrazione numerica delle equazioni di De Saint Venant; le arginature od i cigli di sponda sono rappresentati mediante sfioratori longitudinali (Lateral Structures) che, nell'evenienza in cui il livello liquido raggiunga la sommità arginale, trasferiscono il volume esondato sul territorio, per la sua propagazione con schema di moto bidimensionale, che è risolto mediante l'integrazione numerica delle equazioni del moto, espressa come equazione dell'onda dinamica completa, e di conservazione del volume:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h V_x}{\partial x} = i$$

$$S_{fx} = S_{0x} - \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{V_x}{g}\frac{\partial V_x}{\partial x} - \frac{1}{g}\frac{\partial V_x}{\partial t}$$

dove:

- h: tirante idrico;
- V_x : componente lungo x della velocità media;
- i: intensità dell'eccesso di pioggia;
- S_{fx} : componente lungo x del gradiente delle perdite di carico per attrito (da equazione di Manning);
- S_0x : pendenza del piano campagna.

L'interfaccia 1D-2D è di tipo bidirezionale, ovvero consente la propagazione da e verso il canale, ovviamente in base alle condizioni topografiche e dei livelli idraulici di monte e valle. La costruzione del modello digitale del terreno è realizzata mediante l'utilizzo di punti georeferenziati di coordinate x,y,z a partire dei dati altimetrici Lidar, forniti dal volo della Regione Toscana (anno 2012).

La definizione dei coefficienti di scabrezza è stata fatta distinguendo il moto nei canali e quello nella piana alluvionale. Per quanto riguarda il primo caso si sono assunti i seguenti valori di scabrezza:

Tipologia	Scabrezza n (Manning)
Canale principale	0.035-0.04
Sommità spondale	0.065
Manufatti in cls	0.025

Tabella 10 – Coefficienti di scabrezza per le verifiche all'interno dei canali

Sempre per quanto riguarda le verifiche in moto vario all'interno del canale principale si sono assunti i seguenti coefficienti di contrazione/espansione:

Tipologia	Coeff. Contrazione	Coeff. Espansione
Variazioni graduali di sezione	0.1	0.3
Brusche variazioni di sezione	0.3	0.5
Ponti e attraversamenti	0.3	0.5

Tabella 11 – Coefficienti di contrazione ed espansione

L'interfaccia 1D-2D è stata simulata mediante *lateral structures* ricalcanti il profilo longitudinale della sommità arginale, con sfioro delle acque con stramazzo direttamente nelle aree 2D, simulato mediante la "Standard Weir Equation" secondo i seguenti coefficienti:

What is being modeled with the Lateral Structure	Description	Range of Weir Coefficients
Levee/Roadway – 3ft or higher above natural ground	Broad crested weir shape, flow over levee/road acts like weir flow	**1.5** to **2.6** (2.0 default) SI Units: 0.83 to 1.43
Levee/Roadway – 1 to 3 ft elevated above ground	Broad crested weir shape, flow over levee/road acts like weir flow, but becomes submerged easily.	**1.0** to **2.0** SI Units: 0.55 to 1.1
Natural high ground barrier – 1 to 3 ft high	Does not really act like a weir, but water must flow over high ground to get into 2D flow area.	**0.5** to **1.0** SI Units: 0.28 to 0.55
Non elevated overbank terrain. Lat Structure not elevated above ground	Overland flow escaping the main river.	**0.2** to **0.5** SI Units: 0.11 to 0.28

Tabella 12 – Coefficienti di sfioro laterale

In particolare si è utilizzato un valore di 1.1 in presenza di importanti arginature, 0.8 nei tratti dove sono presenti rilevati arginali di modesta altezza e 0.2 nei tratti in cui l'alveo si presenta inciso e con sfioro diretto sul piano campagna.

Relativamente alla simulazione degli attraversamenti, oltre ai coefficienti di contrazione ed espansione precedentemente riportati, si specifica che sono state inserite le *ineffective flow areas* ed i manufatti sono stati modellati tramite l'approccio pressure and/o wier, per simularne anche il comportamento in pressione, mediante l'immissione di culvert aventi coefficienti di perdita per ingresso e uscita rispettivamente pari a 0.5 e 1 e Manning pari a 0.02.

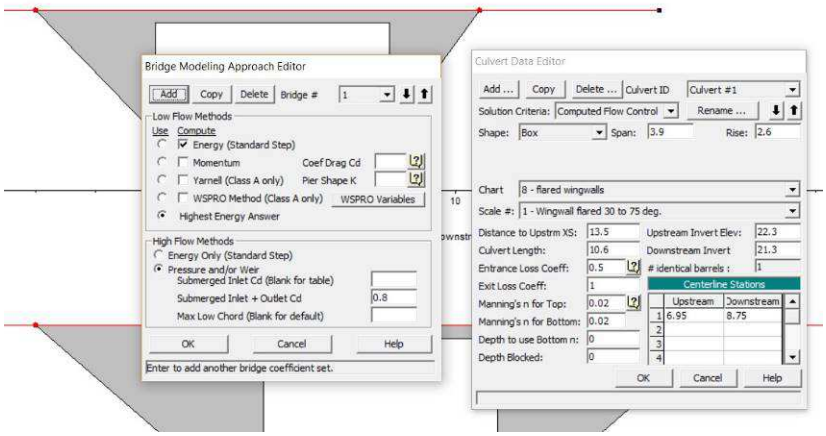


Figura 19 - Modellazione dei ponti e attraversamenti

La definizione dei coefficienti di scabrezza della pianura alluvionale è stata effettuata in prima istanza utilizzando i valori riportati nella pubblicazione *"Calibration of 2D hydraulic inundation models in the*

floodplain region of the lower Tagus River (Pestana et al.). In caso di assenza dei valori di scabrezza di alcuni codici, non contemplati nel citato studio, si è utilizzato i valori riportati nella pubblicazione "*A segmentation and classification approach of IKONOS-2 imagery for land cover mapping to assist flood risk and flood damage assessment*" *(*C.J. Van Der Sande, S.M. De Jong, A.P.J. De Roo - International Journal of applied earth observation and geoinformation, 2003). Eventuali ulteriori lacune di scabrezze riferite ai codici Corinne mancanti sono state colmate tramite l'utilizzo dei dati riportati nella pubblicazione *"Flooding assessment under sea level rise scenarios: Ria de Aveiro case" (*Lopez, Azevedo, Dias - Journal of coastal research, 2013).

USO DEL SUOLO	Codice CORINE	Manning n
Tessuto Urbano continuo	111	0.230
Tessuto Urbano discontinuo	112	0.12
Aree industriali o commerciali	121	0.23
Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	122	0.038
Aeroporti	124	0.230
Discariche	132	0.115
Cantieri	133	0.115
Aree ricreative e sportive	142	0.023
Seminativi in aree non irrigue	211	0.043
Seminativi in aree irrigue	212	0.043
Risaie	213	0.023
Vigneti	221	0.043
Frutteti e coltivazioni di piccoli frutti	222	0.043
Oliveti	223	0.043
Prati Stabili	231	0.298
Colture temporanee associate a colture permanenti	241	0.043
Sistemi colturali e particellari complessi	242	0.023
Aree con colture agrarie e spazi naturali importanti	243	0.058
Aree agro-forestali	244	0.058
Boschi di latifoglie	311	0.230
Boschi di conifere	312	0.127
Boschi misti	313	0.230
Aree a pascolo naturale e praterie	321	0.039
Brughiere e cespuglieti	322	0.058
Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	324	0.058
Spiagge, dune e sabbie	331	0.138
Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	332	0.104
Aree scarsamente vegetate	333	0.104
Aree percorse da incendi	334	0.104
Paludi interne	411	0.045
Corsi d'acqua, canali e idrovie	511	0.035
Bacini d'acqua	521	0.035

Tabella 13 – Coefficienti di scabrezza per la propagazione dei volumi esondati sul piano campagna (da Calibration of 2D hydraulic inundation models in the floodplain region of the lower Tagus River , Pestana et al.)

USO DEL SUOLO	Codice CORINE	Manning n
Strade e viabilità	141	0.013

Tabella 14 – Coefficienti di scabrezza per la propagazione dei volumi esondati sul piano campagna (da A segmentation and classification approach of IKONOS-2 imagery for land cover mapping to assist flood risk and flood damage assessment)

USO DEL SUOLO	Codice CORINE	Manning n
Saline	422	0.035
Aree portuali	123	0.085

Tabella 15 – Coefficienti di scabrezza per la propagazione dei volumi esondati sul piano campagna (da Calibration of 2D hydraulic inundation models in the floodplain region of the lower Tagus River)

L'attribuzione dei coefficienti di scabrezza è stata fatta mediante la procedura di Hec *Ras "Land Cover to Manning's n"* con cui associare a ciascuna cella 2D il corrispettivo codice Corine, e da questo il relativo valore di scabrezza secondo Manning, in modo da descrivere fedelmente le effettive condizioni di deflusso della pianura.

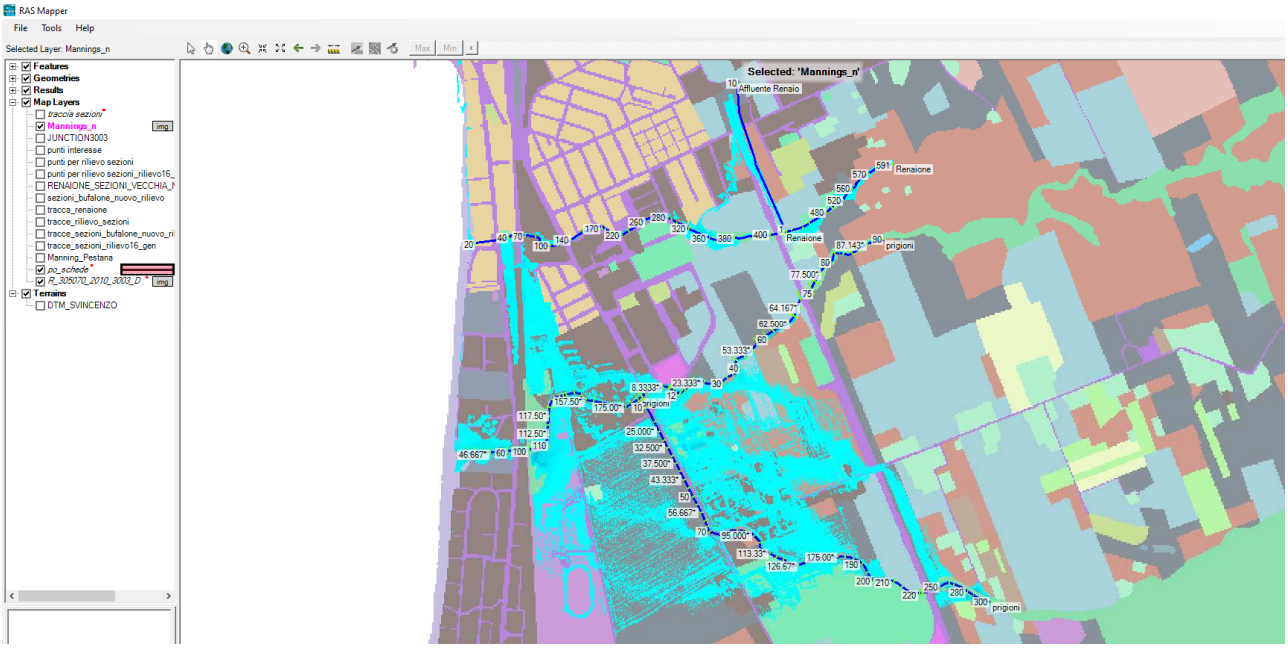


Figura 20 - Esempio di associazione dei valori di scabrezza secondo Manning della pianura tramite il relativo codice Corine effettuato tramite Hec Ras

5.1 Condizioni al contorno

Lo "*Studio e ricerca per l'implementazione del quadro conoscitivo della costa toscana nell'ambito del Piano Regionale di Gestione integrata della Costa*" fornisce il valore di set-up massimo, cioè l'innalzamento del livello del mare indotto dall'onda rispetto al livello medio mare ed il valore di run-up massimo, cioè la massima elevazione rispetto al valore di set-up, raggiungibile dall'acqua nella sua

risalita sulla spiaggia considerata impermeabile. Per la costa di San Vincenzo, facente parte dell'unità fisiografica 2, risulta un totale di set-up e run-up di 1.52 m.

UNITA' FISIOGRAFICA 2: da Rosignano Solvay al golfo di Baratti			
nome	***set-up***	***run-up***	***totale***
Rosignano	1.15	0.33	1.48
Vada nord	0.97	0.48	1.45
Vada sud	0.97	0.48	1.45
Mazzanta nord	1.00	0.42	1.42
Mazzanta sud	1.04	0.57	1.61
Marina di Cecina	1.03	1.07	2.10
Torre di Cecina	1.04	0.44	1.48
Marina di Bibbona	1.05	0.70	1.75
Torre di Bolgheri	1.03	0.46	1.49
Donoratico	1.06	0.44	1.50
Castagneto	1.06	0.35	1.41
San Vincenzo	1.15	0.37	1.52
Torraccia	1.13	0.50	1.63
Baratti	0.89	0.29	1.18

Per simulare la condizione al contorno di valle di un corso d'acqua con foce a mare è pertanto possibile imporre detto valore come *"Stage Hydrograph"* a simulare l'effetto delle mareggiate.

Tuttavia, per alcuni i corsi d'acqua in esame, ma anche come dato consolidato in altri studi in ambito costiero con corsi d'acqua di una certa importanza o con un'ampiezza di battigia significativa, risulta assai più cautelativa come condizione al contorno di valle l'imposizione della "*Normal depth*", che produce livelli assai maggiori nelle sezioni terminali dei corsi d'acqua e pertanto scenari di esondazione più consistenti.

In conclusione, avendo preso visione dello "Studio e ricerca per l'implementazione del quadro conoscitivo della costa toscana nell'ambito del Piano Regionale di Gestione integrata della Costa", nello studio idraulico in oggetto è stata adottata, per ciascun corso d'acqua studiato, la condizione di valle ritenuta più cautelativa, tra *normal depth* e *stage hydrograph* dato dalla somma di *run-up e set-up.*

Corso d'acqua	**Condizione al contorno di valle adottata**
Fosso dei Cipressetti	Stage Hydrograph
Fosso delle Rozze	Stage Hydrograph
Fosso del Renaione	Stage Hydrograph
Fosso delle Prigioni	Normal Depth
Botro ai Marmi	Normal Depth

Tabella 16 - Condizioni al contorno utilizzate nelle simulazioni con il software Hec- Ras

6. Risultati delle verifiche idrauliche

Si riporta qui di seguito una breve trattazione dei risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche, rimandando alla cartografia dei battenti per una migliore descrizione degli esiti degli eventi estremi.

6.1 Sistema Fosso Rozze - Fosso Cipressetti

Il sistema Fosso delle Rozze – Fosso dei Cipressetti è stato simulato congiuntamente, data la vicinanza e la possibile sovrapposizione dei battenti prodotti dai due corsi d'acqua durante le simulazioni. Il Fosso dei Cipressetti è stato simulato da valle dello svincolo dell'Aurelia Nuova fino allo sbocco a mare, per una lunghezza complessiva di 450 m e 30 sezioni topografiche rilevate e 5 manufatti di attraversamento, mentre il Fosso delle Rozze è stato simulato da 300 metri a valle della confluenza con il Fosso delle Pilete, fino allo sbocco a mare, per una lunghezza di 2.1 km, 42 sezioni rilevate e 3 attraversamenti presenti.

Le simulazioni sono state condotte rispetto ad un ventaglio di eventi, con durata 1, 3 e 6 ore, in modo da tenere in considerazione anche scenari in grado di massimizzare i volumi di esondazione propagati sul piano campagna. Le verifiche per Tr 30 anni mostrano l'inadeguatezza dei due fossi a contenere la portata subito a monte dell'Aurelia Vecchia e della linea ferroviaria; detta inadeguatezza risulta più marcata per il Fosso delle Rozze.

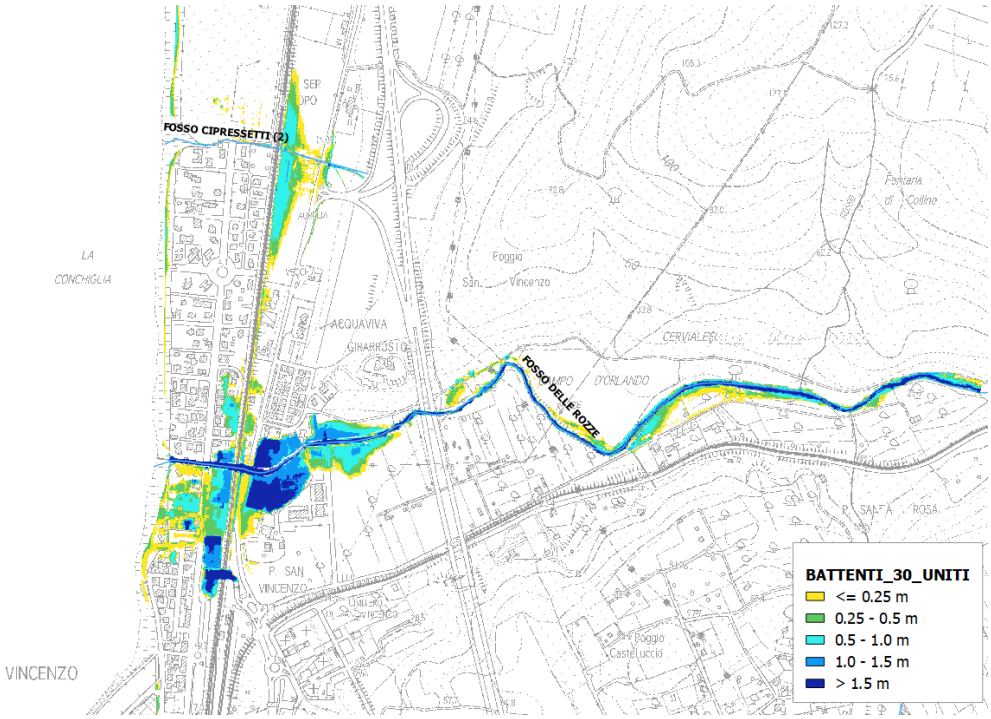


Figura 21 – Fosso dei Cipressetti e Fosso delle Rozze per Tr 30 anni inviluppo dei massimi tiranti

Anche le verifiche idrauliche per eventi con Tr 200 anni mostrano la sostanziale inadeguatezza dei due fossi, soprattutto del Fosso delle Rozze. In questo caso l'area soggetta alle esondazioni si estende anche a valle dei rilevati trasversali dell'Aurelia vecchia e della ferrovia.

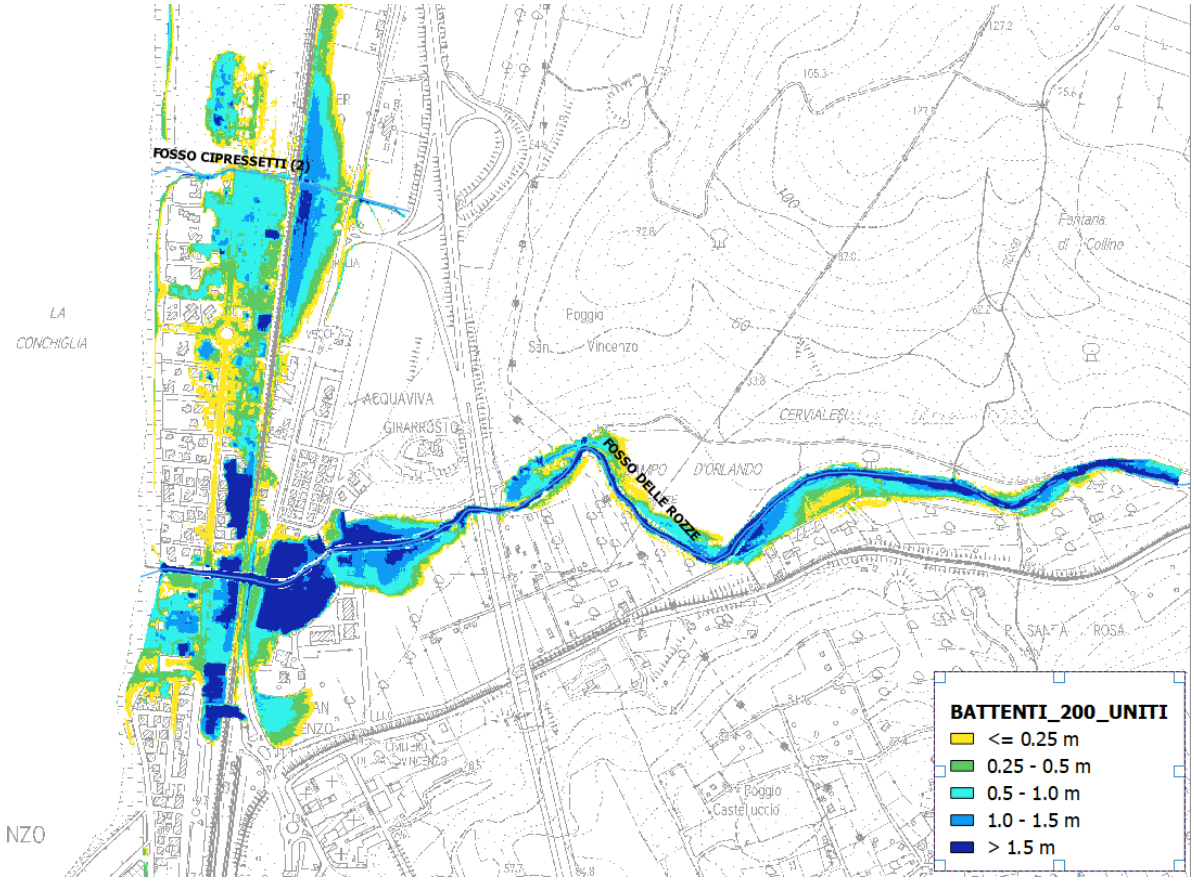


Figura 22– Fosso dei Cipressetti e Fosso delle Rozze per Tr 200 anni inviluppo dei massimi tiranti

6.2 Sistema Fosso del Renaione e Fosso delle Prigioni

Il sistema Fosso delle Renaione – Fosso delle Prigioni – Botro Bufalone è stato simulato congiuntamente, data la vicinanza e la possibile sovrapposizione dei battenti prodotti dai corsi d'acqua in caso di esondazione.

Il Fosso del Renaione è stato simulato da circa 400 metri a monte dell'intersezione con Aurelia Nuova fino allo sbocco a mare, per una lunghezza complessiva di 1.5 km e 63 sezioni topografiche rilevate e 6 manufatti di attraversamento; nella simulazione è stato incluso anche l'affluente in destra idraulica che si immette nel Fosso del Renaione subito a monte dell'Aurelia Nuova.

Il Fosso delle Prigioni è stato simulato considerando sia l'asta principale che l'affluente in sinistra idraulica denominato Botro Bufalone. La simulazione è stata iniziata circa 300 metri a monte

dell'Aurelia Nuova per l'asta principale e circa 200 metri a monte per il Botro Bufalone. La lunghezza dell'asta principale simulata è di circa 1.8 km, le sezioni totali indagate sono 35 per il Fosso delle Prigioni e 32 per il Botro Bufalone. In totale sono stati inseriti nella simulazione 9 manufatti di attraversamento. Alla confluenza tra il Botro Bufalone e il Fosso delle Prigioni sono presenti due casse di espansione e sono state inserite anch'esse nel modello come *Storage Areas.*

Le verifiche idrauliche per eventi con Tr 30 anni mostrano una sostanziale adeguatezza dei due fossi a contenere le portate di massima piena.

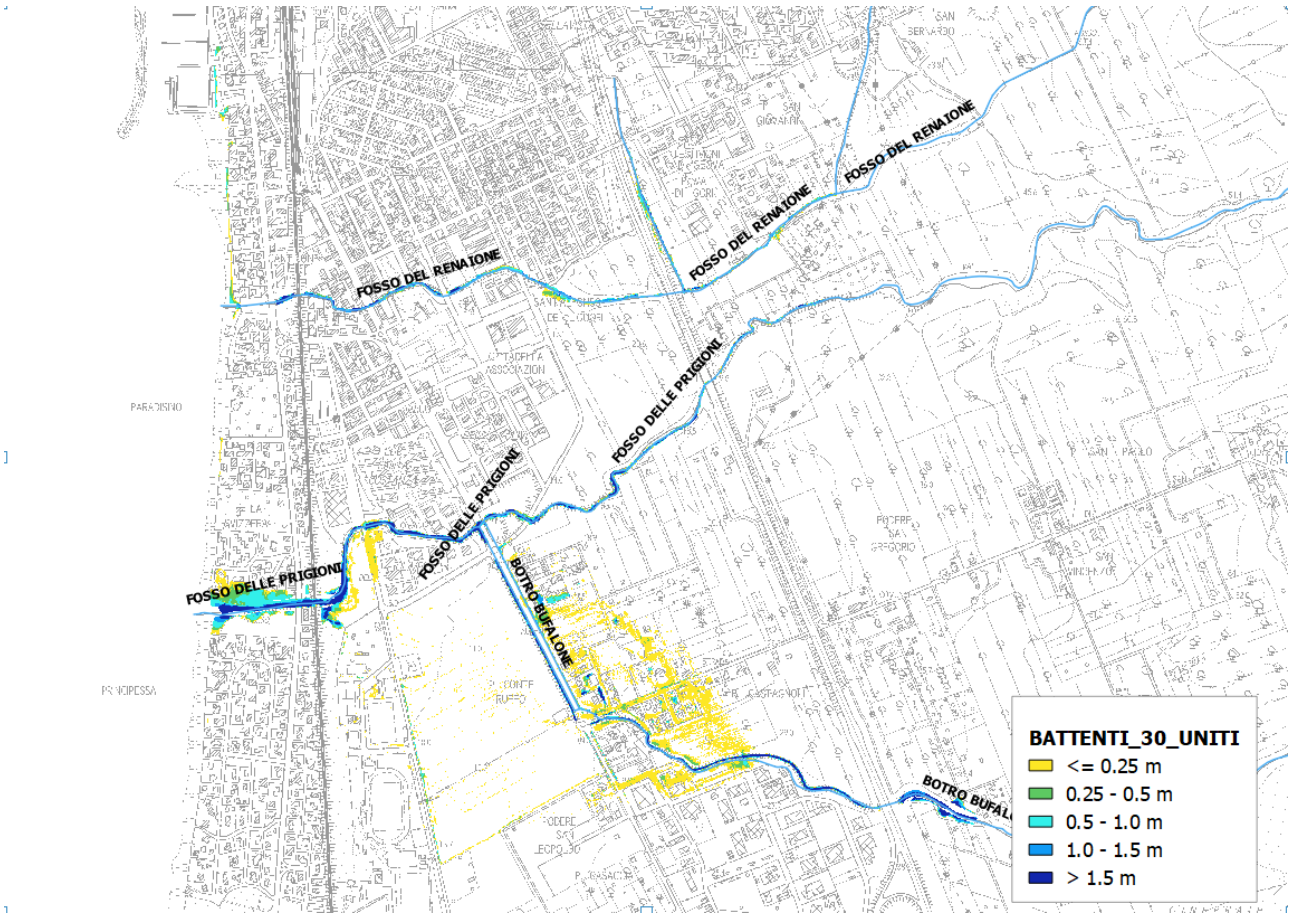


Figura 23– Fosso delle Prigioni e Fosso del Renaione per Tr 30 anni inviluppo dei massimi tiranti

Le verifiche idrauliche per eventi con Tr 200 anni mostrano invece delle esondazioni non trascurabili soprattutto nella fascia tra l'Aurelia Vecchia e la Ferrovia; in misura minore anche a valle del rilevato ferroviario si riscontrano fenomeni esondativi anche se più circoscritti e localizzati.

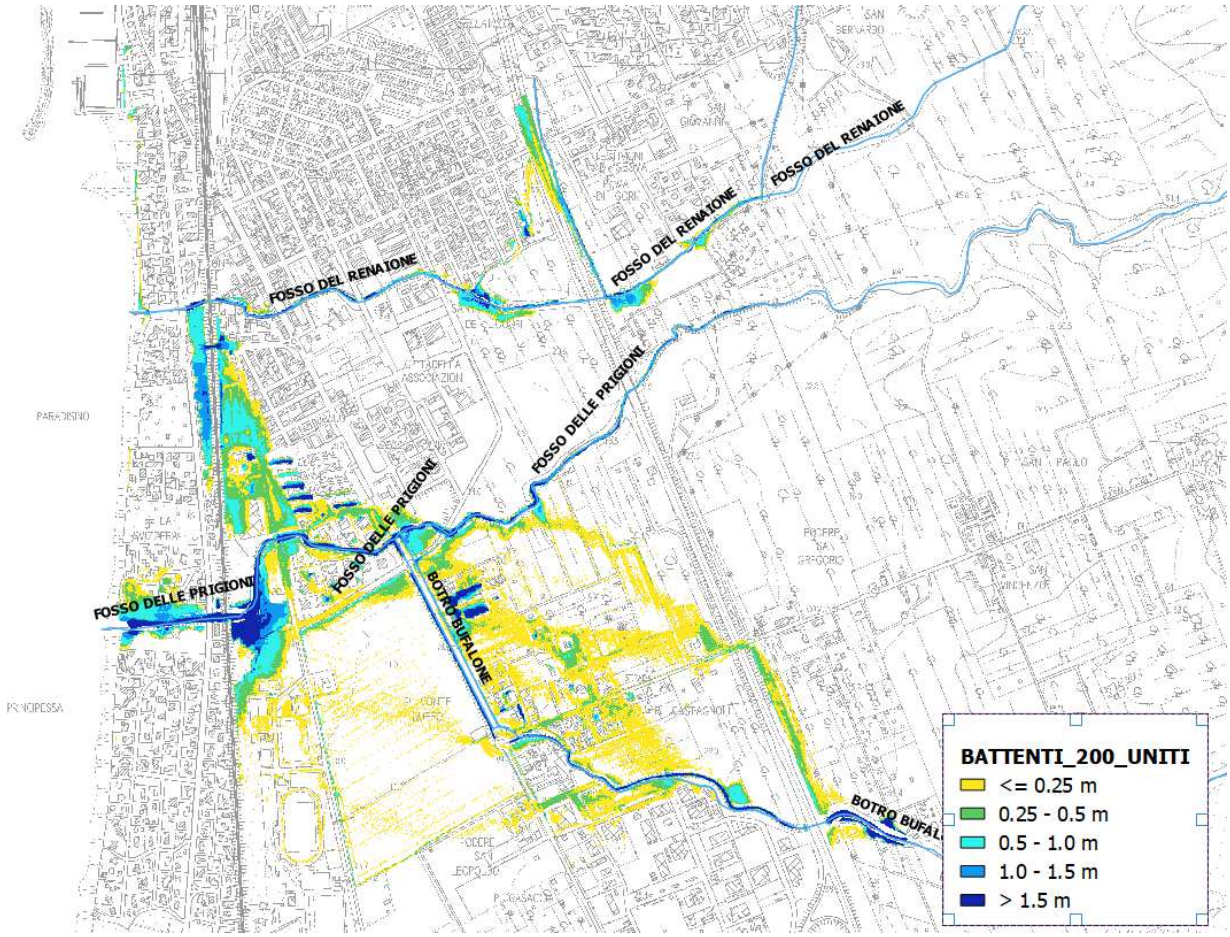


Figura 24– Fosso delle Prigioni e Fosso del Renaione per Tr 200 anni inviluppo dei massimi tiranti

6.3 Fosso "Botro ai Marmi"

Il Botro ai Marmi è stato simulato partendo subito valle dell'Aurelia Nuova fino allo sbocco a Mare per una lunghezza totale di circa 1.1 km, 12 sezioni rilevate e quattro manufatti di attraversamento.

Le verifiche idrauliche per eventi con Tr 30 anni mostrano fenomeni esondativi non trascurabili a monte della ferrovia, il cui attraversamento probabilmente sottodimensionato funge da bocca tarata.

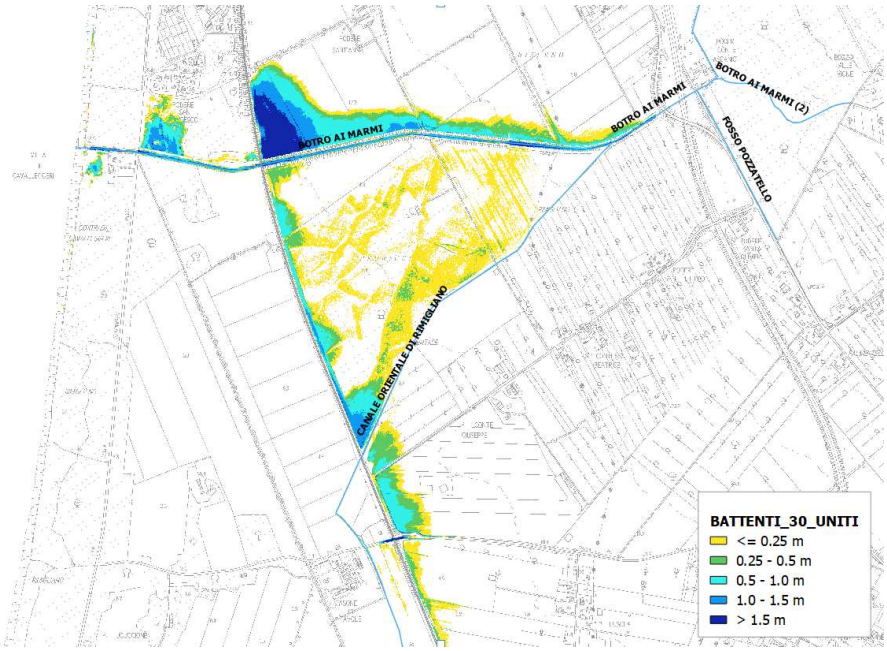


Figura 25– Botro ai Marmi per Tr 30 anni inviluppo dei massimi tiranti

Le verifiche idrauliche per eventi con Tr 200 anni mostrano una sostanziale inadeguatezza del Botro ai Marmi a contenere le portate con esondazioni di notevole entità sia a monte della ferrovia che a monte della S.P. della Principessa.

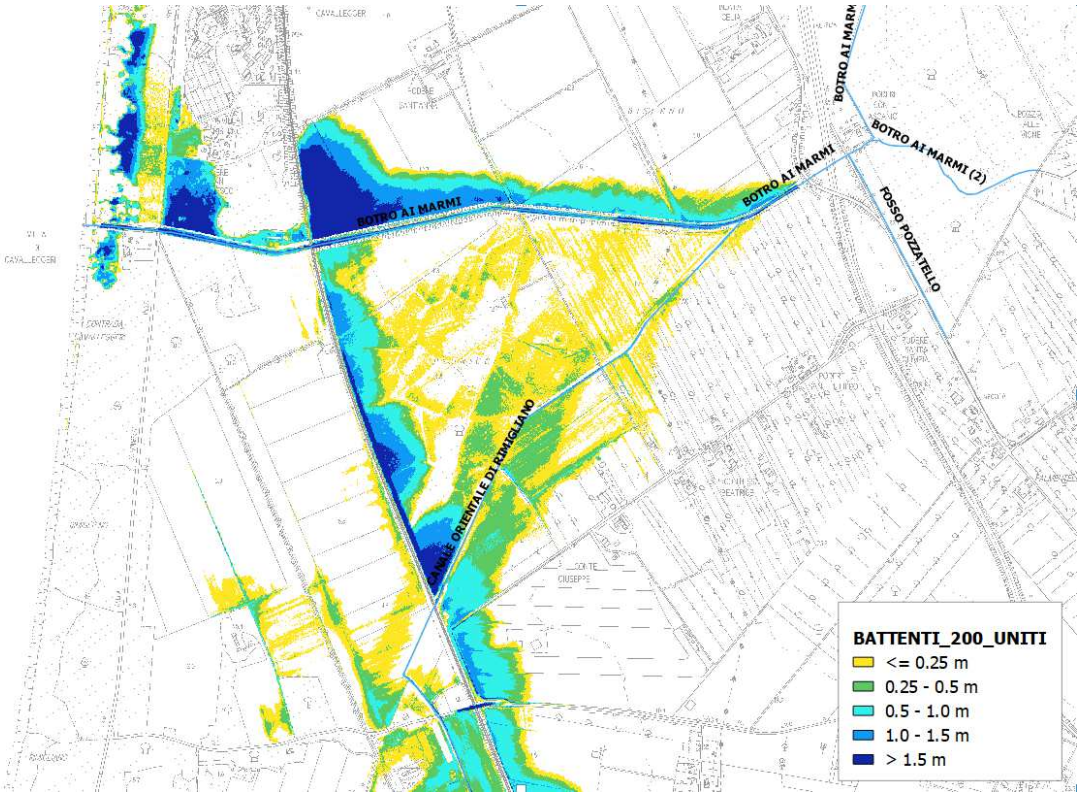


Figura 26 – Botro ai Marmi per Tr 200 anni inviluppo dei massimi tiranti

7. Aggiornamento della pericolosità idraulica

Sulla base dei battenti per i vari tempi di ritorno ricavati dalle verifiche idrauliche sono state aggiornate le mappe di pericolosità ai sensi del P.G.R.A. Distretto Appennino Settentrionale.

La pericolosità idraulica ai sensi del P.G.R.A. è stata definita sulla base dei seguenti criteri:

- P1 aree inondabili con tempi di ritorno maggiori di Tr 200 anni;
- P2 aree inondabili con tempo di ritorno superiore Tr 30 anni e minore o uguale a Tr 200 anni;
- P3 aree inondabili con tempo di ritorno inferiore o uguale a Tr 30 anni.

Ai fini della classificazione del territorio sulla base della legge 41/R/2018 si è provveduto a redigere la tavola della magnitudo idraulica, che tiene conto della combinazione dei battenti di esondazione e della velocità di propagazione:

- magnitudo idraulica moderata: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiore a 0,3 metri;
- magnitudo idraulica severa: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 metri e inferiore o uguale a 0,5 metri;
- magnitudo idraulica molto severa: battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 1 metro. Nei casi in cui la velocità non sia determinata battente superiore a 0,5 metri.

N.B.: Per come è costruito, il modello idraulico, che è basato su LIDAR con maglia 1 x 1 m, restituisce nelle zone di frangia delle aree allagabili una sorta di "sfrangiatura di pixel" con valori di battente molto bassi, dovuto alla tolleranza di calcolo del modello. Per completezza nelle carte dei battenti sono riportati integralmente i risultati dell'output idraulico sotto forma di grid, compresa questa sfrangiatura. Nel passaggio da battenti a pericolosità e magnitudo è stato effettuato un processo di "*smoothing*" del dato, in modo da eliminare pixel distaccati dal corpo delle esondazioni o pixel isolati. Allo stesso modo si è cercato di eliminare "l'effetto isola" all'interno delle aree inondate, salvo veri alti morfologici, al fine di dare un continuum alla forma dell'esondazione, attribuendo pertanto a queste aree la classe di pericolosità dell'area limitrofa.

ALLEGATO – Valutazioni idrauliche previsioni urbanistiche

IC03 - VIA DELLA SIRENA, VIA DELLO STORIONE

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

Non si applica la L.R. 41/2018.

S02 - EX MIRÒ, VIA AURELIA NORD

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

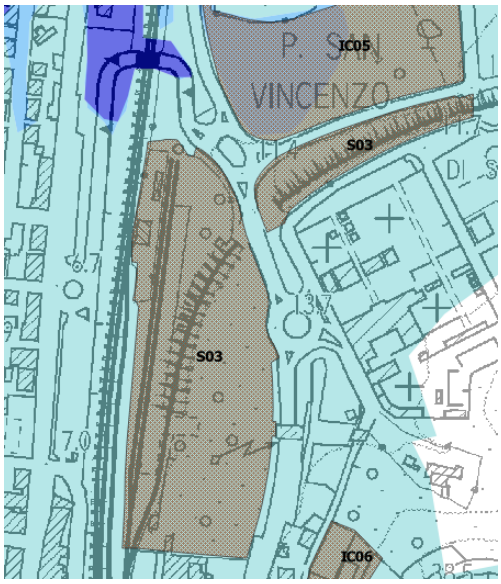
Battenti Tr 200: Assenza di battenti

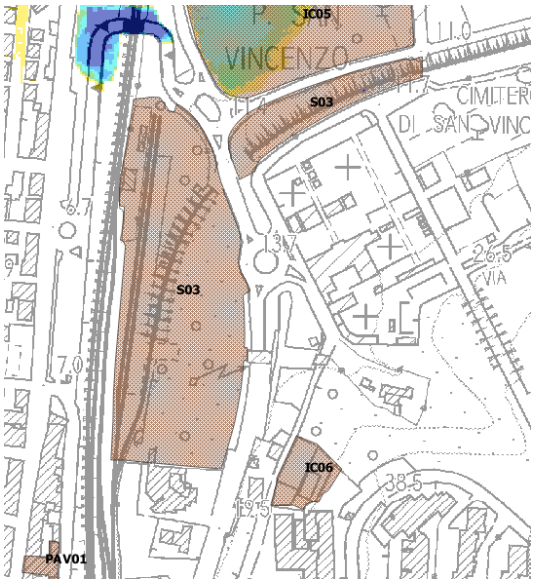
Non si applica la L.R. 41/2018.

S03 - AREA SILOS SOLVAY, VIA AURELIA, VIA DELLA VALLE

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti



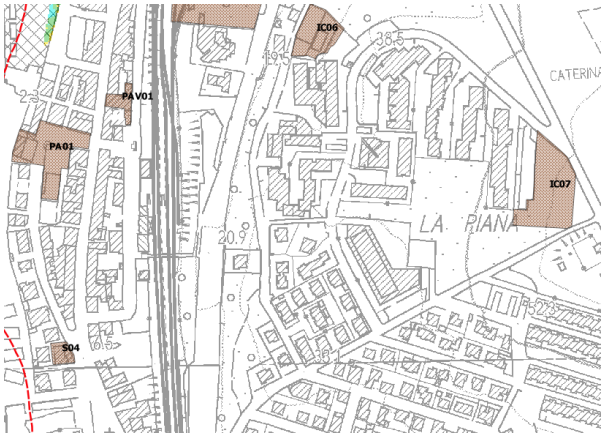


Non si applica la L.R. 41/2018.

IC06 - VIA SANTA CATERINA DA SIENA

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

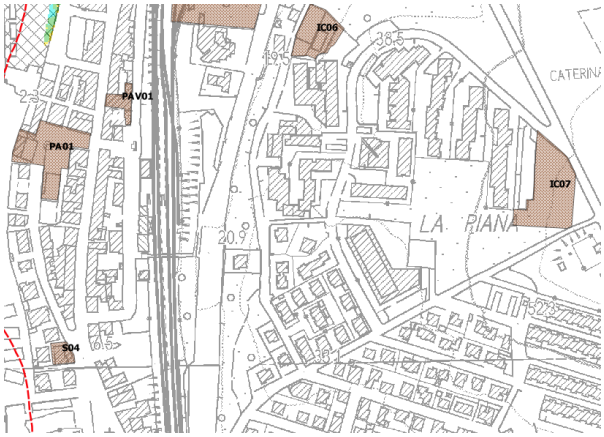


Non si applica la L.R. 41/2018.

IC07 - VIA G. DI VITTORIO, VIA G. VENANTI, VIA O. CIONINI

Pericolosità Idraulica PGRA: Assente

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

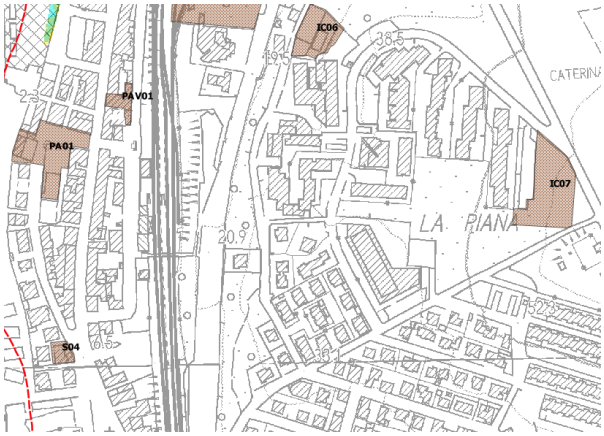


Non si applica la L.R. 41/2018.

PA01- VIALE SERRISTORI, VIA ALLIATA, PIAZZA MISCHI E PIAZZA DELLA VITTORIA

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

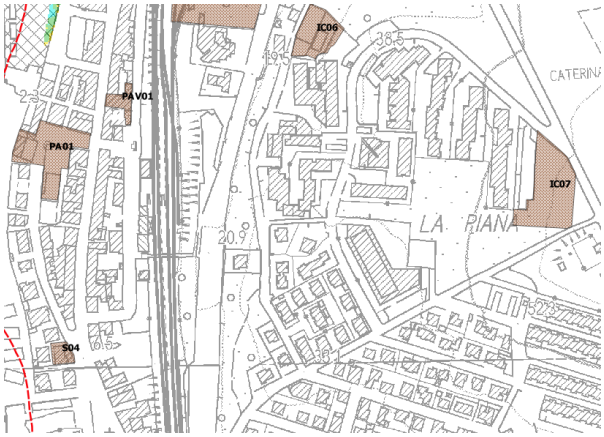


Non si applica la L.R. 41/2018.

PAV01 - VIA GIUSEPPE IMPASTATO

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

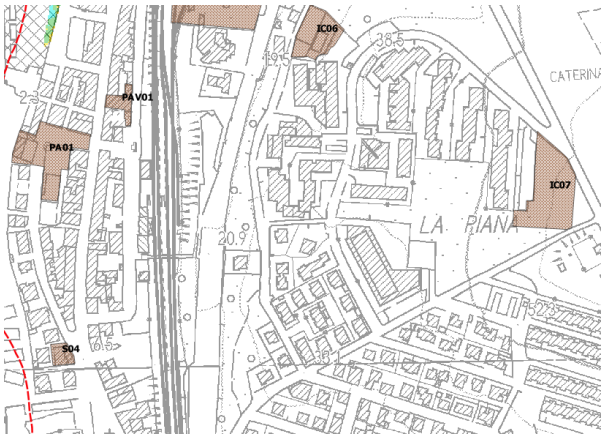


Non si applica la L.R. 41/2018.

S04 - ALBERGO CENTRALE, PIAZZA UMBERTO I, VIA GORGONA

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti.

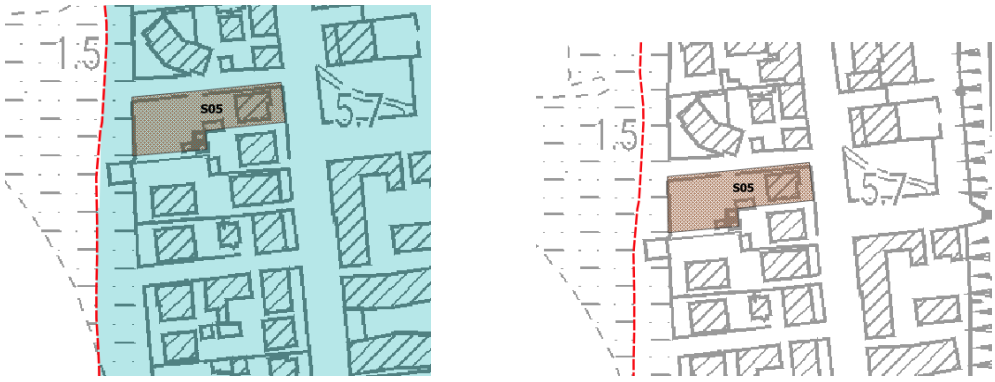


Non si applica la L.R. 41/2018.

S05 - RESIDENCE VILLA PIANI, CORSO ITALIA, VIA COSTA

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti



Non si applica la L.R. 41/2018.

IC08 - VIA G. DONIZETTI

Pericolosità Idraulica PGRA: Assente

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

Non si applica la L.R. 41/2018.

PA02 - VIA DEL CASTELLUCCIO, VIA F. TOGNARINI

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti.

Non si applica la L.R. 41/2018.

IC09 - Via del Castelluccio, via del BELVEDERE

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

Non si applica la L.R. 41/2018.

IC10 - PIAZZA PAPA GIOVANNI XXIII

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

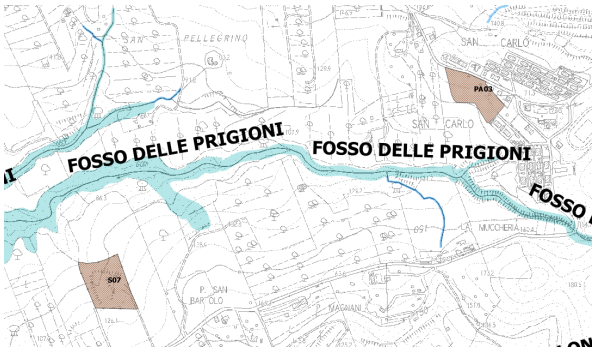
Battenti Tr 200: Assenza di battenti

Non si applica la L.R. 41/2018.

S07 - STRADA SAN BARTOLO, ZONA COSCIA

Pericolosità Idraulica PGRA: Assente

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

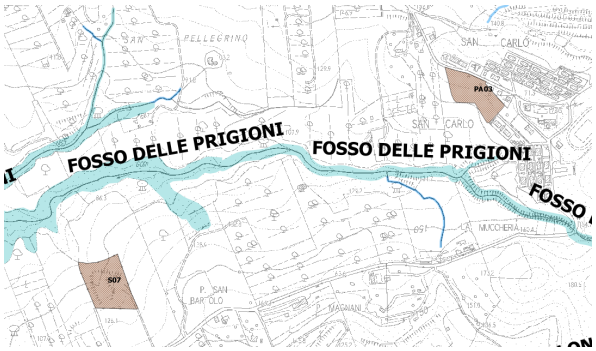


Non si applica la L.R. 41/2018.

PA03 - VIA BERNINI A SAN CARLO

Pericolosità Idraulica PGRA: Assente

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

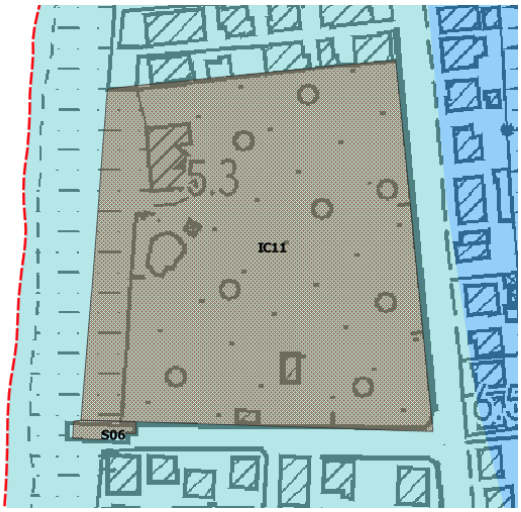


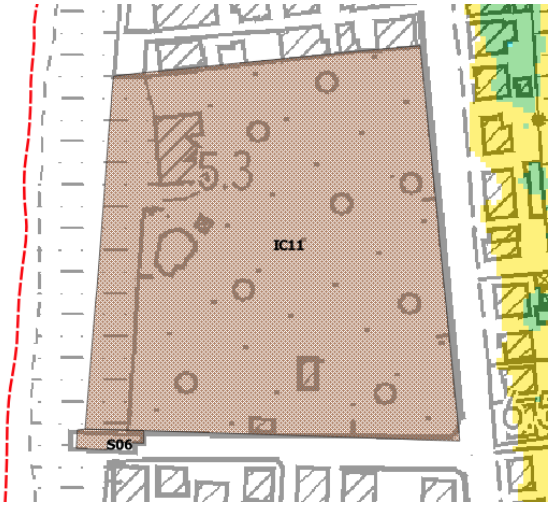
Non si applica la L.R. 41/2018.

S 06 - ATTIVITÀ DI SOMMINISTRAZIONE ALIMENTI E BEVANDE, VIA MONTECRISTO

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti



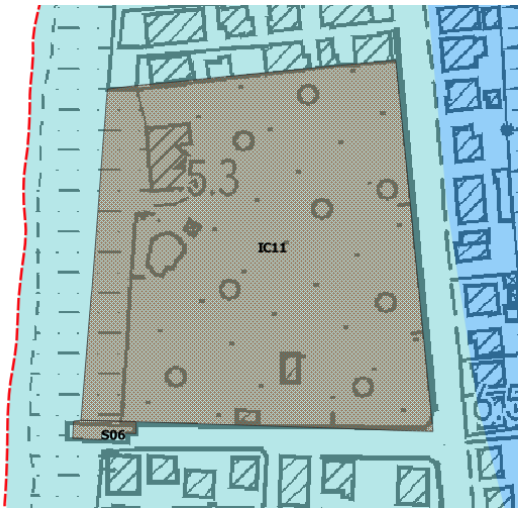


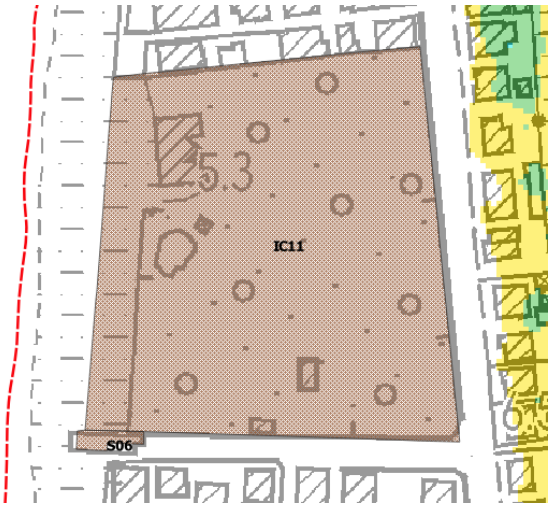
Non si applica la L.R. 41/2018.

IC11- PARADISINO, VIA DELLA PRINCIPESSA, VIA MONTECRISTO

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti



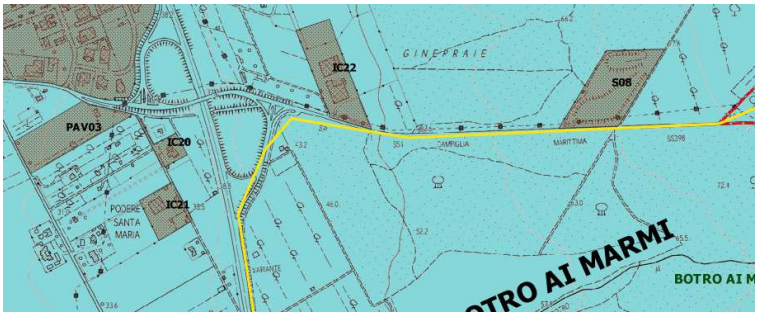


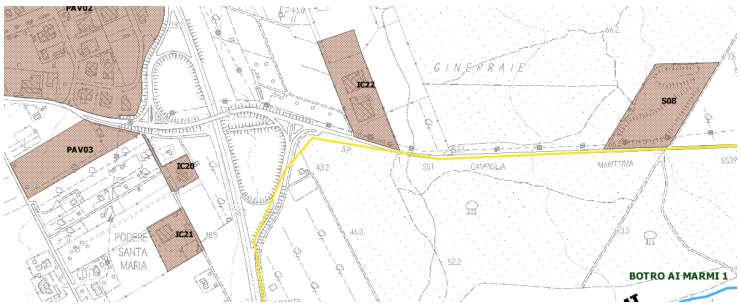
Non si applica la L.R. 41/2018.

S08 - STRADA PROVINCIALE 20

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti



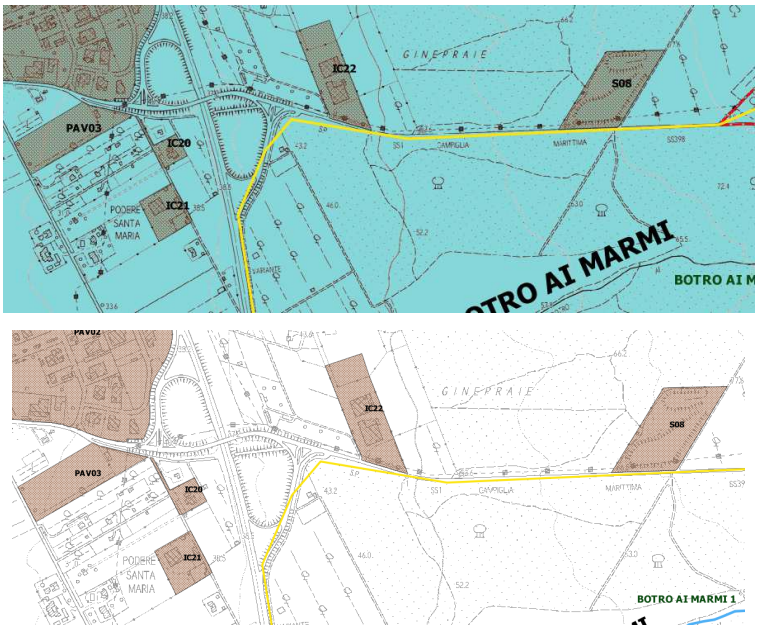


Non si applica la L.R. 41/2018.

IC22 - STRADA PER CAMPIGLIA MARITTIMA 3

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

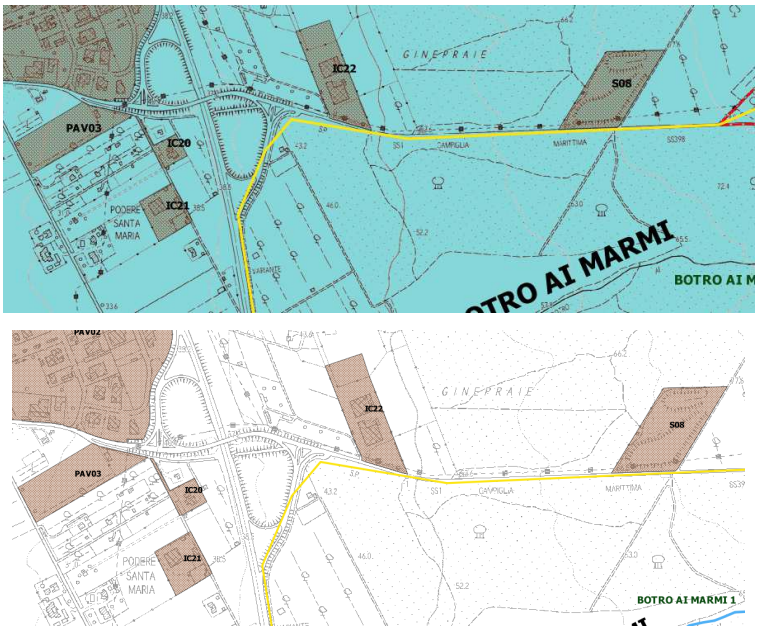


Non si applica la L.R. 41/2018.

IC21 - STRADA PER CAMPIGLIA MARITTIMA 2

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

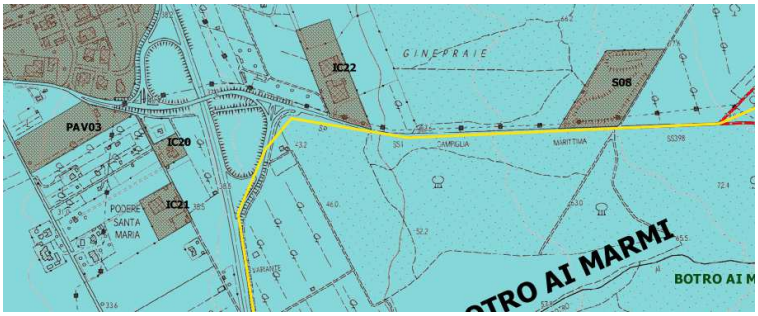


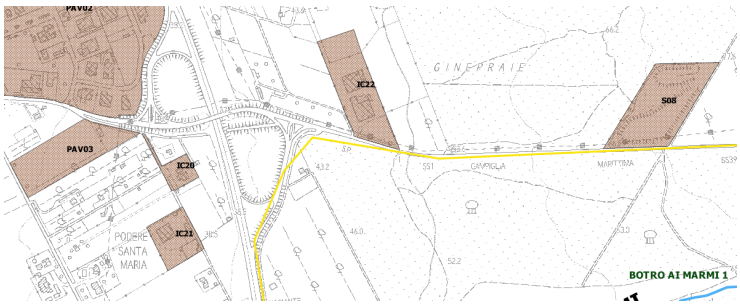
Non si applica la L.R. 41/2018.

IC20 - STRADA PER CAMPIGLIA MARITTIMA 1

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti



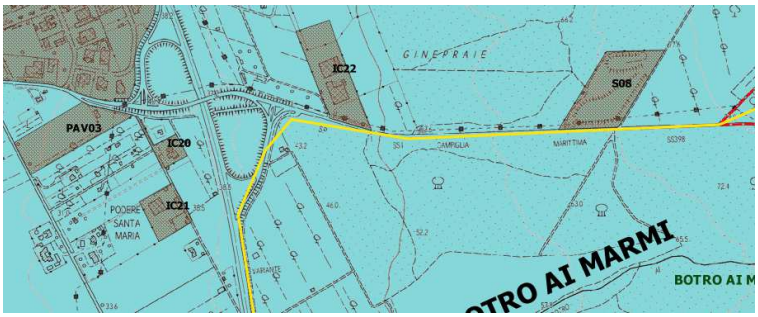


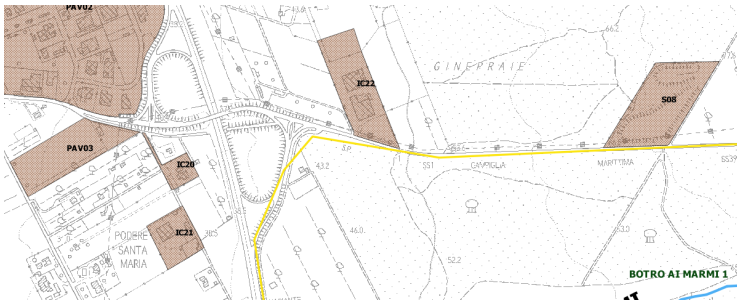
Non si applica la L.R. 41/2018.

PAV 03 - STRADA PROVINCIALE 20

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti



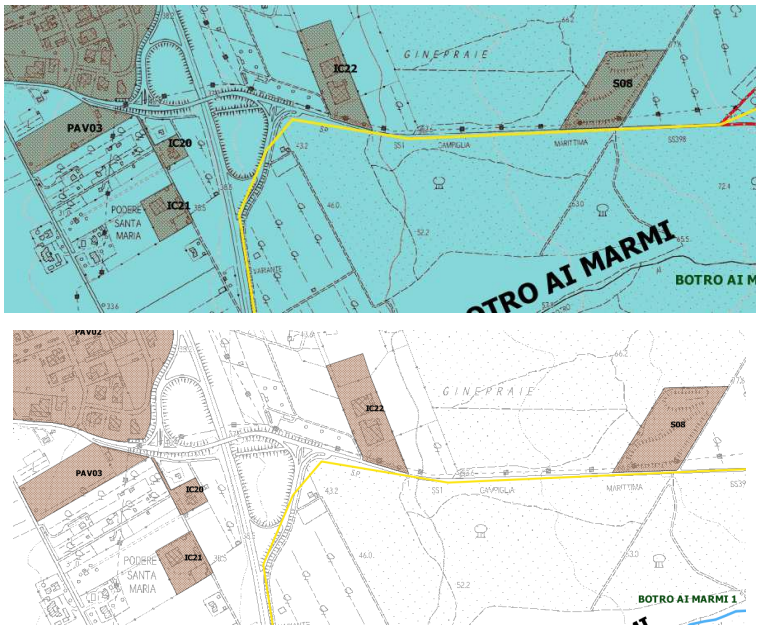


Non si applica la L.R. 41/2018.

AE01 - VIA AURELIA SUD, STRADA PROVINCIALE 20

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

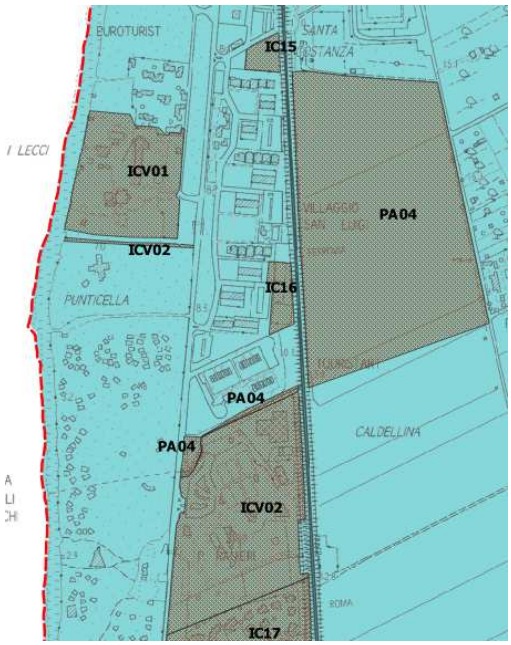


Non si applica la L.R. 41/2018.

IC15 - VILLAGGIO SAN LUIGI, VIA DEL CARDELLINO

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

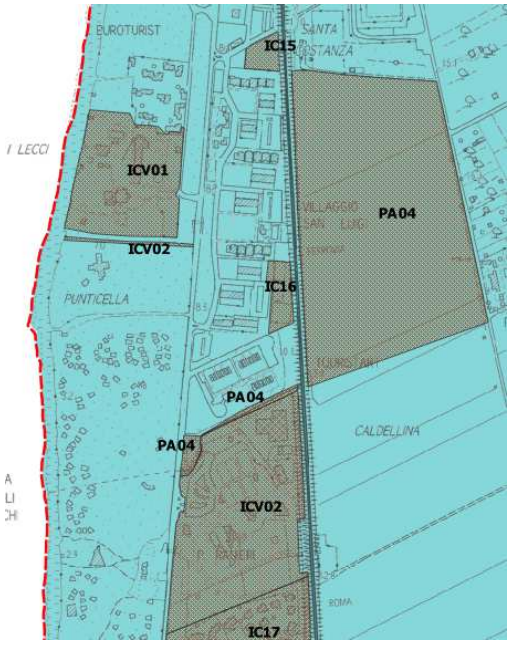


Non si applica la L.R. 41/2018.

IC16 - VILLAGGIO SAN LUIGI, VIA FRIULI

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

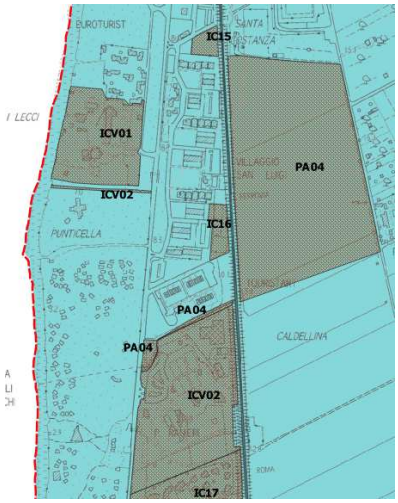


Non si applica la L.R. 41/2018.

ICV01 - STRADA PROVINCIALE DELLA PRINCIPESSA

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

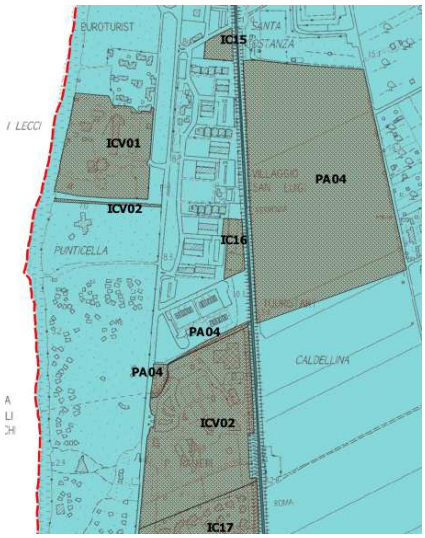


Non si applica la L.R. 41/2018.

ICV02- STRADA PROVINCIALE DELLA PRINCIPESSA

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

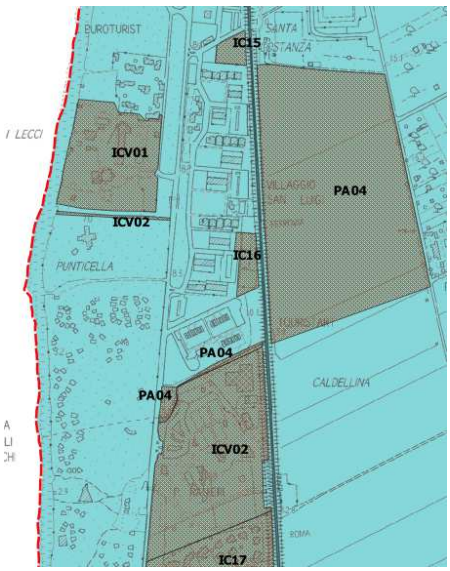


Non si applica la L.R. 41/2018.

PA04- VIA DI BISERNO

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Assenza di battenti

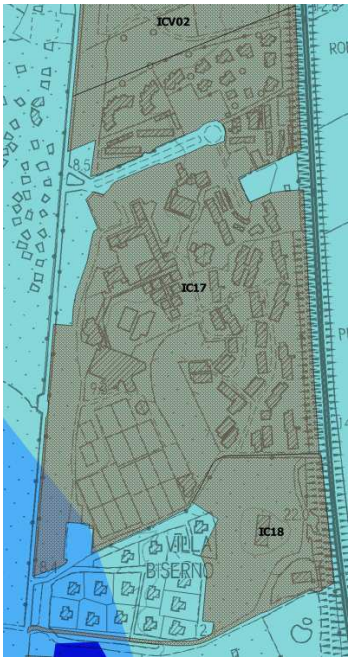


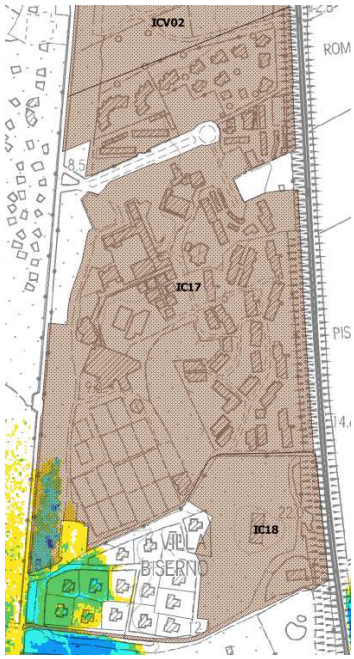
Non si applica la L.R. 41/2018.

IC 17 - VILLAGGIO GARDEN CLUB, VIA DELLA PRINCIPESSA

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: Lotto interessato solo marginalmente da battenti trascurabili



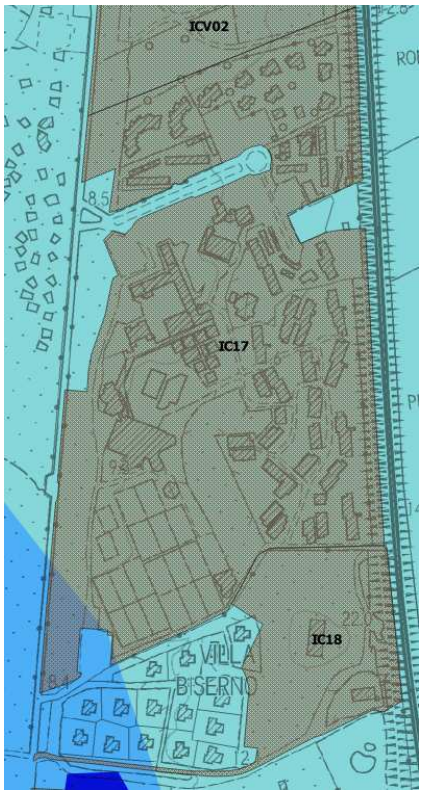


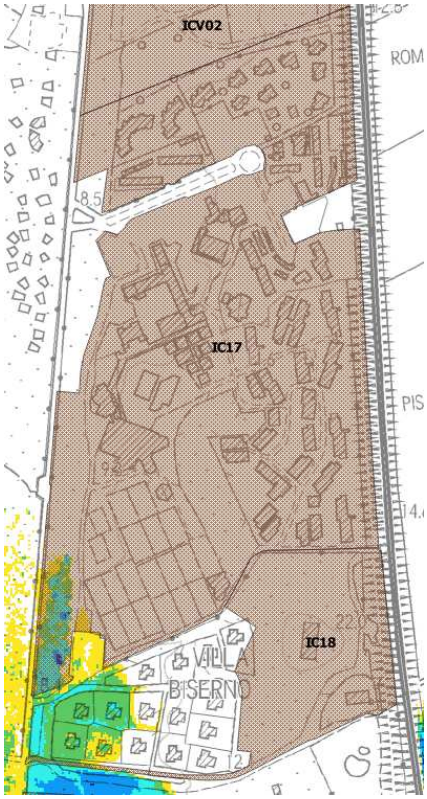
Non si applica la L.R. 41/2018.

IC 18 - VILLA BISERNO, VIA DELLA PRINCIPESSA

Pericolosità Idraulica PGRA: P1

Battenti Tr 200: assenti



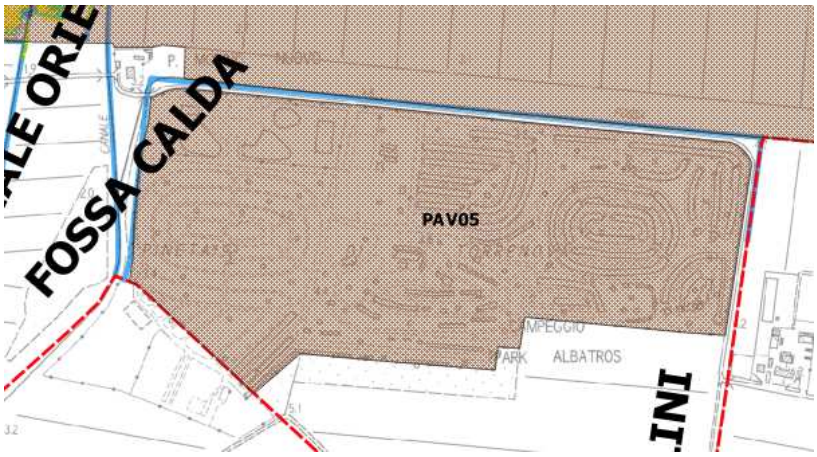


Non si applica la L.R. 41/2018.

PAV05 - TENUTA DI RIMIGLIANO

Battenti Tr 200: assenti quelli del Botro dei Marmi.

Per tutta la Tenuta di Rimigliano è stata redatta specifica variante, sottoposta a parere del Genio Civile. Da valutare eventuali battenti Fossa Calda, attività in studio nell'ambito dello strumento urbanistico di Piombino.

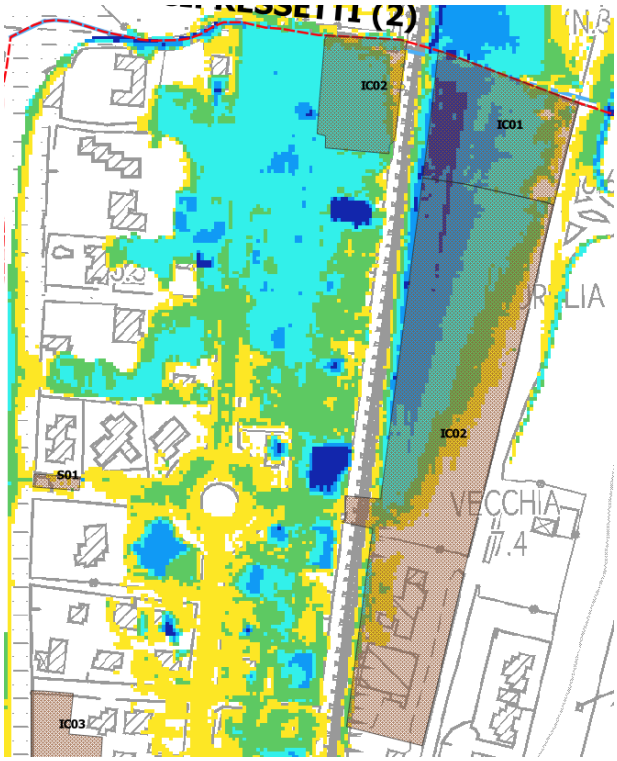


IC01 e IC02 - VIA AURELIA NORD E VIA DELLO SQUALO

Pericolosità Idraulica PGRA: P3

Magnitudo: Molto severa, in parte severa

Battenti Tr 200: compresi fra 50 e 160 cm



Queste due schede sono state oggetto di specifica variante sottoposta a parere del Genio Civile, che si è espresso favorevolmente con condizioni. Nello specifico il parere è risultato favorevole, a condizione che il Comune dichiari chiaramente negli atti urbanistici che:

- la variante non prevede opere o funzioni di cui all'art. 10 comma 1 della L.R. 41/2018;
- il sottopasso non può essere realizzato in area con minore rischio da alluvioni in ottemperanza a quanto previsto dalla L.R. 41/2018 ovvero è "non diversamente localizzabile" (art.13 comma 6).

Inoltre, ai sensi della L.R. 41/2018, l'intervento è attuabile solo a seguito della realizzazione di opere per la riduzione del rischio idraulico di tipo a) o b) che erano state individuate sommariamente in sede di variante. Trattandosi di intervento convenzionato, sottoposto a parere del Genio Civile, come prescritto nel parere sulla variante il progetto dovrà contenere uno studio idraulico finalizzato a definire le condizioni di gestione del rischio ed il non aumento dello stesso e dovrà essere effettuato sulla base del parere tecnico espresso in sede di variante. Lo studio dovrà approfondire l'efficacia delle opere necessarie per l'attuazione delle trasformazioni nel rispetto della L.R.41/2018 o la necessità di progettare ulteriori opere di cui all'art 8 della L.R. 41/2018. Lo studio dovrà inoltre valutare la compatibilità dell'intervento in relazione alla conseguente riorganizzazione della rete di smaltimento delle acque meteoriche nelle aree limitrofe e derivanti dalla nuova urbanizzazione garantendo il non aumento del rischio. Il progetto dell'area di variante dovrà comunque privilegiare la localizzazione dei fabbricati e dei parcheggi in prossimità della variante Aurelia. Tale studio dovrà essere sottoposto all'esame del Genio Civile prima della predisposizione degli atti finalizzati a dare attuazione agli interventi previsti nella scheda.

Tali prescrizioni vengono riportate e annotate nella scheda urbanistica di Piano Operativo, in modo da darne attuazione in sede di progettazione dell'intervento.

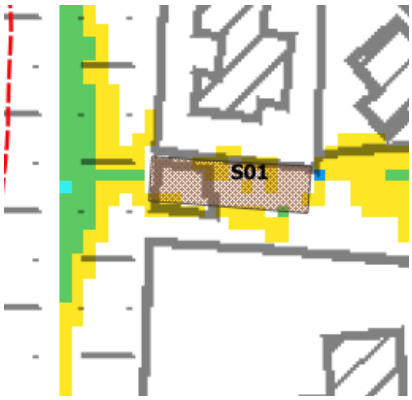
S01 - ATTIVITÀ DI SOMMINISTRAZIONE ALIMENTI E BEVANDE, VIA DEL FARO

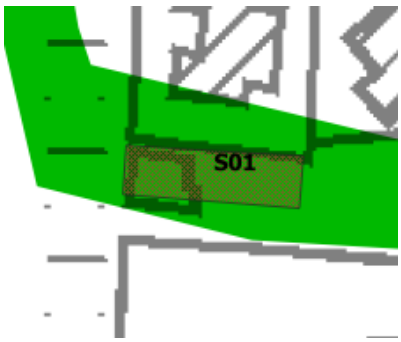
L'intervento S01 prevede l'ampliamento della struttura adibita ad attività di somministrazione di alimenti e bevande per una superficie edificabile massima di 18 mq, occupando una parte dell'attuale pergolato sul lato est dell'edificio esistente.

Pericolosità Idraulica PGRA: P2

Magnitudo: Moderata

Battenti Tr 200: inferiore a 20 cm





Da un punto di vista di pericolosità idraulica l'intervento risulta scarsamente significativo, essendo la chiusura di un pergolato esistente sul lato est, dove i battenti Tr 200 anni previsti sono dell'ordine dei 5-10 cm. Si dovrà privilegiare una tipologia edilizia in trasparenza idraulica, ovvero di una piattaforma rialzata e vuota al di sotto del piano di calpestio, in modo da non compensare i volumi occupati. Qualora si optasse invece per il rialzamento del terreno si dovrà compensare i volumi occupati, stoccandoli i volumi sottratti all'espansione della piena attraverso interventi che assicurino il corretto drenaggio delle acque verso un

corpo idrico ricettore e/o opere dirette a trasferire in altre aree gli effetti idraulici conseguenti alla realizzazione edilizia (si individuano per questo intervento le tipologie di aree a **verde ribassato** o **cisterne interrate dedicate**, che dovranno rilasciare i volumi eventualmente stoccati nel reticolo minuto campestre presente tramite bocche tarate opportunamente dimensionate oppure infiltrare nel terreno data la sua natura prevalentemente sabbiosa).

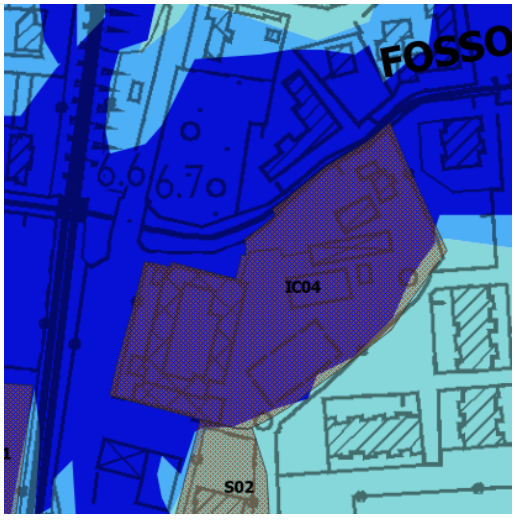
IC 04 - VIA AURELIA NORD, VIA DEI MACELLI

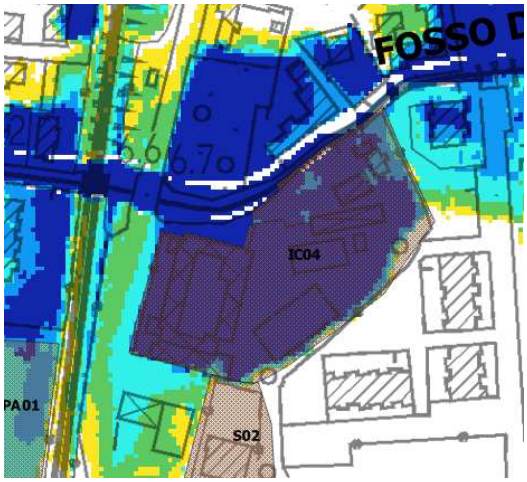
Il progetto riguarda il riordino ed il completamento dell'area degli ex macelli, finalizzato alla qualificazione ed al potenziamento dei servizi connessi alla struttura ricettiva esistente, con interventi di ristrutturazione edilizia. La modalità di attuazione è l'intervento diretto convenzionato.

Pericolosità Idraulica PGRA: P3

Magnitudo: Molto Severa

Battenti Tr 200: Superiori a 150 cm





Trattandosi di patrimonio edilizio esistente l'intervento è attuabile tramite l'articolo 12 della L.R. 41/2018, con riferimento esclusivamente alle disposizioni contenute nell'articolo. Nello specifico, nelle aree per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, sul patrimonio edilizio esistente sono consentiti tutti gli interventi edilizi fatto salvo le seguenti limitazioni:

- Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per la realizzazione di interventi edilizi che comportano incrementi volumetrici, anche attraverso demolizioni con parziale o totale ricostruzione, è realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c). Il presente comma trova applicazione anche nel caso in cui l'incremento volumetrico comporti la realizzazione di un nuovo manufatto connesso e funzionale ad un intervento sul patrimonio edilizio esistente oppure nel caso in cui l'incremento volumetrico comporti la realizzazione di un nuovo manufatto connesso e funzionale all'ampliamento e all'adeguamento di opere pubbliche;
- Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, sono comunque ammessi gli incrementi volumetrici che non costituiscono ostacolo al deflusso delle acque, non sottraggono volume di laminazione e non aggravano le condizioni di rischio in altre aree;
- Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per la realizzazione degli interventi edilizi di demolizione, con parziale o totale ricostruzione senza incrementi volumetrici, sono contestualmente realizzati gli interventi di cui all'articolo 8, comma 1, lettera d).
- Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica severa o molto severa, per la realizzazione degli interventi edilizi sulle parti dei manufatti con piano di calpestio al di sotto del battente, qualora modifichino le parti dell'involucro edilizio direttamente interessate dal fenomeno alluvionale, sono contestualmente realizzati gli interventi di cui all'articolo 8, comma 1, lettera d).
- Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica severa o molto severa, sulle parti dei manufatti con piano di calpestio al di sotto del battente, sono ammessi i mutamenti di destinazione d'uso in funzione residenziale o comunque adibiti al pernottamento, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).
- Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, sulle parti dei manufatti con piano di calpestio al di sotto del battente sono ammessi i mutamenti di destinazione d'uso in funzione residenziale o comunque adibiti al pernottamento, nonché i frazionamenti comportanti la creazione di nuove unità immobiliari con destinazione d'uso residenziale o, comunque, adibiti al

pernottamento, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a) o b).

- Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per i volumi interrati esistenti non sono ammessi i mutamenti di destinazione d'uso in funzione residenziale o comunque adibiti al pernottamento, nonché i frazionamenti comportanti la creazione di nuove unità immobiliari con destinazione d'uso residenziale o, comunque, adibiti al pernottamento.

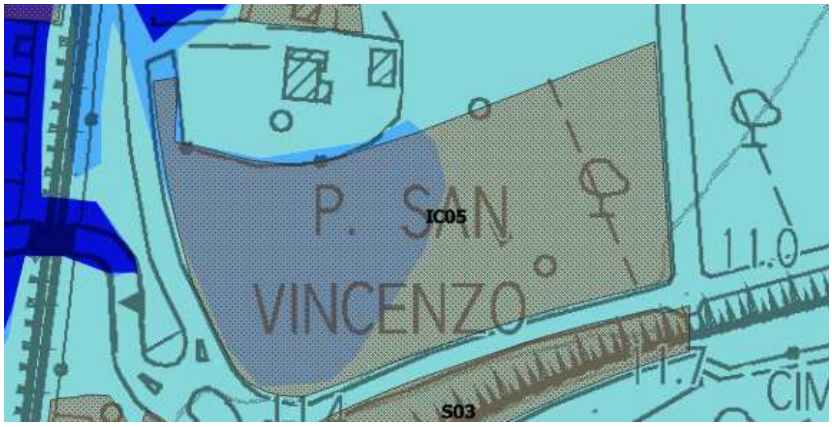
Pertanto l'intervento dovrà essere realizzato secondo le specifiche di intervento sopra riportate.

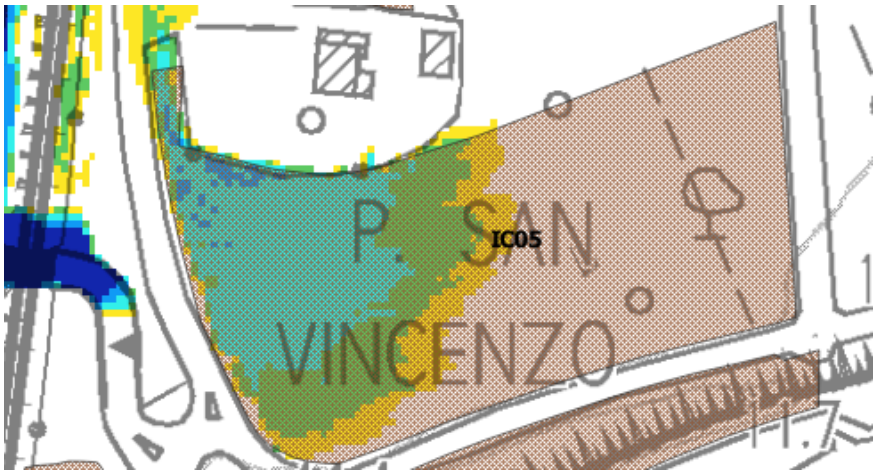
IC 05 - VIA DELLA VALLE, VIA AURELIA NORD

Pericolosità Idraulica PGRA: Parte P1 parte P2

Magnitudo: Moderata, Parte Severa

Battenti Tr 200: Inferiori a 100 cm





Nelle aree in P1 non si applica la L.R. 41/2018. Nelle aree in P2, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, sono ammesse nuove edificazioni nel rispetto della L.R. 41/2018 ovvero tramite opere di tipo c) "opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree".

La quota del massimo battente è compresa fra 6.80 e 7.00 m slm.

I nuovi manufatti dovranno essere ubicati preferenzialmente nelle porzioni in P1, lasciando la zona in P2 adibita per quanto possibile a verde. Qualora i nuovi manufatti siano invece ubicati nella porzione in P2 dovranno avere piano di calpestio posto a quota superiore al battente duecentennale (da verificare puntualmente in sede di progetto). Si dovrà privilegiare una tipologia edilizia in trasparenza idraulica (realizzati su pilotis) in modo da non compensare i volumi occupati; qualora si optasse invece per il rialzamento del terreno si dovrà compensare i volumi occupati, stoccandoli i volumi sottratti all'espansione della piena attraverso interventi che assicurino il corretto drenaggio delle acque verso un corpo idrico ricettore e/o opere dirette a trasferire in altre aree gli effetti idraulici conseguenti alla realizzazione edilizia (si individuano per questo intervento le tipologie di **aree a verde ribassato**, **cisterne interrate dedicate**, **sovradimensionamento della fognatura**, che dovranno rilasciare i volumi eventualmente stoccati nel reticolo minuto campestre presente tramite bocche tarate opportunamente dimensionate).

Anche eventuali nuovi parcheggi dovranno essere preferenzialmente ubicati nelle porzioni in P1; qualora ubicati in P2, essendo il battente massimo atteso sopra i 40 cm, si dovranno effettuare dei rialzamenti, in modo da ricondursi al rischio R2, compensando i volumi sottratti all'espansione della piena attraverso interventi che assicurino il corretto drenaggio delle acque verso un corpo idrico ricettore e/o opere dirette a trasferire in altre aree gli effetti idraulici conseguenti alla loro realizzazione (si individuano per questo intervento le tipologie di **aree a verde ribassato, sovradimensionamento delle fognature, cisterne**

interrate dedicate, **sistemi di accumulo tipo drening** che dovranno rilasciare i volumi eventualmente stoccati nel reticolo campestre o in fognatura meteorica presente tramite bocche tarate opportunamente dimensionate).

Inoltre se ubicati in P2 i nuovi parcheggi:

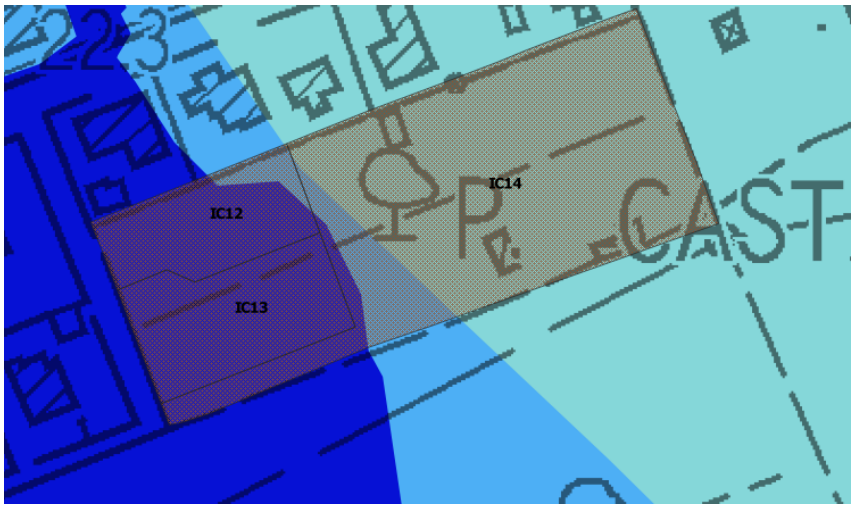
- dovranno avere manufatti o strutture fisse che possano costituire ostacolo alla propagazione dei deflussi e dovranno essere dotati di elementi pesanti perimetrali, trasparenti da un punto di vista idraulico, che possano evitare il trascinamento delle autovetture in caso di piena, tipo "panettoni", dissuasori in cls o metallici, barriere metalliche o simili. L'ingresso e l'uscita dal parcheggio dovrà essere orientata in modo che la lama d'acqua non possa trascinare fuori dal perimetro del parcheggio eventuali autovetture movimentate per galleggiamento;
- dovranno essere dotati di dispositivi permanenti di informazione del rischio di alluvione (cartellonistica) e dispositivi di allarme (display luminosi, sirene) da attivare all'occorrenza in caso di possibilità del verificarsi di eventi alluvionali. I display dovranno indicare il grado di allerta meteo (giallo, arancio o rossa), con indicazione dell'eventuale inaccessibilità ai parcheggi. La gestione della messagistica e delle procedure di sgombero rimane in capo al Comune con la filiera della Protezione Civile. In caso di allerta meteo rosso, almeno tre ore prima del verificarsi dell'evento, si dovrà procedere con la chiusura dei parcheggi;
- L'ubicazione dei nuovi parcheggi in deve essere riportata nel Piano di Protezione Civile Comunale.

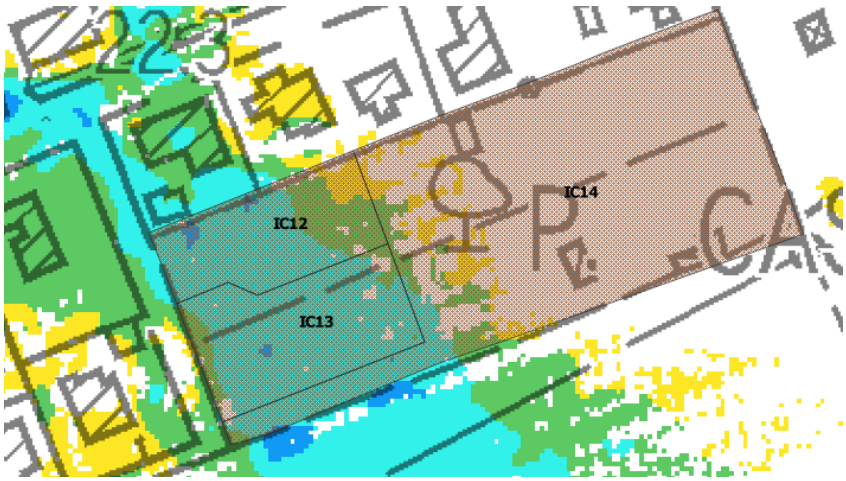
IC 14 - VIA SAN CERBONE 3

Pericolosità Idraulica PGRA: P1, in piccola parte P2

Magnitudo: moderata

Battenti Tr 200: Inferiori a 25 cm





Da un punto di vista di rischio idraulico l'intervento è poco significativo, in quanto la porzione di lotto ricadente in P2 è veramente marginale.

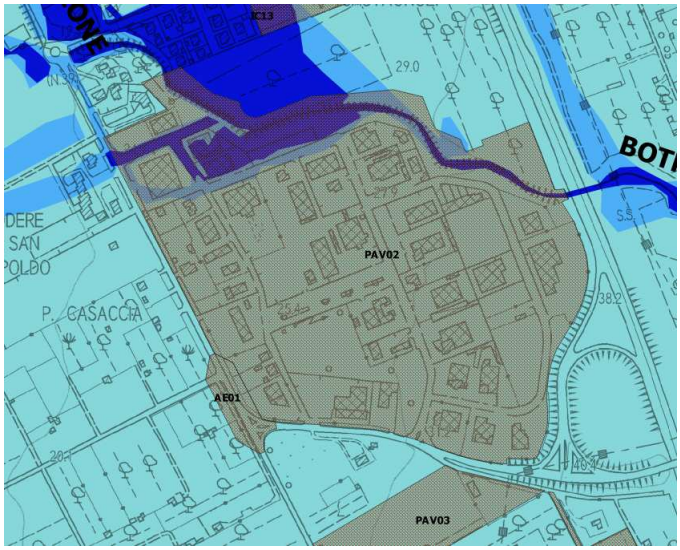
Nelle aree in P1 non si applica la L.R. 41/2018. Le aree in P2 sono in magnitudo moderata per cui sono ammesse nuove edificazioni nel rispetto della L.R. 41/2018 ovvero tramite opere di tipo c) "opere di

sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree. La quota del massimo battente è in media pari a 24.10 – 24.20 m slm.

Per quanto possibile i nuovi fabbricati dovranno essere ubicati nelle zone in P1; qualora realizzati in P2 i nuovi fabbricati dovranno avere piano di calpestio posto a quota superiore al battente duecentennale; si dovrà privilegiare per quanto possibile una tipologia edilizia in trasparenza idraulica (realizzati su pilotis) in modo da non compensare i volumi occupati; qualora si optasse invece per il rialzamento del terreno si dovrà compensare i volumi occupati, stoccandoli i volumi sottratti all'espansione della piena attraverso interventi che assicurino il corretto drenaggio delle acque verso un corpo idrico ricettore e/o opere dirette a trasferire in altre aree gli effetti idraulici conseguenti alla realizzazione edilizia (si individuano per questo intervento le tipologie di **aree a verde ribassato**, **cisterne interrate dedicate**, **sovradimensionamento della fognatura**, che dovranno rilasciare i volumi stoccati nel reticolo superficiale o in fognatura bianca tramite bocche tarate opportunamente dimensionate).

PAV02

Pericolosità Idraulica PGRA: P1, in piccola parte P2 e P3 nelle immediate vicinanze del fosso.
Magnitudo: moderata
Battenti Tr 200: Inferiori a 25 cm.



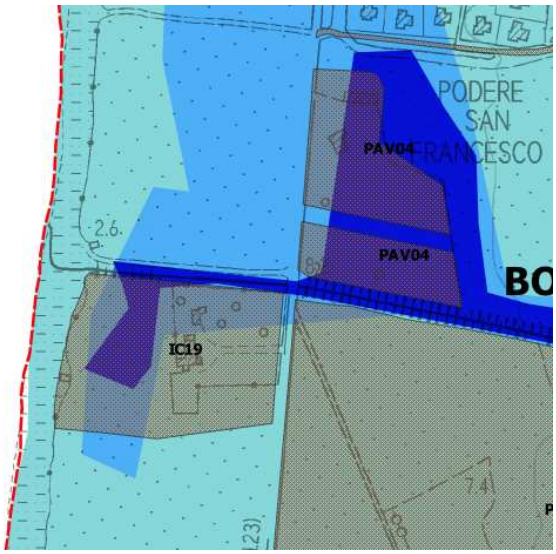
Si tratta di alcuni lotti di completamento dell'area produttiva, tutti ubicati in P1 e pertanto non soggetti a LR 41/2018. Nelle aree in P3, limitate esclusivamente alle adiacenze del corso d'acqua e comunque con magnitudo moderata, non sono previsti interventi.

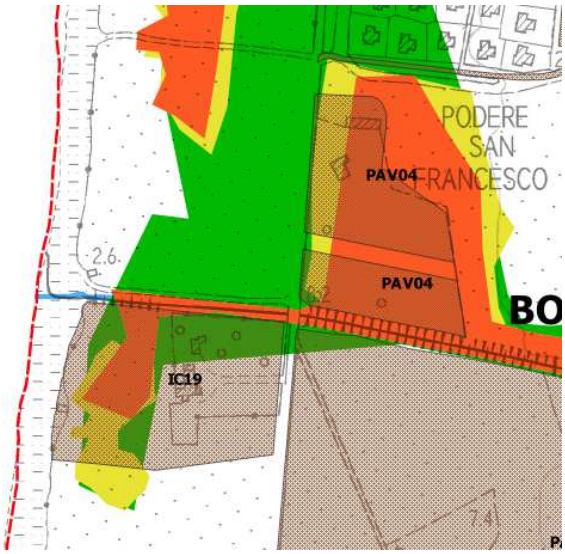
PAV04

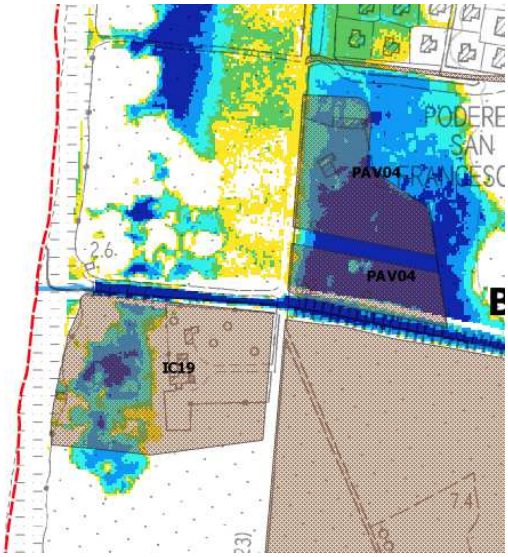
Pericolosità Idraulica PGRA: P3, in parte P2

Magnitudo: Molto severa, in parte severa

Battenti Tr 200: da 50 cm a 270 cm







Si tratta di un piano di recupero del 2006, interamente concessionato ed in corso di realizzazione. Per cui non si applica la LR41/2018 e risulta anche ante LR 21/2012.

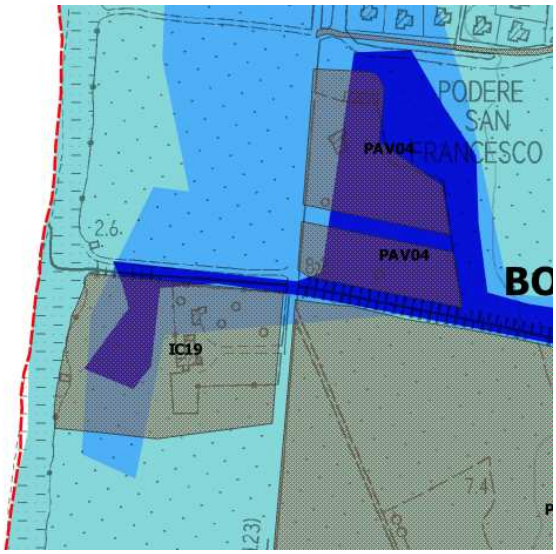
IC19 - VILLA DEI CAVALLEGGERI, VIA DELLA PRINCIPESSA

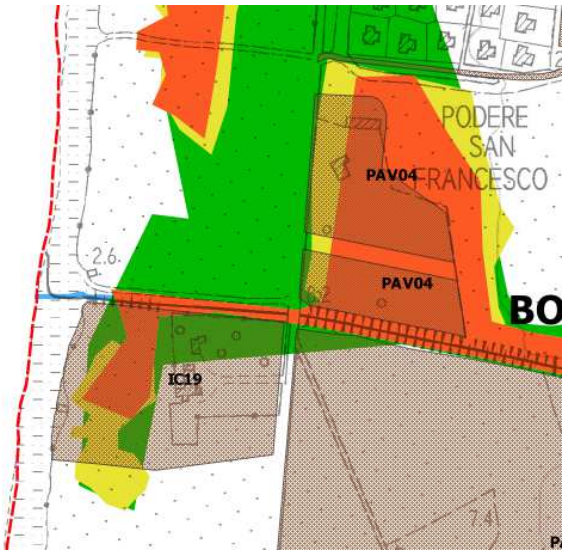
L'intervento prevede il recupero degli edifici di valore storico - documentale e la riconfigurazione di volumi privi di valore.

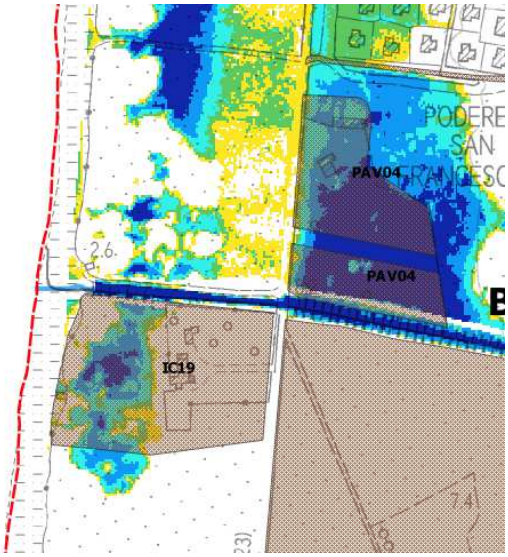
Pericolosità Idraulica PGRA: P1, in parte P3, in parte P2

Magnitudo: da moderata a molto severa

Battenti Tr 200: valori massimi circa 180 cm







Tutto il patrimonio edilizio esistente, oggetto di intervento ricade in P1 e minima parte in P2 e pertanto attuabili nel rispetto dell'articolo 12 della L.R. 41/2018. Le aree in P3 non sono oggetto di intervento e sono adibite a verde (giardino/pineta).

PA05 - TENUTA DI RIMIGLIANO

Questa scheda è stata oggetto di specifica variante sottoposta a parere del Genio Civile, cui si rimanda per maggior dettaglio.