

Committente



X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA

Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726

Partita IVA n° 15361381005



Progettista:



AS S.r.l.: Viale Jonio 95 - 00141 Roma - info@architetturasostenibile.com

PROGETTO AGRIVOLTAICO "ORDONA"

Progetto per la realizzazione di un impianto Agrovoltaico di potenza pari a 63,623 MWp e relative opere di connessione alla RTN

Località

**REGIONE PUGLIA: COMUNI DI FOGGIA, ORDONA (FG),
ASCOLI SATRIANO (FG) E DELICETO (FG)**

Titolo

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

Data di produzione 14-12-2023

Revisione del

Codice elaborato

X-ELIO ITALIA S.r.l si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

Revisione del

AS_ORD_R05

Timbro e firma Autore



Timbro e firma Responsabile AS

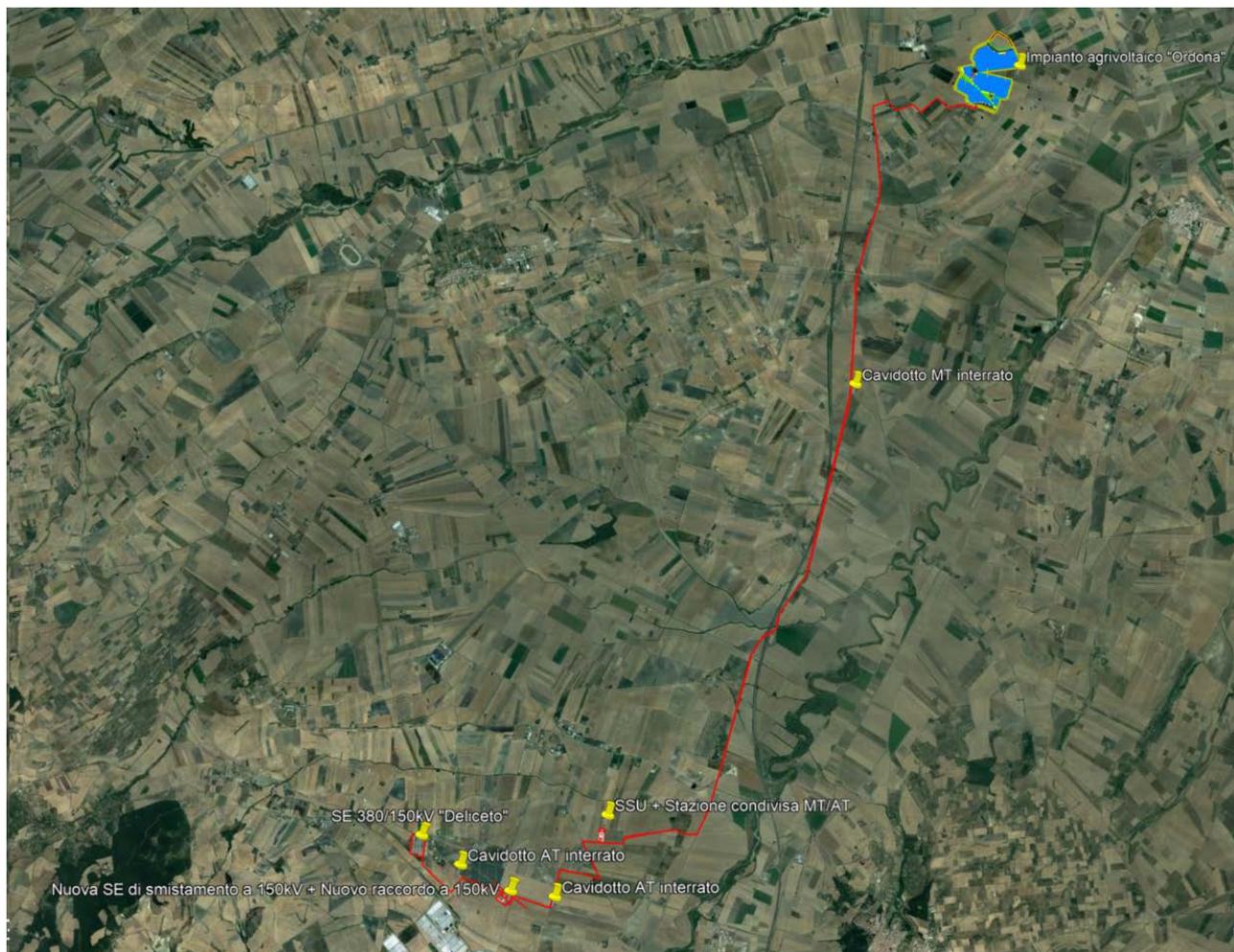
Timbro e firma Xelio

Sommario

- Premessa	2
- Localizzazione.....	3
- Clima	6
- Curve di possibilità pluviometrica.....	11
- Inquadramento idraulico	14
- Piano Assetto Idrogeologico.....	17
- Carta Idrogeomorfologica	19
- Tracciato cavidotto.....	24
- Intersezioni col reticolo idrografico.....	24
- Studio idrologico.....	40
- Calcolo erosione alveo.....	52
- Attraversamento del reticolo con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).....	54
- Conclusioni.....	57

Premessa

Il progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Ortona", proposto dalla società X-Elio Italia 4 S.r.l., verrà realizzato con tracker ad inseguimento monoassiale, ad asse inclinato con rotazione assiale ed azimut fisso, che alloggeranno 110.650 moduli fotovoltaici da 575 Wp, per una potenza complessiva pari a **63.623,75 kWp**.



Planimetria generale progetto "Ortona" – ID 8305

Per maggiore chiarezza, pertanto, si riassumono di seguito (evidenziandole in grassetto) le opere del progetto in esame che sono da autorizzare nell'ambito della presente procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (ID 8305):

- **Impianto agrivoltaico denominato "Ortona"**, di potenza pari a 63,623 MWp;
- **Cavidotto in MT, interrato**, di lunghezza pari a circa 17,3 km, di cui 1.43 km nel comune di Ortona ed il resto nel comune di Ascoli Satriano e il cui percorso interesserà quasi interamente strade pubbliche, per il collegamento dell'impianto alla Stazione utente di trasformazione MT/AT (SSU);
- **Stazione utente di trasformazione MT/AT (SSU)**, posta all'interno della Stazione condivisa con gli altri 3 produttori con cui verrà condiviso lo stallo a 150 kV nella nuova SE di Terna;

X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

- **Cavidotto in AT (150 kV)**, interrato, per il collegamento della Stazione condivisa al futuro ampliamento della SE Terna 380/150 kV della RTN denominata "Deliceto". Tale cavidotto in AT, assieme alla Stazione condivisa, è un'opera comune anche ad altri 3 produttori oltre a X-Elio;
- **Nuova Stazione Elettrica (SE) Terna di smistamento a 150 kV e nuovo raccordo a 150 kV** in entrata all'elettrodotto esistente 23098B1 150 kV Ascoli Satriano-Deliceto. Tale nuova SE costituisce l'ampliamento ("satellite") della già esistente SE Terna 380/150 kV "Deliceto" ed assieme al cavidotto AT del punto successivo è un'opera comune anche a tutti gli altri produttori che hanno ricevuto da Terna il medesimo preventivo di connessione;
- **Cavidotto in AT (150kV), interrato**, di lunghezza pari a circa 3,4 km, per il collegamento tra la nuova SE di smistamento a 150 kV e la SE Terna 380/150 kV "Deliceto".

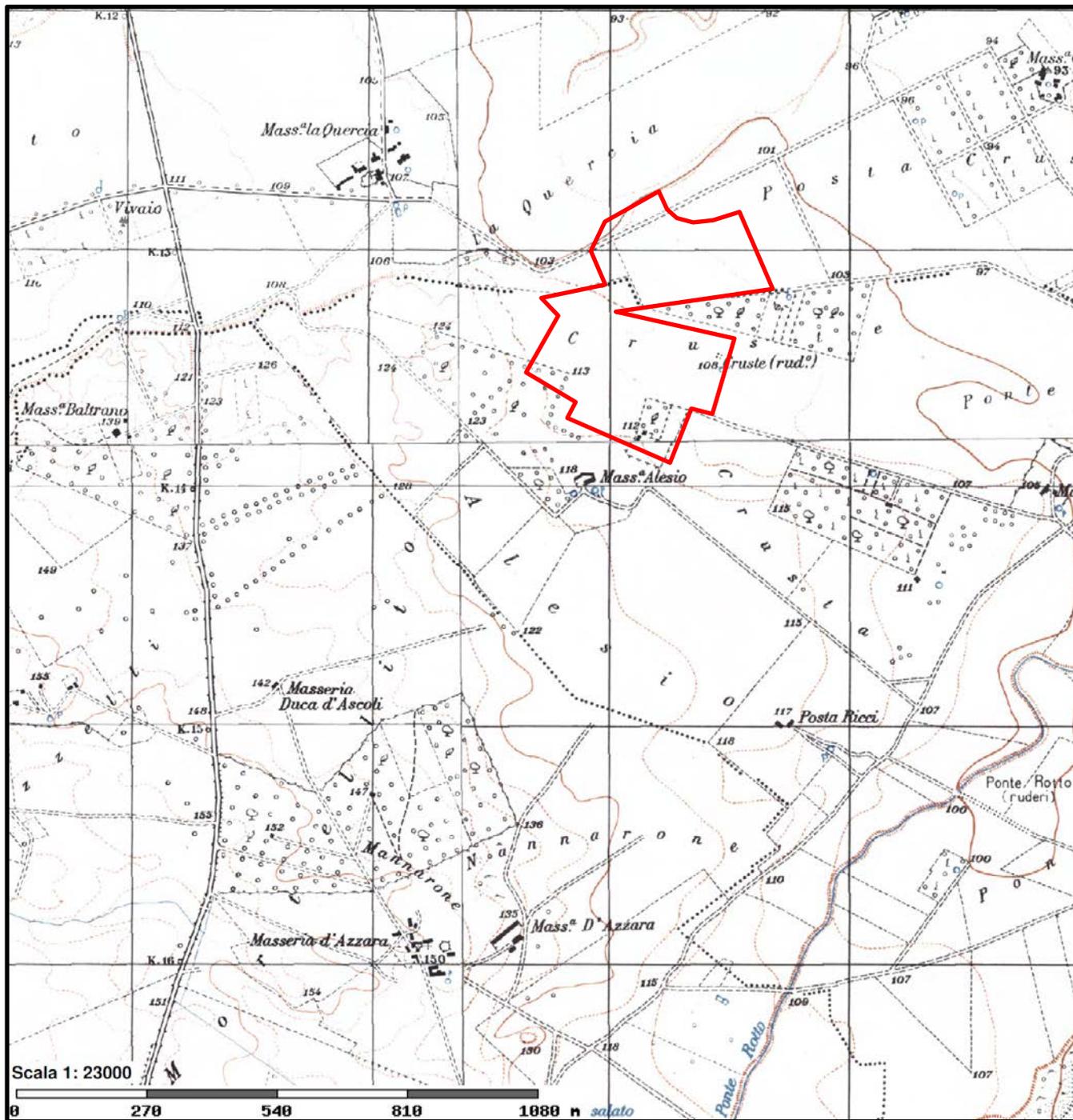
Localizzazione

L'impianto, situato nei Comuni di Ortona (FG), Foggia (FG) e, solo per quanto riguarda le opere di connessione alla RTN, nei Comuni di Ascoli Satriano (FG) e Deliceto (FG), verrà collegato mediante cavidotto interrato in MT e sottostazione utente di trasformazione MT/AT condivisa con altri 3 produttori, ad uno stallo a 150 kV del futuro ampliamento della Stazione Elettrica a 380/150 kV della RTN denominata "Deliceto", come indicato nella Soluzione Tecnica Minima Generale ("STMG") proposta da Terna S.p.A. ed accettata da X-Elio. Le suddette opere di connessione alla RTN, già benestariate da Terna, costituiscono parte integrante del presente progetto "Ortona".

Dal punto di vista cartografico, il Campo agrovoltaiico ricade a cavallo delle tavolette III SE "Carapelle" del F°164 e IV NE "Ortona" del F° 175 I.G.M. mentre la stazione elettrica ricade nella tavoletta IV SO "Ascoli Satriano" del F° 175.

Le coordinate medie dei siti sono le seguenti:

Campi	SSU
WGS84 UTM X: Y: 33N 549291.90207 4576344.79954 WGS84 UTM X: Y: 32N 1051476.81825 4597171.31754 Gauss Boaga X: Y: Est 2569294.14694 4576425.00155 lat/lon WGS84 X: 15.58911 Y: 41.33708	WGS84 UTM X: 542551.84038 Y: 4563315.80542 33N 1045633.33592 4583657.47881 WGS84 UTM X: Y: 32N 1045633.33592 4583657.47881 Gauss Boaga X: Y: Est 2562553.77706 4563395.62376 lat/lon WGS84 X: 15.50765 Y: 41.22011
SE "Deliceto"	Nuova SE
WGS84 UTM X: 539683.43223 Y: 4563235.27396 33N 1042766.99823 4583377.82809 WGS84 UTM X: Y: 32N 1042766.99823 4583377.82809 Gauss Boaga X: Y: Est 2559685.23836 4563315.08967 lat/lon WGS84 X: 15.47343 Y: 41.21953	WGS84 UTM X: 541006.63983 Y: 4562387.35688 33N 1044150.64231 4582620.67822 WGS84 UTM X: Y: 32N 1044150.64231 4582620.67822 Gauss Boaga X: 2561008.5061 Y: Est 4562467.14782 lat/lon WGS84 X: 15.48915 Y: 41.21182

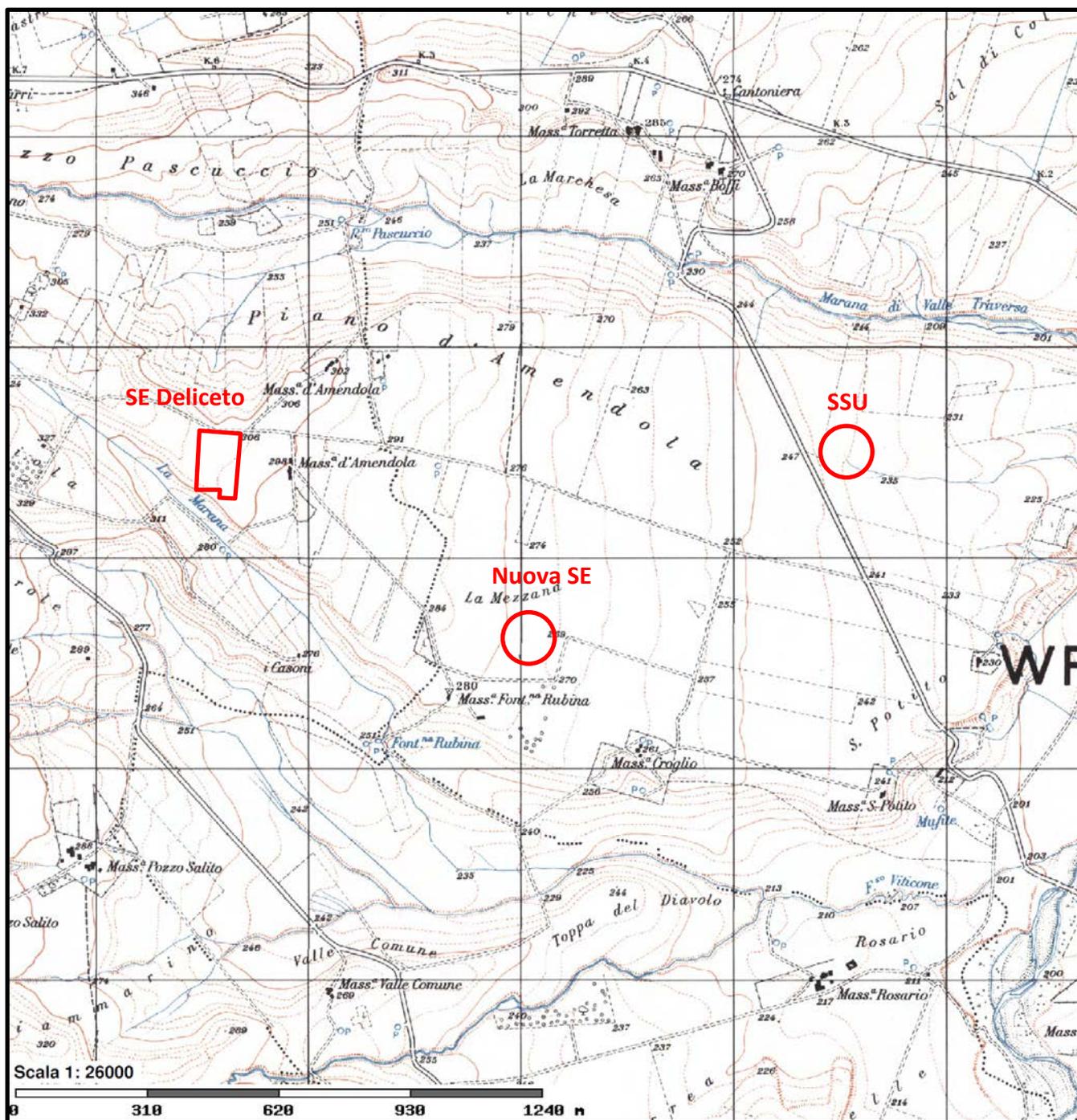


Campo Nord - Inquadramento su IGM: F° 175 IV NE "Ortona" e F° 164 III SE "Carapelle"

X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726

Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Sottostazione Utente - Inquadramento su IGM: F° 175, tav. IV SO "Ascoli Satriano"

X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726

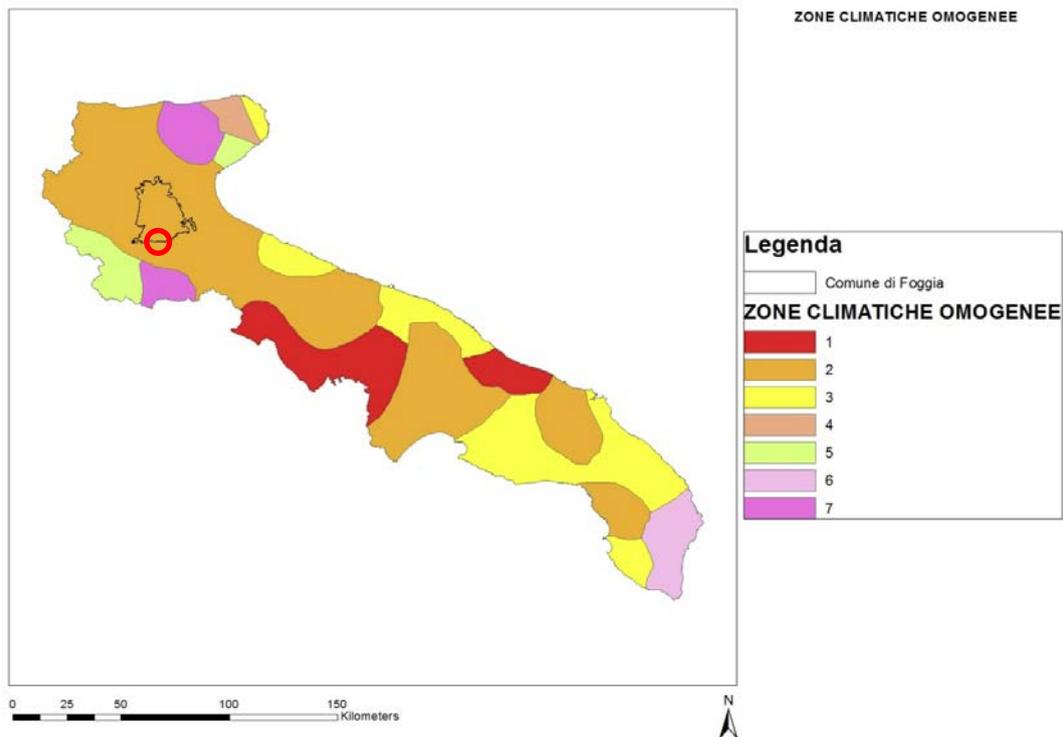
Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

CLIMA

Il clima nella Puglia è tipicamente mediterraneo, con inverni miti ed estati lunghe e calde spesso secche anche se in alcune zone della Regione alle estati torride seguono inverni rigidi con temperature spesso inferiori allo zero. In Puglia le fasce costiere risentono dell'azione mitigatrice del mare e presentano pertanto un clima tipicamente marittimo con ridotte escursioni termiche stagionali, mentre le caratteristiche climatiche delle aree interne sono più prettamente continentali con maggiori variazioni delle temperature tra l'estate e l'inverno. Le precipitazioni piovose che si concentrano nei mesi freddi, sono piuttosto scarse (media 500-600 mm annui).

Le aree climatiche omogenee sono state individuate con il metodo, implementato nel GIS, della "cluster analysis" sui valori medi mensili pluriennali delle temperature minime e massime, della pioggia e dell' ET0 e sui valori medi totali annui del DIC spazializzati con la tecnica del Kriging.

La "cluster analysis" è una tecnica che permette di aggregare in gruppi (cluster) non predefiniti, gli elementi di un certo insieme, in modo tale che gli elementi appartenenti ad uno stesso gruppo siano il più omogenei possibile tra loro, mentre gli elementi appartenenti a gruppi diversi siano tra loro eterogenei. Questa tecnica ha permesso di delimitare 18 aree climatiche omogenee



Le variabili climatiche prese in considerazione sono la temperatura min, max e media, nonché la pioggia totale mensile. Dagli archivi termometrici e pluviometrici, riguardanti periodi di tempo differenti, è stato definito un periodo di tempo "minimo comune" per avere un archivio di dati termo-pluviometrici uniformi sotto l'aspetto temporale, condizione indispensabile per utilizzare la piovosità e la temperatura per analisi territoriali specifiche, quali il calcolo dell'evapotraspirazione di riferimento, il deficit idrico potenziale, il fabbisogno irriguo territoriale.

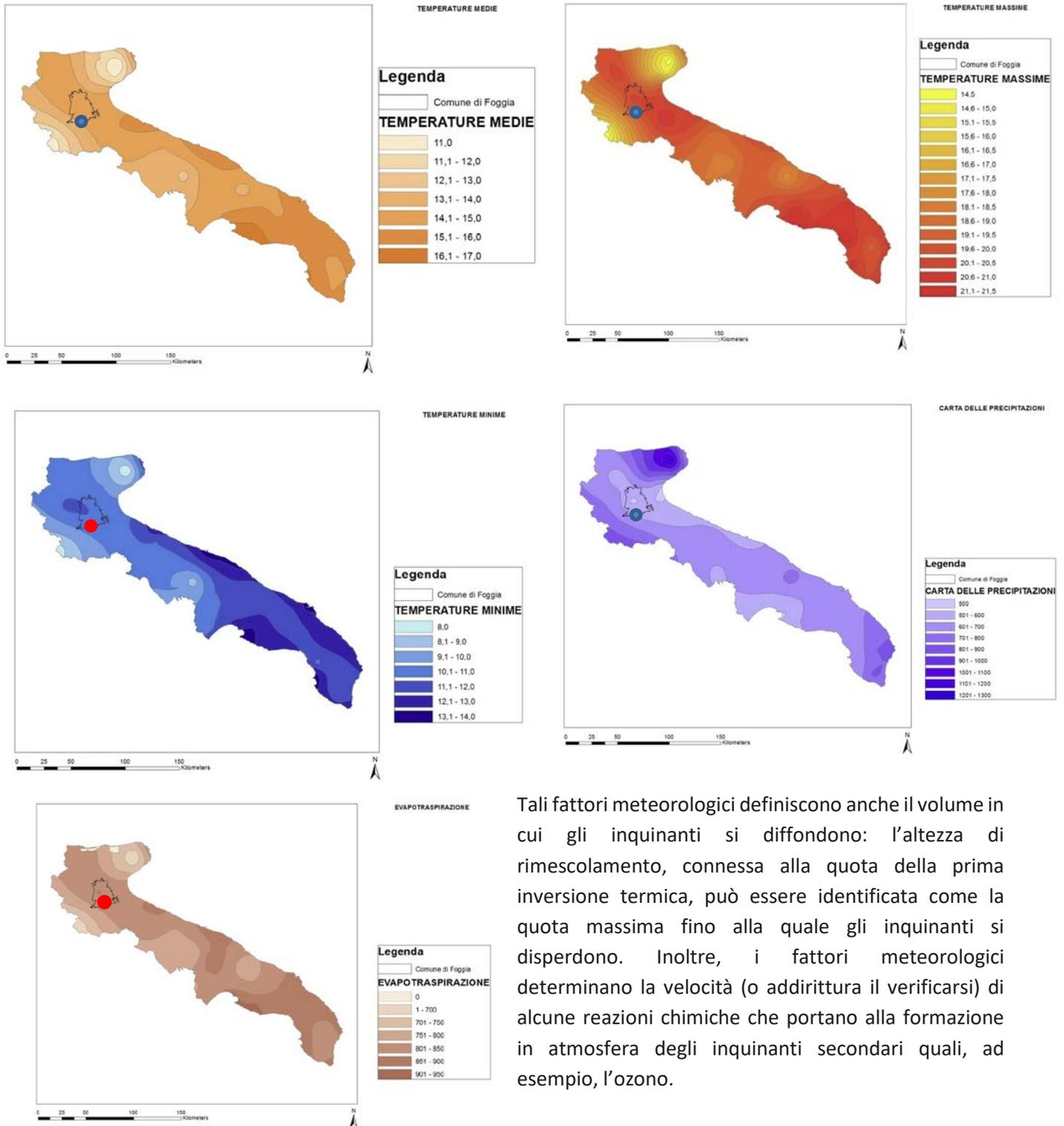
Le serie storiche dei dati termometrici e pluviometrici ottenute con le procedure precedentemente indicate costituiscono i dati di base per la costruzione delle carte tematiche di seguito indicate. Le temperature medie annue più elevate si riscontrano nel Salento e lungo la costa adriatica delle provincie di Bari e Foggia, dove è molto evidente l'influenza mitigatrice del mare; le temperature medie annue più basse, invece, si riscontrano sui monti della Daunia e sul Gargano.

La piovosità più elevata (in media compresa tra 900 e 970 mm) si verifica sul Gargano, mentre quella più bassa (in media intorno ai 500 mm) si ha sul Tavoliere foggiano e lungo la costa ionica in provincia di Taranto. La piovosità compresa nell'intervallo tra 750 e 800 mm si riscontra nelle zone estreme della provincia di Lecce, sull'alta Murgia delle provincie di Taranto e Bari, sui monti della Daunia e sulle zone medio basse del Gargano.

Nelle rimanenti zone regionali le piogge variano tra 500 e 650 mm; la piovosità media annua ponderata dell'intero territorio regionale è di 626 mm.

L'evapotraspirazione di riferimento totale annua media ponderata dell'intero territorio regionale è di 978 mm e varia da un minimo intorno a 780 mm della parte più alta del Gargano e dei monti della Daunia, a valori massimi intorno a 1100 mm della zona centrale del tavoliere foggiano e di alcune località della costa ionica tarantina e salentina. Al di fuori di questi valori estremi sulla maggior parte del territorio regionale l'evapotraspirazione di riferimento totale medio annuo è compresa tra 880 e 1000 mm.

Le variabili meteorologiche sono di fondamentale importanza rispetto ai livelli d'inquinamento presenti nell'aria: regolano infatti la velocità con cui gli inquinanti vengono trasportati e si disperdono in atmosfera o portati al suolo.



Tali fattori meteorologici definiscono anche il volume in cui gli inquinanti si diffondono: l'altezza di rimescolamento, connessa alla quota della prima inversione termica, può essere identificata come la quota massima fino alla quale gli inquinanti si disperdono. Inoltre, i fattori meteorologici determinano la velocità (o addirittura il verificarsi) di alcune reazioni chimiche che portano alla formazione in atmosfera degli inquinanti secondari quali, ad esempio, l'ozono.

Dalla tabella seguente si evince che nel comune di Foggia, in base alle medie climatiche del periodo 1971-2000, la temperatura media del mese più freddo, gennaio, è di +7,5 °C, mentre quella del mese più caldo, agosto, è di +25,1 °C; mediamente si contano 19 giorni di gelo all'anno e 67 giorni con temperatura massima

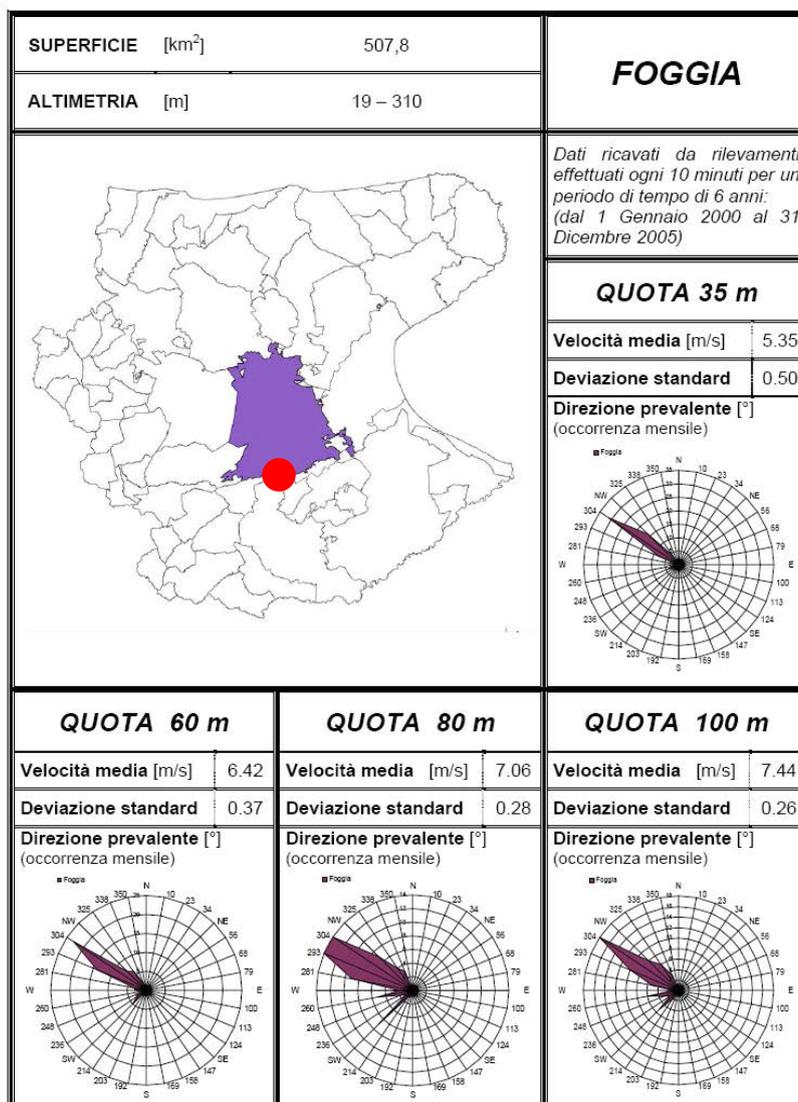
uguale o superiore ai +30 °C. I valori estremi di temperatura registrati nel medesimo trentennio sono i -10,4 °C del gennaio 1985 e i +43,8 °C del luglio 1983.

FOGGIA AMENDOLA (1971-2000)	Mesi												Stagioni				Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Inv	Pri	Est	Aut	
<u>T. max. media (°C)</u>	11,9	12,7	15,3	18,5	24,2	28,8	31,8	31,8	27,5	22,2	16,3	12,9	12,5	19,3	30,8	22	21,2
<u>T. min. media (°C)</u>	3,1	3,0	4,5	6,9	11,3	15,3	18,1	18,4	15,3	11,5	6,9	4,3	3,5	7,6	17,3	11,2	9,9
<u>T. max. assoluta (°C)</u>	21,4 (1979)	23,4 (1977)	25,4 (1994)	28,4 (1983)	35,8 (1994)	43,2 (1982)	43,8 (1983)	43,0 (1999)	39,6 (1994)	35,4 (1991)	26,4 (1977)	22,2 (1979)	23,4	35,8	43,8	39,6	43,8
<u>T. min. assoluta (°C)</u>	-10,4 (1985)	-6,4 (1991)	-5,0 (1996)	-4,0 (1997)	1,6 (1981)	7,6 (1980)	10,4 (1984)	10,0 (1993)	6,6 (1972)	0,0 (1972)	-4,6 (1973)	-4,0 (2000)	-10,4	-5	7,6	-4,6	-10,4
<u>Giorni di calura (T_{max} ≥ 30 °C)</u>	0	0	0	0	2	12	23	22	8	0	0	0	0	2	57	8	67
<u>Giorni di gelo (T_{min} ≤ 0 °C)</u>	5	6	3	1	0	0	0	0	0	0	1	3	14	4	0	1	19
<u>Precipitazioni (mm)</u>	35,5	41,3	39,8	37,7	36,1	33,5	26,0	28,6	42,3	45,6	58,3	44,5	121,3	113,6	88,1	146,2	469,2
<u>Giorni di nebbia</u>	6	4	4	2	2	1	0	0	1	4	5	5	15	8	1	10	34
<u>Umidità relativa (%)</u>	79	75	73	71	69	64	62	63	68	72	78	80	78	71	63	72,7	71,2

Le precipitazioni medie annue si attestano a 469 mm, con minimo in estate, picco massimo in inverno in autunno. L'umidità relativa media annua fa registrare il valore di 71,2 % con minimo di 62 % a luglio e massimo di 80 % a dicembre; mediamente si contano 34 giorni di nebbia all'anno.

Il vento è caratterizzato da variazioni aleatorie a piccola scala che intervengono nello spazio e nel tempo e che si sovrappongono al moto principale d'insieme determinato dalla differenza di pressione fra queste. Il vento non è quindi una corrente uniforme e regolare ma turbolenta, infatti mentre le masse d'aria si spostano, si verificano arresti e rapide accelerazioni di parti più o meno estese del fluido stesso. Il vento è una grandezza vettoriale, esso è pertanto definito dalla direzione di provenienza e dall'intensità (velocità o forza). La direzione si esprime in decine di gradi, a partire da nord e ruotando in senso orario.

Comune di FOGGIA



I dati riportati provengono da uno studio denominato "Atlante eolico della Regione Puglia" effettuato dal Centro Ricerca Energia Ambiente–Università del Salento e sono relativi a due stazioni anemometriche prossime al territorio Comunale. Nel territorio comunale i venti più frequenti, come si evince dalle figure seguenti, sono quelli provenienti dai quadranti settentrionali (nord-ovest).

Curve di possibilità pluviometrica

Metodo probabilistico TCEV

L'analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni nella Puglia si basa sul modello statistico riferito alla distribuzione TCEV (ROSSI et alii, 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (FIORENTINO et alii, 1987). Per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello si è fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Liritano, 1994). I risultati hanno evidenziato (CASTORANI & IACOBELLIS, 2001) per l'area esaminata la consistenza di zona unica di primo e secondo livello. L'intero territorio di competenza del compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale risulta quindi suddiviso, al primo e al secondo livello, in due sottozone. La prima (CLAPS et alii, 1994) comprende la Capitanata, il Sub-appennino Dauno, il Gargano e l'Alta Murgia, la seconda include la restante parte del Tavoliere e della Murgia e la penisola Salentina. L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota ha portato alla individuazione, oltre alle quattro zone omogenee in Claps et al. (94), di altre due zone e delle rispettive curve di possibilità climatica.

In definitiva, dal punto di vista dell'approccio pluviometrico, il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato suddiviso in 6 aree pluviometricamente omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica sulla base di specifiche equazioni.

La zona del entro cui ricadono le aree in studio rientra nella Zona omogenea 3 la cui equazione è la seguente:



$$\text{Zona 3} \quad x(t, h) = 25.325 t^{\left(\frac{0.696 + 0.000531 h}{3.178} \right)}$$

Sottozone omogenee

Ai valori così ottenuti, vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente al fattore di Crescita K_T (funzione del tempo di ritorno) ed al fattore di Riduzione Areale K_A (funzione della superficie del bacino e della durata dell'evento di progetto).

Nella zona della Daunia, il fattore di crescita K_T pari a:

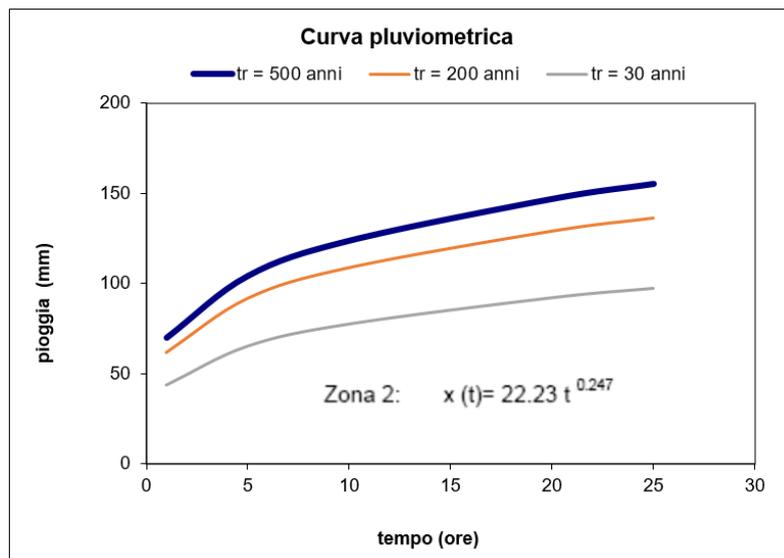
$$K_T = 0.5648 + 0.415 \ln T$$

Nella sottostante tabella sono riportati i valori di K_T relativi ai valori del periodo di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale per la Puglia settentrionale:

		Tempo di Ritorno (anni)											
		2	5	10	20	25	30	40	50	100	200	500	1000
Tabella	K_T	0.91	1.26	1.53	1.81	1.9	1.98	2.1	2.19	2.48	2.77	3.15	3.43

Per quanto concerne il fattore di Riduzione Areale K_A :

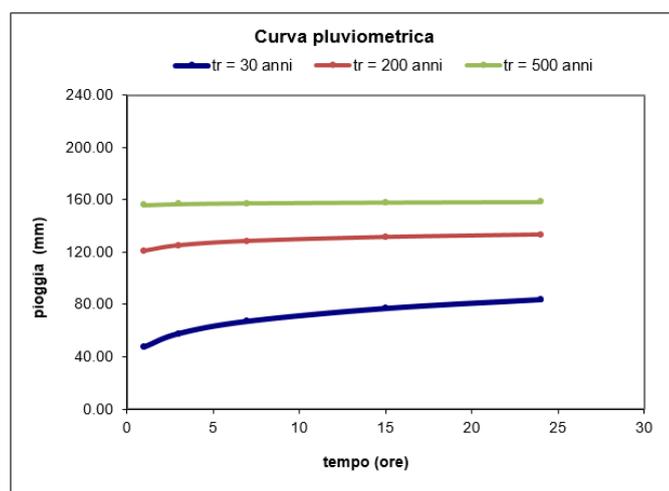
$$K_A = 1 - (1 - e^{(-0.0021A)}) e^{(-0.53d^{0.25})}$$

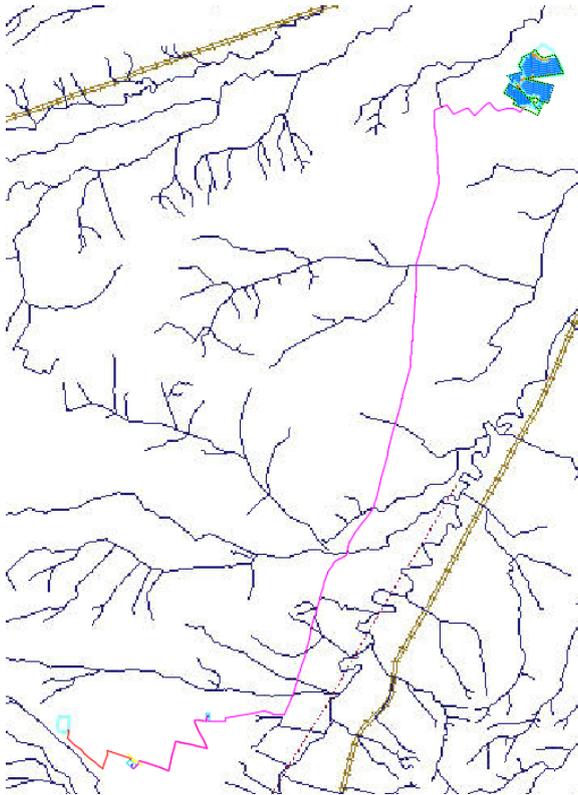


Annali idrologici

La zona in oggetto rientra nell'ambito della stazione pluviometrica di Foggia Osservatorio. Attraverso l'utilizzo della distribuzione probabilistica asintotica di Gumbel, elaborando i dati pluviometrici nel periodo 1934-2013, è stato possibile determinare le diverse curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno pari a 5, 30, 200 e 500 anni.

Stazione di:						FOGGIA OSSERVATORIO					
anni	durate [ore]					anni	durate [ore]				
	1	3	6	12	24		1	3	6	12	24
1934	20.6	25.0	38.4	53.4	83.2	1990	50.0	67.0	67.0	69.2	80.0
1935	35.0	47.6	51.8	55.8	58.8	1991	33.0	46.0	46.0	46.0	46.0
1936	23.6	27.8	28.2	28.4	32.8	1992	20.0	22.8	23.4	23.4	24.4
1937	22.0	22.0	22.0	25.8	27.6	1993	16.2	16.2	22.2	22.2	33.0
1938	15.6	19.2	26.4	30.2	40.8	1994	11.8	17.8	23.0	26.2	27.4
1939	24.0	28.8	29.4	33.0	35.4	1995	40.0	40.2	40.4	40.4	42.6
1940	17.2	22.8	22.8	31.2	49.8	1996	44.0	59.6	59.6	61.4	61.4
1941	21.8	31.4	46.0	59.4	95.6	1997	13.6	18.6	19.2	30.2	46.4
1942	9.0	12.4	16.2	27.6	45.2	1998	21.2	21.6	23.6	27.4	33.6
1947	28.4	28.8	28.8	28.8	34.4	1999	25.2	32.2	32.2	32.2	38.4
1948	35.0	40.2	40.2	40.4	40.4	2000	9.6	16.6	27.0	42.4	42.8
1949	30.0	56.4	63.2	72.2	72.6	2001	55.4	57.0	57.2	69.2	88.8
1950	21.2	21.8	21.8	30.8	45.0	2002	37.2	37.2	37.2	37.4	46.4
1951	14.6	17.6	27.0	27.6	38.0	2003	31.8	35.4	36.2	36.2	49.0
1952	18.2	22.6	36.0	36.8	43.0	2004	27.8	29.6	34.4	42.2	53.2
1953	14.0	14.4	28.0	33.2	40.4	2005	16.2	17.0	26.6	38.6	55.8
1954	13.8	27.0	46.8	50.2	55.2	2006	9.0	13.8	15.2	26.8	44.4
1955	17.6	17.8	24.4	38.6	70.2	2007	22.8	24.0	24.2	39.2	40.0
1956	19.6	32.2	45.2	53.6	58.6	2008	17	27	36	45	52
1961	31.0	42.6	51.8	58.8	66.0	2009	13	19	24	26	32
1962	18.2	22.8	31.8	40.2	40.4	2010	16	20	27	37	38
1963	31.2	31.2	43.4	50.8	56.8	2011	15	17	32	35	43
1964	20.0	21.4	28.8	35.6	39.0	2012	14	19	26	32	58
1965	42.4	71.0	71.0	71.0	75.4	2013	23	36	41	57	72
1966	19.0	19.0	19.0	24.2	24.6						
1967	24.6	35.6	37.2	40.4	55.2						
1968	14.4	20.2	31.4	32.4	47.6						
1969	34.0	68.0	68.2	74.6	80.6						
1970	14.0	30.6	40.0	51.4	53.6						
1971	14.0	26.4	36.4	44.2	48.8						
1972	21.2	26.8	35.8	41.4	41.4						





Avendo il territorio un grado abbastanza basso di naturalità, spesso lo stato dei luoghi non consente alle acque meteoriche superficiali di raggiungere agevolmente (data la presenza di significativi "sbarramenti" e/o modificazioni di origine antropica) e secondo le naturali linee di impluvio sia la falda sotterranea (assicurando pertanto la ricarica della stessa) che il mare. Pertanto in alcuni luoghi del territorio comunale, soprattutto a seguito della forte antropizzazione, si rilevano aree critiche per <<pericolosità idraulica>>.

Area di progetto

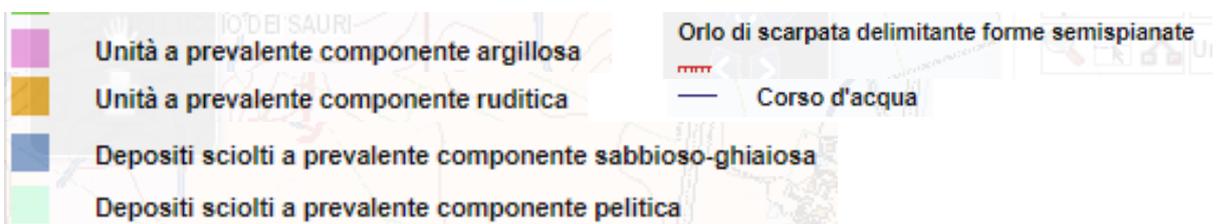
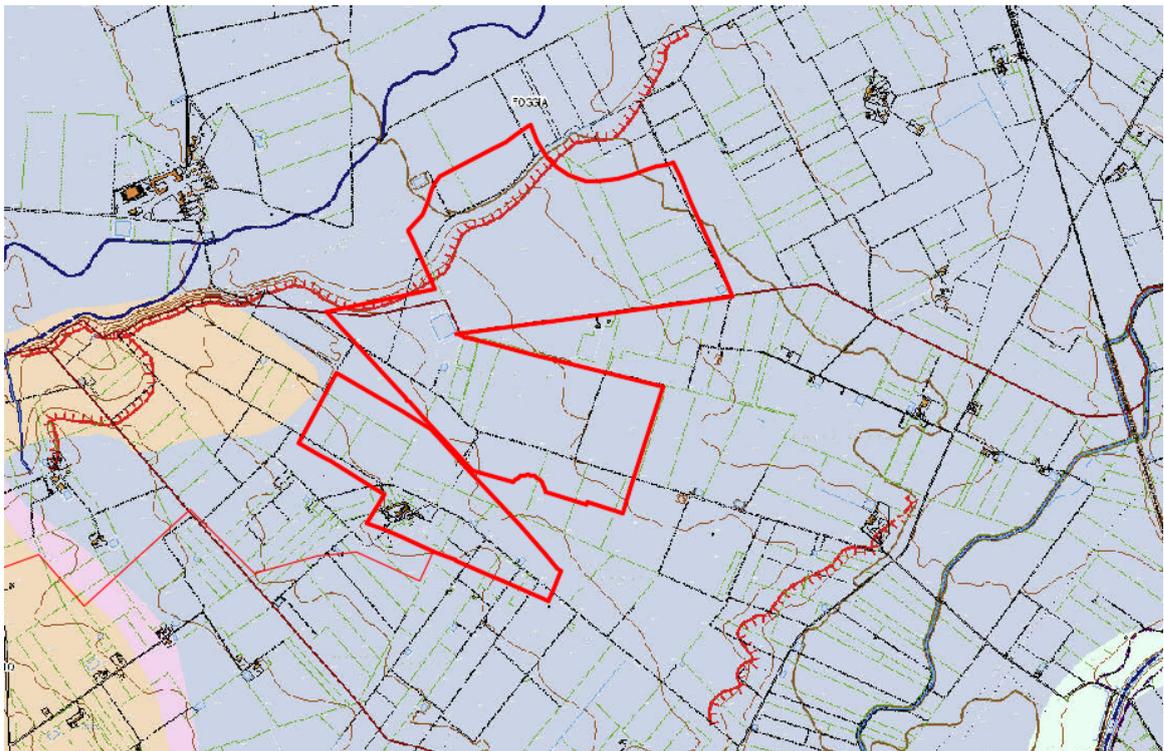
In quest'area l'idrografia superficiale è caratterizzata dai Torrenti Cervaro e Carapelle e dai loro principali affluenti. Il regime è tipicamente torrentizio, caratterizzato da lunghi periodi di magra interrotti da piene che, in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, possono assumere un carattere rovinoso. Lo sviluppo del reticolo idrografico riflette la permeabilità locale delle unità geologiche affioranti. Infatti, in aree a permeabilità elevata le acque si infiltrano rapidamente senza incanalarsi.

Le figure seguenti, mostrano che il reticolo idrografico è poco ramificato; ciò indicherebbe l'affioramento di terreni con una media/alta permeabilità d'insieme.

In particolare, l'area di progetto del Campo agrovoltaco non è interessato da nessun reticolo idraulico perchè, come meglio specificato nel paragrafo riguardo la litologia, I terreni affioranti presentano una componente sabbioso-ghiaiosa notevole e sono caratterizzati da un grado di permeabilità medio-alto.

Il cavidotto interrato si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 21,8 Km in asse con la viabilità. Lungo il percorso interseca per 9 volte il reticolo idrografico ed in particolare gli affluenti alla sinistra orografica del torrente Carapelle ma, essendo completamente interrato, non modifica in nessun modo l'attuale assetto idraulico.

L'area occupata dalla SSU dista oltre 600 m da un reticolo idraulico denominato "La Marana", il cui alveo si trova a sud della p.lla 562 e presenta un dislivello di circa 15 m.



Carta Idrogeomorfologica F° 421

Piano Assetto Idrogeologico Puglia (PAI)

Il PAI, adottato con Delibera Istituzionale n°25 del 15/12/2004 ed approvato con Delibera Istituzionale n°39 del 30/11/2005, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti, necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Dal punto di vista normativo, è necessario tener conto delle seguenti prescrizioni:

- Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Bacino (PAI) del 30 novembre 2005;
- Legge Regionale n° 19 del 19 luglio 2013 "Norme in materia di riordino degli organismi collegiali operanti a livello tecnico-amministrativo e consultivo e di semplificazione dei procedimenti amministrativi".

In particolare, in riferimento a quanto prescritto dalle N.T.A. del Piano di Bacino (PAI), si precisa che, in base alla cartografia ufficiale del PAI, nessuna delle due aree in oggetto rientra tra quelle interessate da pericolosità idraulica.

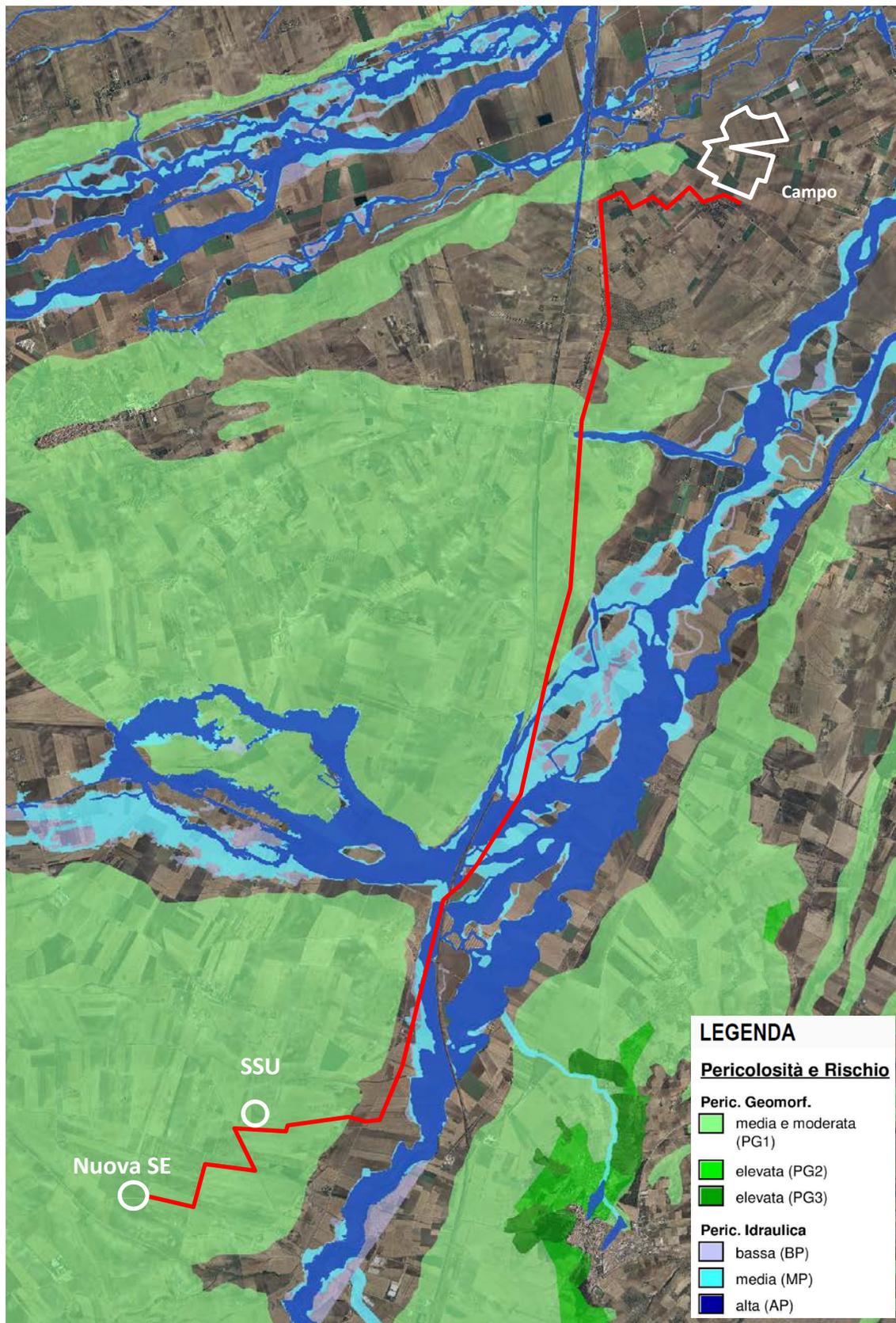
Il cavidotto sarà realizzato interamente su strada, attraverserà per 9 volte i reticoli e per lunghi tratti aree interessate da pericolosità idraulica. Tutti gli attraversamenti del reticolo avverranno o lungo i ponti stradali esistenti, con il cavidotto inguainato e collocato lungo il fianco del ponte, o interamente incassato nel massetto stradale. I lavori di realizzazione del cavidotto non prevedono nessuna variazione dell'attuale assetto morfologico-idraulico, non aumentano il livello di pericolosità idraulica, non comportano rischi per persone, manufatti ed ambiente.

Per quanto riguarda le aree a rischio PG1, tra cui la SSU e la SSE, la verifica dei luoghi non ha rilevato aree instabili o che potrebbero essere mobilitate dai lavori di realizzazione del cavidotto all'interno dell'asse stradale o per la realizzazione dei manufatti della SSE. Infatti, quest'ultima ricade all'interno di un'ampio pianoro caratterizzato da una leggera e uniforme inclinazione verso est con pendenza pari al 2,6%.

Per quanto riguarda il rischio idraulico, l'intervento rientra tra le opere consentite dal PAI, di cui alla lettera "d" del comma "1" degli art.li 8 e 9 delle NTA del PAI (nuove infrastrutture a rete di interesse pubblico, non delocalizzabili) mentre, per quanto riguarda il rischio geomorfologico, sono previste dall'art. 15: "Nelle aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1) sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio purché l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze."

X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 15361381005 - n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Cartografia PAI

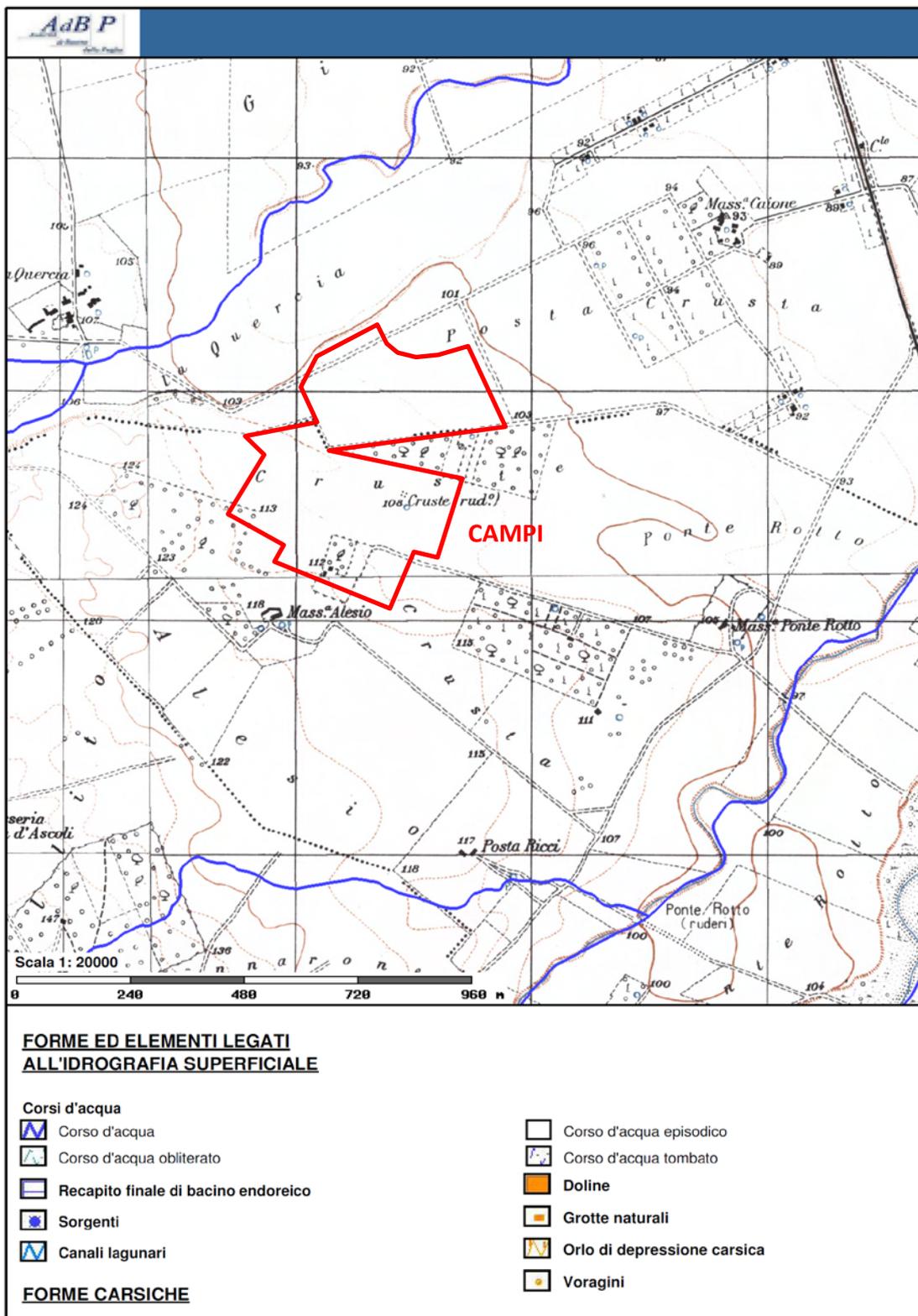
X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Carta Idrogeomorfologica

Con delibera n. 1792 del 2007, la Giunta Regionale della Puglia ha affidato all'Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere una nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), adeguato al Decreto Legislativo 42/2004. In relazione al dettaglio di restituzione della Carta Idrogeomorfologica (scala 1:25.000), il Comitato Istituzionale, all'interno della Delibera n. 48/2009, ha inteso prevedere una successiva fase di verifica, aggiornamento e condivisione al fine di rendere la Carta conforme ed adeguata ad un utilizzo alla scala comunale, in considerazione dei continui approfondimenti conoscitivi che l'Autorità di Bacino della Puglia svolge nell'ambito dei tavoli tecnici di copianificazione per i PUG, e delle istruttorie di progetti ed interventi di competenza.

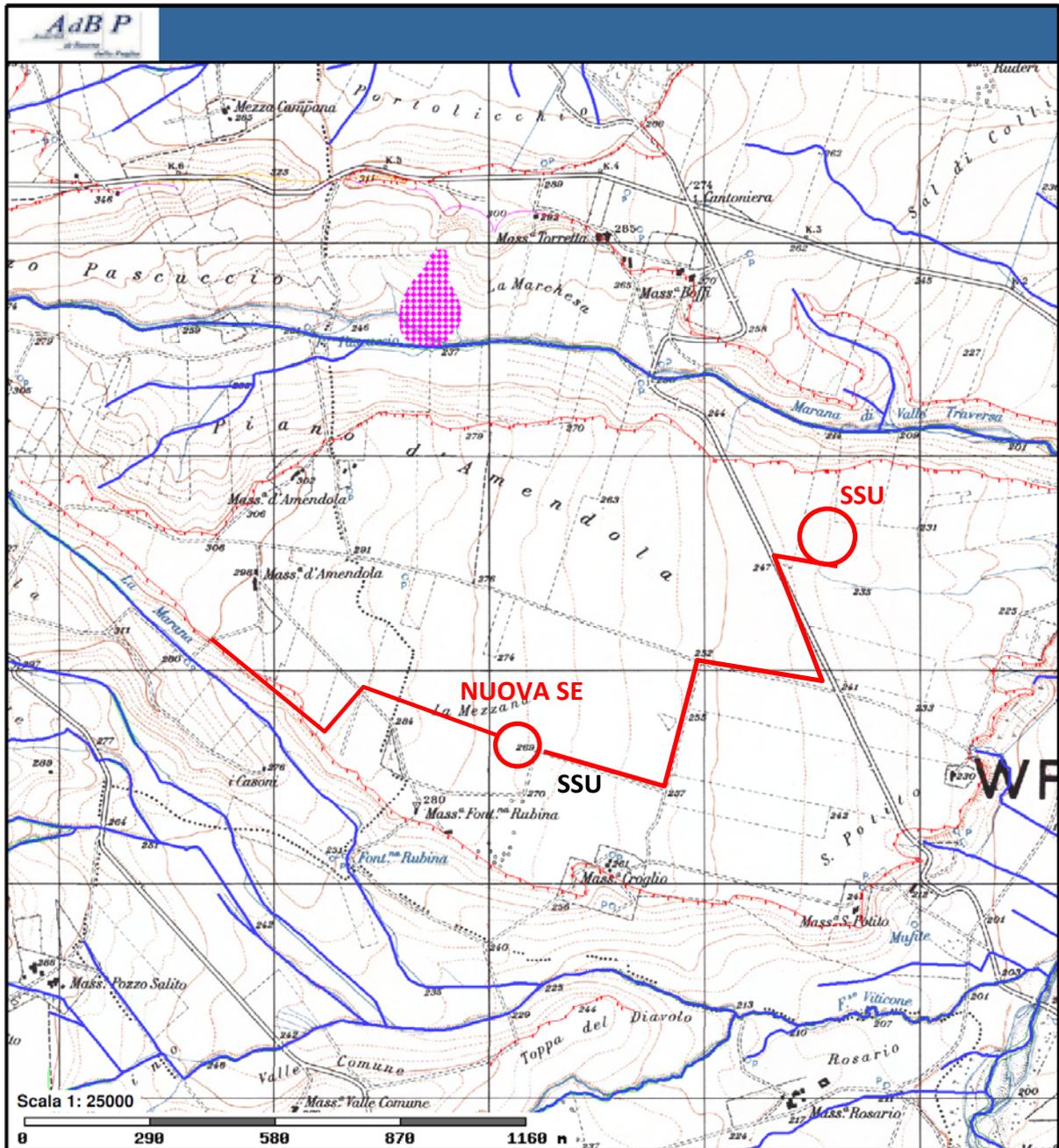
L'analisi della Carta Idrogeomorfologica ha evidenziato che la Carta Idrogeomorfologica non presenta reticoli idraulici non verificati e perimetrati dal PAI. Pertanto, le aree in oggetto non sono interessate dagli art. 6 e 10 delle NTA del PAI.



X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726

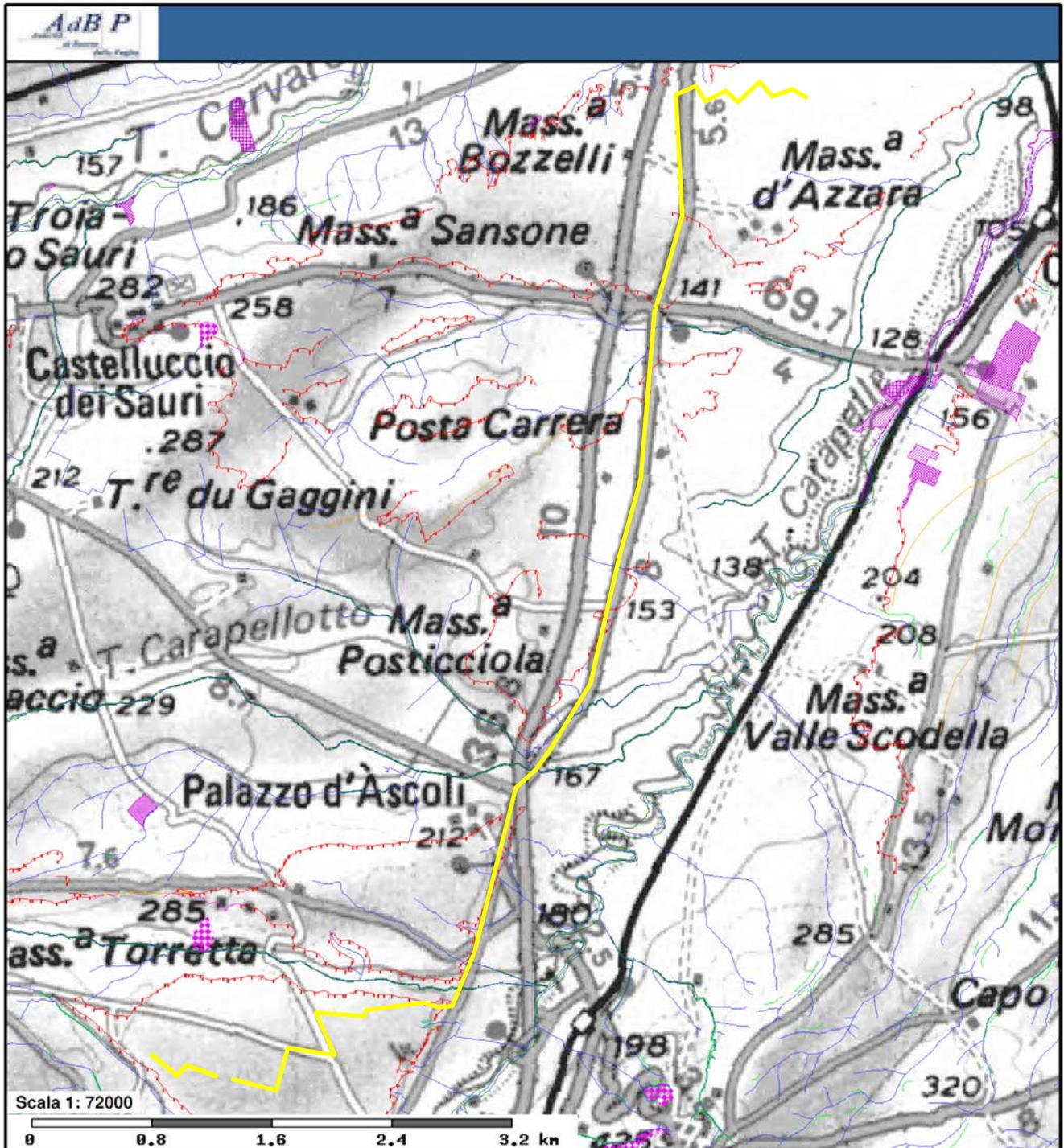
Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726

Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Carta Idrogeomorfologica (AdB Puglia)

X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726

Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA

Cigli e ripe

<p> Ciglio di sponda</p>	<p> Ripa di erosione</p>
---	---

FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Corsi d'acqua

<p> Corso d'acqua</p> <p> Corso d'acqua obliterato</p> <p> Recapito finale di bacino endoreico</p> <p> Sorgenti</p> <p> Canali lagunari</p>	<p> Corso d'acqua episodico</p> <p> Corso d'acqua tombato</p>
--	---

FORME CARSIICHE

<p> Doline</p> <p> Grotte naturali</p> <p> Orlo di depressione carsica</p> <p> Voragini</p>	
--	--

FORME ED ELEMENTI DI ORIGINE ANTROPICA

Linee

<p> Argine</p> <p> Opera di difesa costiera</p>	<p> Traversa fluviale</p>
---	--

Poligoni

<p> Diga</p> <p> Discarica controllata</p> <p> Cava abbandonata</p> <p> Cava rinaturalizzata</p> <p> Miniera abbandonata</p>	<p> Opera ed infrastruttura portuale</p> <p> Area di cava attiva</p> <p> Cava riqualificata</p> <p> Discarica di residui di cava</p> <p> Discarica di residui di miniera</p>
---	---

SINGOLARITA DI INTERESSE PAESAGGISTICO

<p> Geositi</p>	
--	--

Cartografia di base

TRACCIATO CAVIDOTTO

Il cavidotto di collegamento tra gli Impianti e la SSU sarà completamente interrato secondo tre tipologie di intervento:

- strade asfaltate: 10 cm tappetino di usura e binder, 20 cm strato di fondazione con cls, 800 cm rinterro A1 con i cavi, per una profondità totale di 1100 cm;
- su terreno: 60 cm di terreno, 50 cm di rinterro A1 con i cavi, per una profondità totale di 110 cm;
- su strade sterrate: 20 cm di misto granulometrico, 40 cm di strato di fondazione A1, 50 cm di rinterro con i cavi, per una profondità totale di 1100 cm.

Dato che la Cartografia PAI individua una serie di reticoli e aree a pericolosità idraulica che intersecano e/o costeggiano il tracciato del cavidotto, in fase di progettazione sono stati previsti interventi di posa in opera tali da non interferire con il regime idraulico degli stessi.

Intersezioni col reticolo idrografico

Nella scelta del percorso del cavidotto di collegamento dell'impianto agrovoltico con la SSU, è stata posta particolare attenzione per individuare il tracciato che minimizzasse interferenze e punti d'intersezione con il reticolo idrografico individuato in sito, sulla Carta Idrogeomorfologica e sulla cartografia PAI.

Il cavidotto interrato si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 14 km in asse con la viabilità stradale.

Alcuni tratti del cavidotto interrato ricadono in prossimità, costeggiano e attraversano il reticolo idrografico che, nell'area in oggetto, risulta idraulicamente regimato a mezzo di canali.

Nello specifico, il cavidotto prevede n° 9 attraversamenti del reticolo idrografico che collega il campo agrovoltico alla SSU.

In relazione alle opere a realizzarsi lungo le strade interessate da pericolosità PAI, tenendo presente quanto la Società X-ELIO ITALIA 4 S.R.L. afferma nella relazione tecnica allegata a cui si rimanda, nonché il fatto che non è previsto alcun manufatto fuori terra tale che possa modificare il deflusso idrico naturale delle acque, che si sviluppa in concomitanza degli eventi di pioggia maggiormente copiosi, è possibile affermare quanto segue:

- le attività si svolgeranno in maniera tale da non incrementare il livello di pericolosità idraulica presente;
- non ci sarà accumulo di materiale o qualsiasi forma di ostacolo al regolare deflusso delle acque;
- gli scavi saranno tempestivamente richiusi e ripristinati a regola d'arte evitando infiltrazioni d'acqua all'interno sia durante i lavori che in fase di esercizio;
- il materiale di risulta qualora non riutilizzato, sarà conferito in ossequio alla normativa vigente;
- l'intervento, seppur privato, risulta di interesse pubblico e sociale e viene realizzato come potenziamento della rete infrastrutturale presente;
- la morfologia originaria del terreno non sarà in alcun modo modificata;
- le opere a realizzarsi dureranno circa 6 giorni lavorativi.

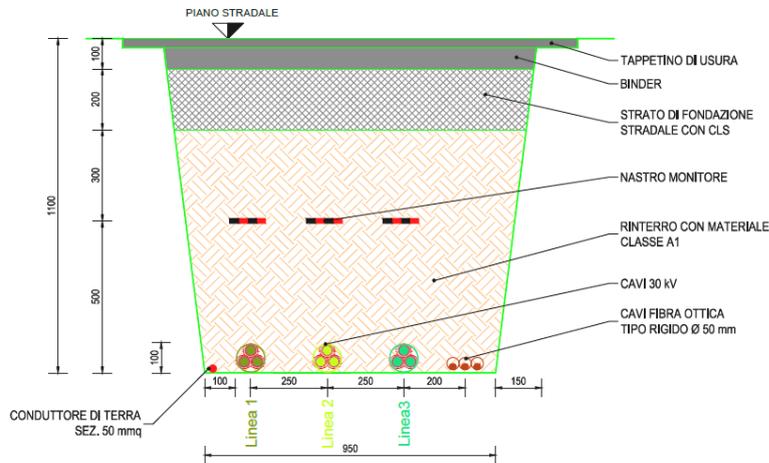
L'analisi morfologica evidenzia una generale inclinazione della superficie topografica da sud verso nord, con una pendenza generalmente variabile dall'1 al 2%. Pertanto, dal punto di vista idraulico le acque meteoriche sono caratterizzate da uno scorrimento continuo, senza possibilità di ristagno ma con velocità di scorrimento lenta. Pertanto, le superficie ricadenti nella aree a pericolosità idraulica saranno interessate dalla presenza di acqua solo nel lasso di tempo della precipitazione e solo in caso di esondazione del reticolo idrografico.

Inoltre, i cavidotti sono a tenuta stagna e possono trovarsi anche in ambiente saturo di acqua senza deteriorarsi.

La Società X-ELIO si assume tutte le responsabilità riguardo la tenuta e l'utilizzo dei suddetti cavidotti anche in caso di allagamento dell'area su cui si trova il tracciato.

SEZIONE CAVIDOTTI - TIPICO 3-A

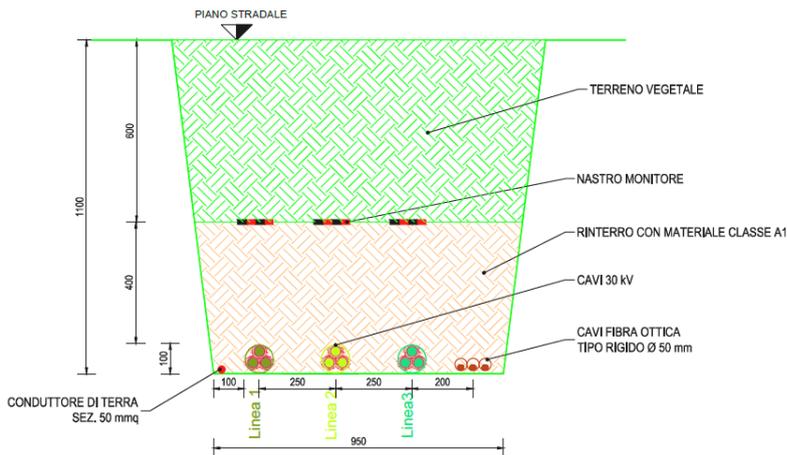
CAVO CON AIR BAG



SEZIONI TIPO CAVIDOTTI MT SU STRADE ASFALTATE

SEZIONE CAVIDOTTI - TIPICO 3-M

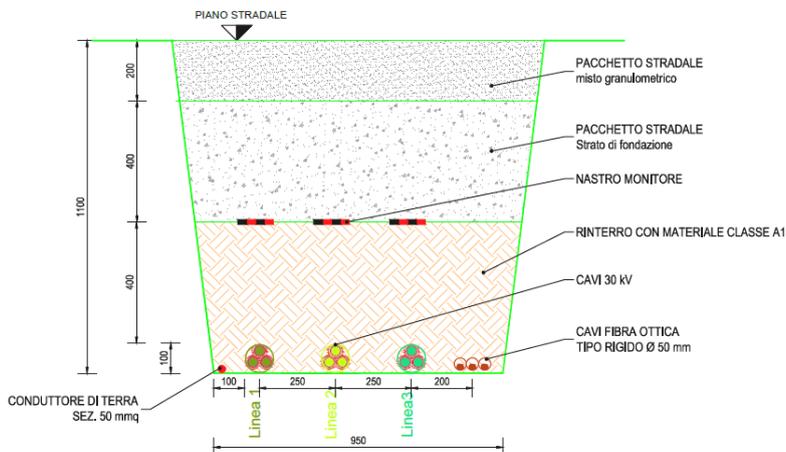
CAVO CON AIR BAG



SEZIONI TIPO CAVIDOTTI MT SU TERRENO

SEZIONE CAVIDOTTI - TIPICO 3-M

CAVO CON AIR BAG



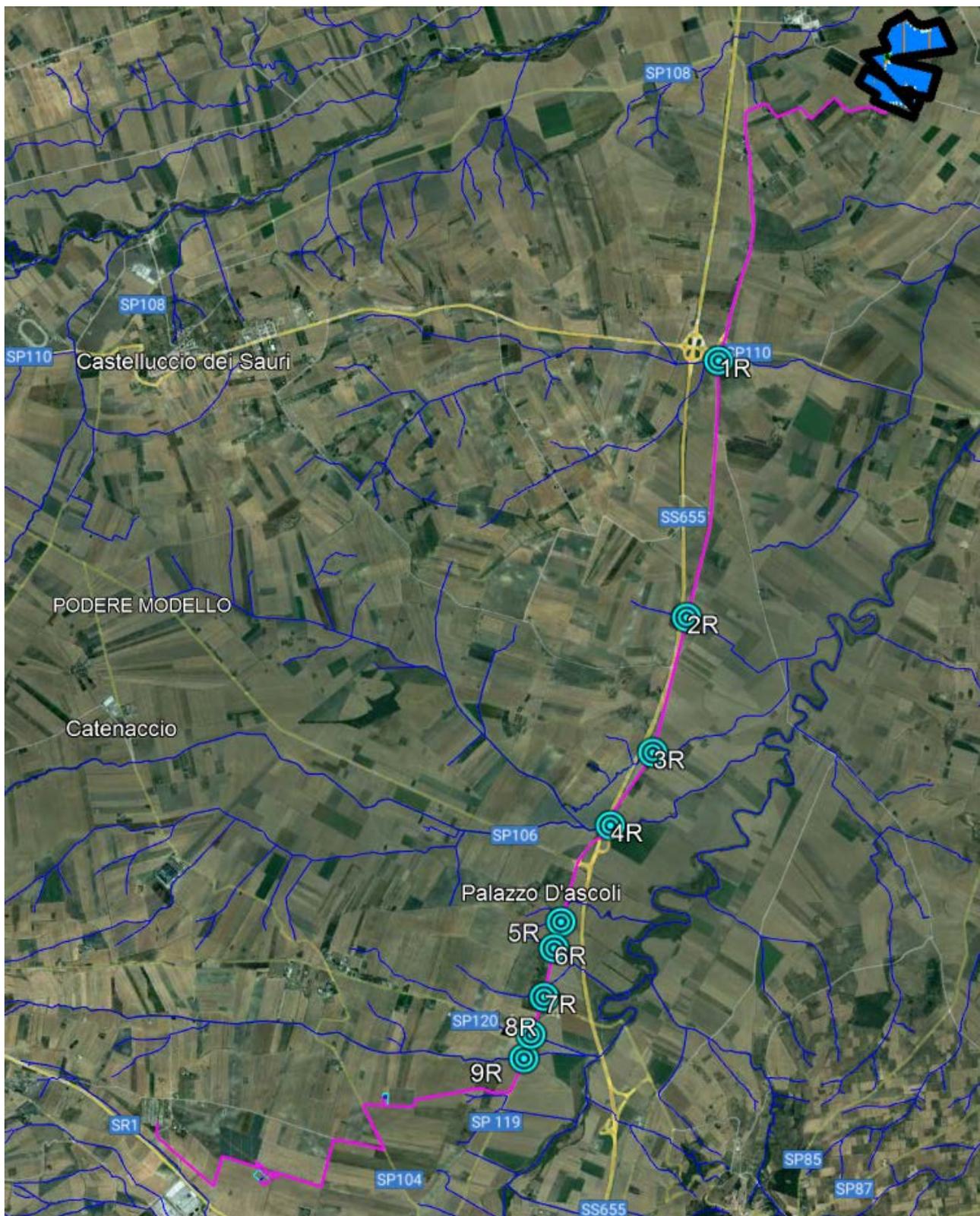
SEZIONI TIPO CAVIDOTTI MT SU STRADE STERRETE

Sezioni tipo cavidotti di collegamento

X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726

Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



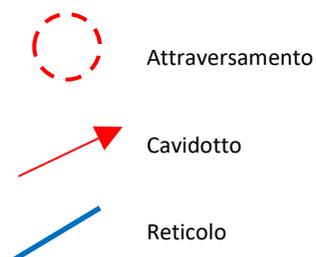
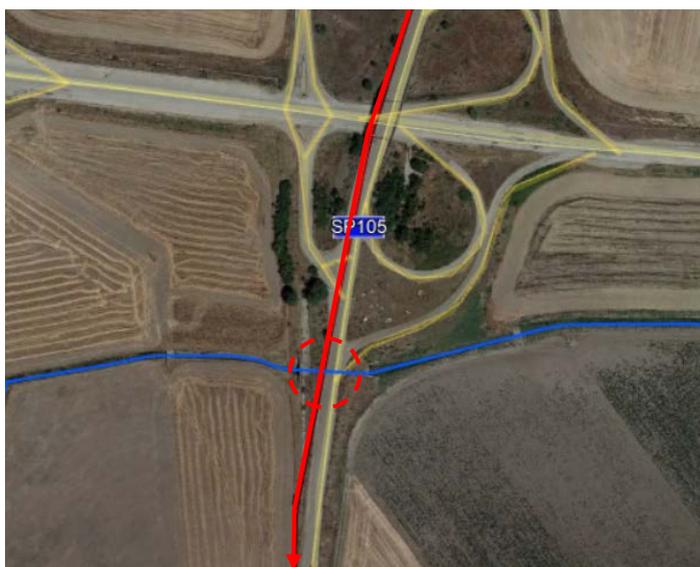
Intersezione col reticolo idrografico

X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Primo attraversamento

Procedendo da nord verso sud, la prima interferenza si trova in corrispondenza della strada provinciale SP105. L'attraversamento interessa un affluente di sinistra del T. Carapelle e sarà effettuato con la tecnica della TOC. Si tratta di un canale in terra con sezione trapezia con basi rispettivamente di 6 e 10 m e altezza pari a 2 m.

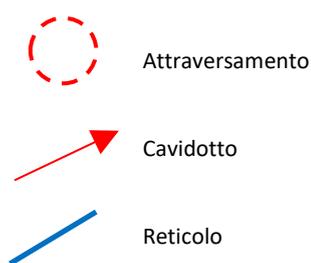
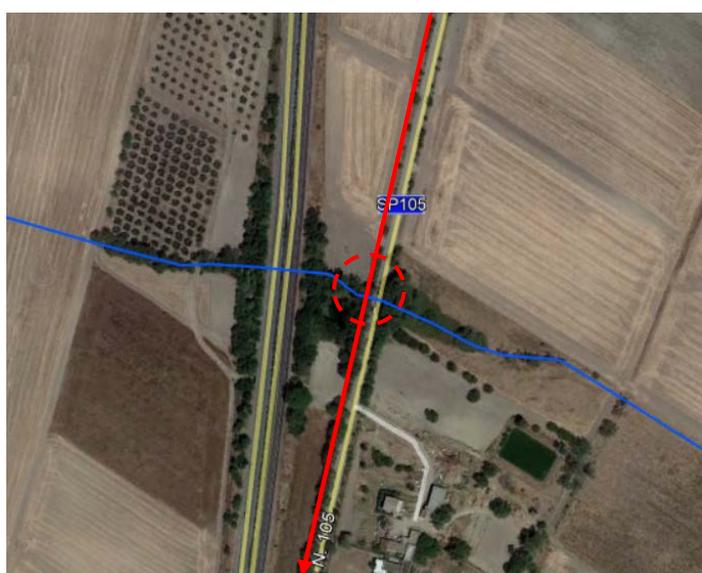




Secondo attraversamento

La seconda interferenza si trova lungo la SP105. L'attraversamento interessa un affluente di sinistra del T. Carapelle e sarà effettuato con la tecnica della TOC.

Si tratta di un canale in terra con sezione trapezia con basi rispettivamente di 2 e 8 m e altezza pari a 2 m.





Attraversamento

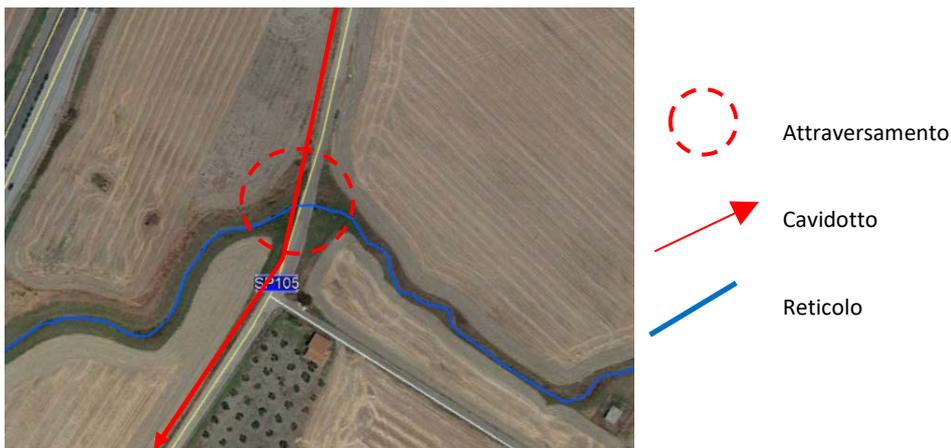
X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Terzo attraversamento

La terza interferenza è lungo la SS673. L'attraversamento interessa un affluente di sinistra del T. Carapelle e sarà effettuato con la tecnica della TOC.

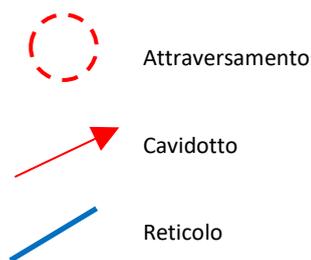
Si tratta di un canale in terra con sezione trapezia con basi rispettivamente di 4 e 10 m e altezza pari a 2 m.

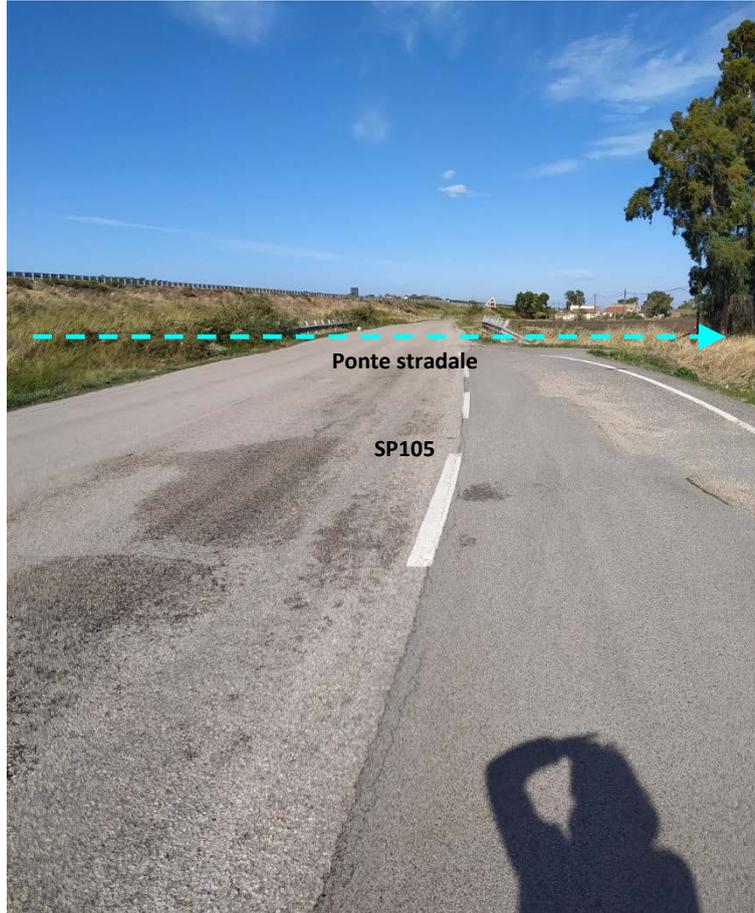




Quarto attraversamento

La quarta interferenza è sempre lungo la SP105. L'attraversamento interessa un affluente di sinistra del T. Carapelle e sarà effettuato con la tecnica della TOC. Si tratta di un canale in terra con sezione trapezia con basi rispettivamente di 8 e 22.60 m e altezza pari a 6 m.





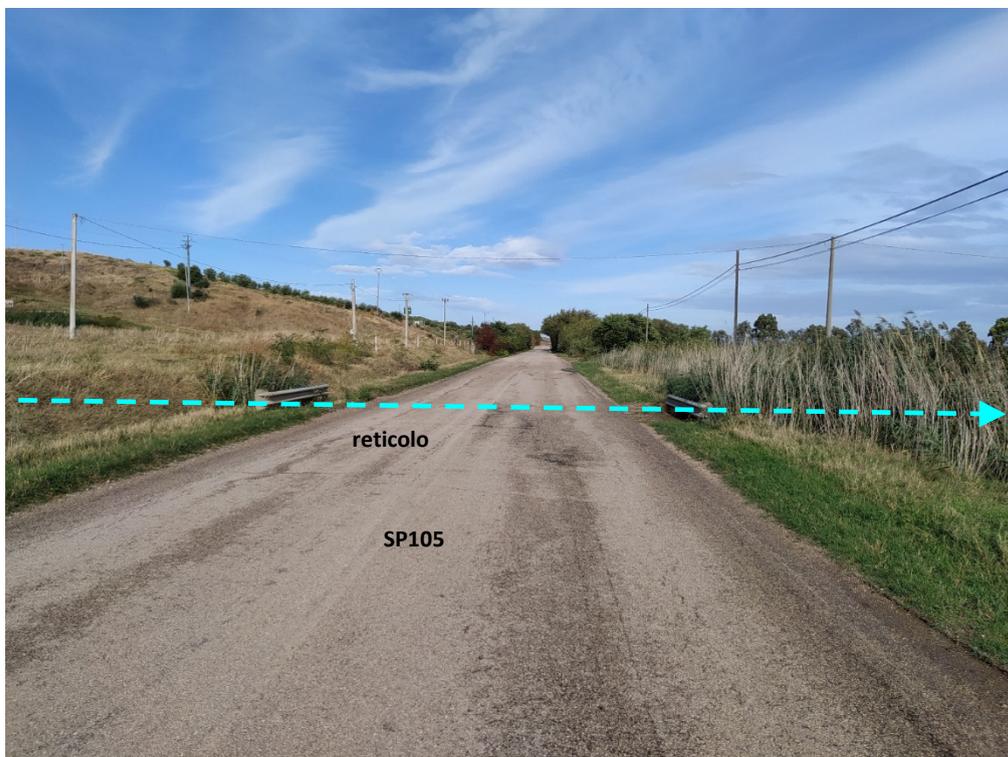
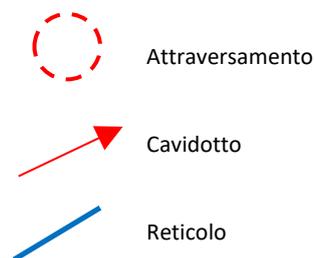
X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Quinto attraversamento

La quinta interferenza è lungo la SP105. L'attraversamento interessa un affluente di sinistra del T. Carapelle e sarà effettuato con la tecnica della TOC.

Si tratta di un canale in terra con sezione trapezia con basi rispettivamente di 3 e 7 m e altezza pari a 2 m.



Sesto attraversamento

La sesta interferenza è lungo la SP105. L'attraversamento interessa un affluente di sinistra del T. Carapelle e sarà effettuato con la tecnica della TOC.

Si tratta di un canale in terra con sezione trapezia con basi rispettivamente di 3 e 7 m e altezza pari a 2 m.



X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

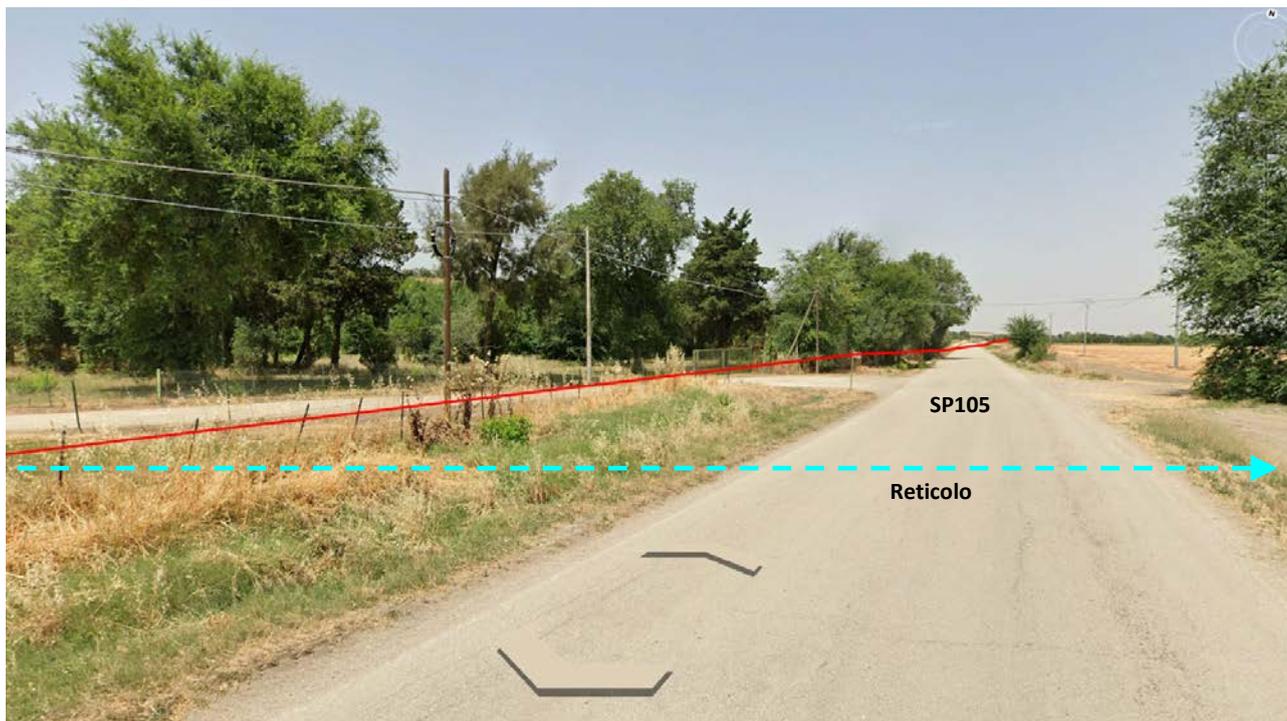


Settimo attraversamento

La settima interferenza è lungo la SP105. L'attraversamento interessa un affluente di sinistra del T. Carapelle, dato che il reticolo non è canalizzato il cavidotto sarà mantenuto nella sede stradale.



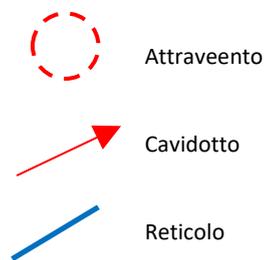
-  Attraveento
-  Cavidotto
-  Reticolo



Ottavo attraversamento

L'ottava interferenza è lungo la SP119. L'attraversamento interessa un affluente di sinistra del T. Carapelle e sarà effettuato con la tecnica della TOC.

Si tratta di un canale in terra con sezione trapezia con basi rispettivamente di 3 e 7 m e altezza pari a 2 m.

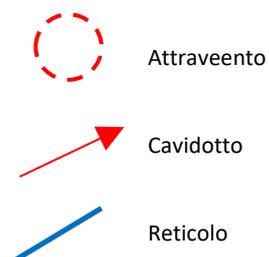




Nono attraversamento

La nona interferenza è lungo la SP119. L'attraversamento interessa un affluente di sinistra del T. Carapelle e sarà effettuato con la tecnica della TOC.

Si tratta di un canale in terra con sezione trapezia con basi rispettivamente di 5 e 10 m e altezza pari a 2 m.





STUDIO IDROLOGICO

Per valutare la capacità erosiva dei canali in corrispondenza degli attraversamenti è stato eseguito uno studio idrologico per calcolare la portata corrispondenza a ciascuno degli 8 canali interessati.

Lo studio idrogeologico ed idraulico coordinato è così strutturato:

- studio morfologico e litologico del bacino sotteso con la caratterizzazione di ciascun reticolo idrografico;
- quantificazione idrologica dei deflussi;
- rilievo topografico;

Caratteristiche dei bacini di alimentazione

Tutti i bacini di alimentazione dei vari reticoli interessati dall'attraversamento del cavidotto ricadono su terreno coltivato per la maggior parte dell'area e presentano quote medie che variano da 135 a 180 m s.l.m.. Si tratta di varie diramazioni canalizzate, che si innestano nel *Carapelle*, ad ovest della città di Ascoli Satriano. Il canale poi prosegue verso mare per sfociare a sud di Ippocampo, in prossimità di Foggiamare.

I tratti oggetto di studio si presentano canalizzati, le cui dimensioni variano da 2 a 8 m, con profondità massima di 6 m.

X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Individuazione bacino idrografico

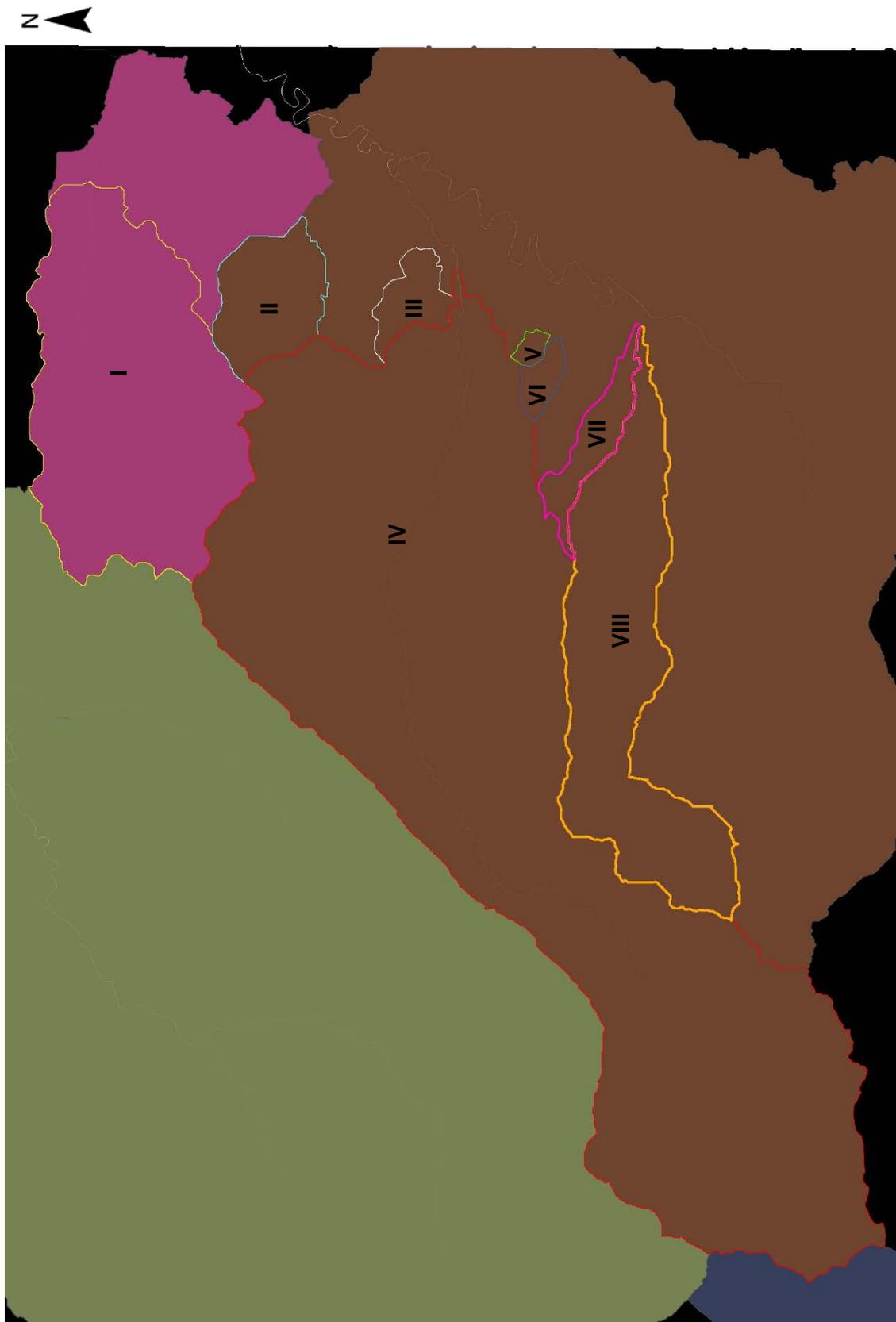
L'individuazione dei bacini idrografici è stata ottenuta attraverso la ricostruzione del modello digitale del terreno (DEM) facendo riferimento ai dati cartografici informatizzati reperibili dal SIT Puglia integrati dal rilievo sul campo.

Nello specifico i dati topografici di partenza sono stati elaborati al fine di ottenere un DEM formato Grid che consente un'analisi topografica di maggiore dettaglio rispetto ad una elaborazione in formato TIN. Attraverso l'utilizzo del software Geo-HMS è stato possibile determinare il bacino idrografico afferente alla sezione di imposta ubicata in corrispondenza del sito oggetto di studio.

Il rilievo geologico effettuato lungo il tratto di reticolo verificato idraulicamente ha evidenziato che si tratta di un solco erosivo di origine meteorica, interessato da scorrimento idrico solo in concomitanza con i principali eventi piovosi. Il tratto in esame presenta una direzione di scorrimento da sud verso nord.

Di seguito sono riportati i dati relativi alle caratteristiche dei due reticoli, utilizzati per effettuare i calcoli idraulici.

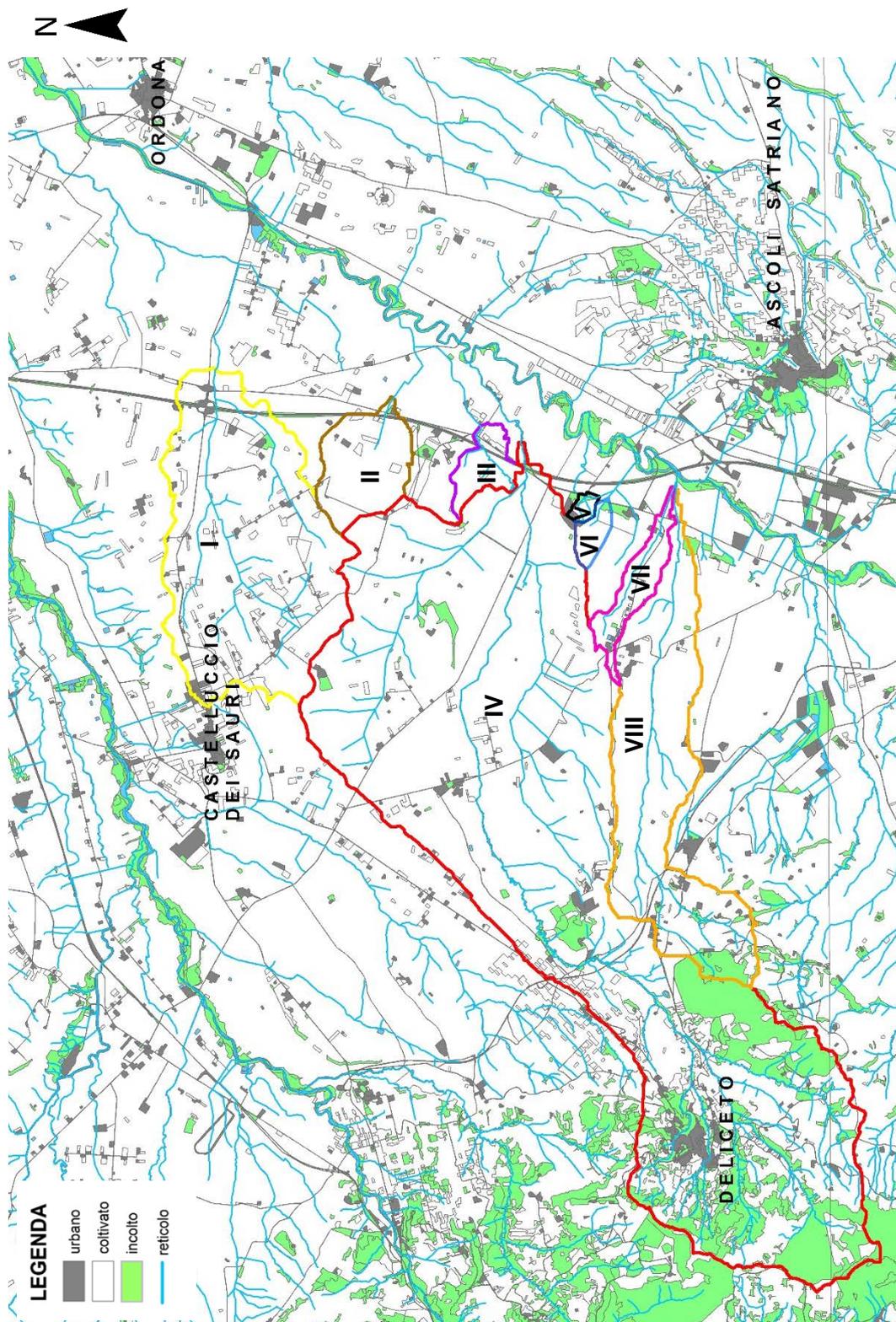
canale		I	II	III	IV	V	VI	VIII	IX
zona omogenea		zona 3							
area bacino	Km ²	16.85	3.26	1.25	62.89	0.22	0.56	1.60	12.06
lunghezza asta	m	5786	1062	1520	19282	793	675	3249	10162
lunghezza bacino	m	6692	2856	1420	19548	726	1452	4101	10636
altezza media bacino	m	785	185	175	310	195	224	235	285
quota sez. chiusura	m	135	150	150	162	172	174	177	180
quota max bacino	m	265	250	230	1005	212	250	291	685
quota max asta	m	205	170	170	825	210	217	271	540



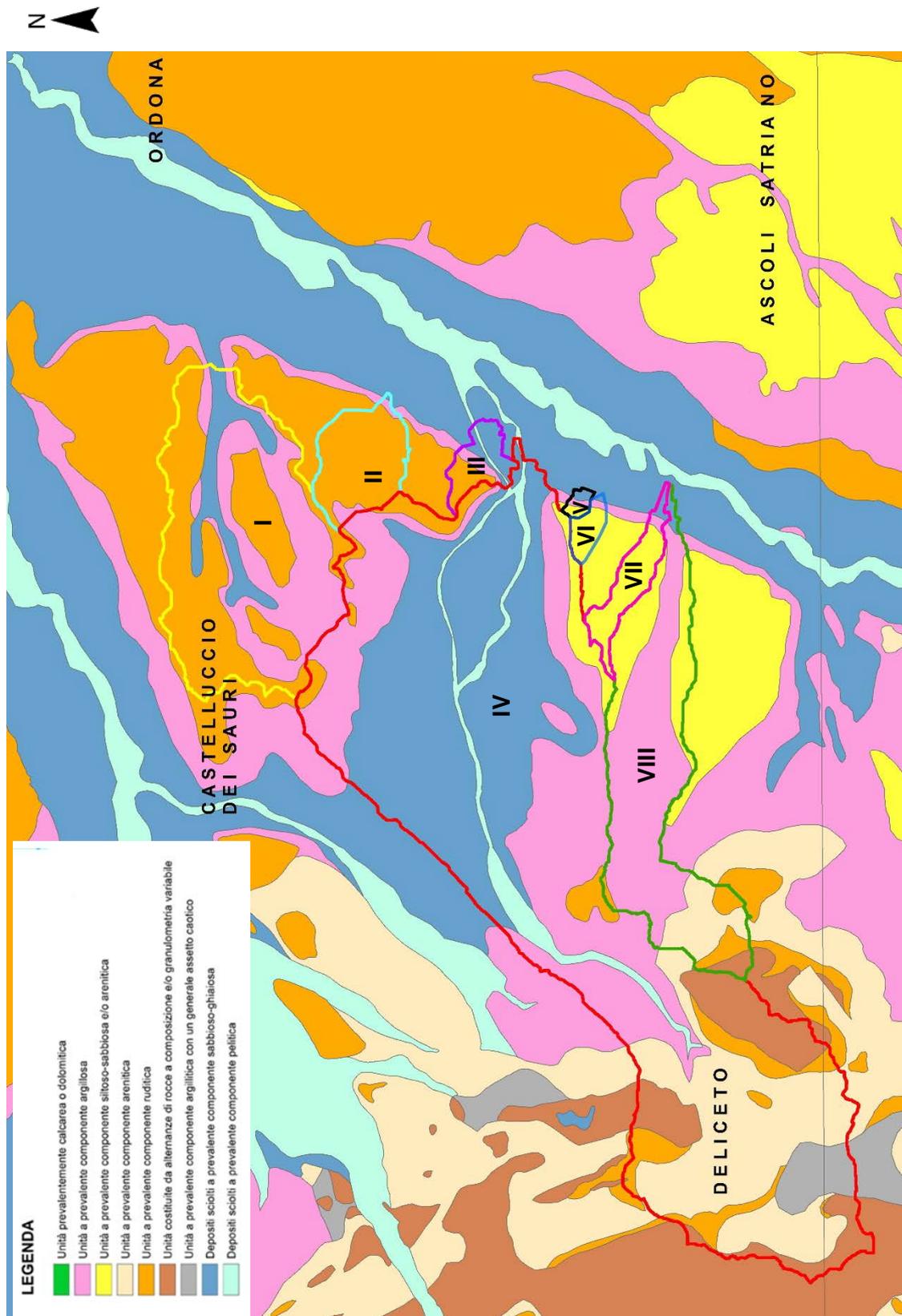
Individuazione delle linee di drenaggio e relativi bacini di alimentazione

X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Stralcio carta Uso del Suolo, rispetto al bacino di alimentazione



Stralcio carta litologica, rispetto ai bacini di alimentazione

Stima della portata al colmo di piena

Dati pluviometrici

La curva segnalatrice di possibilità pluviometrica è stata individuata secondo il metodo probabilistico TCEV. I risultati, riportati nel sito dell’Autorità di Bacino della Puglia, suddividono la Puglia in sei sottozone omogenee, ognuna caratterizzata da parametri diversi.

I bacini oggetto di studio ricadono all’interno della zona 3 (Daunia), in cui la curva di probabilità pluviometrica ha la seguente formula:

$$X(t, z) = 25.325 \cdot t^{\left(\frac{0.696+0.000531z}{3.178}\right)}$$

Dopo aver trovato il valore di X_t (per prefissato tempo di ritardo) si calcola il fattore di crescita K_t in funzione del tempo di ritorno, utilizzando la formula:

$$a = 0,1599 \quad K_t = a + b \ln T$$

$$b = 0,5166$$

T = tempo di ritorno

A questo punto il valore della pioggia è dato da: $P = X_t \cdot K_t$



Sottozone omogenee (TCEV)

Cenni metodologici: il CN dell'SCS

Il metodo usualmente denominato "curve number" CN ed elaborato dal Soil Conservation Service (SCS) assume che la produzione del volume di deflusso superficiale, Q , sia data dalla seguente espressione:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{(P - I)}$$

in cui:

- F = volume specifico infiltrato;
- S = volume specifico di saturazione di un terreno;
- P = precipitazione;
- I = assorbimento iniziale.

quindi, tenendo conto dell'equazione di continuità:

$$F = P - I - Q$$

dalla precedente, si ottiene:

$$Q = \frac{(P - I)^2}{(P - I + S)}$$

Il volume specifico di saturazione dipende dalla natura del terreno e dall'uso del suolo, fattori che vengono espressi, per mezzo del CN, attraverso la seguente relazione:

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

in cui:

- S_0 è un fattore di scala, pari a 254 se la pioggia viene espressa in mm;
- CN è il parametro di cui sopra, che può essere un valore compreso fra zero e cento.

Tale modello, quindi, prende in considerazione le due variabili I ed S . In realtà, il termine I rappresenta un volume specifico di pioggia, generalmente sottratto a priori al bilancio in esame, che descrive in modo globale diversi processi, quali l'intercettazione, l'accumulo nelle depressioni superficiali, l'imbibimento iniziale del terreno. Nella procedura SCS-CN standard, I viene valutato come una quota parte di S , specificatamente il 20%.

Resta, infine, da definire come si determina il parametro CN. Tale parametro, come abbiamo già accennato, è funzione della permeabilità, dello stato di umidità del suolo al momento dell'evento meteorico in esame e dell'uso del suolo.

Modalità esecutive

Nel presente studio, la valutazione del parametro CN è stata eseguita secondo le indicazioni del Maione sia per quel che riguarda le espressioni matematiche, sia per la tabella uso del suolo-permeabilità, sia per la valutazione dell'umidità del suolo, supportate da valutazioni conseguenti ad indagini effettuate in loco.

Si riporta di seguito uno schema della metodologia adottata.

Classificazione del suolo secondo quattro classi di permeabilità ottenute dal confronto delle formazioni geologiche presenti nel bacino con tabelle di conversione estratte da studi precedenti:

Tipo idrologico di suolo	Descrizione
A = MOLTO PERMEABILE	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B = POCO PERMEABILE	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione
C = QUASI IMPERMEABILE	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D = IMPERMEABILE	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Determinazione dell'umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico e riconoscimento di tre classi (classi AMC, Antecedent Moisture Condition), in funzione della pioggia caduta nei cinque giorni precedenti.

AMC	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	< 13 mm	< 36 mm
II	13 - 28 mm	36 - 53
III	> 28 mm	> 53 mm

Tenendo conto della stagione in cui ricade l'evento in esame, rispetto al periodo di crescita delle piante, si hanno le seguenti espressioni per la valutazione del CN:

$$CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{10 - 0.058 \cdot CN(II)} \qquad CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

I CN(II) è definito dalla tabella a doppio ingresso uso del suolo-permeabilità.

Per lo studio in oggetto, attraverso l'utilizzo di tecniche GIS, sono stati calcolati i seguenti valori relativi alle diverse condizioni di umidità del suolo antecedenti l'evento (AMC I, II e III).

USO DEL SUOLO			LITOLOGIA SUPERFICIALE				
Tipo	Trattamento	Drenaggio	A	B	C	D	
Arato	Linee rette	-----	77	86	91	94	
Coltivazione per fila	“	Povero	72	81	88	91	
	“	Buono	67	78	85	89	
	Isoipse	Povero	70	79	84	88	
	“	Buono	65	75	82	86	
	terrazzato	Povero	66	74	80	82	
Graminacee allo stato iniziale	“	Buono	62	71	78	81	
	Linee rette	Povero	65	76	84	88	
	“	Buono	63	75	83	87	
	Isoipse	Povero	63	74	82	85	
	“	Buono	61	73	81	84	
Seminativo intenso o prateria	terrazzato	Povero	61	72	79	82	
	“	Buono	59	70	78	81	
	Linee rette	Povero	66	77	85	89	
	“	Buono	58	72	81	85	
	Isoipse	Povero	64	75	83	85	
Pascolo	“	Buono	55	69	78	83	
	terrazzato	Povero	63	73	80	83	
	“	Buono	51	67	76	80	
	Linee rette	Povero	68	79	86	89	
	“	Medio	49	69	79	84	
Prato	“	Buono	39	61	74	80	
	Isoipse	Povero	47	67	81	88	
	“	Medio	25	59	75	83	
	“	Buono	6	35	70	79	
	-----	Buono	30	58	71	78	
Bosco	-----	Povero	45	66	77	83	
	-----	Medio	36	60	73	79	
	-----	Buono	25	55	70	77	
Fattoria	-----	-----	59	74	82	86	
Centri commerciali	-----	-----	89	92	94	95	
Distretti industriali	-----	-----	81	88	91	93	
Area residenziale	65% impermeabile	-----	77	85	90	92	
	“	38% impermeabile	-----	61	75	83	87
	“	30% impermeabile	-----	57	72	81	86
	“	25% impermeabile	-----	54	70	80	85
	“	20% impermeabile	-----	51	68	79	84
Parcheggi pavimentati	-----	-----	98	98	98	98	
	Strade	asfaltate	-----	98	98	98	98
	“	con fondo in ghiaia	-----	76	85	89	91
“	con fondo in terra battuta	-----	72	82	87	89	

Elaborazione e analisi dei risultati

Per il calcolo delle portate è stata considerata l'intera area sottesa dai cinque bacini di alimentazione. Come coefficiente si è utilizzata la media matematica tra il CN II e il CN III, come si riporta di seguito:

	I	II	III	IV	V	VI	VIII	IX
media CN II e CN III	81	80	81	81	86	80	79	81

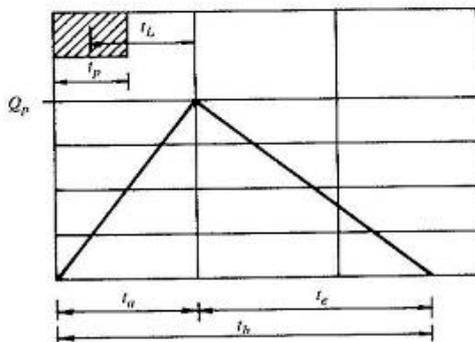
Tab. 2: Caratterizzazione dei valori del CN

Tali valori consentono di ricavare il valore della pioggia netta e dell'afflusso nelle ipotesi di istogramma rettangolare di durata pari al tempo di ritardo del bacino, nel seguito definito e determinato.

Per il calcolo della portata al colmo, si è utilizzata la metodologia proposta dal Soil Conservation Service. Questo metodo considera un idrogramma approssimato di forma triangolare con una fase crescente di durata t_a (tempo di accumulo) ed una fase di esaurimento di durata t_e (tempo di esaurimento) e il cui volume V , in m^3 , ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Q_p}{2} (t_a + t_e) = \frac{Q_p \cdot t_b}{2}$$

con t_b durata dell'evento di piena.



Idrogramma triangolare utilizzato per il calcolo della portata al colmo con il metodo SCS

A seguito di analisi sperimentali dell'SCS è stato stabilito che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico che è pari al 37.5% del volume totale V di deflusso, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0.375 volte la durata dell'evento di piena t_b e pertanto:

$$t_b = 2.67 \cdot t_a$$

Di conseguenza è possibile esprimere la portata al colmo secondo la relazione qui di seguito riportata:

$$Q_p = 0.208 \cdot \frac{V \cdot A}{t_a}$$

in cui:

V = volume di deflusso espresso in mm;
 A = area del bacino espressa in Km²;
 t_a = tempo di accumulo espresso in h.

La determinazione di t_a, nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante, di durata t_p e indicando con t_L il tempo di ritardo (distanza tra il baricentro dello istogramma ed il picco dell'idrogramma triangolare), si effettua con la semplice relazione:

$$t_a = 0.5 \cdot t_p + t_L$$

Per la determinazione del tempo di ritardo, espresso in ore, si utilizza la formula di Mockus:

$$t_L = 0.342 \cdot \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

in cui s è la pendenza del bacino espressa in percentuale, L è la lunghezza dell'asta principale, prolungata fino alla displuviate espressa in Km.

Sulla base di determinazioni empiriche effettuate dall'SCS, è possibile affermare che il rapporto t_L/t_c è pari a 0,6 con t_c tempo di corrivazione del bacino.

Attraverso la convoluzione di tale afflusso netto con l'idrogramma definito dal SCS, precedentemente valutato per il bacino in esame, si ottengono i risultati contenuti nella seguente tabella.

canale		I	II	III	IV	V	VI	VIII	IX
Tempo di corrivazione Tc	ore	3.83	0.77	0.79	6.83	0.40	0.44	2.19	3.84
Tempo di accumulo Ta	ore	4.20	0.85	0.87	7.50	0.44	0.48	2.40	4.22
portata critica Qp 200 anni	m ³ /s	42.11	18.86	7.54	110.80	2.61	4.33	5.11	31.42

Tab. 3: Tempo di corrivazione e di accumulo e portata al colmo di piena per il bacino in esame e per il tempo di ritardo determinato con il metodo SCS

Calcolo erosione alveo

Per verificare la compatibilità idraulica dell'intervento e la profondità di attraversamento del cavidotto, è stato eseguito lo studio idrologico-idraulico dei canali e la capacità erosiva in corrispondenza della sezione di intersezione.

In generale, la corrente idrica esercita un'azione di trascinamento sui grani di materiale disposti sul contorno bagnato e, se questi non sono sufficientemente stabili, li sposta ossia, erode il letto fluviale mobile. L'erosione può provocare l'abbassamento del letto e/o il crollo delle sponde con allargamento e spostamento (migrazione) dell'alveo.

Si distinguono, pertanto, i seguenti fenomeni:

- Erosione locale, dovuta principalmente ad eventi intensi associati a precipitazioni eccezionali: si esplica in prossimità di singolarità idrauliche, come pile o spalle di ponti, ovvero salti e scivoli che comportano perturbazioni alla corrente, ove la turbolenza risulta particolarmente intensa. Il fenomeno ha decorso rapidissimo e può portare alla rovina dell'opera in alveo nel corso di una sola piena;
- Erosione generalizzata, dovuta alle piene ordinarie: si sviluppa quando la portata di sedimento immessa da monte non è sufficiente a saturare la capacità di trasporto della corrente idrica; la saturazione della capacità di trasporto avviene prelevando materiale d'alveo, ossia erodendo il letto; questa può procedere uniformemente o localmente ma in maniera graduale.

Il caso in esame, dove gli attraversamenti delle aree allagabili sono previsti lungo tratti indisturbati dell'alveo in modellamento attivo, privi di opere puntuali, è da ricondurre all'erosione di tipo generalizzata. La profondità della erosione di un tronco d'alveo per carenza di apporto di materiale solido da monte può essere definita con delle formulazioni empiriche.

Infatti la sezione si deformerà, approfondendosi e/o allargandosi, fino a che l'azione di trascinamento della corrente non diminuirà al di sotto del valore critico individuato.

Per le valutazioni più speditive si può ricavare la profondità di erosione δ come differenza tra il tirante d'acqua "h" antecedente alla erosione e il tirante d'acqua "h_e" a fenomeno avvenuto:

$$\delta = h_e - h$$

dove:

h_e = tirante successivo all'erosione

h = tirante antecedente all'erosione.

Il tirante d'acqua "h_e" a fenomeno avvenuto si ricava da formule del tutto empiriche e senza giustificazione teorica, dall'equilibrio dei canali a regime.

La formula di Blench (1969) propone:

$$h_e = 0.379 q^{2/3} d_{50}^{-1/6} \text{ per sabbia e limo con } 6 \cdot 10^{-5} < d_{50} \text{ (m)} < 0.002$$

$$h_e = 0.692 q^{2/3} d_{50}^{-1/12} \text{ per sabbia e ghiaia con } 0.002 < d_{50} \text{ (m)} < 0.002$$

Pertanto sulla base delle portate calcolate per ciascun bacino di alimentazione e delle caratteristiche geometriche dei vari canali è stato valutato il grado di erosione per ciascuno di essi, garantendo un franco di sicurezza al di sotto dello spessore di erosione pari a 1,00 m e pari a 1.50 m dove non si è riscontrata erosione, per proteggere ulteriormente il cavidotto

Infine è stata calcolata la distanza tra il canale e l'inizio della perforazione, considerando un angolo di inclinazione pari a 15°.

Tutte le operazioni saranno eseguite in scavo e non modificheranno in alcun modo l'attuale regime idraulico. Inoltre tutti i tombini saranno a tenuta stagna.

Attraversamento del reticolo con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)

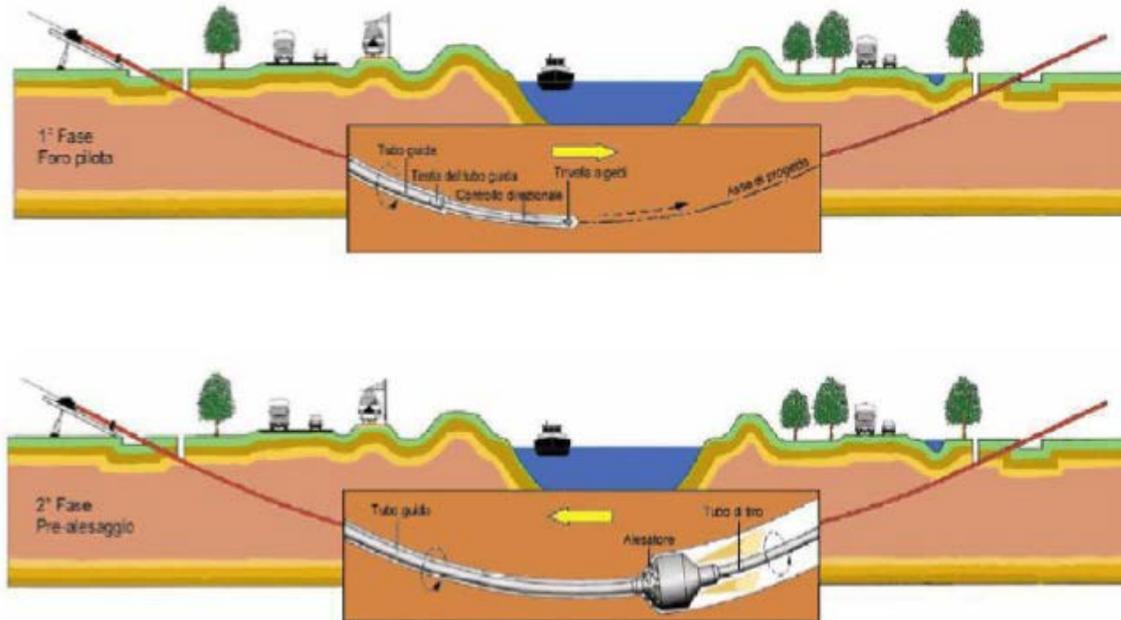
Tale tecnica consente di posare, per mezzo della perforazione orizzontale controllata, linee di servizio sotto ostacoli quali strade, fiumi e torrenti, edifici e autostrade, con scarso o nessun impatto sulla superficie. Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare il percorso della trivellazione e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

Sistema di trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)



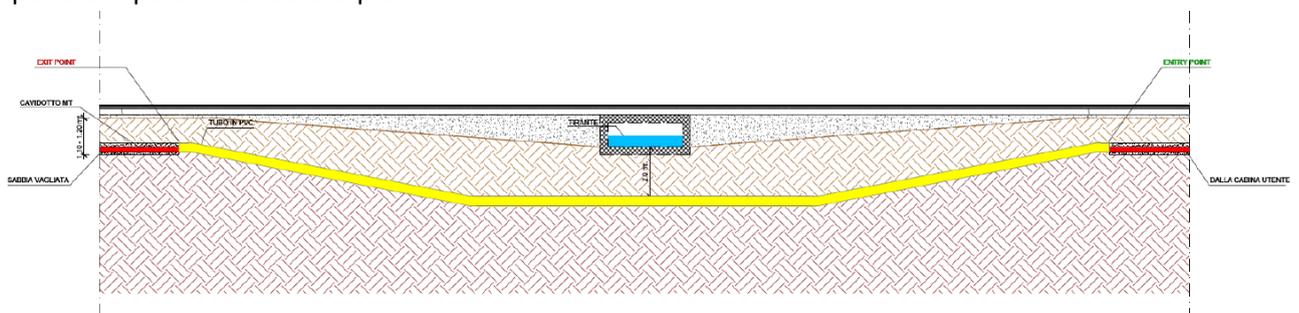
L'esecuzione della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) consta essenzialmente di due fasi di lavoro:

- in una prima fase, dopo aver piazzato la macchina perforatrice, si realizza un foro pilota, infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste che guidate opportunamente dalla testa, crea un percorso sotterraneo che va da un pozzetto di partenza a quello di arrivo;
- nella seconda fase si prevede che il recupero delle aste venga sfruttato per portarsi dietro un alesatore che, opportunamente avvitato al posto della testa, ruotando con le aste genera il foro del diametro voluto ($\phi = 200 \div 500\text{mm}$). Insieme all'alesatore, o successivamente, vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto. Infine si effettuerà il riempimento delle tubazioni con bentonite.



Schema della fase di trivellazione di allargamento del perforo

Il tracciato realizzato mediante tale tecnica consente in genere, salvo casi particolari, inclinazioni dell'ordine dei 12÷15 gradi. In genere la trivellazione viene eseguita ad una profondità di almeno 1,00 m sotto l'alveo dei corsi d'acqua (cfr. figure seguenti), mentre i pozzetti di ispezione che coincidono con quello di partenza e di arrivo della tubazione di attraversamento vengono realizzati alla quota del terreno. L'intervento verrà eseguito rigorosamente in sicurezza idraulica al fine di avere il cavo di MT in posizione di tutta sicurezza rispetto alle possibili ondate di piena.



Tipologia di attraversamento dell'alveo in caso di ponti e/o tombini

X-ELIO ITALIA 4 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 15361381005 – n. REA 1619058 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

La tabella che segue riassume tutti i parametri utilizzati per il calcolo dei portate, erosione e caratteristiche delle T.O.C. a realizzarsi per ciascuno degli attraversamenti intercettati dal cavidotto.

		I	II	III	IV	V	VI	VIII	IX	
		canale								
zona omogenea		zona 3								
area bacino	Km ²	16.85	3.26	1.25	62.89	0.22	0.56	1.60	12.06	
lunghezza asta	m	5786	1062	1520	19282	793	675	3249	10162	
lunghezza bacino	m	6692	2856	1420	19548	726	1452	4101	10636	
altezza media bacino	m	785	185	175	310	195	224	235	285	
quota sez. chiusura	m	135	150	150	162	172	174	177	180	
quota max bacino	m	265	250	230	1005	212	250	291	685	
quota max asta	m	205	170	170	825	210	217	271	540	
pendenza asta	%	1.21	1.88	1.32	3.44	4.79	6.37	2.89	3.54	
pendenza bacino	%	1.94	3.50	5.63	4.31	5.51	5.23	2.78	4.75	
Tempo di ritardo TL (Mockus)	ore	2.30	0.46	0.47	4.10	0.24	0.26	1.31	2.30	
Tempo di corrivazione Tc	ore	3.83	0.77	0.79	6.83	0.40	0.44	2.19	3.84	
Tempo di accumulo Ta	ore	4.20	0.85	0.87	7.50	0.44	0.48	2.40	4.22	
CN		81	80	81	81	86	80	79	81	
volume max a saturazione S	mm	58.03	64.33	61.00	59.74	41.87	63.74	68.31	57.88	
volume max invasabile IA	mm	11.61	12.87	12.20	11.95	8.37	12.75	13.66	11.58	
durata di pioggia Tb	ore	11.23	2.27	2.32	20.02	1.17	1.28	6.42	11.25	
portata critica Qp 200 anni	m ³ /s	42.11	18.86	7.54	110.80	2.61	4.33	5.11	31.42	

erosione	perimetro bagnato	m	11.6	9.2	12.4	27	8.6	8.6	8.6	11.4
	q	m ³ /s	3.63	2.05	0.61	4.10	0.30	0.50	0.59	2.76
	altezza canale h	m	2	2	3	6	2	2	2	2
	coefficiente d 50		1.00E-04							
	tirante post erosione he	m	4.16	2.84	1.26	4.51	0.79	1.11	1.24	3.46
	erosione δ	m	2.16	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46

TOC	profondità TOC	m	3.16	1.84	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	2.46
	angolo inclinazione α	°	15	15	15	15	15	15	15	15
	profondità da p.c.	m	5.16	3.84	4.50	7.50	3.50	3.50	3.50	4.46
	larghezza canale	m	10.00	8.00	10.00	22.60	7.00	7.00	7.00	10.00
	lunghezza tratto inclinato	m	19.24	14.33	16.79	27.99	13.06	13.06	13.06	16.64
	lunghezza totale TOC	m	29.24	22.33	26.79	50.59	20.06	20.06	20.06	26.64

CONCLUSIONI

A conclusione dello studio eseguito nell'area in oggetto, è possibile esprimere le seguenti considerazioni:

- Le aree interessate dagli impianti agrovoltai non sono interessate da pericolosità idraulica.
- Il tracciato del cavidotto si sviluppa sulla strada di collegamento tra gli Impianti e la stazione elettrica in agro di Deliceto. Alcuni tratti del cavidotto interrato ricadono in prossimità, costeggiano e attraversano il reticolo idrografico che, nell'area in oggetto, risulta idraulicamente regimato a mezzo di canali. Dato che il tracciato ricade su strada e non sono previste opere fuori terra, la sua realizzazione non comporterà alcuna riduzione della sezione utile per il deflusso idrico. Laddove presente un attraversamento canalizzato, il reticolo sarà superato in modalità TOC, in modo da non interferire con l'attuale assetto idraulico.

In conclusione, le aree in esame risultano idraulicamente idonee per il progetto di impianto agrovoltai.