



REGIONE PUGLIA

REGIONE PUGLIA PROVINCIA DI BRINDISI



COMUNE DI SAN PANCRAZIO SALENTINO

AUTORIZZAZIONE UNICA EX D.Lgs 387/2003 VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE EX. ART. 23 D.Lgs 152/2006

INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA
FONTE SOLARE DENOMINATO "FATTORIA SOLARE SANTINO" DI
POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 5.999,00 kW E POTENZA DI PICCO
PARI A 10.064,99 kW

Codice di rintracciabilità: 242111521 - POD: IT001E752928550 - Id AU: 82SHKJ7



Codice identificativo elaborato:

82SHKJ7_RelazioneIdraulica

DATA

Gennaio 2022

Titolo elaborato

R05_Relazione idraulica

SCALA

-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

Progettazione:



STUDIO ENERGY SRL
Via delle Comunicazioni snc
75100 Matera
C.F. e P.IVA 01175590775

Tecnici:



Dott. Geol. Donato Perniola



Il Proponente:

REN 172 SRL

REN 172 S.R.L.
Salita Santa Caterina 2/1- 16123 Genova (GE)
C.F./P.IVA 02644690998

LEGALE RAPPRESENTANTE

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	3
3	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO.....	4
4	AREA OGGETTO DI INDAGINE	5
5	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO	8
6	ANALISI IDROLOGICA.....	10
6.1	RETICOLO DI STUDIO	10
6.2	CARATTERI GEOLOGICI DEI BACINI.....	10
6.3	CARATTERI MORFOLOGICI DEI BACINI	12
6.4	TEMPI DI CORRIVAZIONE.....	15
6.5	DETERMINAZIONE C.P.P.....	15
6.6	CALCOLO PORTATA DI MASSIMA PIENA	16
6.6.1	METODO VAPI PUGLIA	16
6.6.2	CALCOLO PORTATA CON ANALISI STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI REGISTRATE DALLA STAZIONE DI LATIANO	18
6.6.2.1	IL MODELLO PROBABILISTICO DI GEV O DISTRIBUZIONE GENERALIZZATA DEL VALORE ESTREMO	18
7	ANALISI IDRAULICA – DELLO STATO DI FATTO.....	25
7.1	TEORIA DEL MODELLO IDRAULICO	25
7.2	APPLICAZIONE DEL MODELLO IDRAULICO	28
7.2.1	GEOMETRIA DEL MODELLO	28
7.3	RISULTATI.....	29
8	APPENDICE (SCHEDE DI RILEVAMENTO PONTI-TOMBINI)	34
9	INTERSEZIONI RETICOLO IDROGRAFICO CAVIDOTTO	45
10	CONCLUSIONI	46

1 PREMESSA

Con la presente relazione idrologica e idraulica si intende studiare il deflusso delle acque meteoriche, superficiali di un reticolo in linea con le NTA del PAI redatte dall'ex Autorità di Bacino della Regione Puglia – attualmente Autorità di Bacino Distettuale dell'Appennino Meridionale.

Il presente studio è parte integrante di un progetto che prevede la realizzazione di un parco fotovoltaico denominato "Fattoria Solare Santino" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (solare), avente potenza in immissione pari a 5.999,00 kW e una potenza installata pari a 10,06499 MWp, unitamente a tutte le opere di connessione alla Rete di Distribuzione.

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La Legge n. 183/1989 sulla difesa del suolo ha introdotto la definizione di bacino idrografico inteso come "il territorio dal quale le acque pluviali o di fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d'acqua direttamente o a mezzo di affluenti; nonché il territorio che può essere allagato dalle acque del medesimo corso d'acqua, ivi compresi i suoi rami terminali con le foci in mare ed il litorale marittimo prospiciente".

Il bacino idrografico viene gestito con il Piano di Bacino,

Ai sensi dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989, n° 183 l'Autorità di Bacino della Puglia, con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30.11.2005, ha approvato il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), Piano Stralcio del Piano di bacino.

Il PAI ha l'obiettivo di migliorare le condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti ed consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso,

Il PAI (art. 4), in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, disciplina le aree di cui agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10.

In particolare, le aree di cui sopra sono definite:

- Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali (art. 6);
- Aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.) (art. 7);
- Aree a media pericolosità idraulica (M.P.) (art. 8);
- Aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.) (art. 9);
- Fasce di pertinenza fluviale (art. 10).

le aree a diversa pericolosità idraulica alta (AP), media (MP), e bassa (BP), sono soggette agli artt. 7, 8 e 9, mentre i buffer dei reticoli 75m (art. 6) e ulteriori 75m (art. 10)".

3 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un parco fotovoltaico denominato "Fattoria Solare Santino" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (solare), avente potenza in immissione pari a 5.999,00 kW e una potenza installata pari a 10.064,26 kWp, unitamente a tutte le opere di connessione alla Rete di Distribuzione, ossia cavidotto MT di collegamento alla CP "San Pancrazio" a 20 kV, in parte interrato Al 3x185 mmq (circa 90 m), in parte aereo Al 3x150 +1x50 mmq (circa 1 km), nonché delle opere accessorie (strade, recinzioni, cabine elettriche) all'interno delle aree in cui è realizzato l'impianto.

L'impianto fotovoltaico è ubicato a Sud-Ovest del comune di San Pancrazio Salentino (BR), su Strada Provinciale n.65 e dista circa Km 1,0 dal centro del medesimo comune. Il sito su cui sorgerà l'impianto è individuato alle coordinate geografiche: 40°24'45.44"N, 17°49'36.94"E ed ha un'altitudine media di circa 56 m s.l.m. (Figura 1).

Esso è raggiungibile percorrendo la SP n.65 sulla quale sono ubicati gli accessi del campo fotovoltaico. L'impianto FV sarà realizzato su terreni identificati catastalmente al foglio 42 p.lle 399, 400, 401, 402, 403, 405, 84, 83, 406, 390, 391 e 1947 dalla forma irregolare, di cui l'area di occupazione effettiva dell'impianto è pari a circa 10 ha. La cabina di consegna sarà ubicata al di fuori dell'area di impianto e in prossimità dell'accesso alla stessa, che avverrà dalla strada comunale e proseguirà su stradina poderale esistente.

4 AREA OGGETTO DI INDAGINE

L'area di intervento e la linea elettrica sono all'interno del comune di San Pancrazio Salentino(BR).

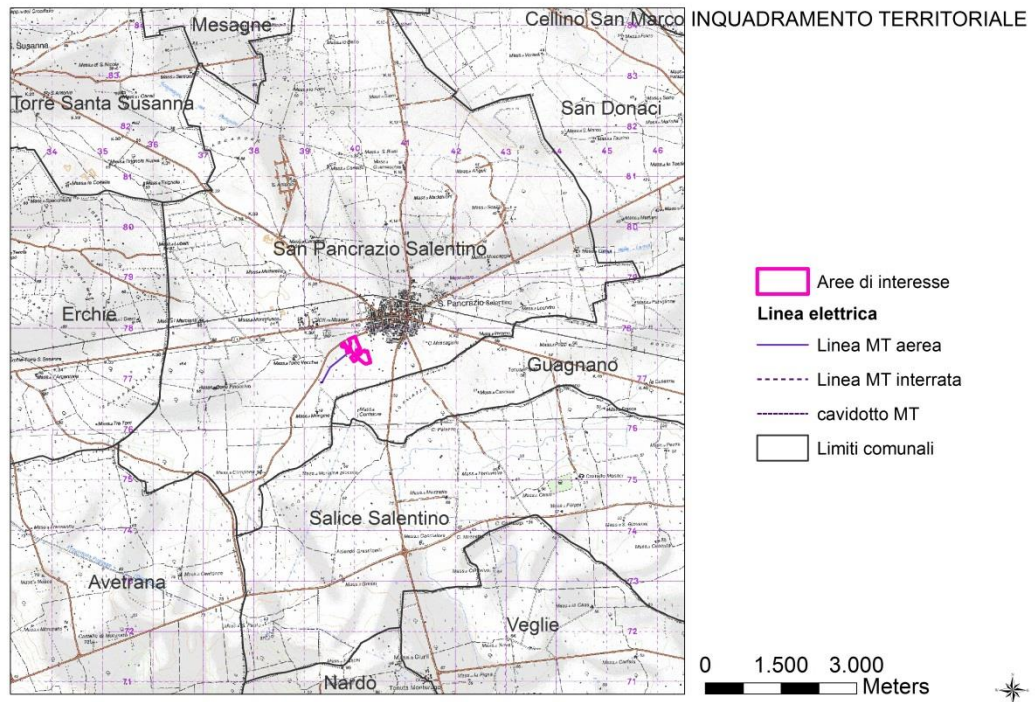


Figura 1 inquadramento territoriale su IGM 50K

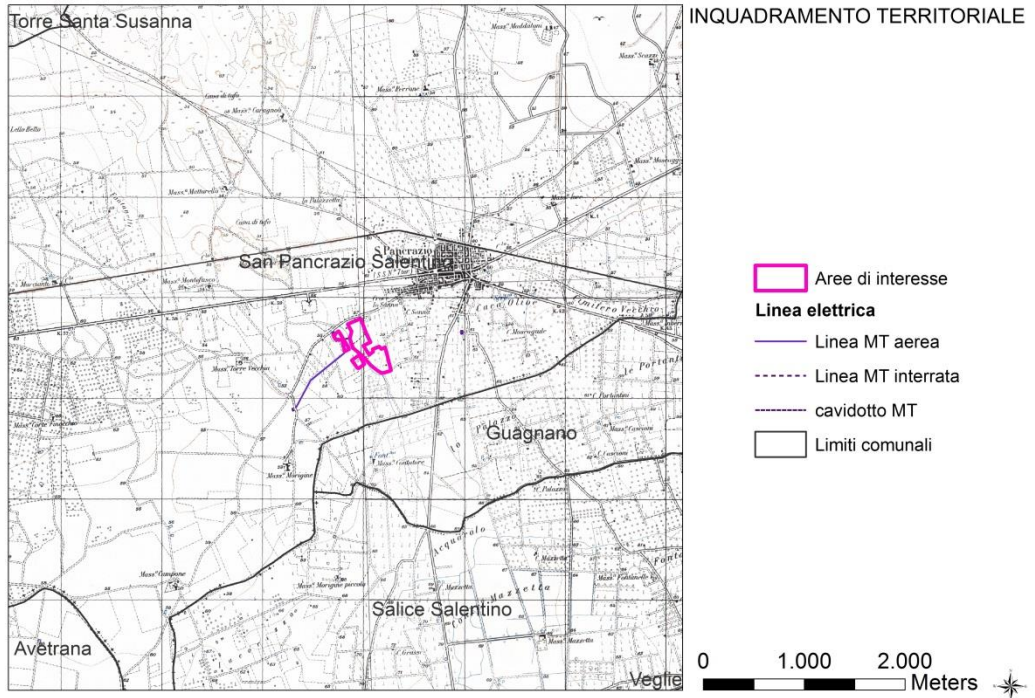


Figura 2 inquadramento territoriale su IGM 25K

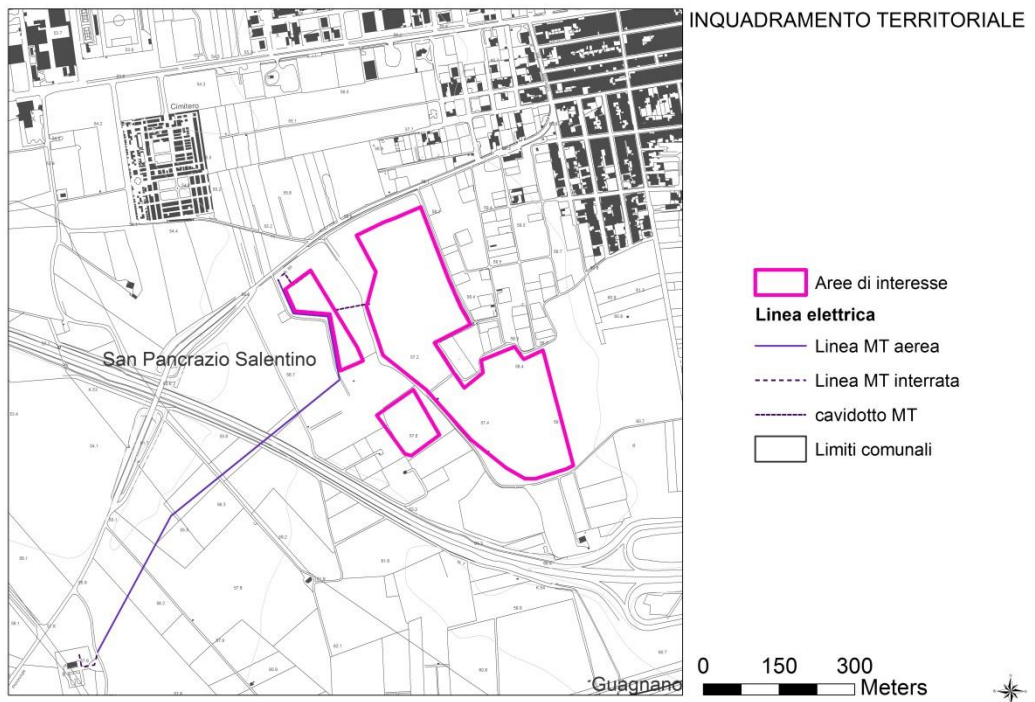


Figura 3 inquadramento territoriale su CTR

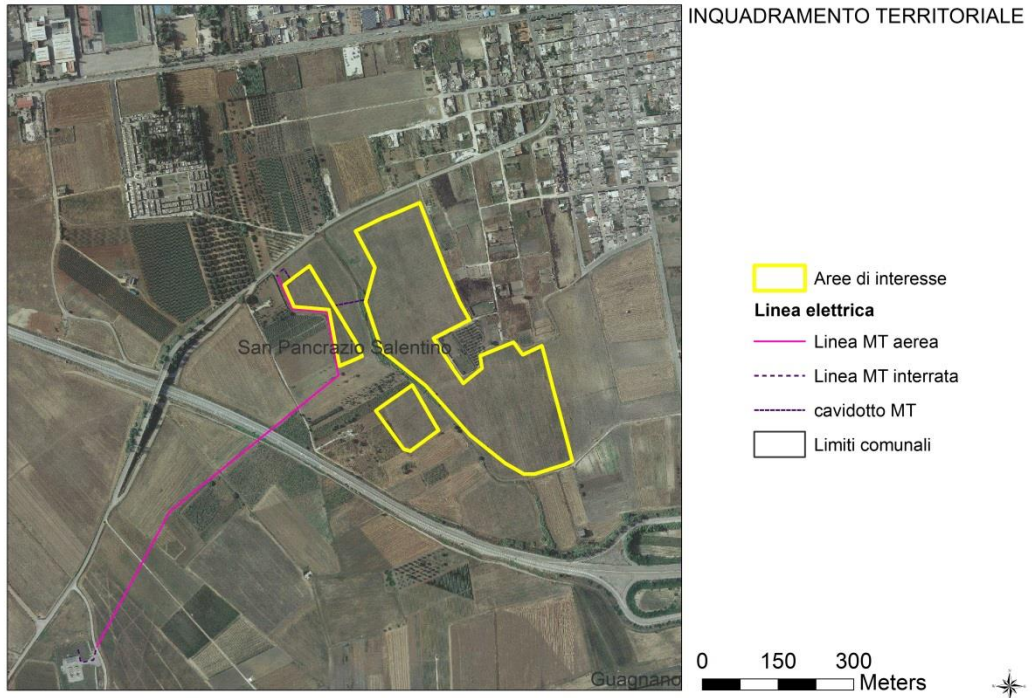


Figura 4 inquadramento territoriale su ortofoto

5 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Con specifico riferimento alla cartografia allegata al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Puglia (P.A.I.) si rileva che l'area d'intervento :

- non è classificata a pericolosità idraulica ;
- non è classificata a pericolosità geomorfologica;
- non è classificata "a rischio" idraulico;
- l'area di intervento costeggia il reticolo;
- la linea elettrica è attraversata da reticolo;

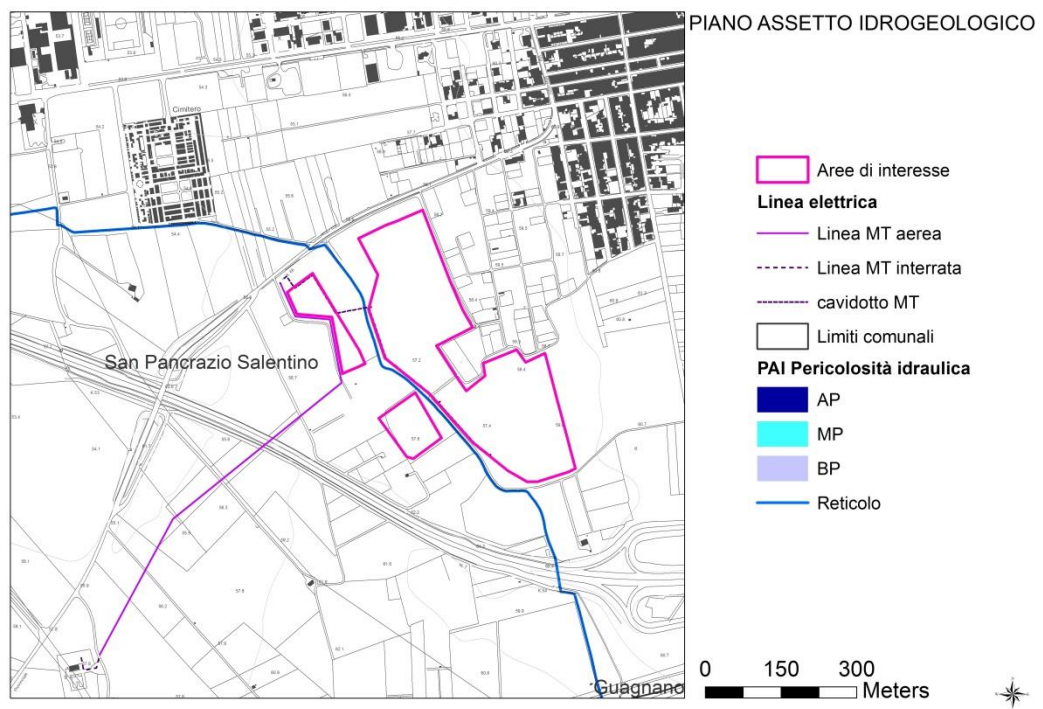


Figura 5 PAI

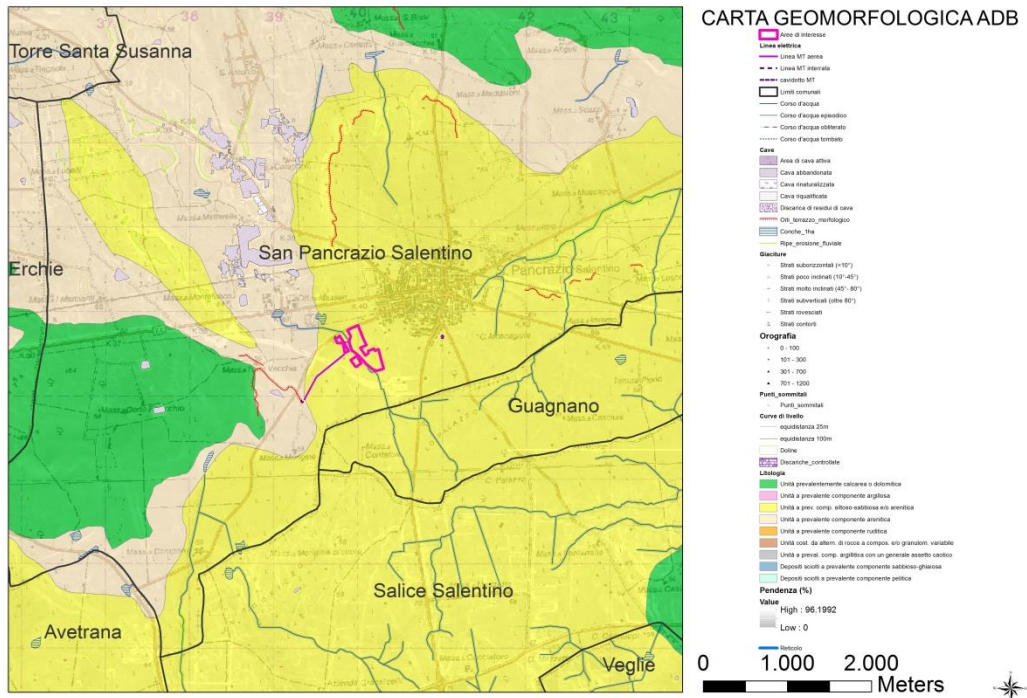


Figura 6 Carta geomorfologica ADB

6 ANALISI IDROLOGICA

6.1 RETICOLO DI STUDIO

Il reticolo oggetto di studio è il seguente

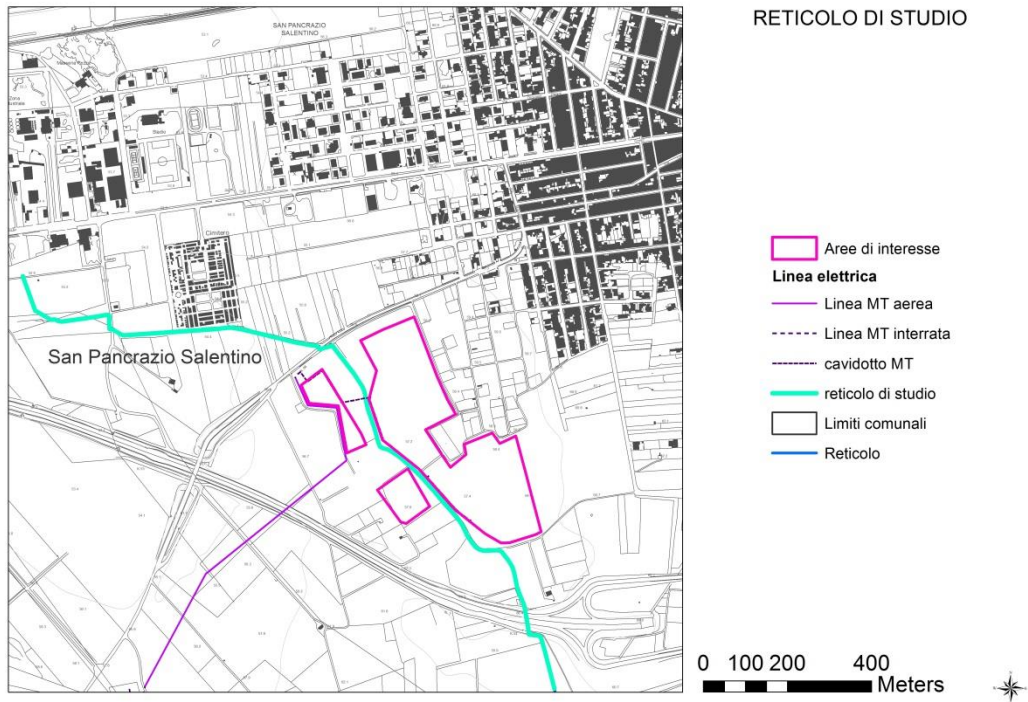


Figura 7 reticolo di studio

6.2 CARATTERI GEOLOGICI DEI BACINI

L'area oggetto di studio è ubicata nel comune di Brindisi in territorio collinare.

Dal punto di vista geologico il bacino oggetto di studio è caratterizzato dalle seguenti classi:

DESCRIZIONE
Calcareniti del Salento
Ciottolame con elementi di medie e grandi dimensioni
Dolomie di Galatina
Sabbie dello Staturò

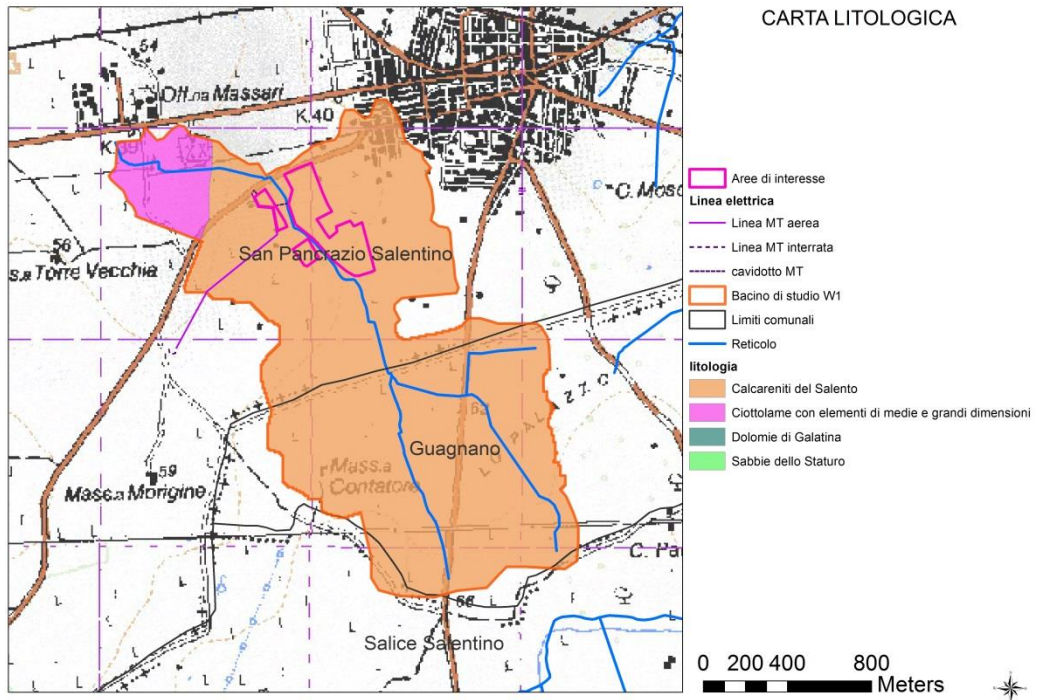


Figura 8 carta litologica

Le classi di permeabilità dei litotipi sono di seguito rappresentate

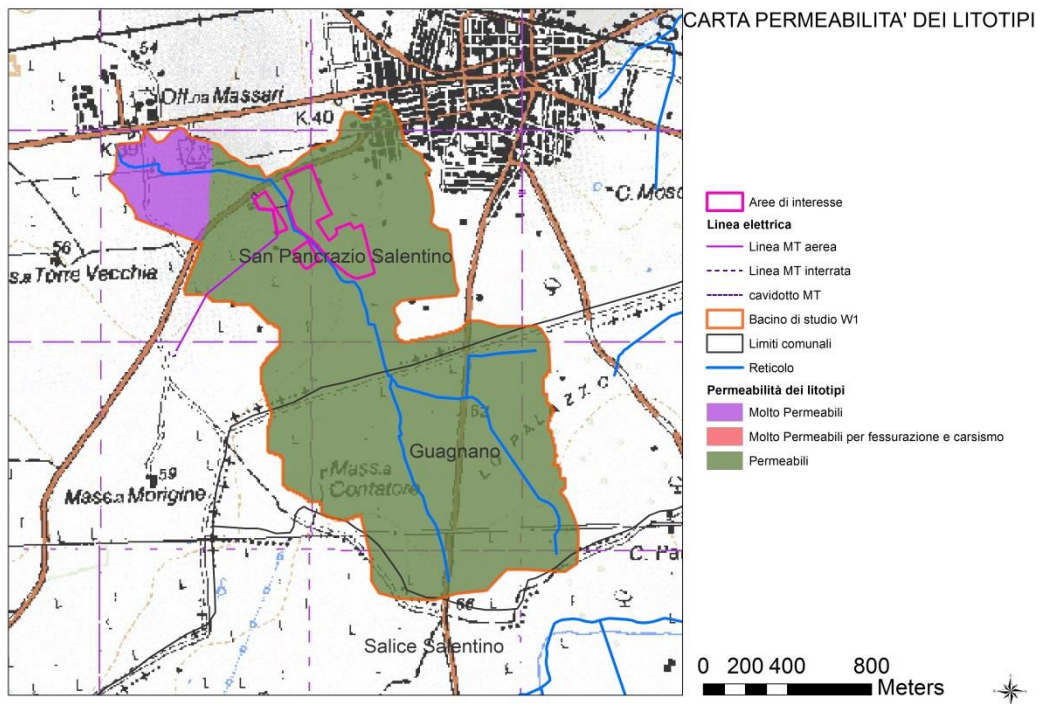


Figura 9 permeabilità dei litotipi

6.3 CARATTERI MORFOLOGICI DEI BACINI

Il reticolo adottato dall'Adb e riportato anche su cartografia IGM 25000 va verificato ovvero va ricercato il percorso idraulico di deflusso più aderente alla realtà con i relativi livelli di pericolosità idraulica.

Al fine di giungere a conclusioni con attendibile riscontro a fronte della realtà dei luoghi, va ricostruita nel modo più dettagliato possibile la orografia dei luoghi stessi con l'ausilio di cartografia 1:5000, cartografia 1:2000.

Per ricavare un bacino idrografico aderente alla realtà viene utilizzato il DTM (digital terrain model) derivato dalla carta tecnica regionale.

Il DTM che ricostruisce in 3d georeferenziato la zona oggetto di studio in forma raster, ha una maglia di 8m.

Dal DTM si può ricavare la mappa delle pendenze che risulta fondamentale ai fini dell'elaborazione del deflusso delle acque.

Per tenere conto degli edifici esistenti, inoltre, sono state aumentate le quote delle celle ricadenti all'interno dei contorni degli edifici.

Le caratteristiche del bacino di studio e relativi sottobacini sono di seguito riportate

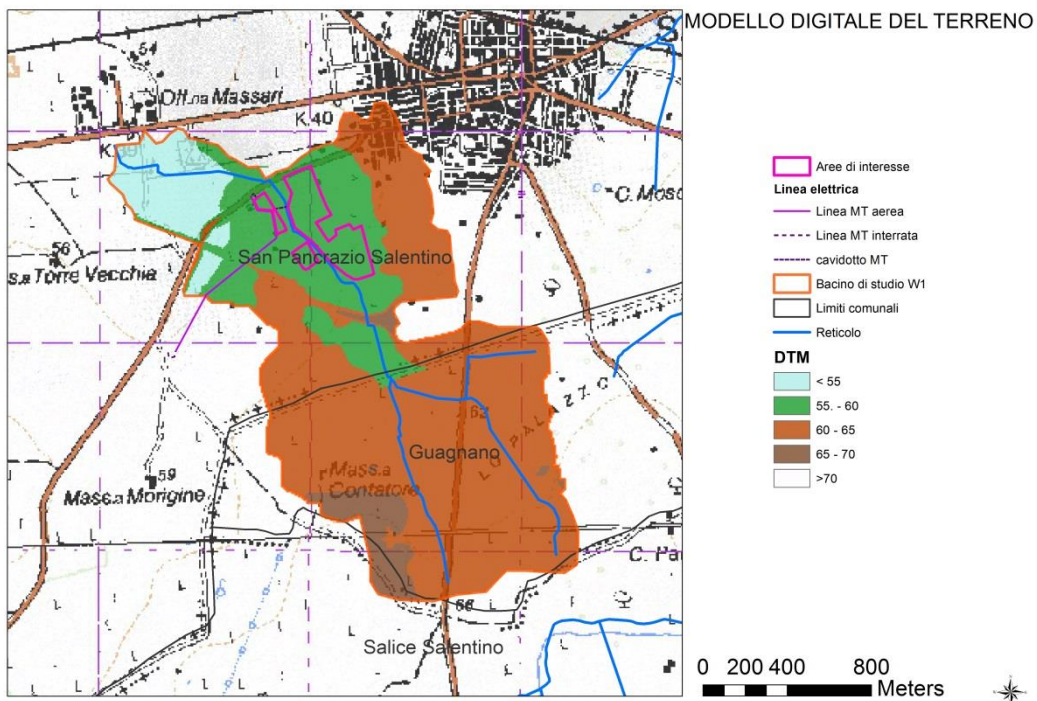


Figura 10 orografia

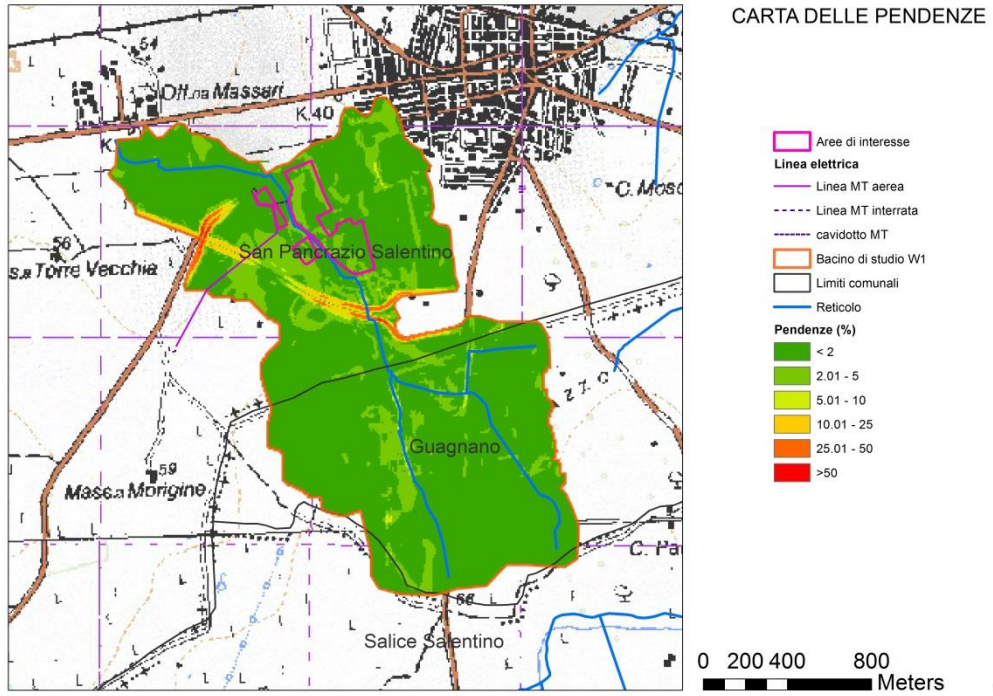


Figura 11 pendenze

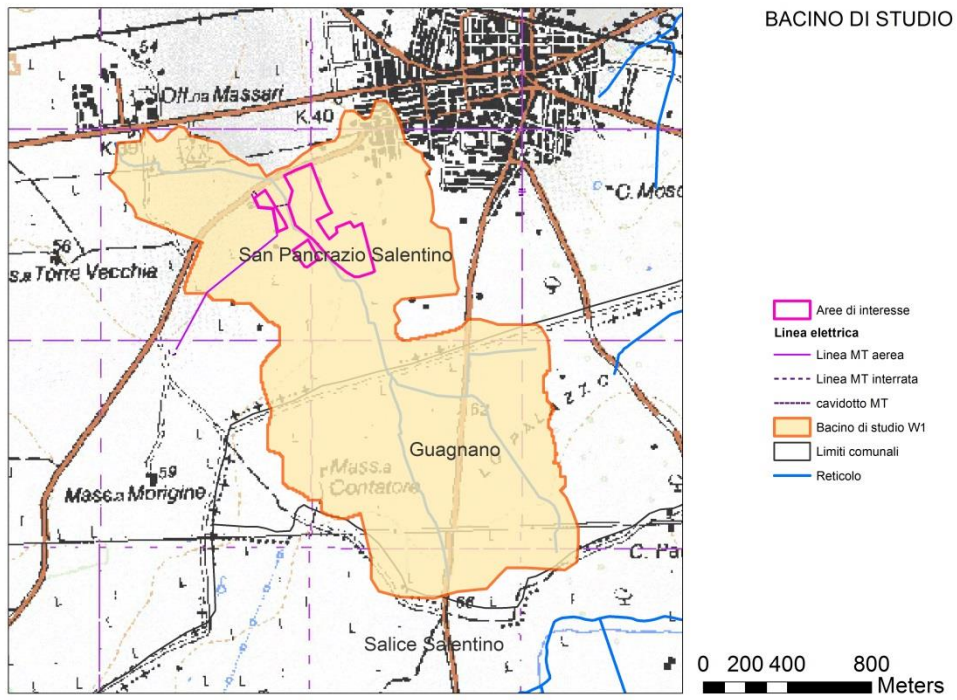


Figura 12 bacino di studio su IGM

Nella seguente tabella sono indicate le caratteristiche fisiografiche del bacino individuato derivante dal modello digitale del terreno.

bacino	S(Kmq)	Hmax(m)	Hmed(m)	Hmin(m)	L(Km)	i(%)	Y(%)	c(-)
W1	2.6	69	61	53	3.4	0.47058 8	2	0.41

Nella precedente tabella sono state valorizzate le seguenti grandezze:

- "S" (km²): superficie del bacino;
- "Hmax" (mslm): quota massima;
- "Hmed" (mslm): quota media;
- "Hmin" (mslm): quota minima;
- "L" (km): lunghezza dell'asta principale;
- "i" (%): pendenza dell'asta principale;
- "Y" (%): pendenza media di versante;
- "c" (-): coefficiente di deflusso.

Il coefficiente di deflusso del bacino di studio è stato elaborato in funzione della mappa uso del suolo CORINE 2000 secondo la seguente tabella di corrispondenza:

LIVELLO_3	DESCRIZIONE	COEF. DEFLUSSO
111	tessuto residenziale continuo, denso pi- recente e basso	0.90
112	tessuto residenziale sparso	0.80
121	insediamenti produttivi agricoli	0.80
122	reti ferroviarie comprese le superfici annesse	0.80
131	aree estrattive	0.60
133	cantieri e spazi in costruzione e scavi	0.40
211	seminativi semplici in aree non irrigue	0.35
221	vigneti	0.50
222	frutteti e frutti minori	0.45
223	uliveti	0.45
241	colture temporanee associate a colture permanenti	0.35
242	sistemi colturali e particellari complessi	0.35
311	boschi di latifoglie	0.25
313	boschi misti di conifere e latifoglie	0.25
314	prati alberati, pascoli alberati	0.30
321	aree a pascolo naturale, praterie, incolti	0.40
322	cespuglieti e arbusteti	0.45
323	aree a vegetazione sclerofilla	0.45
333	aree con vegetazione rada	0.50
512	bacini senza manifeste utilizzazioni produttive	0.80

6.4 TEMPI DI CORRIVAZIONE

Dalle caratteristiche dei sotto bacini descritti nei paragrafi precedenti la cui superficie è inferiore ai 40Km², sono stati ricavati il tempo di corrivazione secondo varie formulazioni e si è deciso di utilizzare la formula di Pasini.

TEMPI DI CORRIVAZIONE		
bacino	Pasini (h)	tc (h)
w1	3.25	3.25

6.5 DETERMINAZIONE C.P.P.

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica (C.P.P.) che massimizzano la piena di progetto si utilizza il sistema VaPi proposto dal CNR-GDCN, con il calcolo di curve di possibilità pluviometrica con determinato tempo di ritorno e con tempo di corrivazione uguale al tempo di pioggia sul bacino di riferimento.

Il territorio regionale è stato ripartito in sei aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è data la C.P.P.; il bacino oggetto di studio sono contenuti interamente nella zona omogenea 6.



Le altezze critiche di precipitazione si calcolano usando la seguente espressione:

Le altezze di precipitazione sono calcolate secondo la formula

$$x = 33.7 \cdot t^{\frac{0.488+0.0022z}{3.178}} = a' \cdot t^n$$

dove z è la quota del bacino e t=tempo di corrivazione.

In base al tempo di ritorno (30,200 e 500 anni) c'è la rivalutazione

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 \cdot \ln(T)$$

T(anni)	30	200	500
K _T	1.9	2.9	3.4

Per quanto concerne il fattore di riduzione areale K_a si ha:

$$K_A = 1 - (1 - e^{(-0.0021A)}) e^{(-0.53d^{0.25})}$$

Nella seguente tabella, sono elaborati, per i tempi di ritorno di riferimento di 30, 200 e 500 anni, sia i parametri delle curve di possibilità pluviometrica che le altezze di precipitazione critiche

CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA ED ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE VAPI zona 6									
bacino	K30	K200	K500	a	n	h30(mm)	h200(mm)	h500(mm)	
W1	1.9	2.9	3.4	33.7	0.195784	80.67512	123.1357	144.36601	

6.6 CALCOLO PORTATA DI MASSIMA PIENA

6.6.1 METODO VAPI PUGLIA

Utilizzando il metodo razionale, infine, è possibile valutare le portate di piena da utilizzare come riferimento per l'analisi idraulica.

Tale metodo calcola la portata al colmo di piena mediante la formula di Turazza

$$Q = \frac{S \cdot c \cdot i}{3.6} = \frac{S \cdot c \cdot a \cdot t^{(n-1)}}{3.6} = \frac{S \cdot c \cdot K_T \cdot a' \cdot t^{(n-1)}}{3.6}$$

Nella seguente tabella sono indicati i valori delle portate al colmo di piena

PORTATE AL COLMO DI PIENA VAPI zona 6			
bacino	Q30(mc/s)	Q200(mc/s)	Q500(mc/s)
W1	7.3384956	11.2008617	13.132045

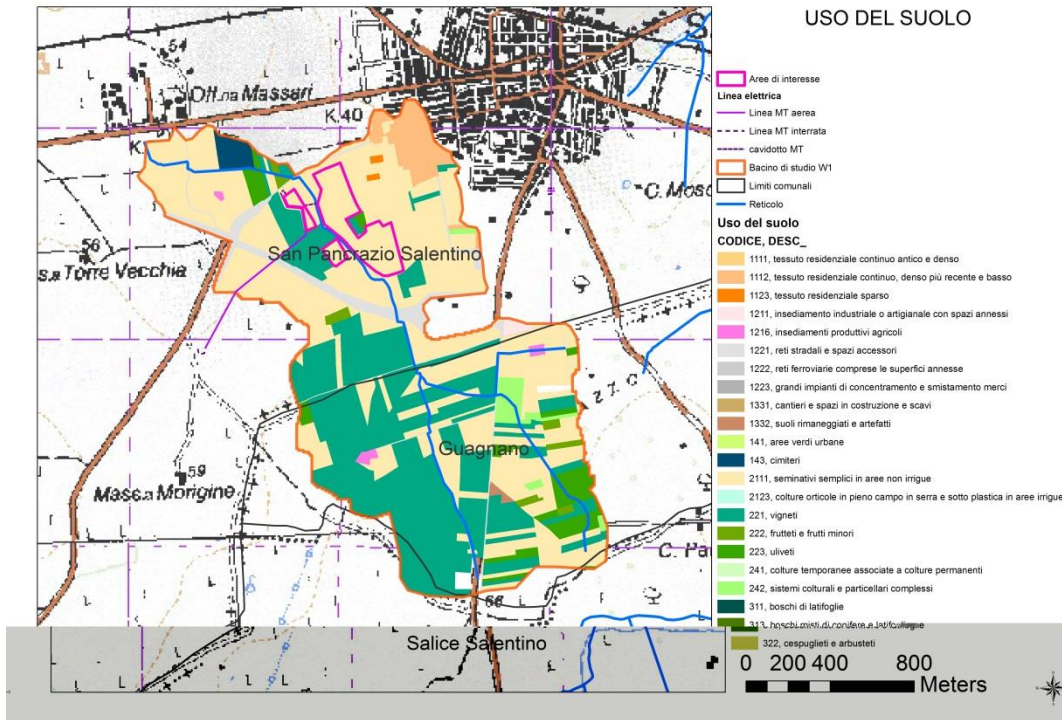


Figura 13 uso suolo

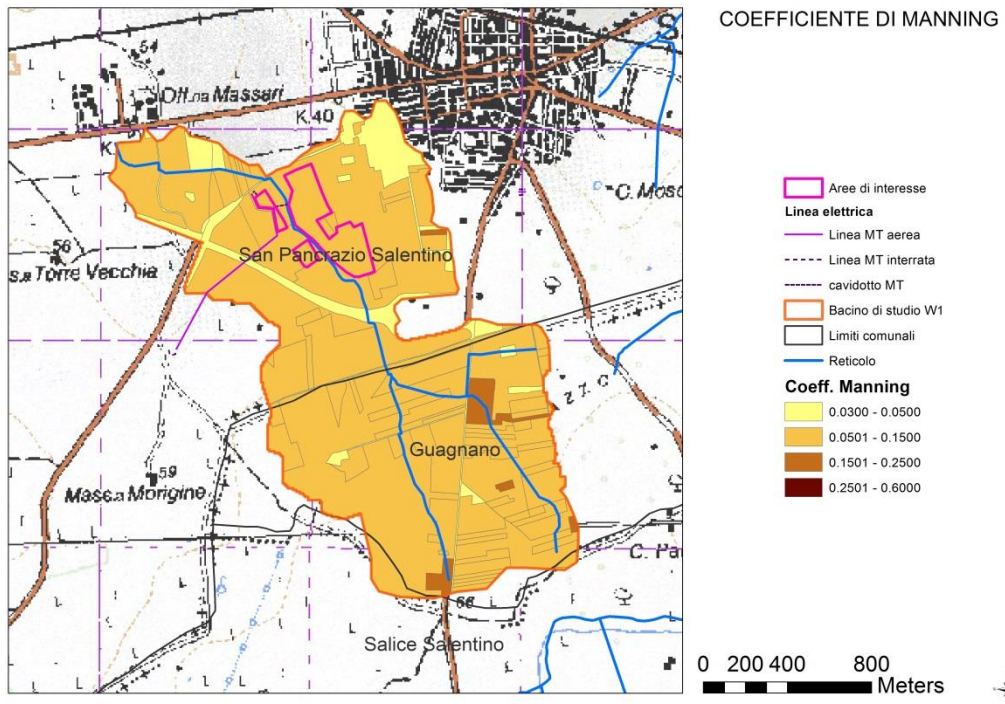


Figura 14 coefficiente di Manning

6.6.2 CALCOLO PORTATA CON ANALISI STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI REGISTRATE DALLA STAZIONE DI LATIANO

Per il calcolo delle portate al colmo di piena necessaria per l'analisi idraulica è stata effettuata, oltre al metodo VAPI, anche un altro studio statistico dei dati di pioggia registrati dalla stazione pluviometrica di San Pancrazio Salentino(BR) poco distante dalle aree di interesse.

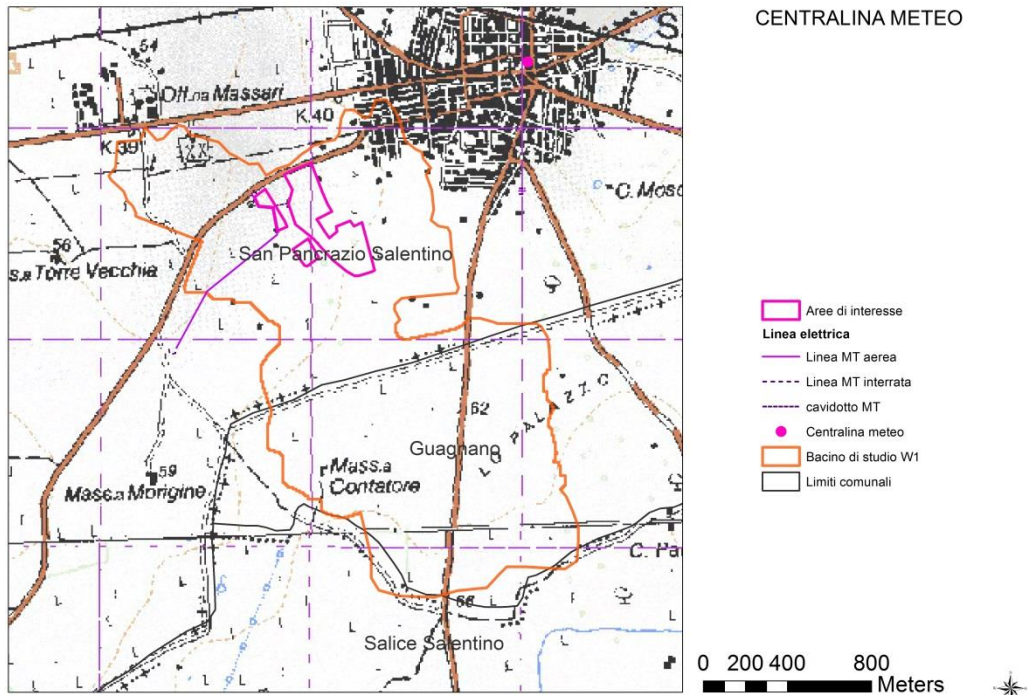


Figura 15 centralina meteo

6.6.2.1 IL MODELLO PROBABILISTICO DI GEV O DISTRIBUZIONE GENERALIZZATA DEL VALORE ESTREMO

La funzione cumulata di probabilità per la distribuzione GEV è

$$F(x) = e^{-e^{-y}}$$

La funzione densità di probabilità per la distribuzione GEV è

$$f(x) = \frac{1}{\theta_2} e^{-(1-\theta_3)y - e^{-y}}$$

Dove

$$y = \begin{cases} -\theta_3^{-1} \log\{1 - \theta_3(x - \theta_1)/\theta_2\}, & \theta_3 \neq 0 \\ (x - \theta_1)/\theta_2, & \theta_3 = 0 \end{cases}$$

$$x(F) = \begin{cases} \theta_1 + \theta_2[1 - (-\log F)^{\theta_3}]/\theta_3, & \theta_3 \neq 0 \\ \theta_1 - \theta_2 \log(-\log F), & \theta_3 = 0 \end{cases}$$

Momenti

$$\mu = \theta_1 + \theta_2[1 - \Gamma(1 + \theta_3)]/\theta_3$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{\theta_2}{\theta_3}\right)^2 [\Gamma(1 + 2\theta_3) - \gamma^2(1 + \theta_3)]$$

Parametri(M)

$$\theta_1 = \mu - \frac{\theta_2[1 - \Gamma(1 + \theta_3)]}{\theta_3}$$

$$\theta_2 = \frac{\theta_3(\mu - \theta_1)}{[1 - \Gamma(1 + \theta_3)]}$$

$$\theta_3 = \frac{\theta_2(1 - \Gamma)}{(\mu - \theta_1 + \theta_2\Gamma)}$$

L Momenti

$$\lambda_1 = \theta_1 + \theta_2[1 - \Gamma(1 + \theta_3)]/\theta_3$$

$$\lambda_2 = \theta_2(1 - 2^{-\theta_3})\Gamma(1 + \theta_3)/\theta_3$$

$$\tau_3 = 2(1 - 3^{-\theta_3})/(1 - 2^{-\theta_3}) - 3$$

$$\tau_4 = \frac{5(1 - 4^{-\theta_3}) - 10(1 - 3^{-\theta_3}) + 6(1 - 2^{-\theta_3})}{(1 - 2^{-\theta_3})}$$

Parametri(LM)

$$\theta_3 \simeq 7.8590c + 2.9554c^2$$

$$\theta_2 = \frac{\lambda_2\theta_3}{(1 - 2^{-\theta_3})\Gamma(1 + \theta_3)}$$

$$\theta_1 = \lambda_1 - \frac{\theta_2}{\theta_3} (1 - \Gamma(1 + \theta_3))$$

$$c = \frac{2}{3 + \tau_3} - \frac{\log 2}{\log 3}$$

Per la stima delle curve di possibilità pluviometrica si utilizza il suddetto modello GEV con i dati della tabella regionale relativa alla centralina meteo su indicata.

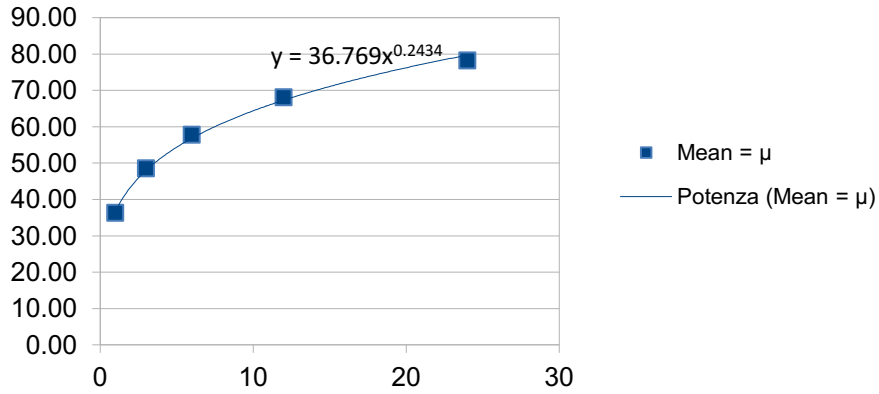
Nella tabella seguente sono elencati, per gli anni di osservazione compresi tra il 1957 ed il 2019, i valori di precipitazione massima per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore da cui sono stati estratti la media e lo scarto quadratico medio, mentre nelle tabelle successive sono presenti i valori di riferimento per l'analisi statistica secondo il modello probabilistico GEV (Generalized Extreme Value) scala invariante.

Stazione di SAN PANCRAZIO SALENTINO					
Precipitazioni massime per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore					
ANNO	durata				
	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
	mm	mm	mm	mm	mm
1957	40.2	69.0	77.2	96.0	103.0
1958	26.4	32.8	41.2	53.8	61.0
1960	57.0	82.0	110.4	143.0	175.0
1962	30.4	32.0	37.0	38.0	58.6
1963	36.4	39.4	39.6	49.6	53.2
1964	34.2	45.4	46.0	63.4	80.4
1965	11.0	17.2	19.2	32.6	44.2
1967	32.4	32.4	32.4	32.4	37.4
1968	47.8	98.2	104.0	105.0	105.0
1969	45.2	51.2	55.2	58.8	76.0
1970	45.0	52.8	56.4	56.4	74.2
1972	31.4	50.0	80.0	97.6	120.8
1973	23.0	29.4	41.0	52.4	59.2
1974	60.0	62.2	65.0	65.4	75.6
1975	53.4	82.0	82.0	82.0	82.0
1976	17.2	36.6	61.0	86.0	110.4
1977	41.6	43.6	45.4	46.6	47.4
1978	30.6	31.2	31.2	40.6	42.2
1979	20.0	20.4	22.2	41.6	79.0
1980	52.0	113.0	123.0	124.2	124.8
1981	57.0	65.6	65.6	73.8	99.0
1982	23.6	27.0	38.8	51.6	66.2
1983	23.0	25.0	36.8	51.4	66.2
1985	33.8	38.0	50.0	58.6	73.4
1987	28.6	48.6	57.4	94.0	94.8
1989	48.8	48.8	48.8	48.8	49.0
1990	>>	>>	>>	41.8	68.8
1991	>>	>>	>>	>>	>>
1992	21.6	33.8	43.2	58.4	61.2

1993	>>	61.2	72.2	72.4	85.2
1994	>>	25.6	32.6	40.0	48.2
1996	45.8	63.2	104.4	139.4	139.8
1997	36.0	64.4	88.0	89.8	91.2
1998	37.4	41.2	41.8	48.2	74.6
1999	72.8	105.4	105.6	105.6	105.6
2000	26.8	40.2	69.8	81.6	92.6
2001	27.2	28.2	28.2	28.6	47.0
2002	39.2	39.2	41.0	41.2	41.2
2003	22.4	33.8	56.0	86.6	91.0
2004	32.6	43.8	49.2	73.8	80.6
2005	62.2	68.8	71.2	71.4	71.8
2006	54.2	67.2	68.4	72.6	85.4
2007	13.8	28.2	45.8	76.0	76.6
2008	28.2	53.6	65.8	74.0	91.4
2009	33.2	51.0	52.0	79.8	84.0
2010	25.4	39.6	64.8	65.0	74.6
2011	23.0	30.2	48.8	69.0	73.2
2012	41.4	43.0	54.4	62.0	62.0
2013	44	101	121.4	147.4	149.6
2014	36.8	38.6	38.6	46.2	55
2015	24.2	28.8	54.4	61.2	62.2
2016	39.4	50.8	56.8	61.8	72.8
2017	24	27.2	30.6	30.6	55.6
2018	48.2	49.8	49.8	49.8	61.2
2019	37.8	38.4	38.4	54.6	59.8

viene determinata la relazione che lega la media dei massimi di precipitazione alle durate utilizzando un modello di regressione

Duration = d(h)	1	3	6	12	24
Mean = μ	36.23	48.49	57.74	68.01	78.15



distribuzione GEV

Duration = d(h)	1	3	6	12	24
Mean = μ	36.23	48.49	57.74	68.01	78.15
std dev = σ	13.37	22.07	24.71	27.91	27.75
coef.var = CV	0.37	0.46	0.43	0.41	0.36
c	0.01	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01
τ	0.11	0.26	0.23	0.22	0.21
λ_1	36.23	48.49	57.74	68.01	78.15
λ_2	7.60	11.84	13.47	15.17	14.90
λ_3	0.84	3.11	3.08	3.33	3.09
ϑ_1	30.39	37.63	45.77	54.65	65.20
ϑ_2	11.87	14.74	17.76	20.29	20.30
ϑ_3	0.09	-0.14	-0.09	-0.08	-0.06

dove

$$c = \frac{2}{3 + \tau} - \frac{\log(2)}{\log(3)}$$

$$\tau = \frac{\lambda_3}{\lambda_2}$$

$$\lambda_1 = \mu$$

$$\lambda_2 = 2b_1 - b_0$$

$$\lambda_3 = 6b_2 - 6b_1 + b_0$$

dove b_0 b_1 b_2 sono elaborati con un foglio di calcolo xls ed assumono i valori:

b_0	36.23	48.49	57.74	68.01	78.15
b_1	21.91	30.16	35.60	41.59	46.52
b_2	16.02	22.60	26.49	30.81	34.01

dove:

$$\vartheta_1 = \lambda_1 - \frac{\vartheta_2}{\vartheta_3} [1 - \Gamma(1 + \vartheta_3)]$$

$$\vartheta_2 = \frac{\lambda_2 \cdot \vartheta_3}{(1 - 2^{-\vartheta_3}) \Gamma(1 + \vartheta_3)}$$

dove Γ è la funzione di excel: $\Gamma = LN.GAMMA()$

$$\vartheta_3 = 7,8590 \cdot c + 2,9554 \cdot c^2$$

$$Cv = \frac{\sigma}{\mu}$$

$$Cv_{medio} = \sum \frac{Cv}{5}$$

con la distribuzione GEV si deve ancora calcolare:

$$K_T = \left\{ \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left(1 - e^{-k \left(-\ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right)} \right) \right\} \text{fattore di crescita della precipitazione media}$$

$$\varepsilon = \frac{\theta_1}{b_0}$$

$$\alpha = \frac{\theta_2}{b_0}$$

$$k = \theta_3$$

ε	0.84	0.78	0.79	0.80	0.83	0.81
α	0.33	0.30	0.31	0.30	0.26	0.30
k	0.09	-0.14	-0.09	-0.08	-0.06	-0.05

dai calcoli risulta:

T [anni]	30	200	500
KT	1.92	2.65	3.02

e quindi le seguenti portate

PORTATE AL COLMO DI PIENA			
baci- no	Q30(mc/s)	Q200(mc/s)	Q500(mc/s)
W_01	8.5550188	11.8077082	13.456332

Nel modello 2d saranno usati, per i tempi di ritorno 30anni 200anni e 500 anni, i valori di portata maggiori rispetto al metodo VAPI.

7 ANALISI IDRAULICA – DELLO STATO DI FATTO

Dopo aver elaborato le portate critiche con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni ed aver scelto le portate calcolate con il metodo razionale a maggior vantaggio di sicurezza, è stata controllata la funzionalità idraulica del tratto di reticolo idrografico in oggetto alle portate critiche prima ricavate.

Per la elaborazione delle aree di allagamento, è stato utilizzato un modello bidimensionale di calcolo è cioè AdB ToolBox ed in quanto il solo studio monodimensionale non basta ad un'analisi esaustiva del sistema (presenza di edifici, strade, muretti di recinzione, marciapiedi, ecc.).

7.1 TEORIA DEL MODELLO IDRAULICO

AdB ToolBox è un applicativo del Ministero dell'Ambiente basato su OpenJump e sviluppato in Java per la modellazione idraulica bidimensionale impiegato per verifiche idrauliche tipo la propagazione delle piene anche quando siano interessate le golene, deflussi in zone non confinate, deflussi in aree urbane, trasformazione afflussi-deflussi, deflusso delle piene in aree costiere e colate fangose e detritiche.

AdB-Toolbox è un applicativo GIS (Geographical Information System) OPEN SOURCE che può essere utilizzato per visualizzare ed elaborare dataset spaziali. L'applicativo è stato sviluppato nell'ambito del Geoportale Nazionale (GN) e ulteriormente integrato di funzionalità specifiche nell'ambito del progetto Sistema Cartografico Cooperante (SCC), del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A), della sua estensione, ed ulteriormente evoluto all'interno del presente progetto PON Sicurezza per il Monitoraggio dell'Impatto Ambientale dovuto a Reati Ambientali (PON – MIADRA).

Obiettivi dello strumento di modellazione che sono stati implementati per l'applicativo AdB-ToolBox, sono stati i seguenti:

- delimitazione delle aree di esondazione per diversi tempi di ritorno dettati dall'inserimento di uno o più idrogrammi di piena:
 - possibilità di propagare onde di piena aventi scarsa probabilità di alluvioni;
 - possibilità di propagare onde di piena aventi media probabilità di alluvioni;
 - possibilità di propagare onde di piena possedenti elevata probabilità di alluvioni;
- identificazione dell'altezza del tirante idraulico massimo nelle aree esondate (con colorazione in scala dei valori di profondità);
- identificazione della quota idrometrica assoluta nelle aree esondate (con colorazione in scala dei valori di quota idraulica);
- stima della velocità massima di propagazione della piena nelle aree esondate (con colorazione in scala dei valori di velocità);
- stima della portata di piena in predeterminate sezioni;
- monitoraggio di elementi sul territorio (punti, elementi lineari o aree) aventi possibile suscettibilità idraulica.

Esso simula un'inondazione su una orografia che considera ogni tipologia di ostacolo con scabrezza definibile nell'area di studio con shape file, basandosi sulla conservazione del volume, al fine di ottenere un'esatta distribuzione della piena.

Il modello si avvale dell'equazione completa del moto di un'onda dinamica e di uno schema centrale alle differenze finite con otto potenziali direzioni di flusso per predire il procedere dell'idrogramma di piena su una griglia di elementi quadrati.

Questo software è un mix tra modello idrologico e modello idraulico e presuppone per ogni simulazione di inondazione principalmente due tipi di dati: quelli correlati all'orografia del territorio (modello digitale del terreno in formato grid, DTM) e quella pluviometrica distribuita con apposita tabella.

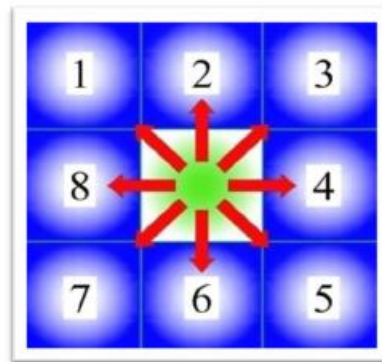
La topografia della superficie di flusso potenziale è data da una griglia a maglia quadrata. Agli elementi di griglia sono assegnati le quote ricavate da un'interpolazione dei punti del DTM.

L'applicativo lavora su una matrice le cui quote provengono da interpolazione dei punti quotati inseriti o grid in formato ArcInfo.

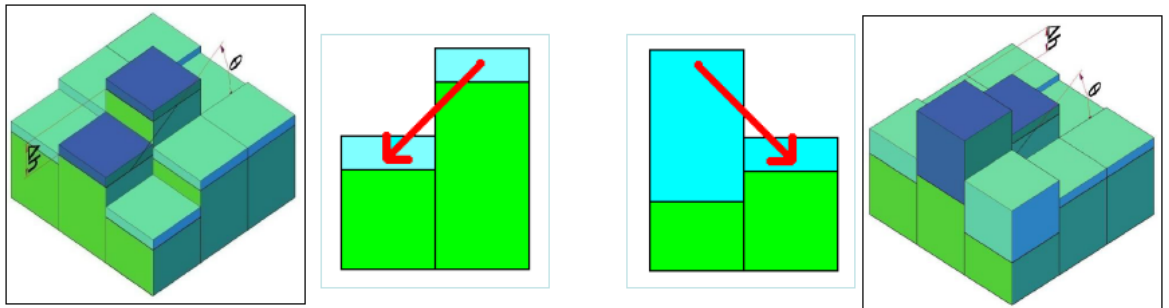
Questo applicativo elabora il "piano di piena" (che schematizza la nostra superficie di inondazione) e gli altri dati (come le velocità) per effettuare una simulazione di inondazione.

L'avanzare dell'onda di piena sul dominio di flusso è controllato dalla topografia e dalla resistenza al deflusso.

La simulazione dell'inondazione che si sviluppa in due dimensioni (con la limitazione delle 8 direzioni su indicata) viene ricondotta ad un'integrazione numerica delle equazioni del moto e della conservazione del volume fluido, sia per un'inondazione di acqua sia per un flusso di sedimento.



i bilanci di massa e quantità di moto sono svolti a livello di cella.



i modelli implementati in AdB ToolBox sono:

- ✓ Modello idrologico (hydromodel) per piene improvvise (flash floods) di Gregoretti e Dalla Fontana (2008);
- ✓ Modello di mobilizzazione e di idrogramma di una colata detritica di Gregoretti (2011);
- ✓ Modello empirico-statistico delle aree potenzialmente inondabili da una colata detritica di Berti e Simoni (2007 – *Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali, Università di Bologna*) con successive modifiche di Gregoretti (2011);
- ✓ Modello agli Automi Cellulari per la propagazione di una colata detritica di Segre e Deangeli (1995 – *Dipartimento di Ingegneria del Territorio, ambiente e*

Geotecnologie, Politecnico di Torino) con successive modifiche di Gregoretti (2011)

7.2 APPLICAZIONE DEL MODELLO IDRAULICO

7.2.1 GEOMETRIA DEL MODELLO

Ai fini dell'applicazione del modello idraulico, è stato elaborato il modello digitale del terreno della zona di studio presa in considerazione.

Per la elaborazione del modello digitale del terreno è stata usata la CTR.

In questo modo è stato possibile definire un modello digitale del terreno in formato grid le cui celle hanno dimensioni di 8 m x 8 m.

Definito il modello digitale del terreno si è ricostruita la conformazione dei luoghi attraverso l'impiego di alcune funzioni del modello di calcolo.

In particolare si è fatto ricorso alle seguenti funzioni:

- *In condition*: per assegnare l'idrogramma di piena relativo al bacino;
- *Out Condition*: per consentire il deflusso al di fuori del dominio computazionale, evitando erronei punti di accumulo.
- *Area and Width Reduction Factors*: per simulare la presenza di edifici o ostacoli al deflusso.

Relativamente ai valori di scabrezza, questi sono stati elaborati dalle mappe di uso del suolo.

Relativamente alla portata immessa per la simulazione sono stati adottati gli idrogrammi di piena venuti fuori dall'analisi idrologica sopra indicata.

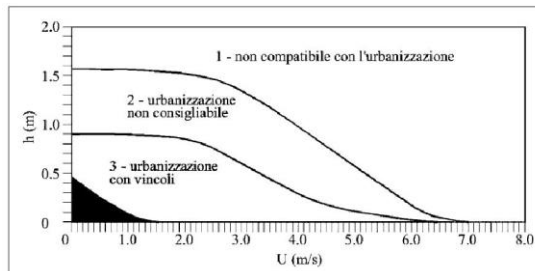
7.3 RISULTATI

Dopo la preparazione dei dati richiesti dei modelli si è passati alle simulazioni con l'utilizzo del software bidimensionale.

Le simulazioni sono state svolte con l'introduzione dei dati relativi agli eventi di pioggia con tempi di ritorno di 30 anni, 200 anni e 500anni.

Nelle successive figure sono raffigurati i reports della elaborazione che raffigurano le figure con le aree interessate dal passaggio della piena.

Per la determinazione delle aree marginali l'Adb Tevere fa riferimento al seguente diagramma velocità-tirante dove sono indicate diverse combinazioni di pericolosità con un ulteriore margine di sicurezza:



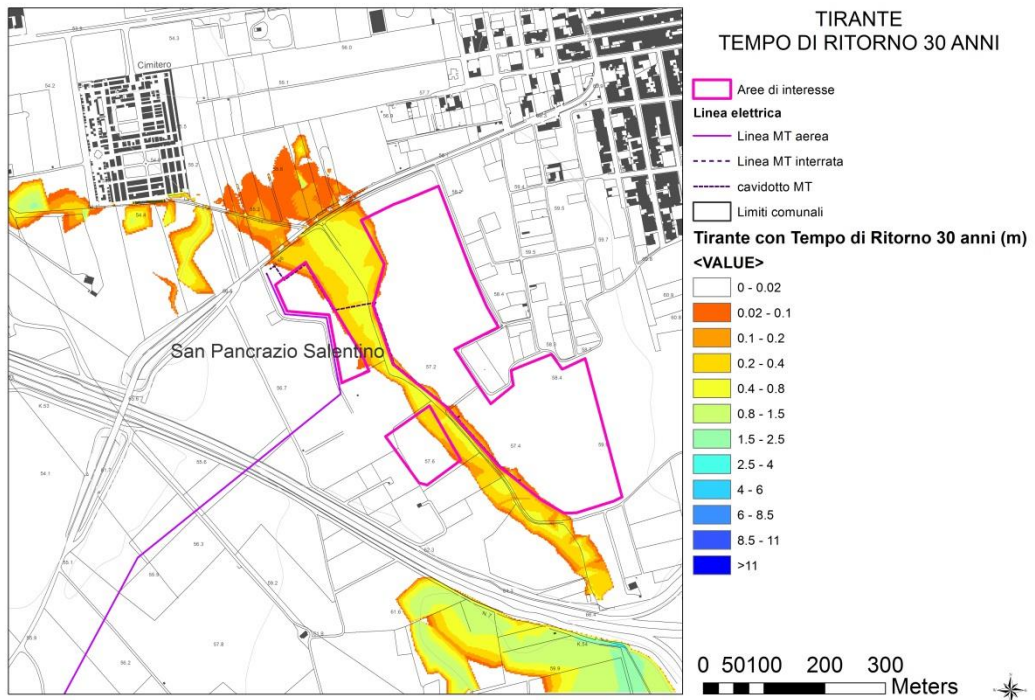


Figura 16 Planimetria tiranti – Tr 30anni

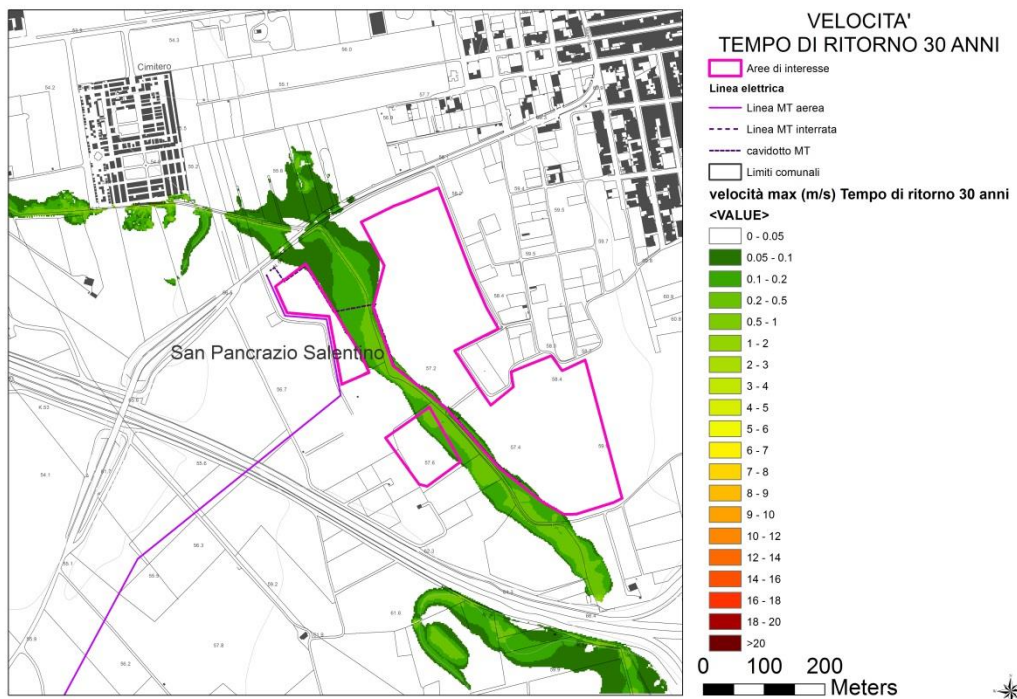


Figura 17 Planimetria velocità Tr=30anni

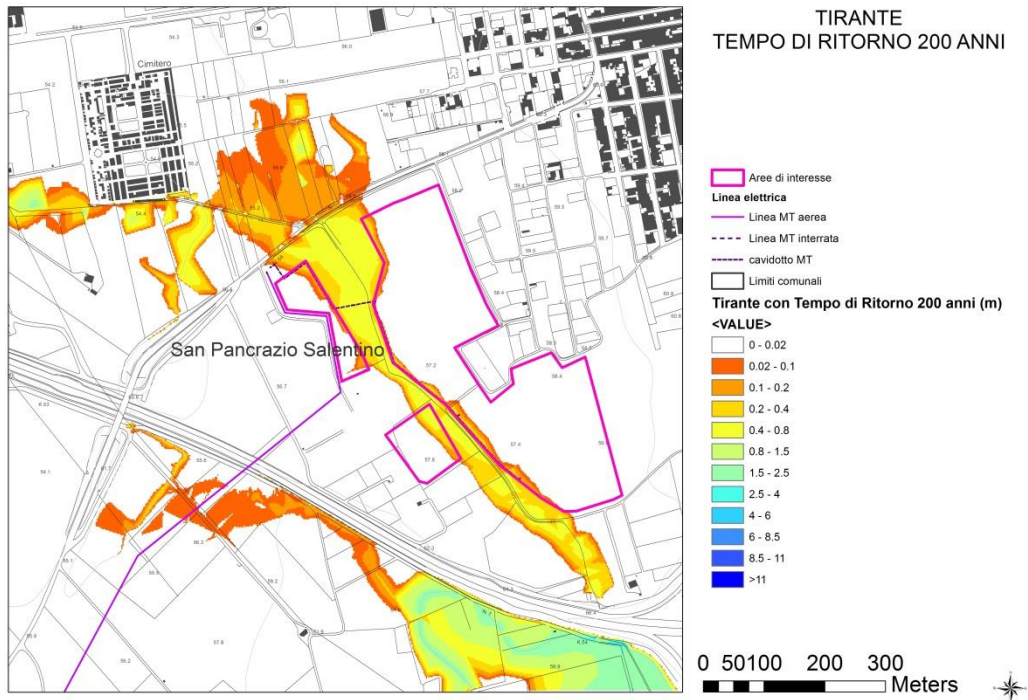


Figura 18 Planimetria tiranti – Tr 200anni

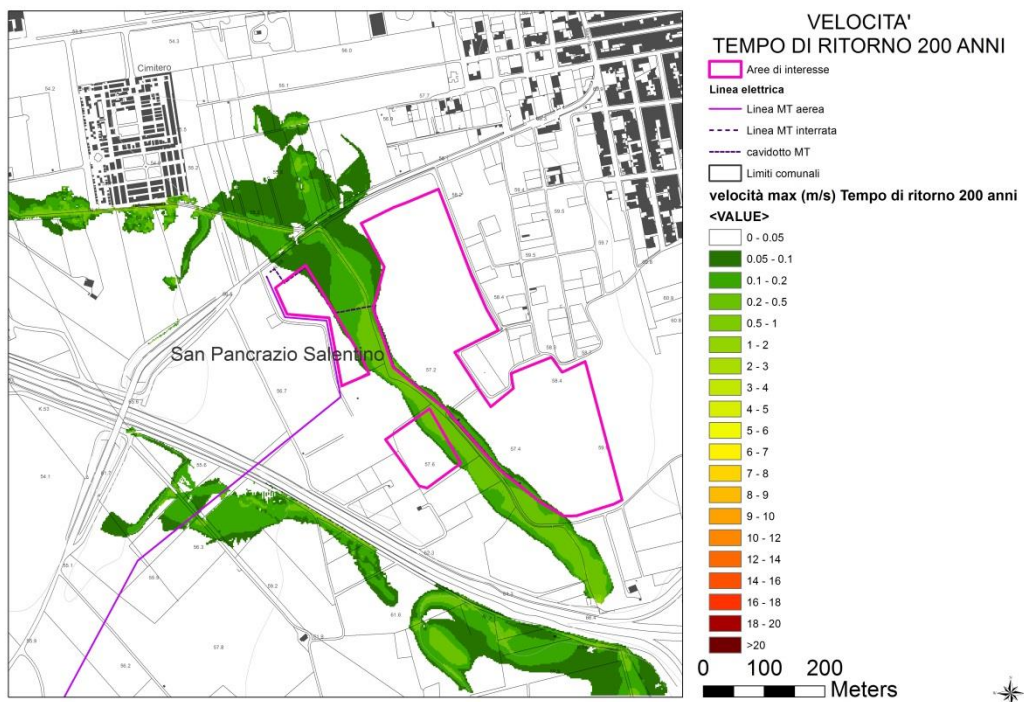


Figura 19 Planimetria velocità Tr=200anni

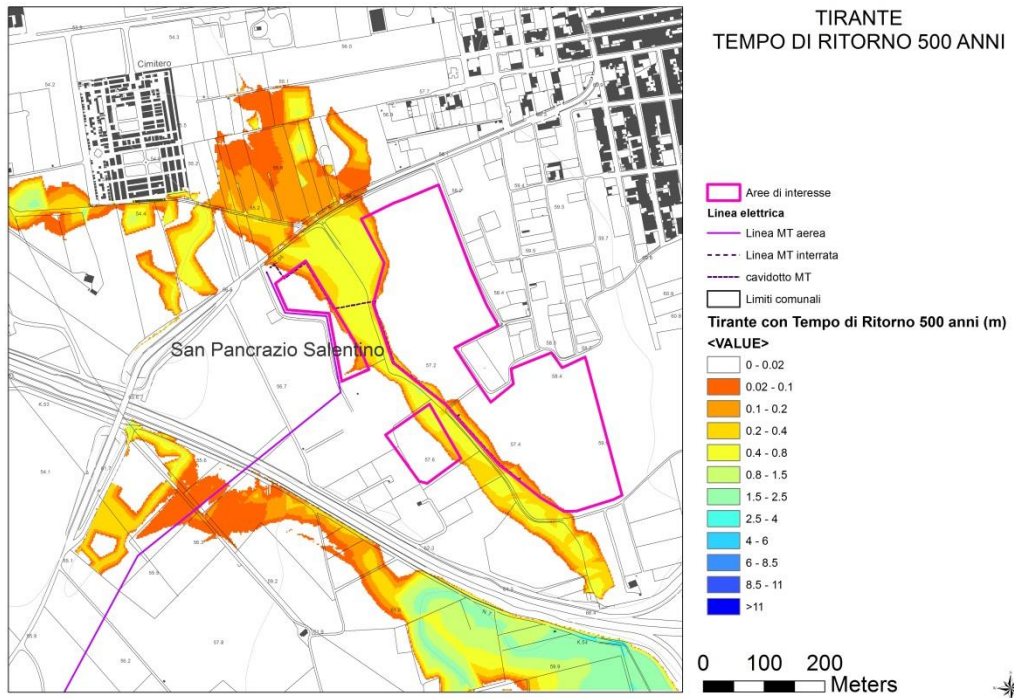


Figura 20 Planimetria tiranti – Tr 500anni

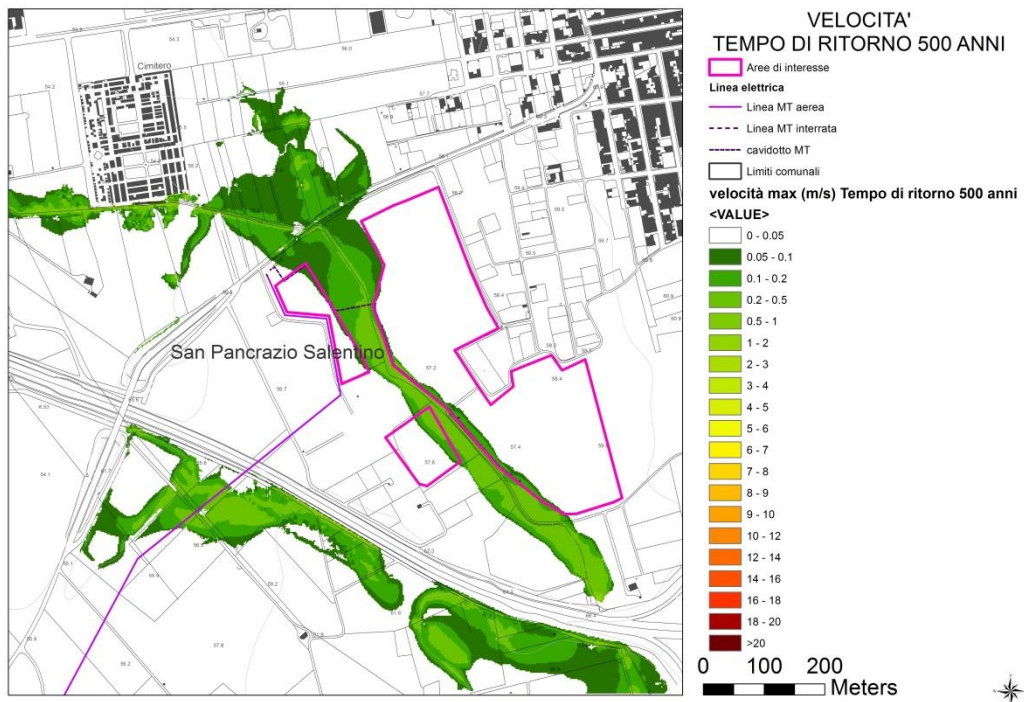


Figura 21 Planimetria velocità Tr=500anni

Le elaborazioni eseguite mostrano l'erosione verso più direzioni.

Dalle elaborazioni relative ai tre tempi di ritorno analizzati è stata costruita la carta delle pericolosità idraulica che è riportata figura di seguito indicata.

Comunque l'allagamento di una superficie non implica necessariamente la pericolosità, in quanto i fattori che influiscono sul livello di pericolosità sono la velocità di scorrimento idrico e il tirante.

L'Autorità di Bacino del Tevere ha proposto un diagramma che mette in relazione i due parametri che determinano il livello di pericolosità dell'inondazione e cioè tirante e velocità.

Tenendo conto del suggerimento dell'Autorità di Bacino del Tevere (con restrizione $t=0.2m$ e $v=0.53m/s$) si assume che la pericolosità idraulica non dipende solo dalla presenza/assenza d'acqua e dell'entità del tirante idrico, ma anche dalla velocità di scorrimento (valutata localmente) fondamentale nel calcolo del livello di danno effettivo.

Viene fuori, dalla elaborazione con il metodo sopra descritto, la seguente mappatura della pericolosità idraulica.

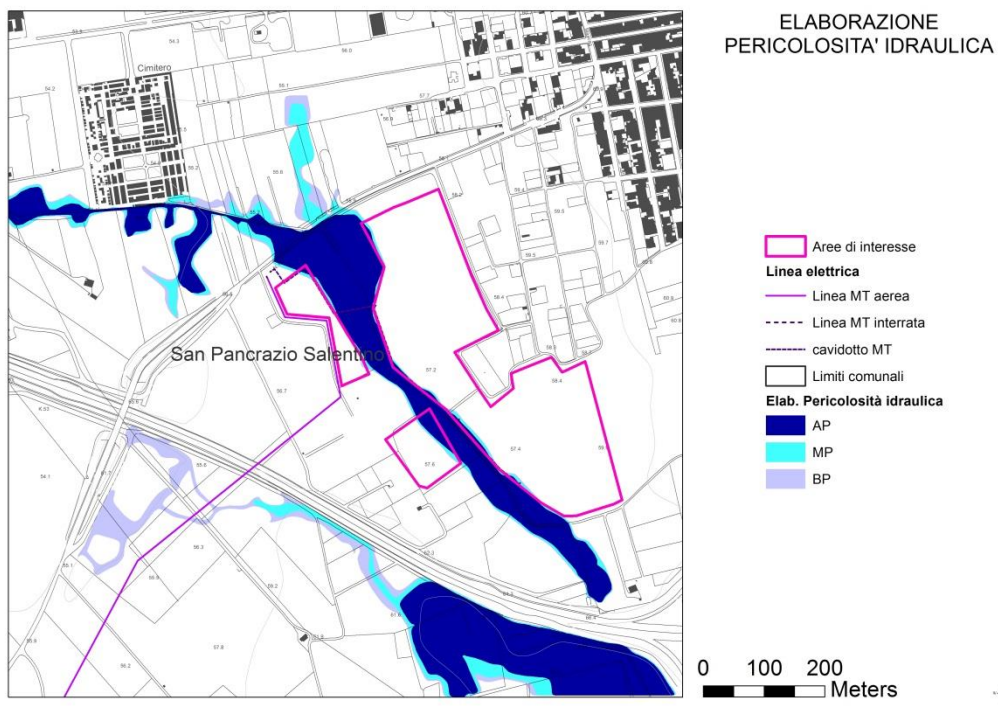


Figura 22 aree a pericolosità idraulica derivanti dallo studio bidimensionale

8 APPENDICE (SCHEDE DI RILEVAMENTO PONTI-TOMBINI)

Nelle immagini seguenti sono indicati gli attraversamenti finalizzati a individuare la geometria necessaria al calcolo del passaggio di una corrente attraverso un ponte o tombino.

Non tutti gli attraversamenti sono caratterizzati da un opera d'arte (ponte o tombino). Di seguito saranno riportate le schede relative.

Per i dettagli degli attraversamenti andrebbero consultate le sezioni in allegato.

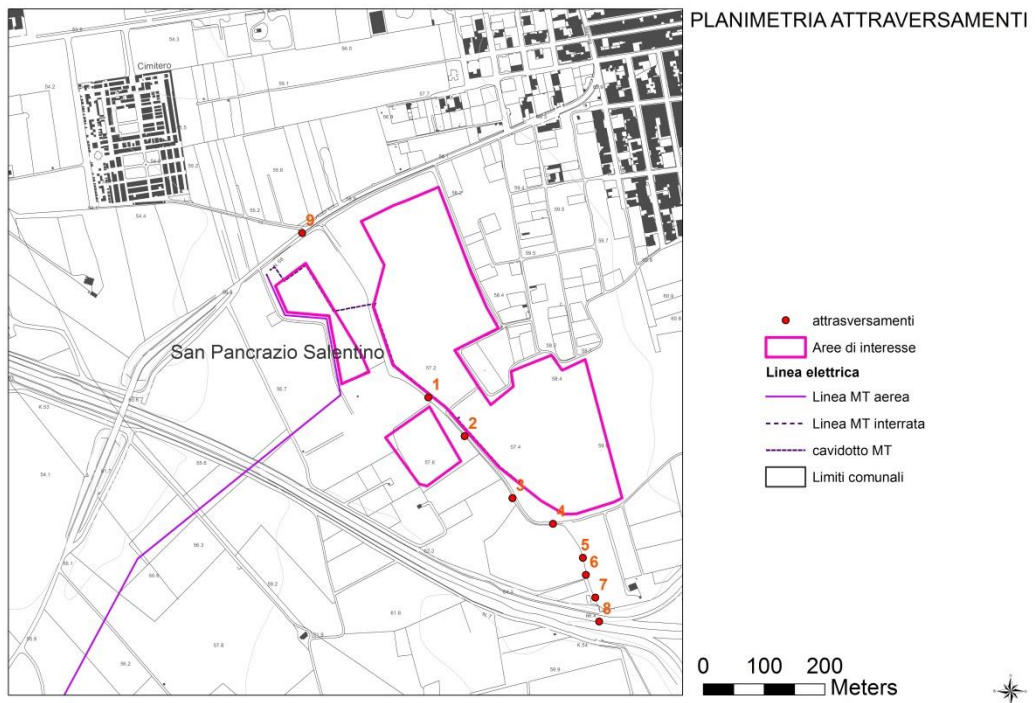


Figura 23 planimetria attraversamenti

SCHEDA RILIEVO TOMBINI-PONTI

TRONCO

CODICE SU CARTOGRAFIA 1

GESTORE Consorzio

COORDINATE EST UTM33 WGS84 739889

Comune

COORDINATE NORD UTM33 WGS84 4477259

Provincia

DATA RILIEVO SEP 2021

ANAS

Ferrovia

Tratto tombato

canale irrigazione

privato

CANALE

>Sezione tombino

<Sezione tombino

Rivestito (pietrame c.a.)

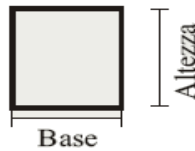
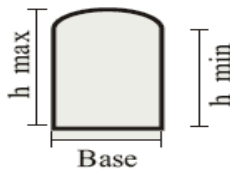
Buone condizioni

Interrato >50%

Ostruito

Presenza folta vegetazione

TOMBINO



Base(m)

Base(m)

D min(m) 0.8

lunghezza(m) 3

h min(m)

Altezza(m)

D max(m) 0.8

pendenza 2 %

h max(m)

buone condizioni

parzialmente ostruito

praticamente ostruito

Note

Foto



SCHEDA RILIEVO TOMBINI-PONTI

TRONCO

CODICE SU CARTOGRAFIA 2

GESTORE Consorzio

COORDINATE EST UTM33 WGS84 739949

Comune

COORDINATE NORD UTM33 WGS84 4477195

Provincia

DATA RILIEVO SEP 2021

ANAS

Ferrovia

Tratto tombato

canale irrigazione

privato

CANALE

>Sezione tombino

<Sezione tombino

Rivestito (pietrame c.a.)

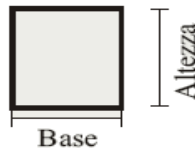
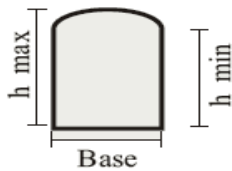
Buone condizioni

Interrato >50%

Ostruito

Presenza folta vegetazione

TOMBINO



Base(m)

Base(m)

D min(m) 0.8

lunghezza(m) 3

h min(m)

Altezza(m)

D max(m) 0.8

pendenza 2 %

h max(m)

buone condizioni

parzialmente ostruito

praticamente ostruito

Note

Foto



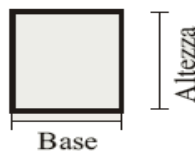
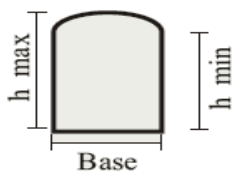
SCHEDA RILIEVO TOMBINI-PONTI

TRONCO CODICE SU CARTOGRAFIA 3
 GESTORE Consorzio COORDINATE EST UTM33 WGS84 740027
 Comune COORDINATE NORD UTM33 WGS84 4477093
 Provincia DATA RILIEVO SEP 2021
 ANAS
 Ferrovia Tratto tombato
 canale irrigazione
 privato

CANALE

>Sezione tombino <Sezione tombino Rivestito (pietrame c.a.)
 Buone condizioni Interrato >50% Ostruito
 Presenza folta vegetazione

TOMBINO



Base(m) Base(m) D min(m) 0.8 lunghezza(m) 3
 h min(m) Altezza(m) D max(m) 0.8 pendenza 2 %
 h max(m)

buone condizioni parzialmente ostruito praticamente ostruito

Note

Foto



SCHEDA RILIEVO TOMBINI-PONTI

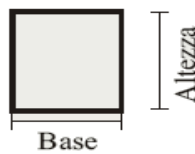
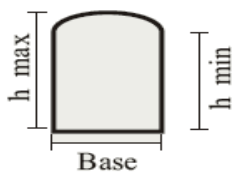
TRONCO
 GESTORE Consorzio Comune Provincia ANAS Ferrovia canale irrigazione privato

CODICE SU CARTOGRAFIA 4
 COORDINATE EST UTM33 WGS84 740094
 COORDINATE NORD UTM33 WGS84 4477051
 DATA RILIEVO SEP 2021
 Tratto tombato

CANALE

>Sezione tombino <Sezione tombino Rivestito (pietrame c.a.)
 Buone condizioni Interrato >50% Ostruito
 Presenza folta vegetazione

TOMBINO



Base(m) Base(m) D min(m) 0.8 lunghezza(m) 3
 h min(m) Altezza(m) D max(m) 0.8 pendenza 2 %
 h max(m)
 buone condizioni parzialmente ostruito praticamente ostruito

Note

Foto



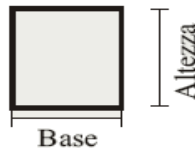
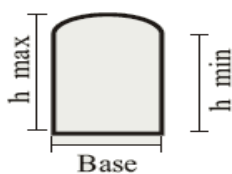
SCHEDA RILIEVO TOMBINI-PONTI

TRONCO CODICE SU CARTOGRAFIA 5
 GESTORE Consorzio COORDINATE EST UTM33 WGS84 740144
 Comune COORDINATE NORD UTM33 WGS84 4476995
 Provincia DATA RILIEVO SEP 2021
 ANAS
 Ferrovia Tratto tombato
 canale irrigazione
 privato

CANALE

>Sezione tombino <Sezione tombino Rivestito (pietrame c.a.)
 Buone condizioni Interrato >50% Ostruito
 Presenza folta vegetazione

TOMBINO



Base(m) Base(m) D min(m) 0.8 lunghezza(m) 3
 h min(m) Altezza(m) D max(m) 0.8 pendenza 2 %
 h max(m)

buone condizioni parzialmente ostruito praticamente ostruito

Note

Foto



SCHEDA RILIEVO TOMBINI-PONTI

TRONCO

CODICE SU CARTOGRAFIA 6

GESTORE Consorzio

COORDINATE EST UTM33 WGS84 740149

Comune

COORDINATE NORD UTM33 WGS84 4476967

Provincia

DATA RILIEVO SEP 2021

ANAS

Ferrovia

Tratto tombato

canale irrigazione

privato

CANALE

>Sezione tombino

<Sezione tombino

Rivestito (pietrame c.a.)

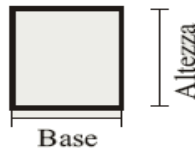
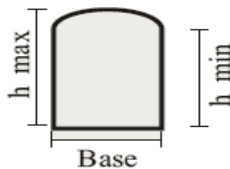
Buone condizioni

Interrato >50%

Ostruito

Presenza folta vegetazione

TOMBINO



Base(m)

Base(m)

D min(m) 0.8

lunghezza(m) 3

h min(m)

Altezza(m)

D max(m) 0.8

pendenza 2 %

h max(m)

buone condizioni

parzialmente ostruito

praticamente ostruito

Note

Foto



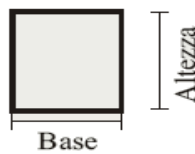
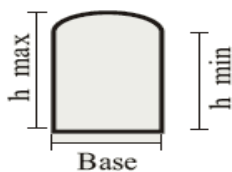
SCHEDA RILIEVO TOMBINI-PONTI

TRONCO CODICE SU CARTOGRAFIA 7
 GESTORE Consorzio COORDINATE EST UTM33 WGS84 740164
 Comune COORDINATE NORD UTM33 WGS84 4476929
 Provincia DATA RILIEVO SEP 2021
 ANAS
 Ferrovia Tratto tombato
 canale irrigazione
 privato

CANALE

>Sezione tombino <Sezione tombino Rivestito (pietrame c.a.)
 Buone condizioni Interrato >50% Ostruito
 Presenza folta vegetazione

TOMBINO



Base(m) Base(m) D min(m) 0.8 lunghezza(m) 3
 h min(m) Altezza(m) D max(m) 0.8 pendenza 2 %
 h max(m)
 buone condizioni parzialmente ostruito praticamente ostruito

Note

Foto



SCHEDA RILIEVO TOMBINI-PONTI

TRONCO

CODICE SU CARTOGRAFIA 8

GESTORE Consorzio

COORDINATE EST UTM33 WGS84 740170

Comune

COORDINATE NORD UTM33 WGS84 4476890

Provincia

DATA RILIEVO SEP 2021

ANAS

Ferrovia

Tratto tombato

canale irrigazione

privato

CANALE

>Sezione tombino

<Sezione tombino

Rivestito (pietrame c.a.)

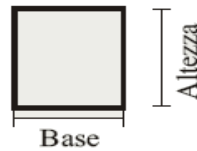
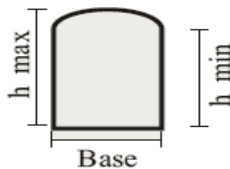
Buone condizioni

Interrato >50%

Ostruito

Presenza folta vegetazione

TOMBINO



Base(m)

Base(m) 1.5

D min(m)

lunghezza(m) 43.5m

h min(m)

Altezza(m) 2

D max(m)

pendenza 2 %

h max(m)

buone condizioni

parzialmente ostruito

praticamente ostruito

Note

Foto



Punto p altezza 2 metri, larghezza 1,5
 15.06.2021 08:28
 40.40838 17.83034
 Sizer, 72076, San Pancrazio salentino BR

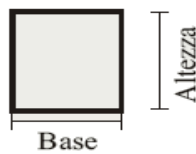
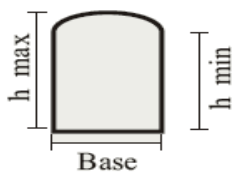
SCHEDA RILIEVO TOMBINI-PONTI

TRONCO CODICE SU CARTOGRAFIA 9
 GESTORE Consorzio COORDINATE EST UTM33 WGS84 739681
 Comune COORDINATE NORD UTM33 WGS84 4477529
 Provincia DATA RILIEVO SEP 2021
 ANAS
 Ferrovia Tratto tombato
 canale irrigazione
 privato

CANALE

>Sezione tombino <Sezione tombino Rivestito (pietrame c.a.)
 Buone condizioni Interrato >50% Ostruito
 Presenza folta vegetazione

TOMBINO



Base(m) Base(m) 1.5 D min(m) lunghezza(m) 8.5m
 h min(m) Altezza(m) 0.8 D max(m) pendenza 2 %
 h max(m)

buone condizioni parzialmente ostruito praticamente ostruito

Note

Foto



9 INTERSEZIONI RETICOLO IDROGRAFICO CAVIDOTTO

Quando la linea elettrica aerea di progetto incrocia il reticolo idrografico, si utilizzerà la tecnica di trivellazione orizzontale controllata, detta T.O.C., una tecnica no dig che permette di installare nuove condotte senza scavi a cielo aperto, riducendo, gli impatti ambientali in fase di costruzione.

I vantaggi della trivellazione orizzontale controllata raffrontati alla tecnologia tradizionale di scavo sono così sintetizzati:

- effettuazione di piccoli scavi alla partenza e arrivo del tubo;
- immodificabilità delle strutture sovrastanti (piattaforma stradale, sezione del canale);
- gestire la perforazione scansando eventuali sotto-servizi;
- contenimento del movimento terra e successivo trasporto materiali da risulta;
- produttività e costi contenuti;
- riduzione dei disagi al traffico stradale prodotti dai lavori.

Il punto di attraversamento è indicato in figura 24:

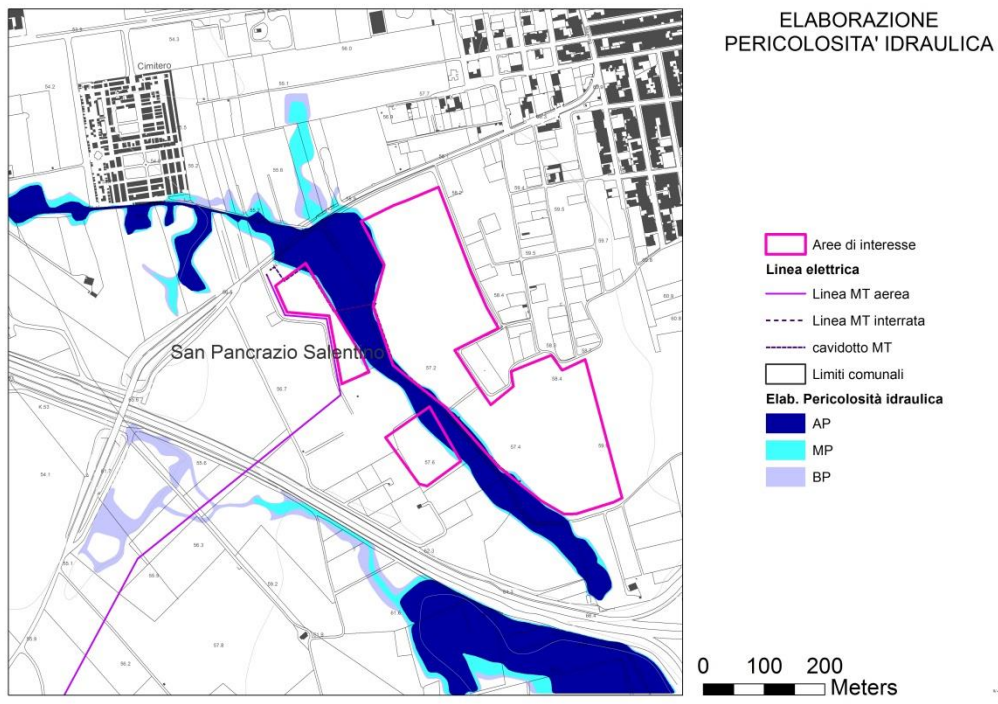


Figura 24 attraversamento canale cavidotto

Per maggiori informazioni sull'attraversamento del cavidotto in MT si rimanda all'elaborato progettuale.

10 CONCLUSIONI

Il presente studio idrologico ed idraulico è in sintesi:

1. studio morfologico dei bacini idrografici di studio;
2. studio idrologico, finalizzato al calcolo dei dati pluviometrici necessari a calcolare la portata al colmo di piena per un periodo di ritorno pari a 30 200 e 500 anni, in riferimento alla procedura VaPi Puglia e GEV, per le sezioni di interesse lungo il reticolo di studio;
3. studio idraulico, consistente nel valutare la capacità di smaltimento del tratto del reticolo idrografico con modello 2D;
4. definizione delle aree allagabili nei periodi di ritorno di 30 200 e 500 anni.

È ragionevole precisare che le portate di piena sono state determinate sia con il metodo VAPI che con il metodo GEV (basato sui dati pluviometrici aggiornati al 2019 della centralina di San Pancrazio Salentino più prossima al bacino in studio). I valori in input utilizzati per la simulazione idraulica sono stati quelli più cautelativi ottenuti con le due diverse metodiche.

L'area allagabile interessa piccole porzioni dell' impianto fotovoltaico in progetto. Per tali aree bisogna fare riferimento a quanto riportato nelle NTA del PAI

Il cavidotto previsto, intercetta aree a pericolosità idraulica ed un reticolo idrografico. Questo verrà superato con un attraversamento sotterraneo.

Castellaneta, gennaio 2022

il Tecnico
Geol. Donato Perniola

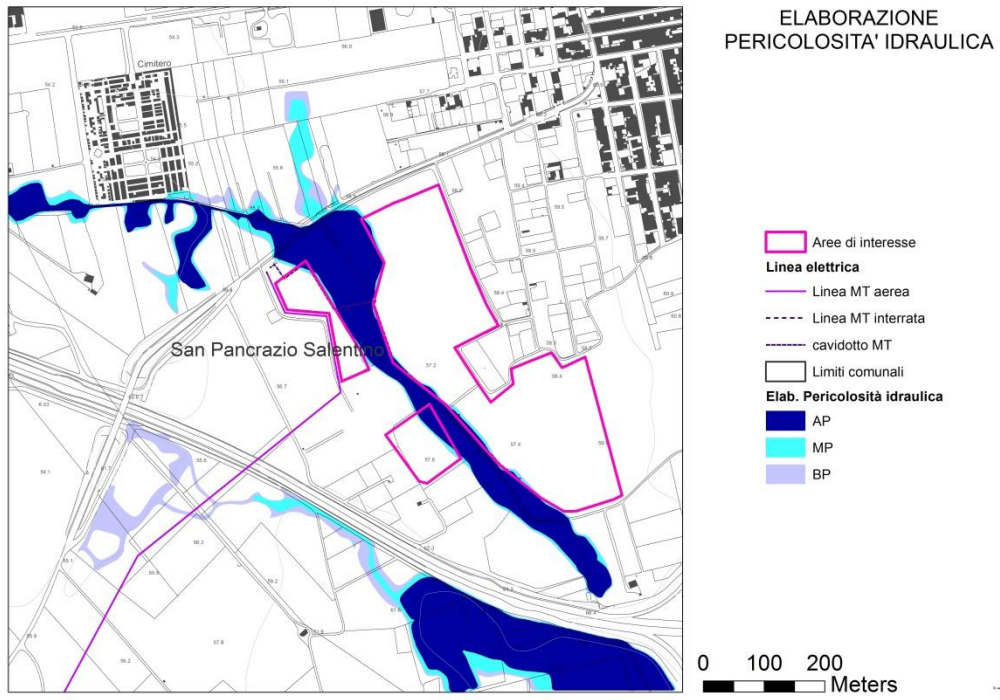


Figura 25 elab. pericolosità idraulica

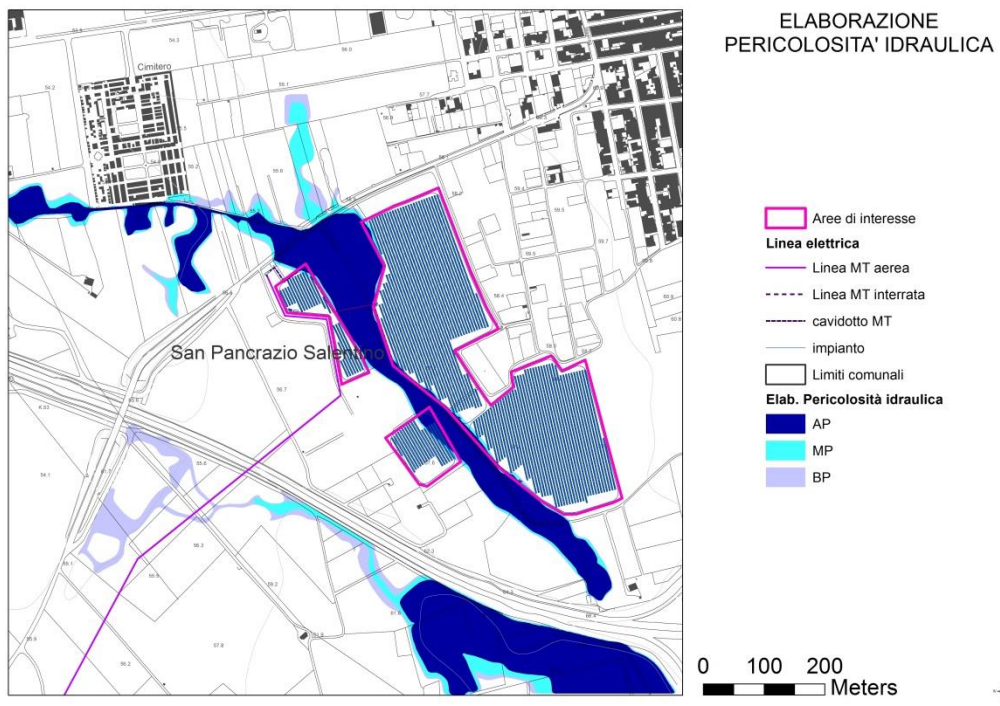


Figura 26 elab. pericolosità idraulica con impianto fotovoltaico