





CERIGNOLA	REGIONE PUGLIA	PROVINCIA DI FOGGIA
AUTORIZZAZIONE UNICA AI SENSI DEL DLGS 29/12/2003 n.387 RELATIVA ALLA COSTRUZIONE ED ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE DELLA POTENZA ELETTRICA DI 120 MW PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE IDROLOGICA		
Proponente: EN.IT s.r.l. Via Francia 21/C 37135 Verona (VR) enit2019@pec.it P.IVA 04642500237	Tecnici incaricati: Ing. Paolo VITTOLETTI  Geol. Massimiliano GRIECO Ing. Salvatore VERNOLE 	
Spazio riservato agli Enti:		

File: PE17Q60_4.2.5_RelazioneIdraulica	Cod. PE17Q60	Scala: ---				
4.2.4	Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
	01	06/07/2020	Prima emissione		A. Tartaglia	S.M. Caputo
WH Group s.r.l. P.le di Porta Pia, n. 116 - 00198 Roma - P.IVA 12336131003 ingegneria@enitgroup.eu						

INDICE

1	PREMESSE E SINTESI GENERALE DELL'INTERO STUDIO DI COMPATIBILITÀ.....	4
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO DI INTERVENTO IN RELAZIONE ALLA IDROGRAFIA SUPERFICIALE E ALLA AREE A DIVERSA PERICOLOSITA' INDIVIDUATE DAL PAI DELLA PUGLIA	5
3	COMPATIBILITA CAMPI FOTOVOLTAICI.....	8
4	COMPATIBILITA' SOTTOSTAZIONE ELETTRICA.....	21
5	COMPATIBILITA' NUOVA VIABILITA' IN PROGETTO.....	22
6	COMPATIBILITA' CAVIDOTTO ESTERNO DI COLLEGAMENTO.....	25
6.1	ANALISI MORFOLOGICA DEI BACINI TRIBUTARI ALLE SEZIONI DI INTERSEZIONE DEL CAVIDOTTO	30
7	ANALISI IDROLOGICA.....	34
7.1	INDAGINE PLUVIOMETRICA.....	34
7.2	VALUTAZIONE DURATA DELL'EVENTO PLUVIOMETRICO	38
7.3	VALUTAZIONE PIOGGIA EFFICACE.....	38
7.4	STIMA DEL PICCO DI PIENA.....	41
7.4.1	<i>METODO SCS</i>	41
7.4.2	<i>METODO RAZIONALE</i>	44

1 PREMESSE E SINTESI GENERALE DELL'INTERO STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Il presente studio è finalizzato esclusivamente alla compatibilità idrologica ed idraulica del:

- **posizionamento dei campi fotovoltaici ("A1", "A2" e "B");**
- **tracciato dei cavidotti di collegamento** (interni tra i campi e quello esterno di collegamento con la sottostazione elettrica;
- **posizionamento della stazione elettrica** dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (punto di consegna alla la stazione 150/380 kV di Terna S.p.A.) ubicata nel Fg 91 p.lla 175, del Comune di Cerignola in loc. "Mass. Dell'Erba",

Per ciò che attiene alla Stazione Elettrica a 380/150 kV della RNT e la relativa viabilità di accesso, è quanto mai opportuno qui specificare che la stessa non è ricompresa nel presente procedimento, perché già autorizzata con Det. Dirigenziale n.4 del 27/01/2016 della Sezione Energie Rinnovabili, Reti ed Efficienza Energetica della Regione Puglia nell'ambito dell'autorizzazione alla costruzione ed all'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica della potenza elettrica di 23,80 MW e sito nei Comuni di Orta Nova e Stornarella (FG), località "Tre Confini", Società: ENERMAC S.r.l; per la stessa con successiva Determinazione del Dirigente Sezione Infrastrutture Energetiche e Digitali n. 56 del 10 maggio 2018 ne veniva prorogato il termine di inizio lavori ex art. 22 lettera a) L.R. n. 67/2017.

L'impianto e le sue infrastrutture interconnesse, la stazione elettrica, il cavidotto di collegamento e la viabilità di accesso, che in alcuni casi intersecano il reticolo idrografico, si definiscono di pubblica utilità, indifferibili ed urgenti.

Posto quanto sopra, ai sensi degli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI, il presente studio dimostra la compatibilità idrologica del progetto al Piano di Assetto Idrogeologico, in particolare, lo studio riguarda:

- **la verifica del posizionamento dei campi fotovoltaici**, in relazione all'idrografia superficiale (reticoli idrografici riportati sulla cartografia IGM 1:25.000 e sulla bozza della carta idrogeomorfologica della regione Puglia);
- **la progettazione e la verifica delle modalità di posa del cavidotto** in funzione della capacità erosiva della piena di progetto (bicentenaria) secondo le prescrizioni dell'Autorità di Bacino della Puglia, nonché delle numerose intersezioni ed adiacenze del cavidotto con il reticolo idrografico. Per tale verifica si è studiata l'intersezione più gravosa estendendo la modalità di rinterro determinata per tutte le altre situazioni;
- **studio di compatibilità per la nuova viabilità in progetto** (presenza in aree a diversa pericolosità o adiacenza o intersezione ai reticoli idrografici e quindi il rispetto degli artt 6 e 10 delle NTA del PAI).

Si precisa che il posizionamento dell'impianto è stato già studiato per minimizzare l'interferenza con i vincoli di salvaguardia di cui agli artt 6, 7 8, 9 e 10 delle NTA del PAI, pertanto il presente studio illustra soltanto i risultati dello screening effettuato in fase di progettazione.

Lo studio in questione è stato redatto in conformità a quanto previsto dalla relazione generale di piano del PAI e come richiesto dalla Regione Puglia con delibera DGR 3029/2010; in particolare è stato effettuato:

Nella presente relazione idrologica si valuta la compatibilità idrologica ed idraulica dell'intero progetto con l'analisi morfologica dei bacini tributari dei reticoli idrografici interferenti con il tracciato del cavidotto.

Nella relazione idraulica sarà invece verificata la posa del cavidotto ovvero con uno studio idraulico, condotto mediante applicazione di modellistica di propagazione delle piene in alveo in condizioni di moto permanente, adottando un modello monodimensionale, per valutare la forza erosiva del regime idraulico e verificare di conseguenza il ricoprimento della zona di attraversamento del reticolo idrografico del cavidotto.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO DI INTERVENTO IN RELAZIONE ALLA IDROGRAFIA SUPERFICIALE E ALLA AREE A DIVERSA PERICOLOSITA' INDIVIDUATE DAL PAI DELLA PUGLIA

Come già descritto nella relazione generale del progetto, la centrale fotovoltaica è costituita:

- N°3 campi Fotovoltaici:

Loc. La Vangelese campo FV denominato "A1" nel Comune di Cerignola

Foglio 5 – p.lle 269, 270, 271, 275, 276, 274, 272, 273, 277, 155, 156, 33, 34, 37, 115, 112, 278, 279; 280;

Loc. La Vangelese campo Campo FV denominato "A2" nel Comune di Cerignola

Foglio 4 – 51, 14, 15, 21, 52, 56, 59, 60, 61, 62, 63, 83; 58; 77;

Loc. Giardino campo FV denominato "B" nel Comune di Cerignola

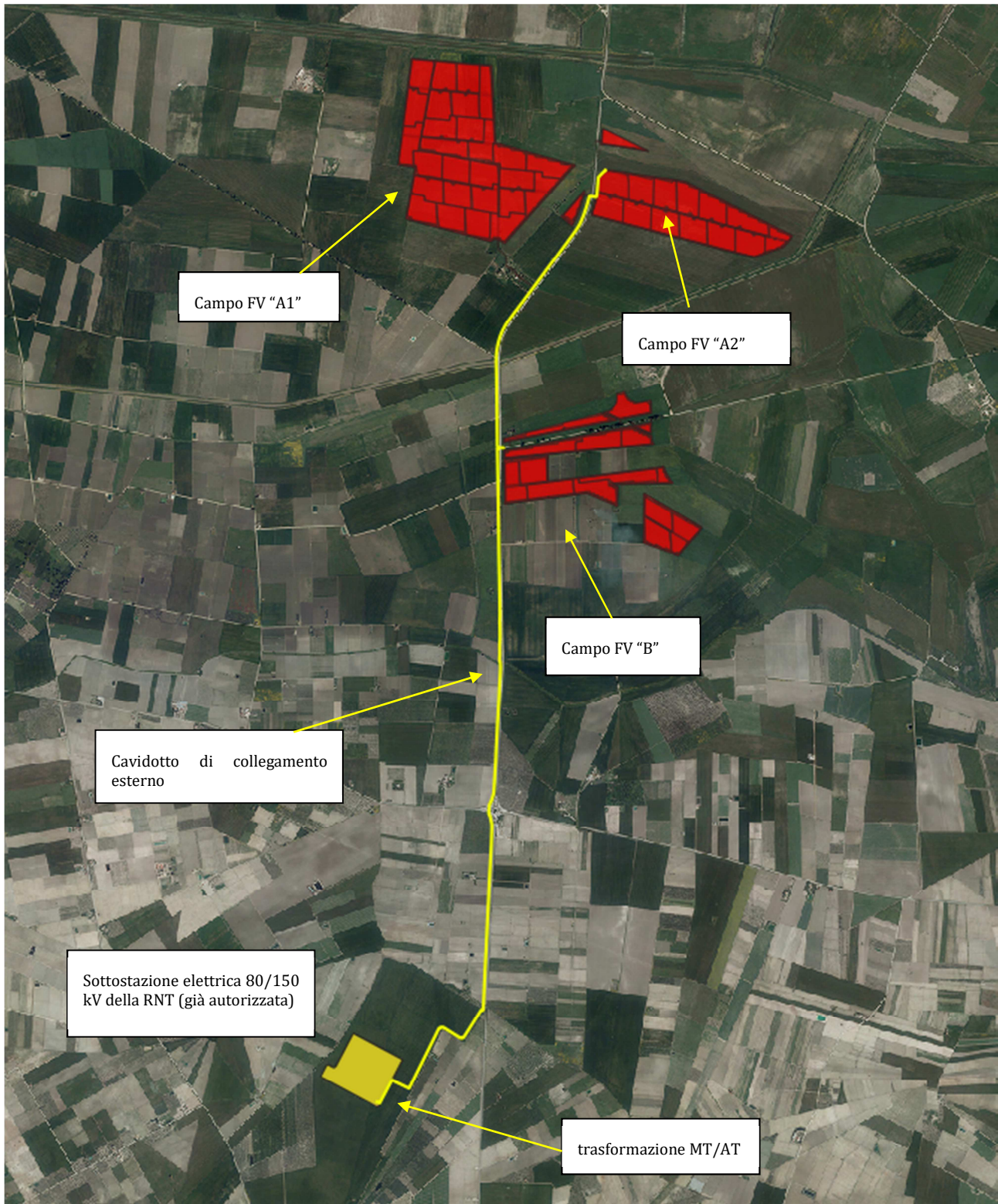
Foglio 16 – p.lle 15, 30, 14, 19, 27, 50, 55, 48, 20; 22;

Foglio 17 – p.lle 1, 2, 5, 7, 8, 41;

Ogni campo sarà costituito:

- moduli fotovoltaici installati pari a 120,01215 MW suddivisi come segue: Campo FV "A1" 62,348 MW ; Campo FV "A2" 29. 57 MW ; Campo FV "B" 28,6058 MW
 - Viabilità interna per l'accesso ai moduli;
 - Cabine elettriche di raccolta, conversione statica e trasformazione dell'energia elettrica interne alle aree di centrale, di cui N. 55 cabine di campo, N.3 cabine di consegna, N.3 locale di servizio;
 - Rete elettrica interna alle aree di centrale a 30 kV tra le cabine elettriche;
 - Rete telematica interna di monitoraggio in fibra ottica per il controllo dell'impianto fotovoltaico mediante trasmissione dati via modem o satellitare;
 - Rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (movimentazione tracker, controllo, illuminazione, ecc...).
- **Viabilità esterna** (di collegamento tra i campi e la viabilità esistente)

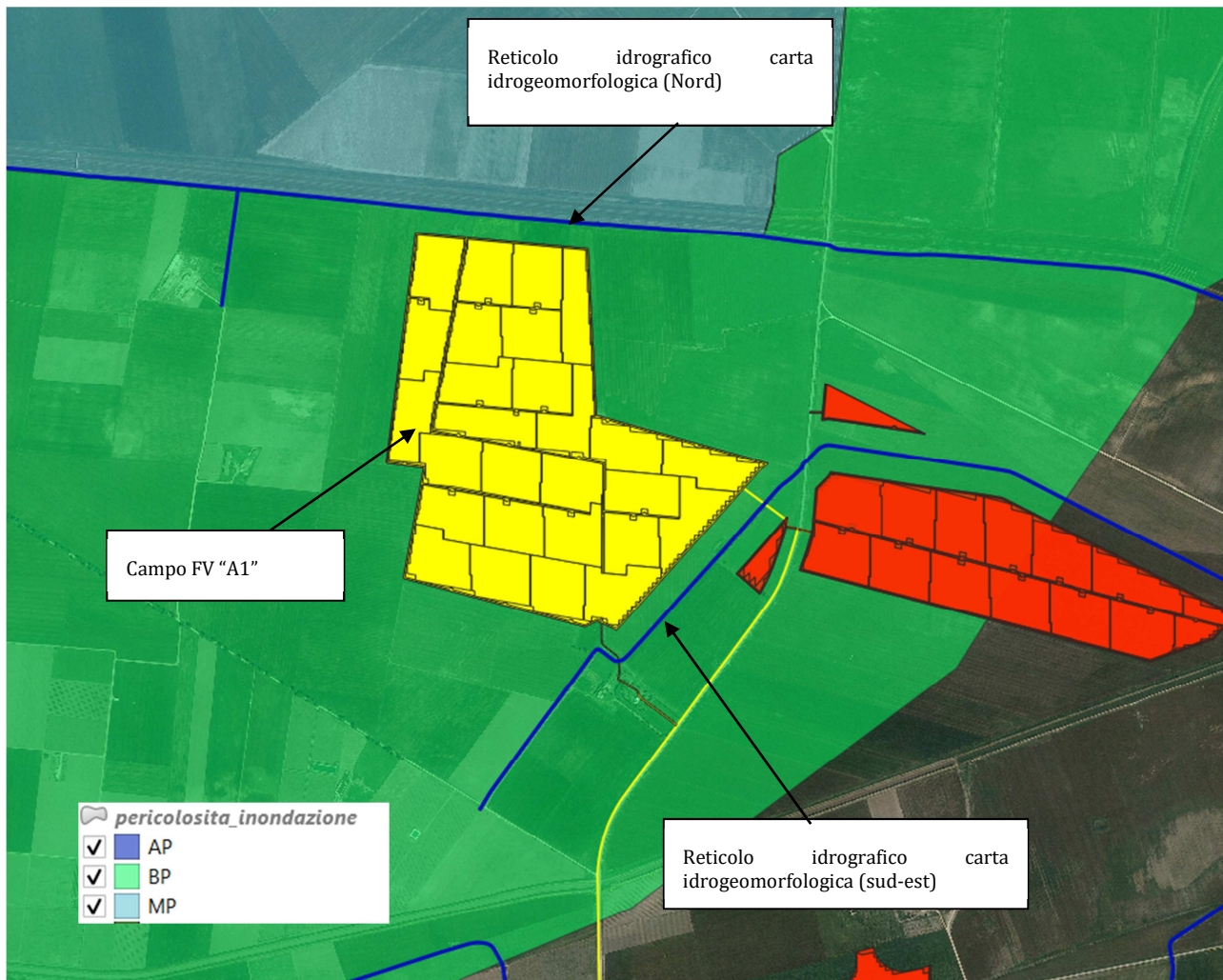
- **n° 1 sottostazione elettrica MT/AT** da collegare in antenna alla stazione da realizzarsi 150/380kV di Terna S.p.A. nel Comune di Cerignola in località “Mass. Dell’Erba”;
- **N.2 Cabine di sezionamento** dislocate lungo il tragitto del cavidotto MT;
- **N°1 Rete elettrica esterna** alle aree di centrale per il collegamento tra le cabine elettriche interne alla sottostazione elettrica MT/AT



Intervento in progetto

3 COMPATIBILITA CAMPI FOTOVOLTAICI

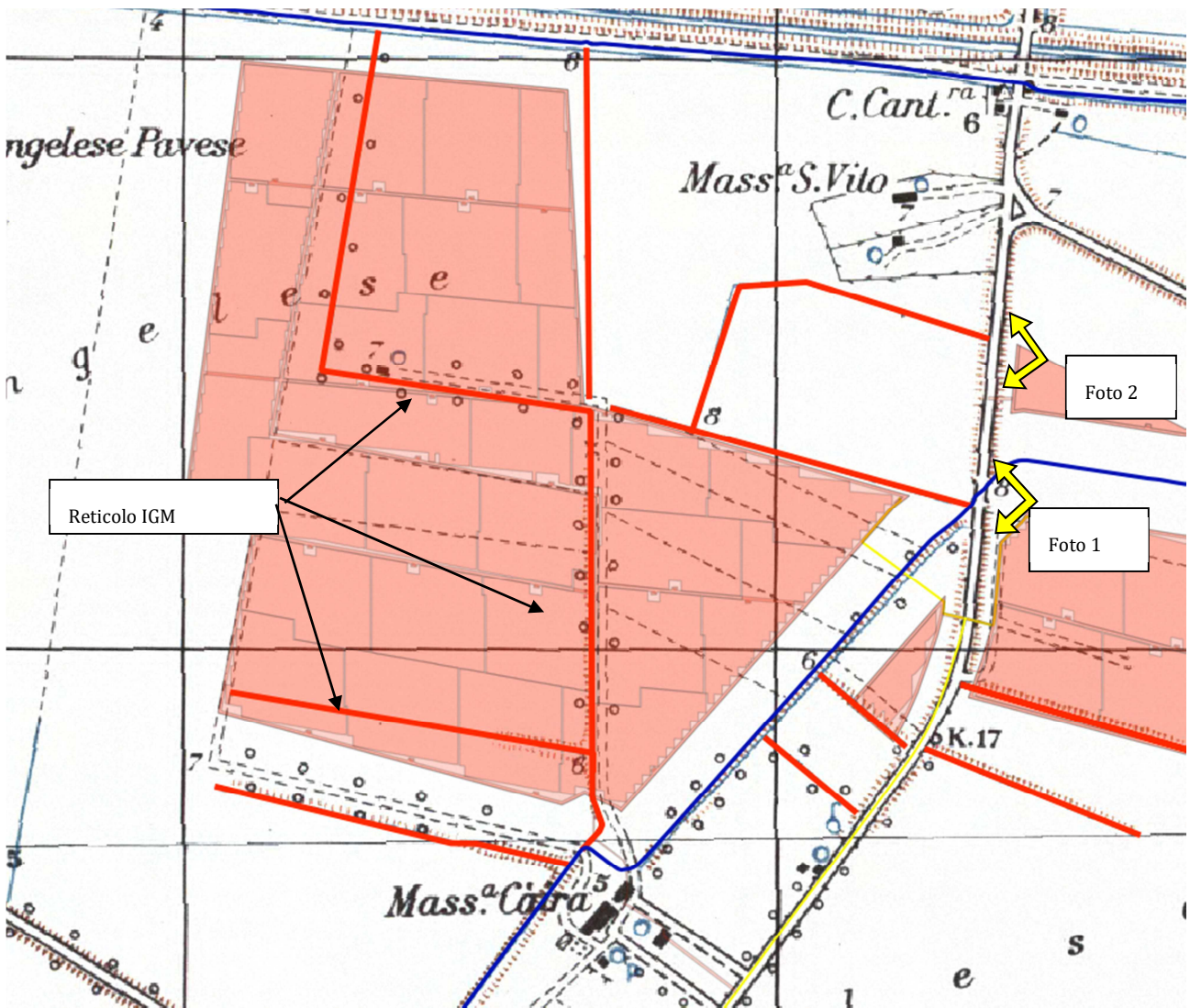
Per quanto riguarda i 3 campi fotovoltaici si analizzano di seguito le interferenze con le aree a modellamento attivo e golenali e di pertinenza fluviale e le aree a diversa pericolosità idraulica riportate nel PAI.



Individuazione del campo "A" (in giallo) rispetto all'idrografia superficiale e ai vincoli idraulici riportati nel PAI vigente

Come si nota dall'immagine allegata, il campo FV "A1" risulta interferente con un'area a bassa pericolosità idraulica (BP) riportata nel PAI vigente. Tale area è relativa all'esonazione del Torrente Carapelle.

Il campo risulta opportunamente posizionato ad una distanza di 75 m dai cigli di sponda di n°2 reticoli idrografici riportati nella bozza della carta idrogeomorfologica della Puglia, per contro si evince che il campo risulta interferente con diversi "corsi d'acqua" riportati in cartografia IGM in scala 1:25.000



Individuazione del campo FV "A1" rispetto all'idrografia superficiale riportata nella cartografia IGM in scala 1:25.000(rappresentata in rosso)

Dai rilievi e sopralluoghi effettuati si evince che tali reticoli, indicati nell'immagine sopra esposta, non sono più rinvenibili sul territorio in quanto canali di scolo di bonifica ormai riempiti da movimentazioni di terreno, così come rappresentato nell'immagine sotto riportata.

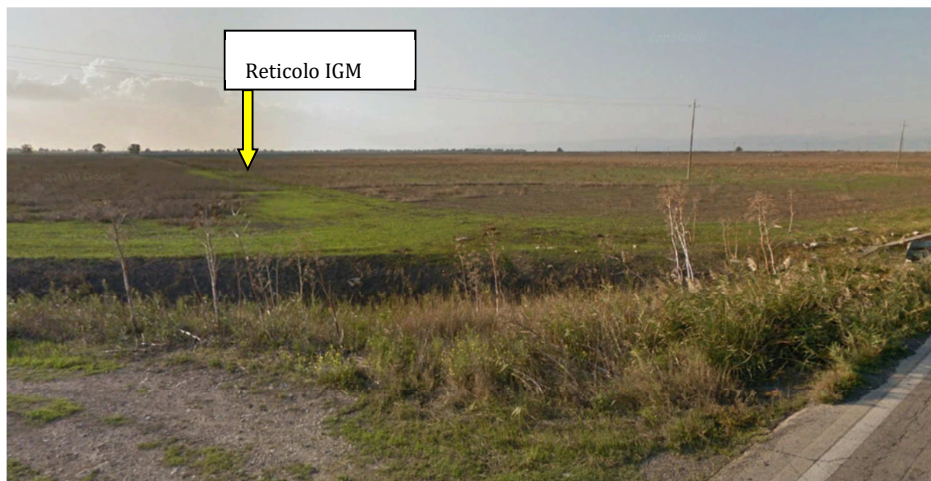


Foto 1: individuazione della posizione del reticolo IGM non più presente sul territorio

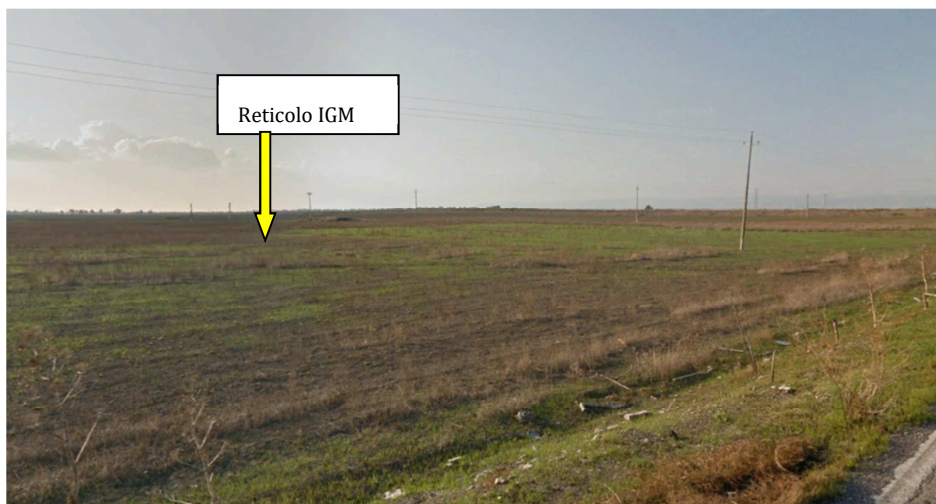
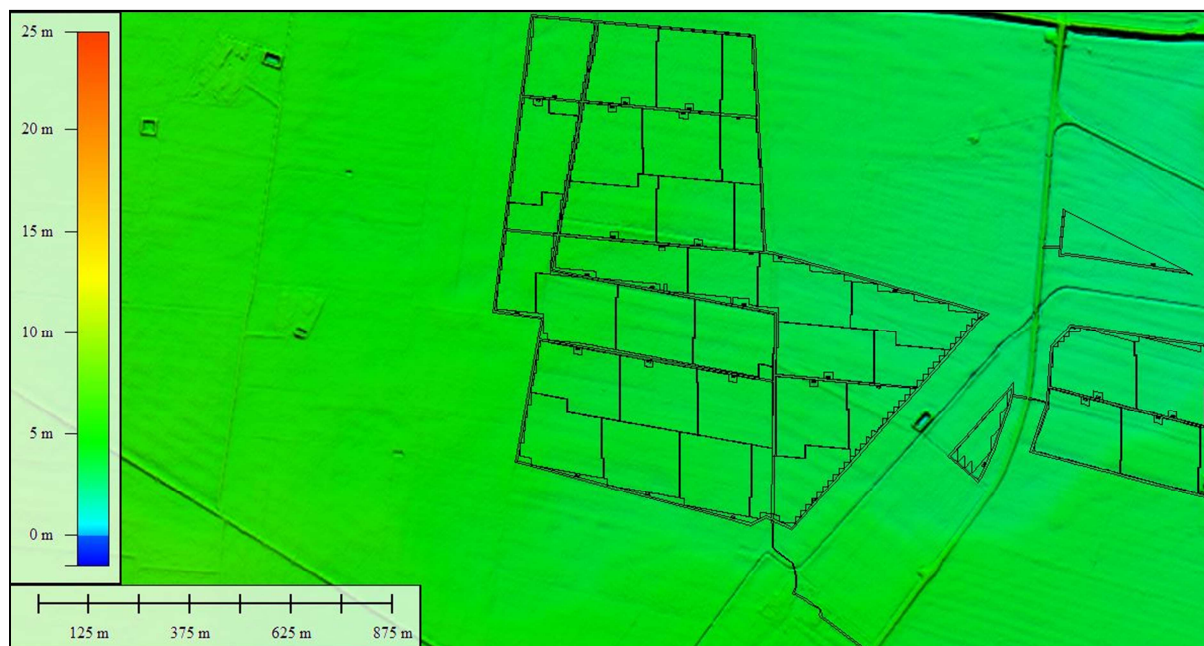


Foto 2: individuazione della posizione del reticolo IGM non più presente sul territorio

Per una valutazione su larga scala è stato acquisito il rilievo LIDAR della zona realizzando un DTM a griglia regolare con passo 1 m nel sistema di riferimento wgs84 UTM 33 N, dal quale non risulta essere evidente nessuna incisione che possa delimitare il percorso di un corso d'acqua o canale.



DTM da rilievo Lidar del campo "FV A1". Si riscontra l'assenza dei reticoli riportati nella cartografia IGM ma solo i reticoli riportati nella carta idrogeomorfologica della Puglia

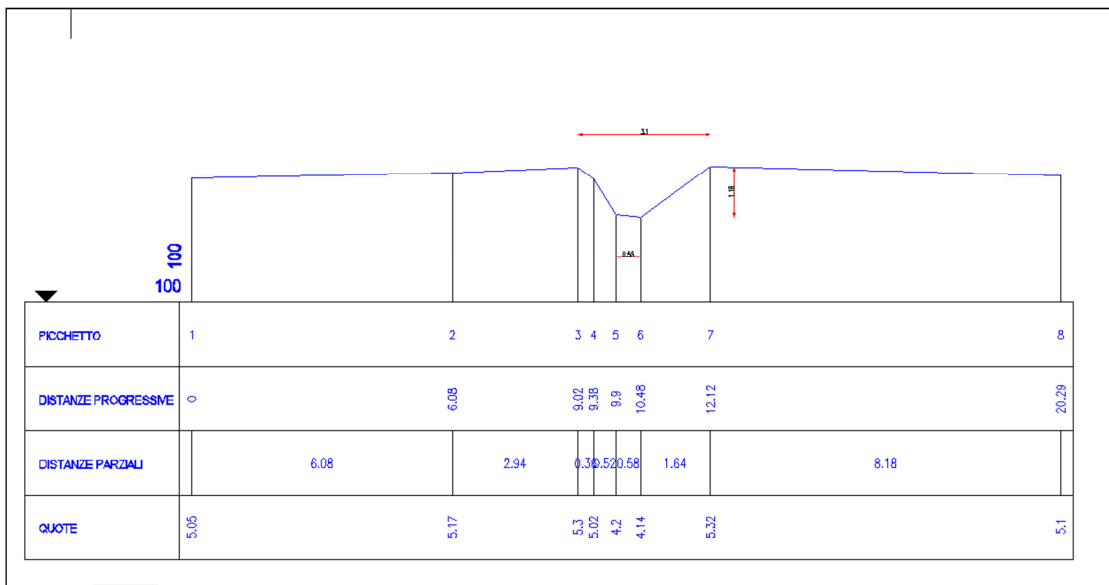
Per quanto sopra ai reticoli riportati sulla cartografia IGM in scala 1:25.000 non coincidenti con quelli riportati nella carta idrogeomorfologica della Puglia, **NON** sono considerati elementi dell'idrografia superficiale a cui si applicano le NTA del PAI **in quanto non più esistenti**.

Per quanto riguarda i reticoli riportati nella carta idrogeomorfologica, questi risultano incisi con sponde evidenti. In particolare:

il reticolo nord (relativamente al campo FV "A1") è un canale in terra con sezione trapezoidale di base maggiore 3.10 m, base minore 0.60 m e altezza circa 1.20 m



Foto rappresentativa reticolo nord

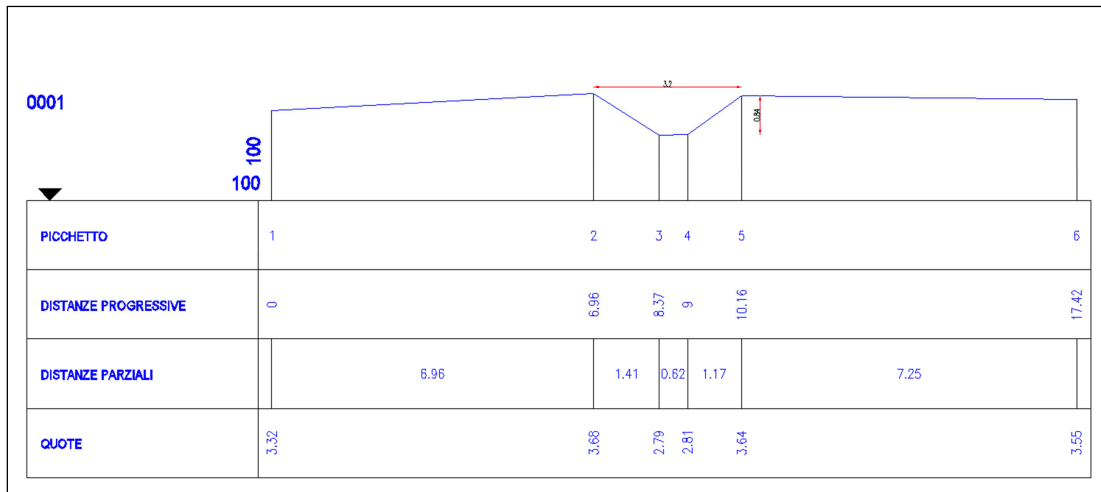


Sezione rappresentativa reticolo nord

Il reticolo sud-est (sempre relativamente al campo FV "A1") è un canale in terra con sezione trapezoidale di base maggiore 3.00 m , base minore 0.60 m e altezza circa 0.90 m



Foto rappresentativa reticolo sud-est



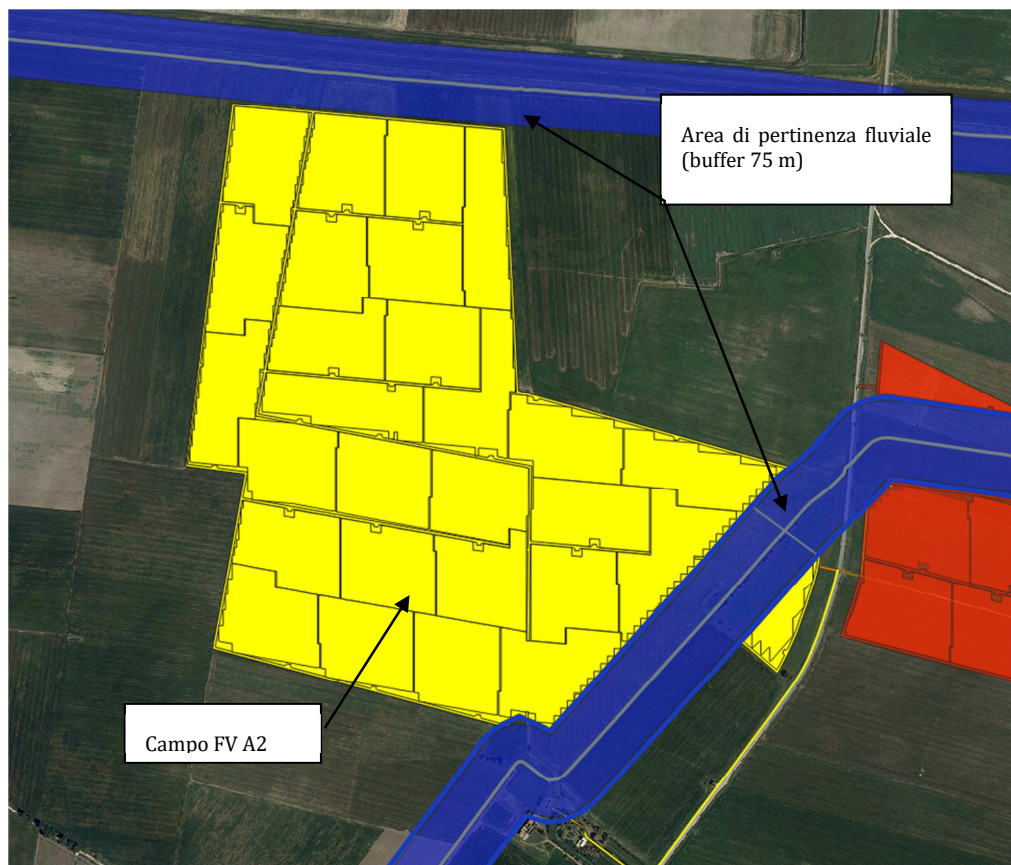
Sezione rappresentativa reticolo sud-est

In questo caso, i due canali sono individuati nel loro alveo e sponde, quindi risultano individuati l’asse del reticolo idrografico, L’alveo in modellamento attivo e le aree golenali risultano arealmente individuate, anche nella cartografia ufficiale.

Dato che le condizioni morfologiche ne consentano la loro individuazione, all’interno di tali aree sono applicate le disposizioni di cui all’art 6 delle NTA del PAI. All’esterno di tali aree arealmente individuate si applicano invece le norme di cui all’art 10 relative alle aree di pertinenza fluviale.

Per quanto sopra le aree di pertinenza fluviale sono individuate in una fascia contermina alle aree a modellamento attivo e di pertinenza fluviale pari a 75 m .

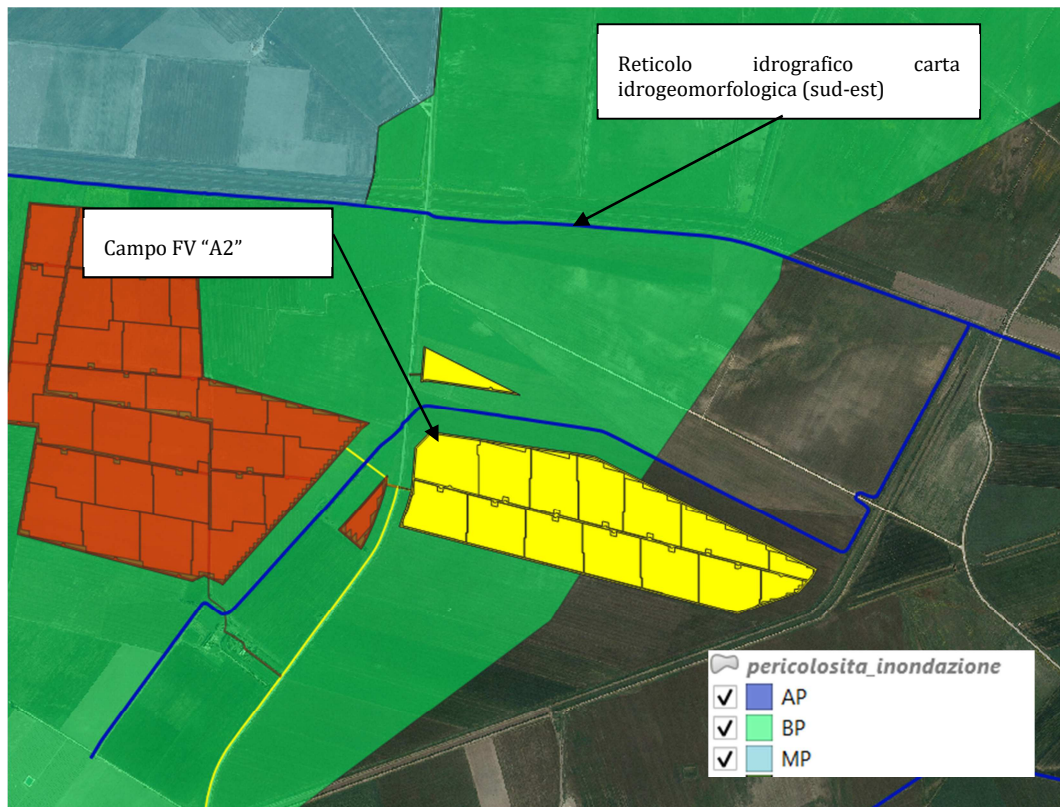
Dall’immagine sotto riportata si evince che il “campo FV A1” risulta esterno alle fasce di pertinenza fluviale pertanto compatibile con le NTA del PAI.



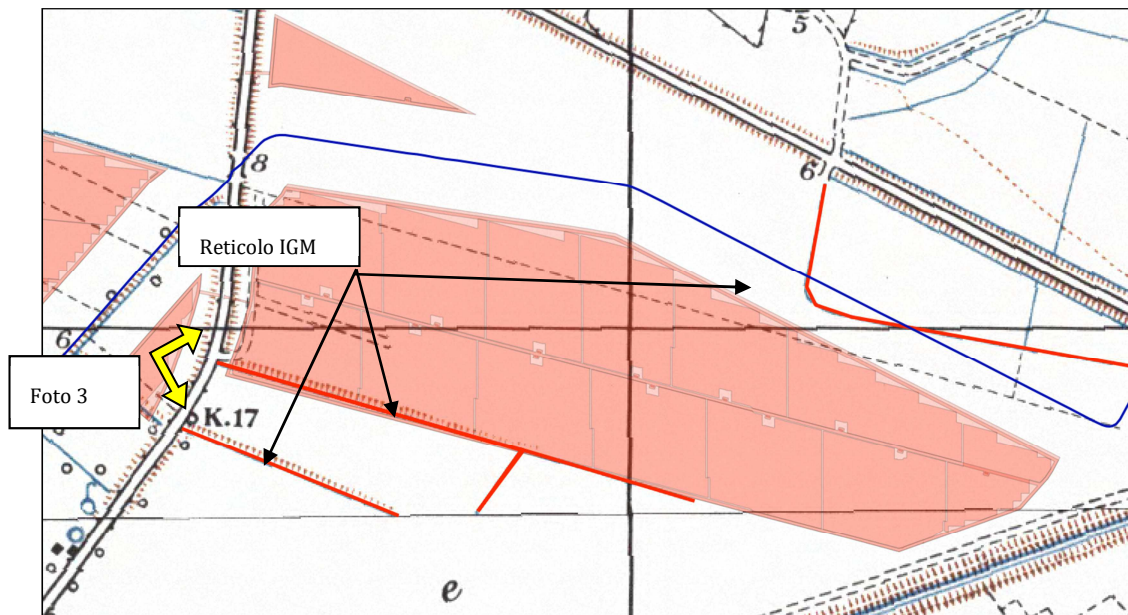
Individuazione delle aree di pertinenza fluviale (in blu) dei reticoli nord e sud-est.

Anche il “campo FV A2” risulta parzialmente interferente con un’area a bassa pericolosità idraulica (BP) riportata nel PAI vigente. Tale area è relativa all’esonazione del Torrente Carapelle.

Il campo risulta opportunamente posizionato ad una distanza di 75 m dal ciglio di sponda di n°1 reticolo idrografici riportato nella bozza della carta idrogeomorfologica della Puglia, per contro si evince che il campo risulta interferente con diversi “corsi d’acqua” riportati in cartografia IGM in scala 1:25.000



Individuazione del campo "A2" (in giallo) rispetto all'idrografia superficiale e ai vincoli idraulici riportati nel PAI vigente

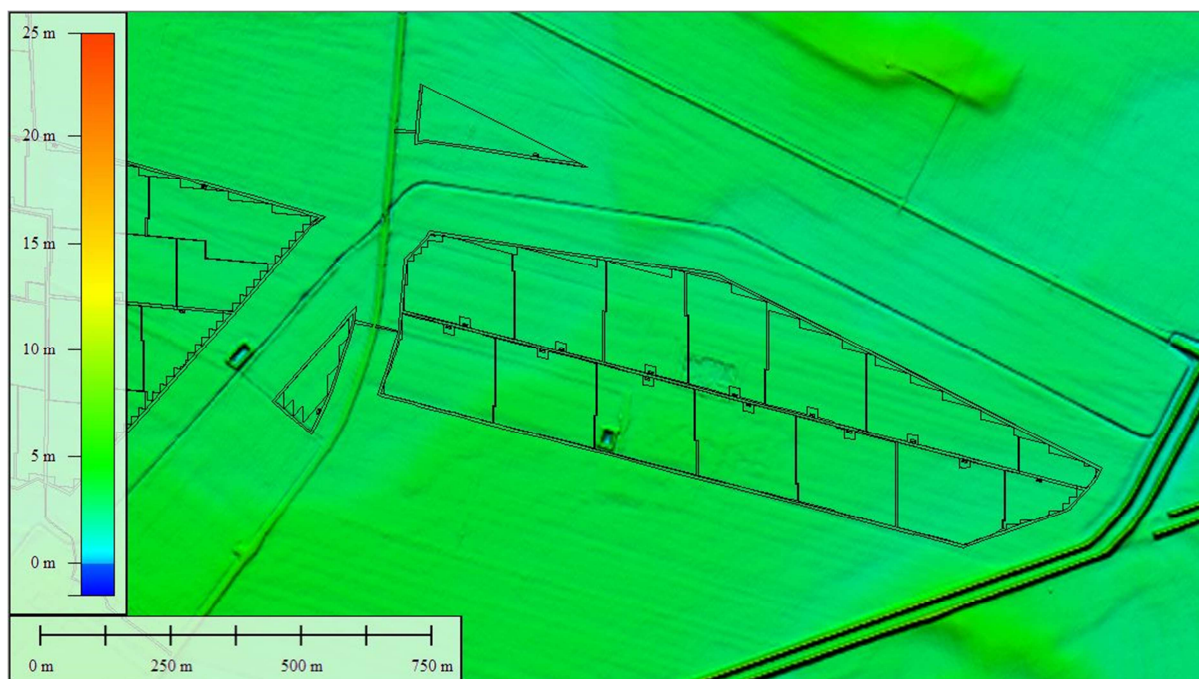


Individuazione del campo FV "A1" rispetto all'idrografia superficiale riportata nella cartografia IGM in scala 1:25.000(rappresentata in rosso)



Foto 3: individuazione della posizione del reticolo IGM non più presente sul territorio

A conferma dell'inesistenza, allo stato attuale, dei reticoli riportati nella cartografia IGM e non coincidenti con quelli della Carta Idrogeomorfologica, dall'analisi effettuata sul rilievo LIDAR, non risulta essere evidente nessuna incisione che possa delimitare il percorso di un corso d'acqua o canale.



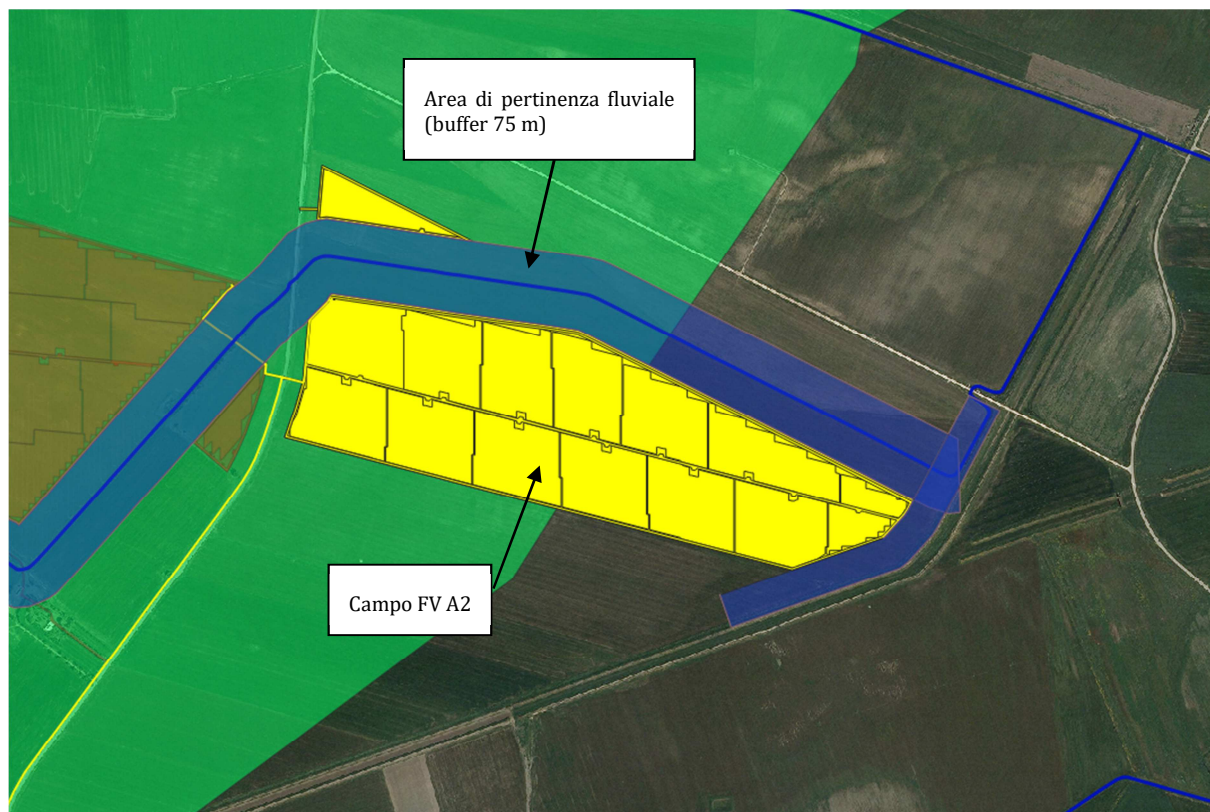
DTM da rilievo Lidar del campo "FV A2". Si riscontra l'assenza dei reticoli riportati nella cartografia IGM ma solo i reticoli riportati nella carta idrogeomorfologica della Puglia

Per quanto sopra ai reticoli riportati sulla cartografia IGM in scala 1:25.000 non coincidenti con quelli riportati nella carta idrogeomorfologica della Puglia, NON sono

considerati elementi dell'idrografia superficiale a cui si applicano le NTA del PAI **in quanto non più esistenti**.

Per quanto riguarda il reticolo riportato nella carta idrogeomorfologica, (corrispondente al reticolo sud est del campo "FV A1") è costituito da un canale in terra con sezione trapezoidale di dimensioni di base maggiore 3.00 m , base minore 0.60 m e altezza circa 0.90 m.

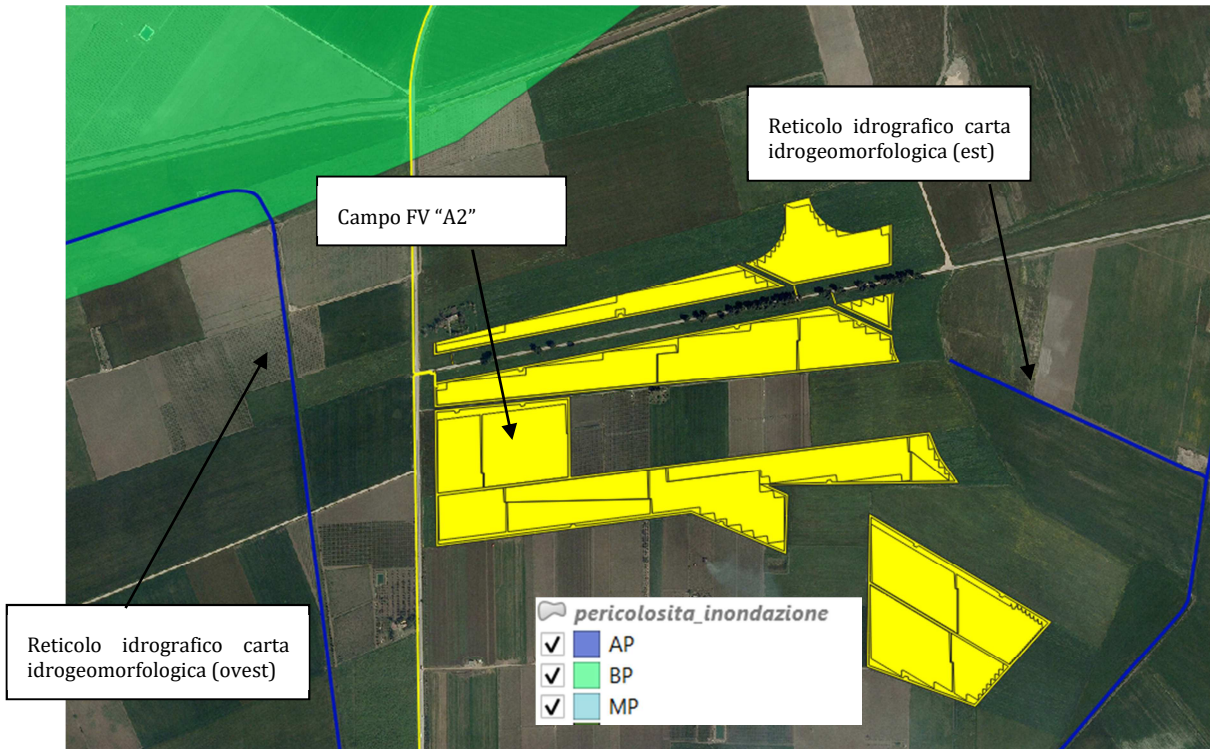
Anche in questo caso, essendo le aree a modellamento attivo e golenali aeralmente individuate, le norme di cui all'art 10 si applicano ad una fascia contermina di 75 m (area di pertinenza fluviale).



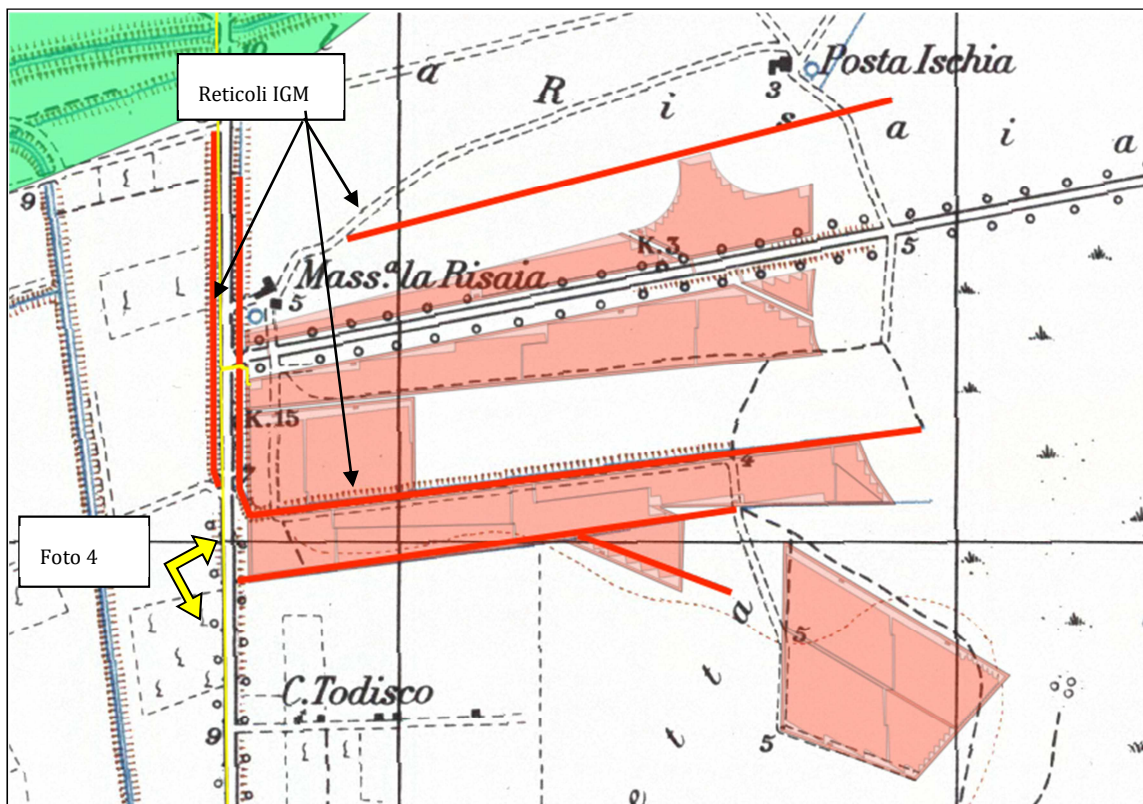
Individuazione delle aree di pertinenza fluviale (in blu) del reticolo idrografico

Il Campo "FV A2" risulta esterno pertanto non assoggettabile alle NA del PAI.

Il "campo FV B" NON risulta interferente con alcuna area a diversa pericolosità idraulica riportata nel PAI vigente, però, anch'esso risulta interferente con dei reticoli idrografici riportati nella cartografia IGM che non sono più presenti sul territorio.



Individuazione del campo "FV B" (in giallo) rispetto all'idrografia superficiale e ai vincoli idraulici riportati nel PAI

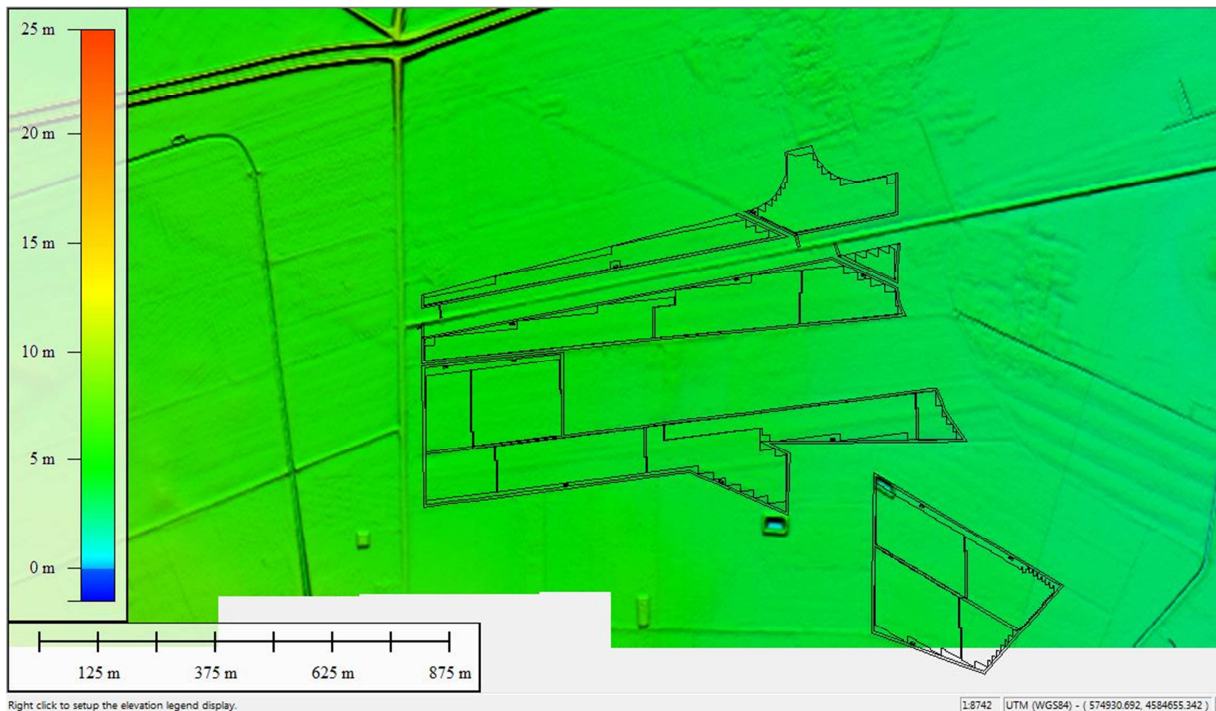


Individuazione del campo FV "A1" rispetto all'idrografia superficiale riportata nella cartografia IGM in scala 1:25.000(rappresentata in rosso)



Foto 4: individuazione della posizione del reticolo IGM non più presente sul territorio

Anche in questo caso, a conferma dell'inesistenza, allo stato attuale, dei reticoli riportati nella cartografia IGM e non coincidenti con quelli della Carta Idrogeomorfologica, dall'analisi effettuata sul rilievo LIDAR, non risulta essere evidente nessuna incisione che possa delimitare il percorso di un corso d'acqua o canale.



DTM da rilievo Lidar del campo "FV B". Si riscontra l'assenza dei reticoli riportati nella cartografia IGM ma solo i reticoli riportati nella carta idrogeomorfologica della Puglia

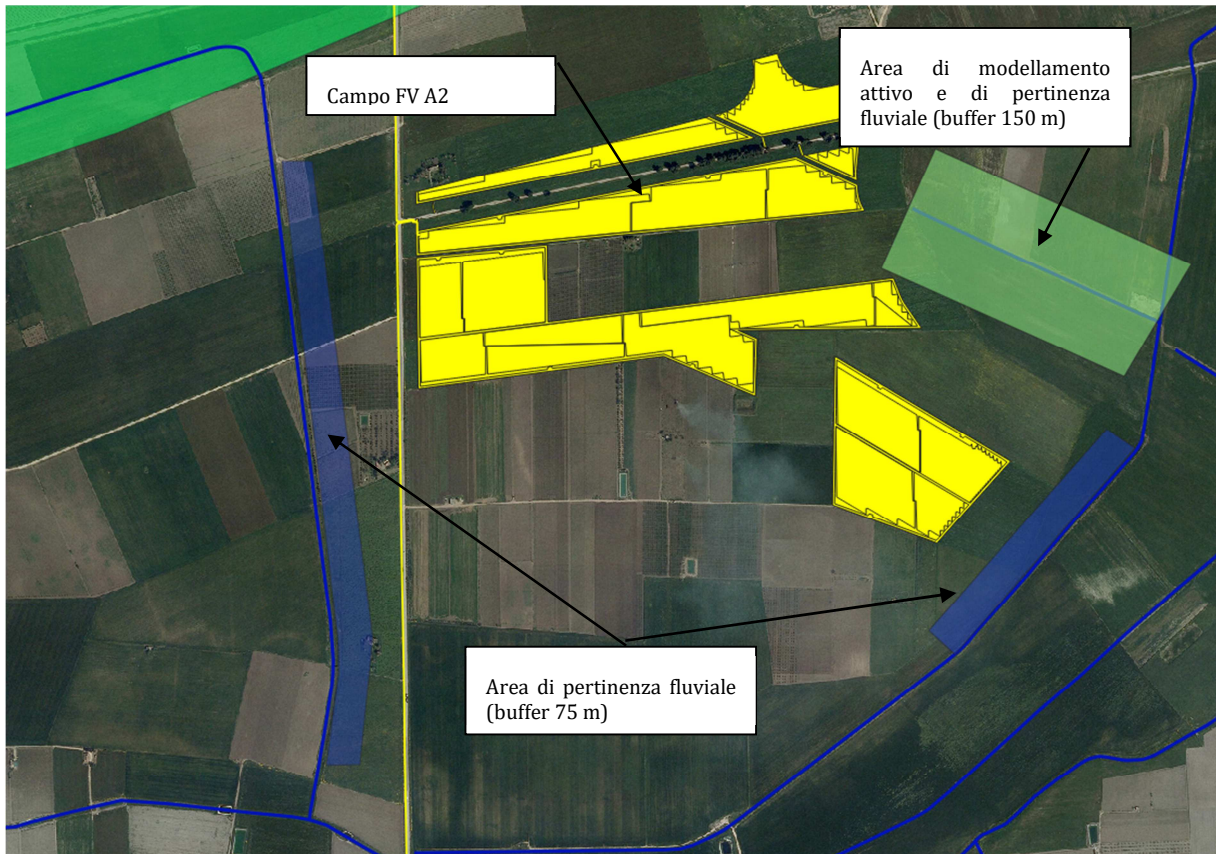
Per quanto sopra ai reticoli riportati sulla cartografia IGM in scala 1:25.000 non coincidenti con quelli riportati nella carta idrogeomorfologica della Puglia, NON sono

considerati elementi dell'idrografia superficiale a cui si applicano le NTA del PAI **in quanto non più esistenti**.

Per quanto riguarda i reticoli riportati nella carta idrogeomorfologica, il campo risulta posizionato all'esterno dei 75 m dai reticoli contermini considerati incisi.

Anche in questo caso, essendo le aree a modellamento attivo e golenali aeralmente individuate, le norme di cui all'art 10 si applicano ad una fascia contermini di 75 m (area di pertinenza fluviale).

Nel particolare, il reticolo ad est del campo NON è inciso, pertanto

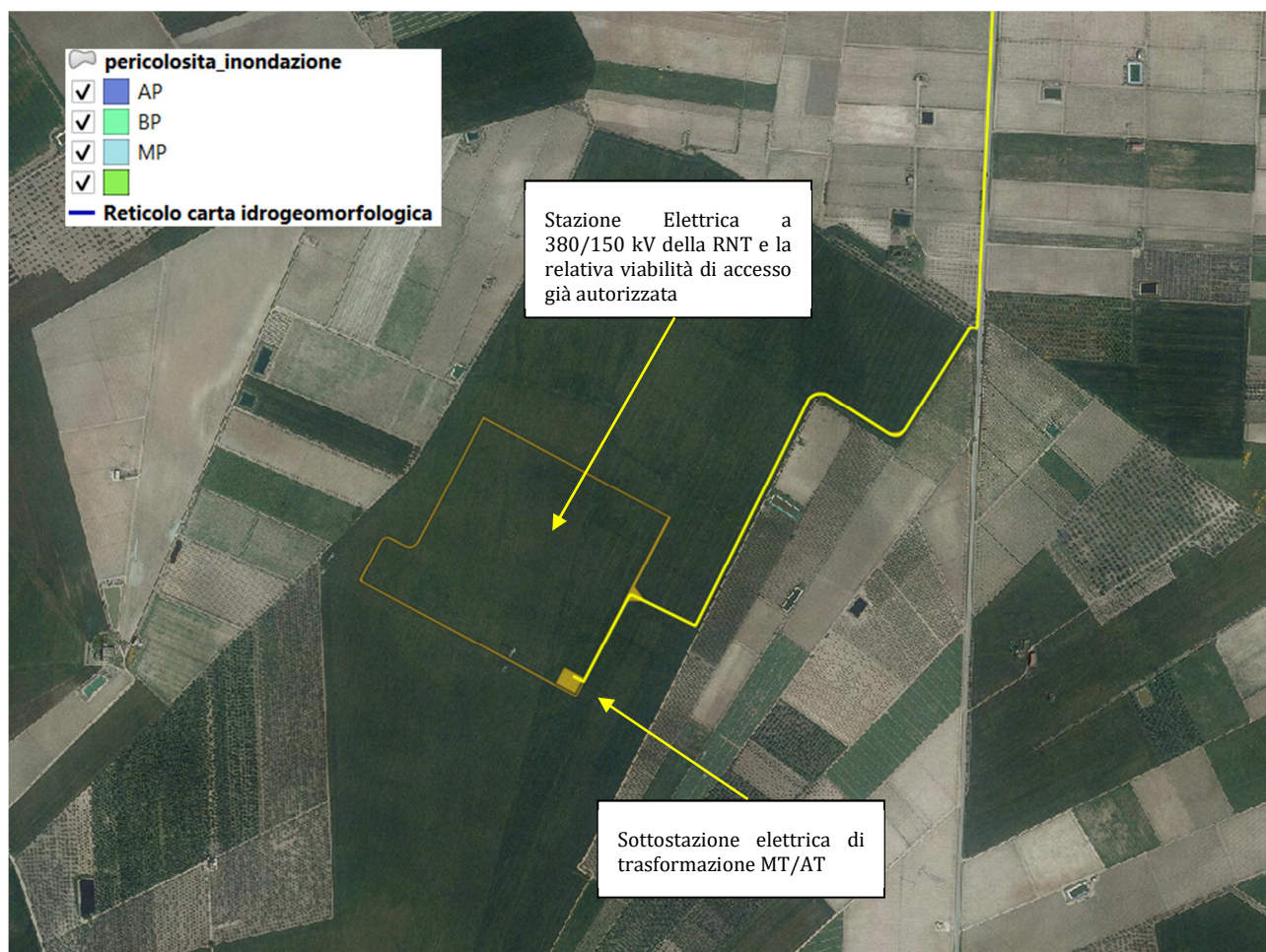


Individuazione del campo "FV B" (in giallo) rispetto all'idrografia superficiale e ai vincoli idraulici riportati nel PAI

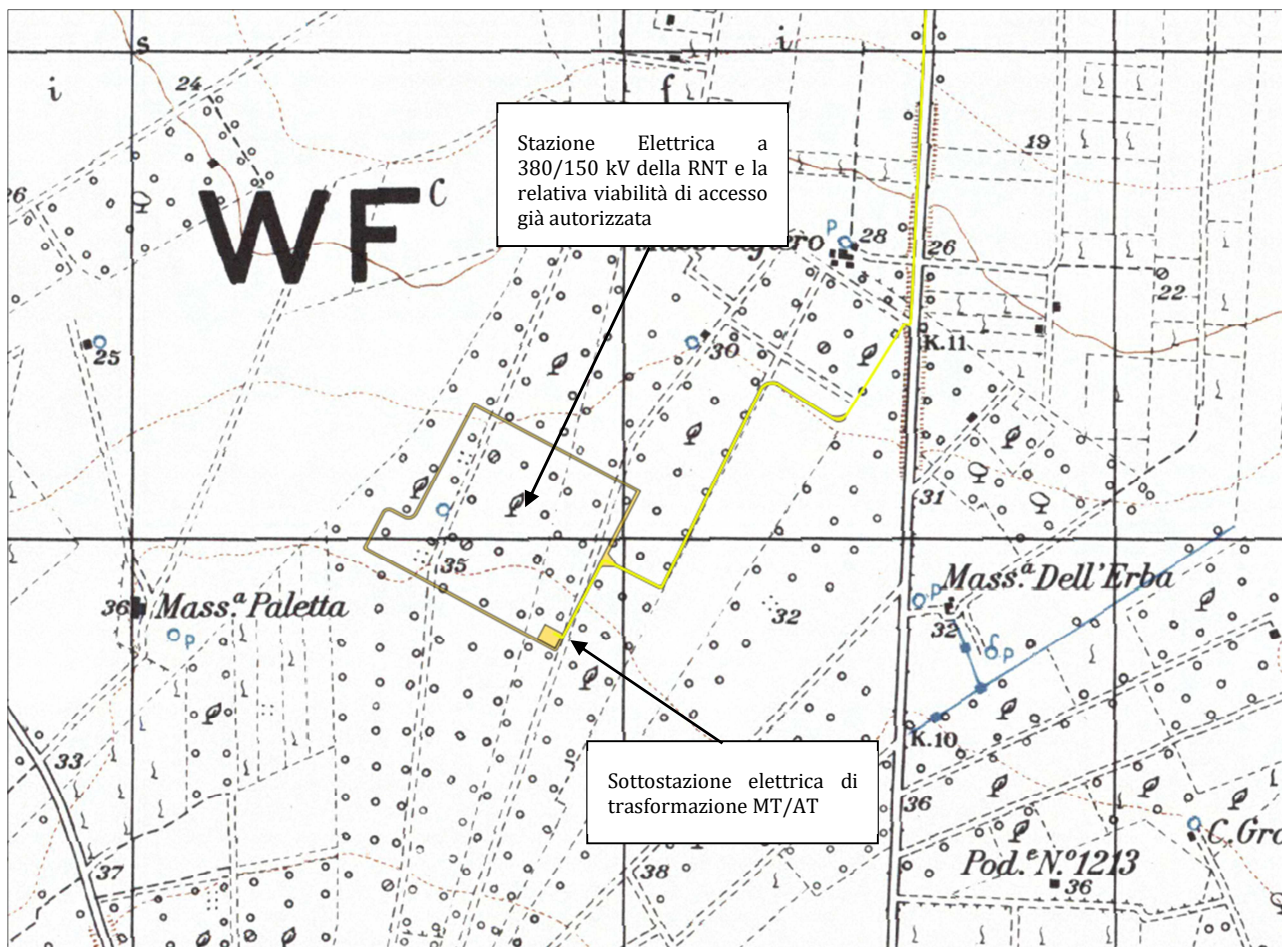
4 COMPATIBILITA' SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

La sottostazione elettrica, ubicata nel Fg 91 p.lla 175, del Comune di Cerignola in loc. "Mass. Dell'Erba", non è interferente con aree a diversa pericolosità idraulica di cui agli artt 7, 8 e 9 delle NTA del PAI e neanche interferente con le aree di salvaguardia (di cui agli artt 6 e 10 delle NTA del PAI) relative a reticoli idrografici sia della carta idrogeomorfologica sia riportati in cartografia IGM in scala 1:25.000.

Per ciò che attiene alla Stazione Elettrica a 380/150 kV della RNT e la relativa viabilità di accesso, è quanto mai opportuno qui specificare che la stessa non è ricompresa nel presente procedimento, perché già autorizzata con Det. Dirigenziale n.4 del 27/01/2016 della Sezione Energie Rinnovabili, Reti ed Efficienza Energetica della Regione Puglia nell'ambito dell'autorizzazione alla costruzione ed all'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica della potenza elettrica di 23,80 MW e sito nei Comuni di Orta Nova e Stornarella (FG), località "Tre Confini", Società: ENERMAC S.r.l; per la stessa con successiva Determinazione del Dirigente Sezione Infrastrutture Energetiche e Digitali n. 56 del 10 maggio 2018 ne veniva prorogato il termine di inizio lavori ex art. 22 lettera a) L.R. n. 67/2017.



Individuazione, su ortofoto, della posizione della sottostazione elettrica nei confronti con i vincoli PAI e Reticoli della carta idrogeomorfologica della Puglia



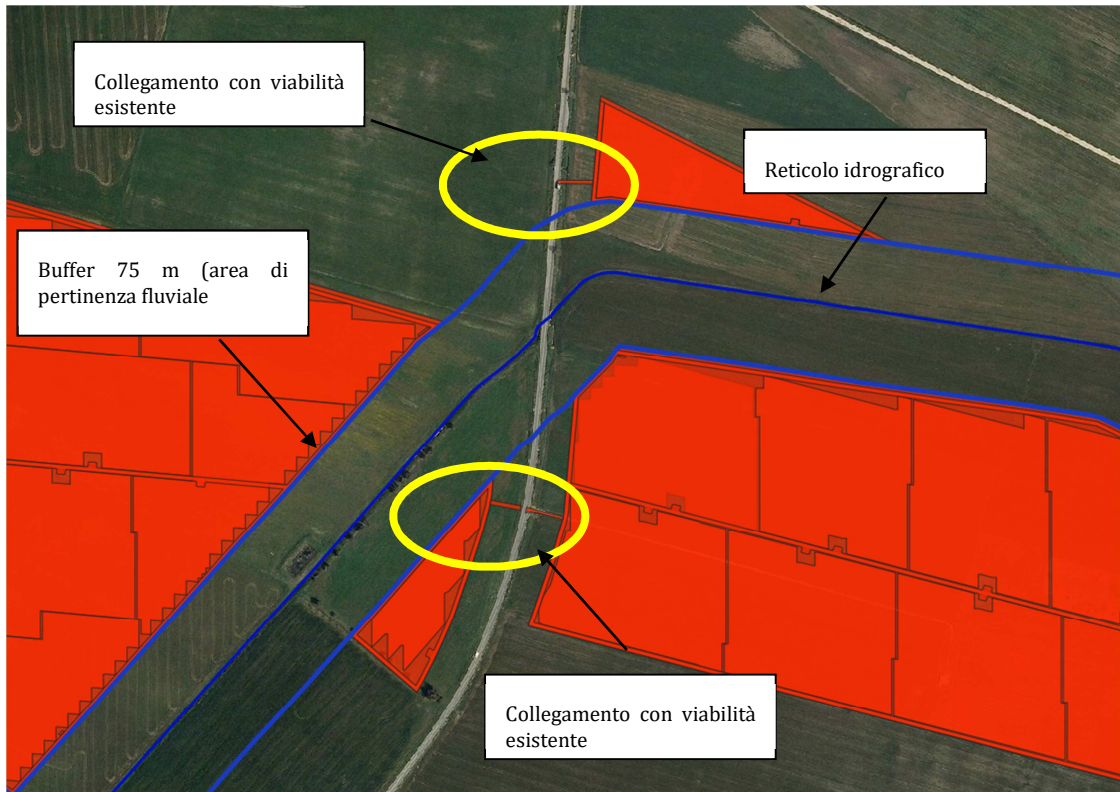
Individuazione, della posizione della sottostazione elettrica in cartografia IGM in scala 1:25.000

5 COMPATIBILITA' NUOVA VIABILITA' IN PROGETTO

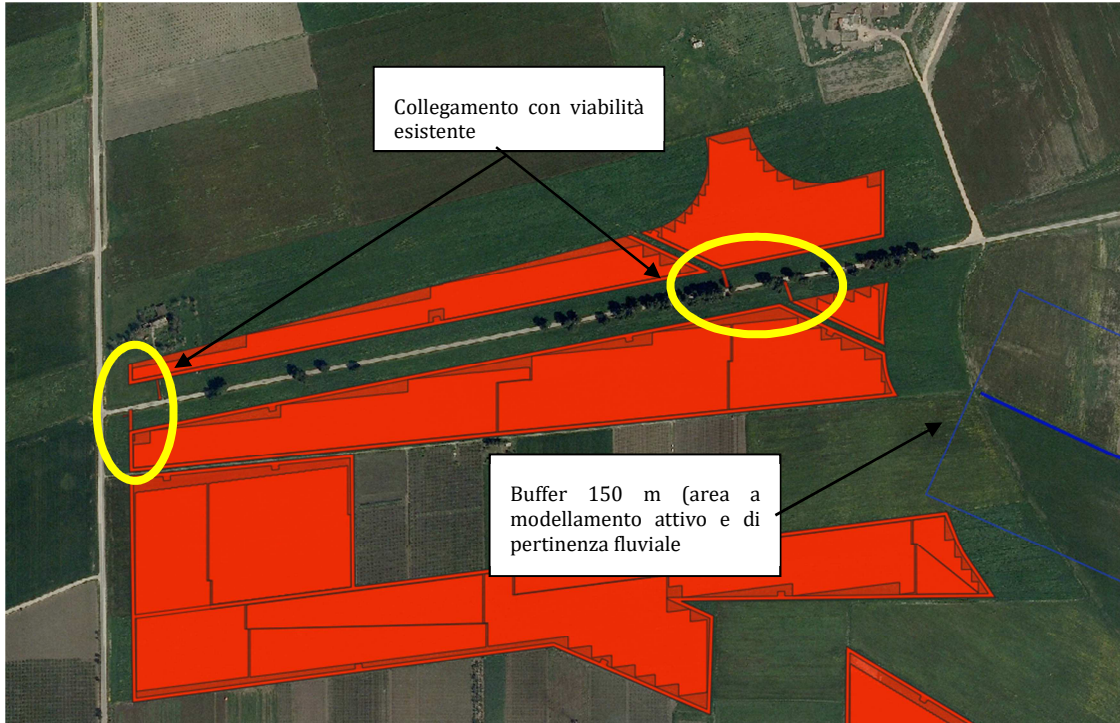
La nuova viabilità in progetto non risulta interferente con aree a diversa pericolosità idraulica di cui agli artt 7, 8 e 9 delle NTA del PAI e neanche interferente con le aree di salvaguardia (di cui agli artt 6 e 10 delle NTA del PAI) relative a reticoli idrografici sia della carta idrogeomorfologica sia riportati in cartografia IGM in scala 1:25.000.

In particolare sono previste nuove strade di accesso ai campi, per il collegamento con la viabilità esistente per il campo FV "A2" e il campo FV "B".

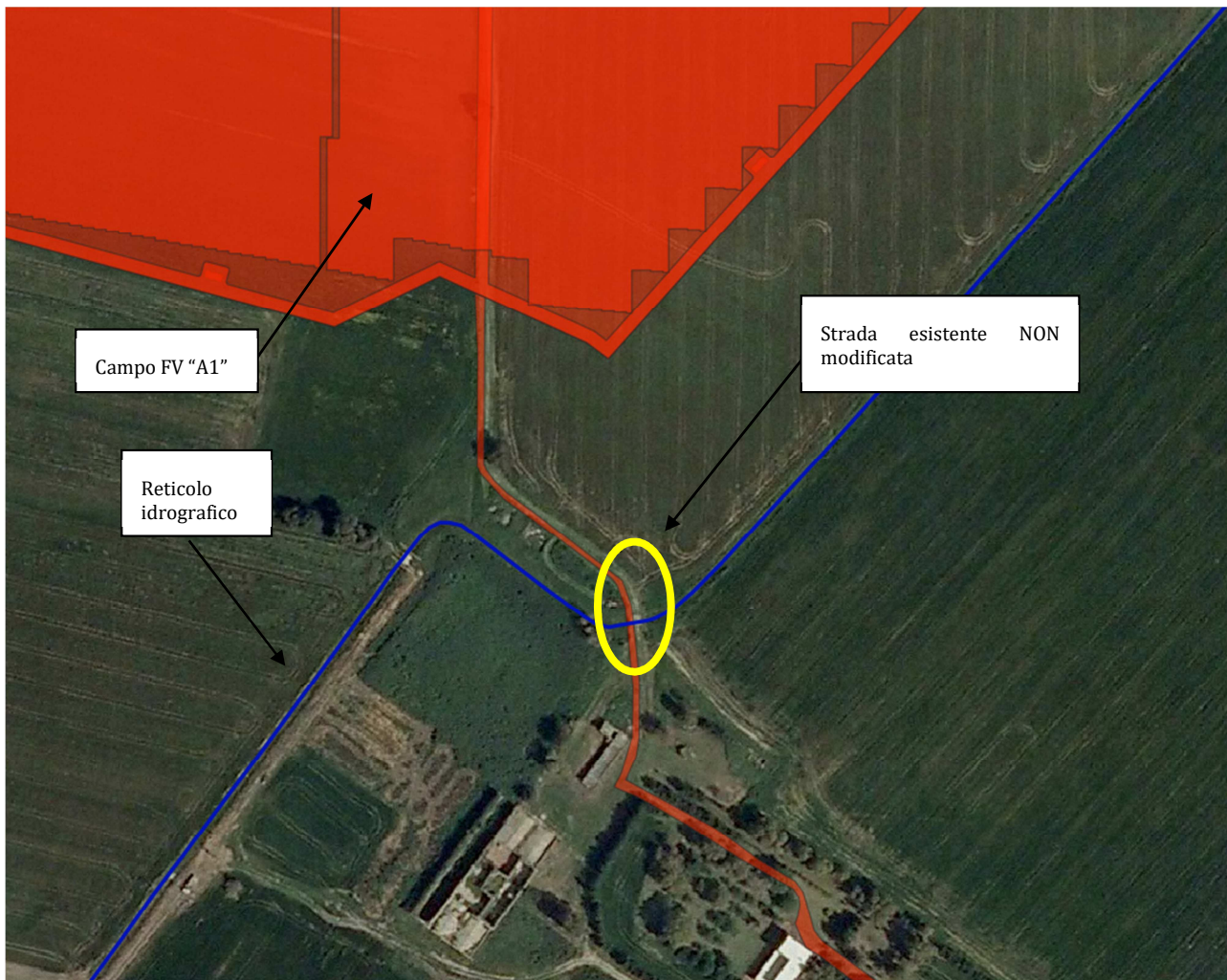
Per quanto riguarda la viabilità per l'accesso al campo FV "A1" si utilizzerà la strada esistente che attraversa il reticolo con un tombino. Non sarà in alcun modo modificata.



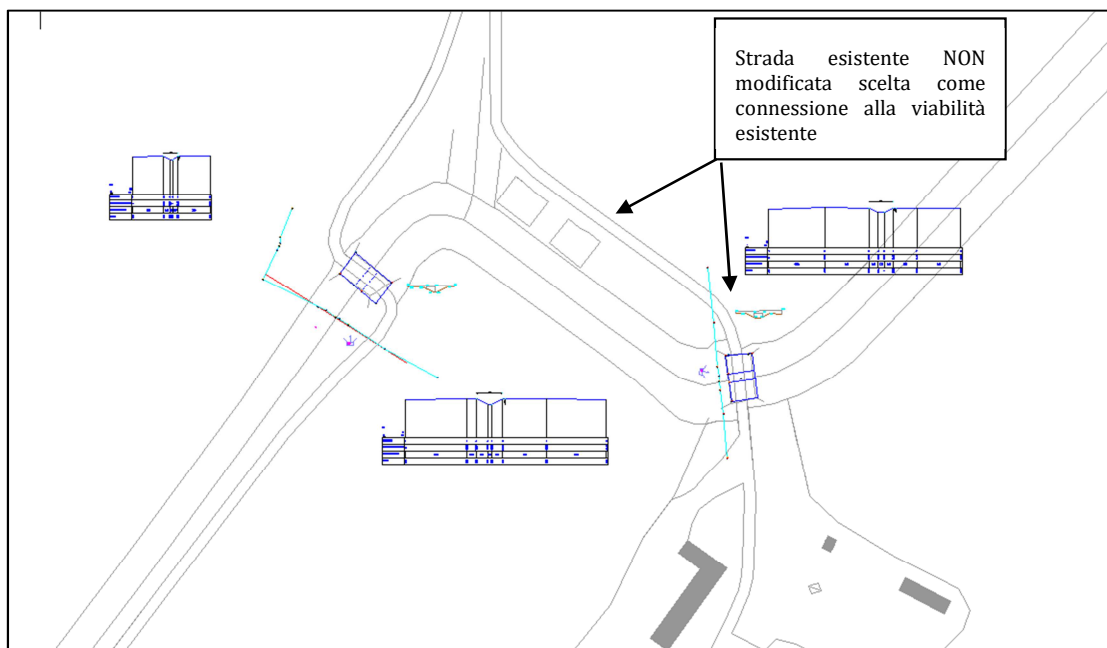
Individuazione, delle nuove strade di collegamento con la viabilità esterna del campo "FV A2" esterne all'area di pertinenza fluviale (in blu) del reticolo idrografico contermine



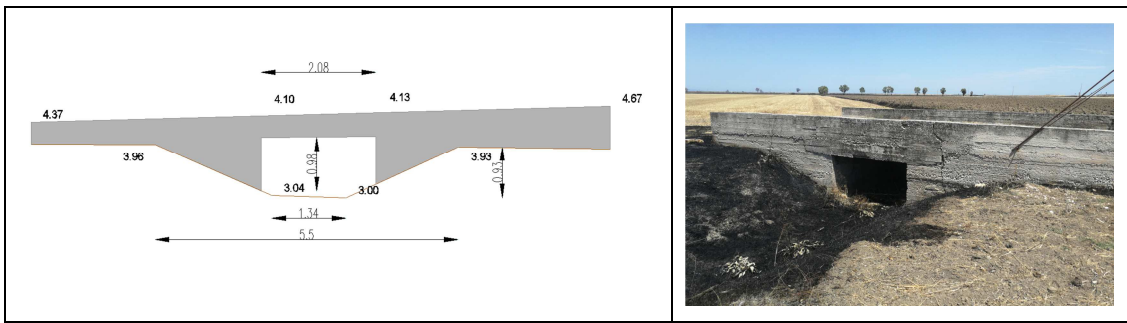
Individuazione, delle nuove strade di collegamento con la viabilità esterna del campo "FV B" esterne all'area di pertinenza fluviale (in blu) del reticolo idrografico contermine



Individuazione, della strada esistente per il collegamento con la viabilità esterna del campo "FV A1"



Rilievo effettuato delle strade esistenti per il collegamento con la viabilità esterna del campo "FV A1"



Rilievo del tombino esistente di attraversamento della strada di collegamento al campo FV "A1" con il reticolo idrografico. Il tombino non sarà modificato

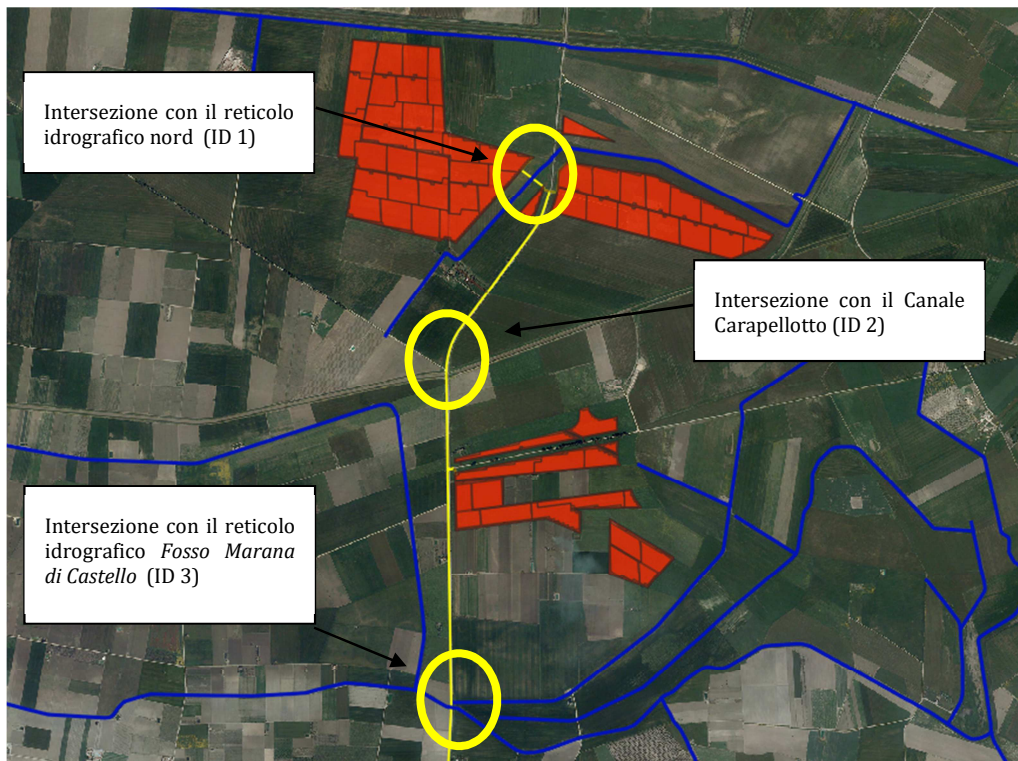
6 COMPATIBILITA' CAVIDOTTO ESTERNO DI COLLEGAMENTO

Il cavidotto esterno di collegamento si svolge in gran parte su sede stradale, posizionato in banchina.

Lungo il suo tracciato il cavidotto interseca 3 reticoli idrografici.

Tali intersezioni saranno risolte con la tecnologia NO DIG ovvero inserendo il cavidotto lungo una precisa operazione di scavo teleguidato ad una profondità progettata in modo da garantire un franco di sicurezza rispetto all'escavazione della piena con tr 200 anni i cui calcoli sono riportati nella relazione idraulica.

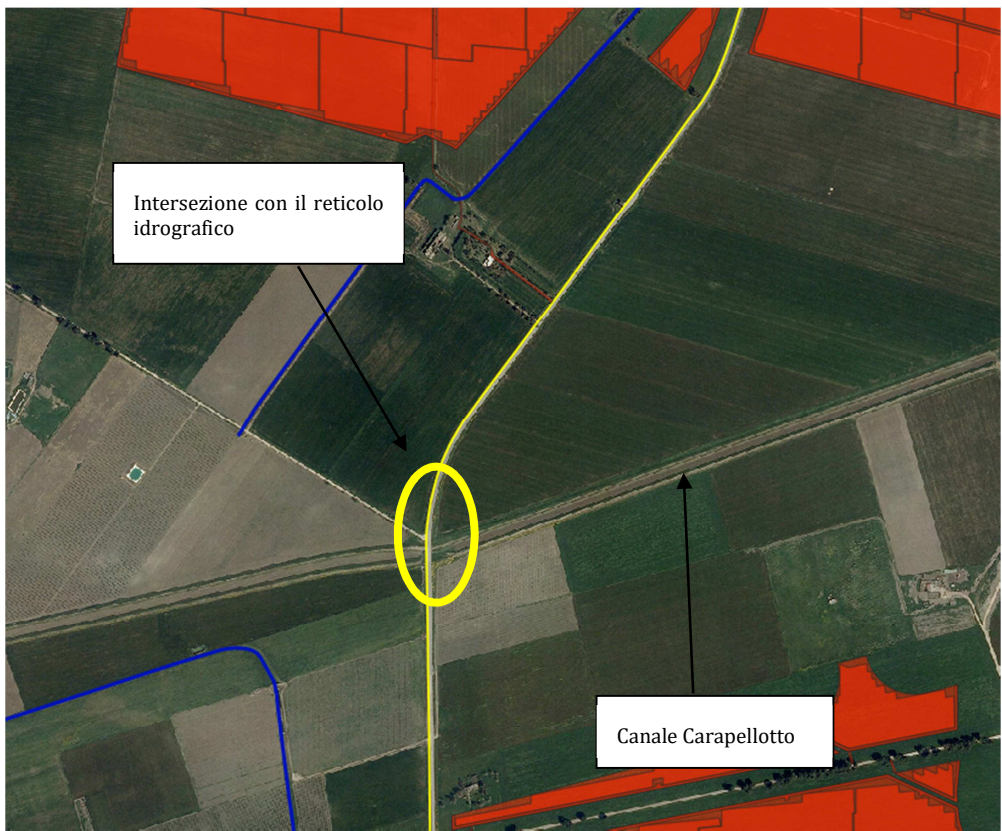
Le intersezioni del cavidotto con i reticoli idrografici sono 3: *Reticolo nord, Canale Carapellotto, Reticolo sud (Fosso Marana di Castello)*.



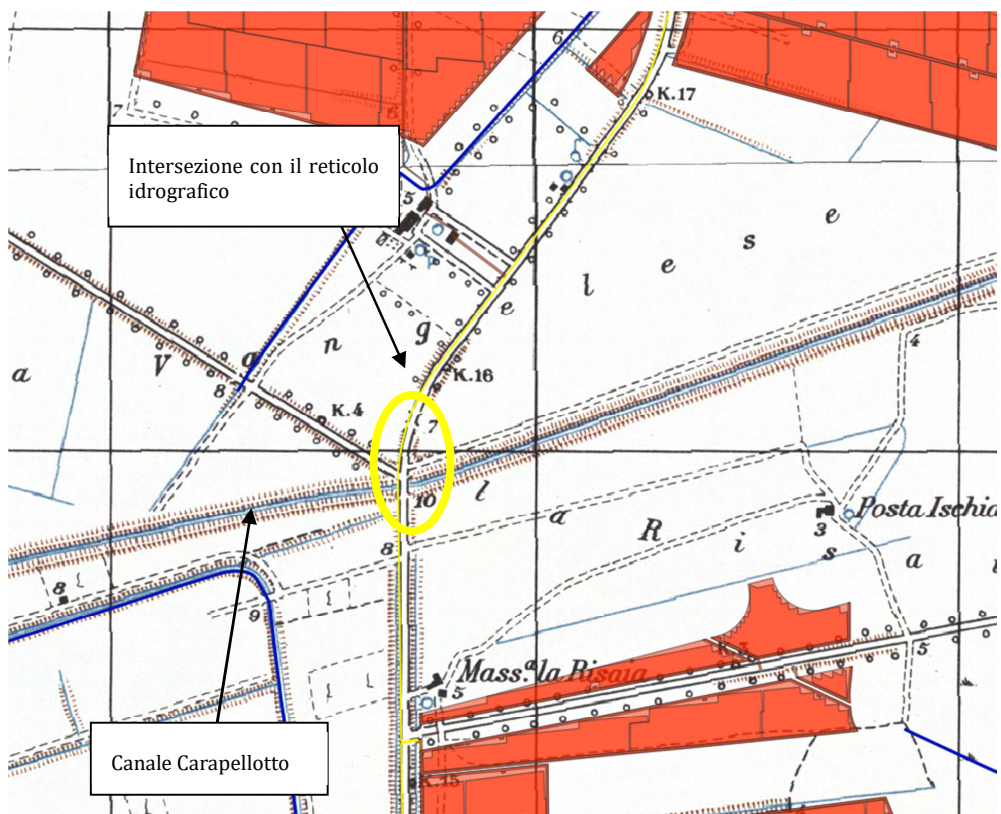
Rappresentazione su ortofoto delle intersezioni del cavidotto esterno con i reticoli idrografici.



Individuazione su ortofoto della prima intersezione del cavidotto esterno con il reticolo idrografico (nord).



Individuazione su ortofoto della seconda intersezione del cavidotto esterno con un reticolo idrografico (Canale Carapellotto).

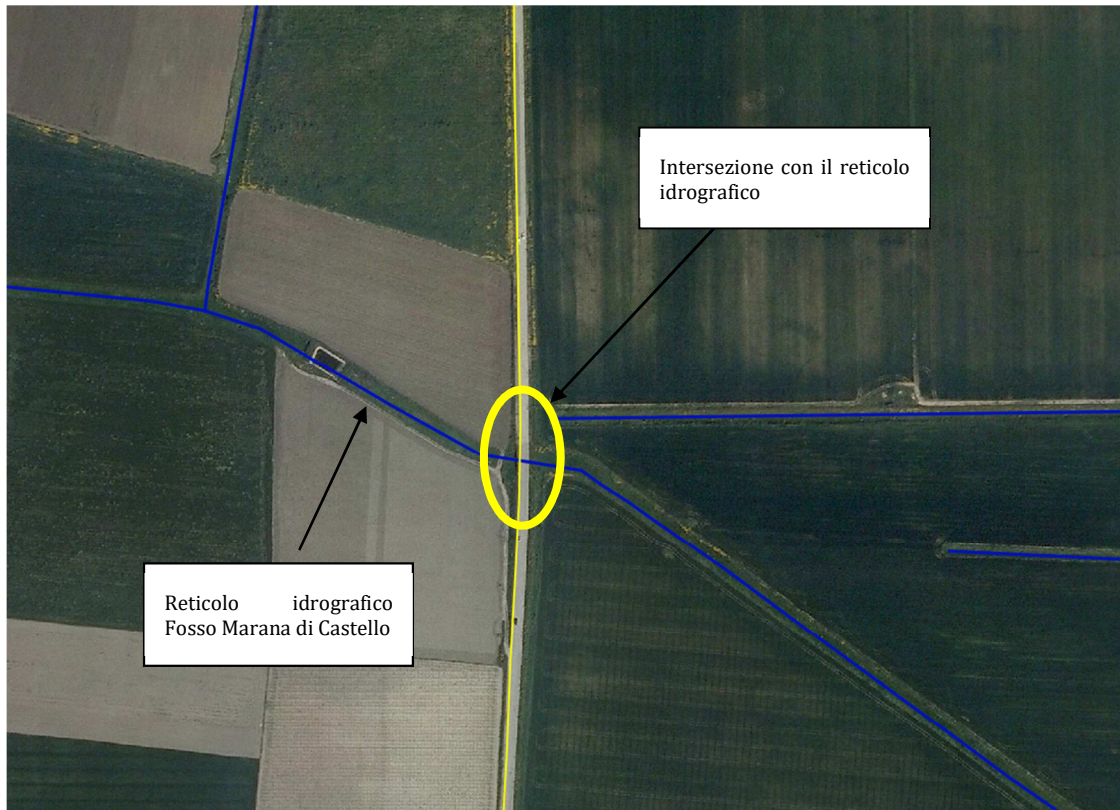


Individuazione su cartografia IGM in scala 1:25.000 della seconda intersezione del cavidotto esterno con un reticolo idrografico (Canale Carapellotto).

Il Canale Carapellotto è un canale scolmatore del Canale Carapelle, pertanto non ha un bacino tributario proprio ma veicola la portata scolmata dal torrente principale.

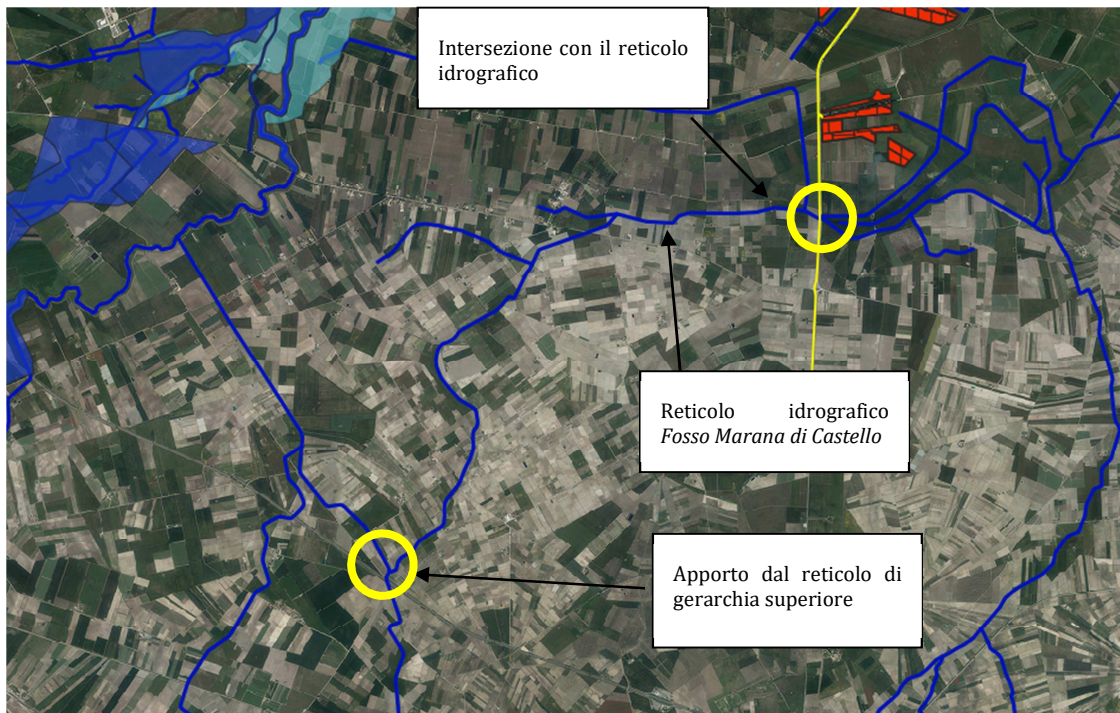
Il canale Carapellotto non è stato inserito come reticolo idrografico nella Carta idrogeomorfologica della Puglia. Nel presente studio si è comunque considerato come reticolo idrografico.

Le sue dimensioni e caratteristiche idrauliche fanno sì che è considerato il caso più cautelativo i cui risultati saranno estesi anche agli altri attraversamenti.



Individuazione su ortofoto della terza intersezione del cavidotto esterno con un Reticolo idrografico Fosso Marana di Castello (reticolo sud).

Il reticolo in esame, presenta un suo bacino tributario ma anche un apporto da un reticolo di gerarchia superiore che eventualmente scolma le acque in eccesso durante le piene



Rappresentazione dell'estensione del Reticolo idrografico (sud) .

In generale, l'intersezione con il reticolo idrografico (in assenza di aree a diversa pericolosità idraulica) è soggetta agli artt 6 e 10 delle NTA del PAI. Secondo il comma 4 dell'art 6 *“all'interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, possono essere consentiti l'ampliamento e la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino”*

Inoltre, secondo il comma 2 dell'art 10, *“all'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino Il cavidotto di collegamento, è previsto interrato”.*

La compatibilità dell'intersezione del cavidotto con il reticolo idrografico si ottiene progettando la posa del cavidotto ovvero presentare i seguenti requisiti:

- cavidotto interrato;
- cavidotto posizionato ad una profondità tale da non essere interessato dall'erosione del passaggio della piena bicentenaria;
- non modificare la morfologia dell'alveo;
- Non aumentare la pericolosità nelle zone contermini;

La posa del cavidotto, al fine di soddisfare tali requisiti sarà effettuata con tecnologia NO DIG (Directionale Drilling) che sarà esposta nella relazione idraulica.

Al fine di valutare la profondità di posa del cavidotto, invece, si calcoleranno le forse di erosione in particolare:

- Forse di erosione generalizzate (erosione diffusa all'interno del canale in condizioni di assenza di singolarità;
- Forze di erosione localizzate dovute a singolarità quali la presenza di pile del ponte in alveo.

Premesso che tutte le verifiche saranno esposte nella relazione idraulica, il cavidotto sarà posato:

- **lungo la banchina della strada ad una profondità di circa -1.00 m;**
- **nell'alveo, con tecnologia NO DIG, ad una profondità di circa -1.50 m** in grado di garantire un franco di sicurezza sull'escavazione massima che si potrebbe avere in caso di piena. Comunque previsto a valle dell'attraversamento dove l'erosione è minima.

Le verifiche dell'escavazione sono state effettuate sul reticolo avente una velocità maggiore (Canale Carapellotto) in quanto le forze di trascinamento ed erosione sono proporzionali da tale parametro, estendendo, a vantaggio di sicurezza i risultati anche agli altri attraversamenti.

Di seguito si espongono i parametri di progetto "idrologici" che hanno consentito le verifiche descritte nella relazione idraulica.

6.1 ANALISI MORFOLOGICA DEI BACINI TRIBUTARI ALLE SEZIONI DI INTERSEZIONE DEL CAVIDOTTO

Nel presente paragrafo viene effettuata un'analisi di consistenza dei reticoli interferenti in relazione alla morfologia della zona, individuando i bacini tributari.

L'approccio utilizzato per affrontare e risolvere le problematiche oggetto del presente studio contempla un'analisi a scala di bacino dei processi idrologici ed idraulici determinati dagli eventi meteorici estremi i cui effetti al suolo sono fortemente influenzati dallo stato dei luoghi, sia sotto l'aspetto della geomorfologia degli stessi sia dal punto di vista della loro destinazione d'uso.

Al fine di giungere a determinazioni che abbiano un riscontro in linea con la realtà dei luoghi è evidentemente necessario ricostruire, nella maniera quanto più dettagliata possibile, la conformazione dei luoghi che si andranno ad analizzare partendo da un esame a scala di bacino e via via aumentando sempre più il dettaglio dell'indagine.

Nel presente studio, al fine di ricavare un modello digitale quanto più dettagliato possibile, si è fatto riferimento ai seguenti dati cartografici disponibili:

- Cartografia IGM in scala 1:25000;
- Cartografia Tecnica in scala 1:5000;
- Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia;
- Ortofoto.
- Rilievo Lidar

La base di partenza per l'ottenimento dei bacini idrografici, grazie alle moderne tecnologie disponibili, è sicuramente il modello digitale del terreno. Quanto più il modello digitale del terreno approssima il reale andamento morfologico dei luoghi, tanto più simile alle situazioni reali saranno le situazioni determinate dall'analisi morfologica. Il livello di dettaglio del modello digitale del terreno è strettamente legato al tipo di "dato grezzo" di partenza ovvero maggiore è il livello di dettaglio della cartografia disponibile migliore sarà la qualità del modello digitale del terreno da essa derivato.

Il Modello Digitale del Terreno (DEM) è una rappresentazione tridimensionale georeferenziata della zona oggetto di studio.

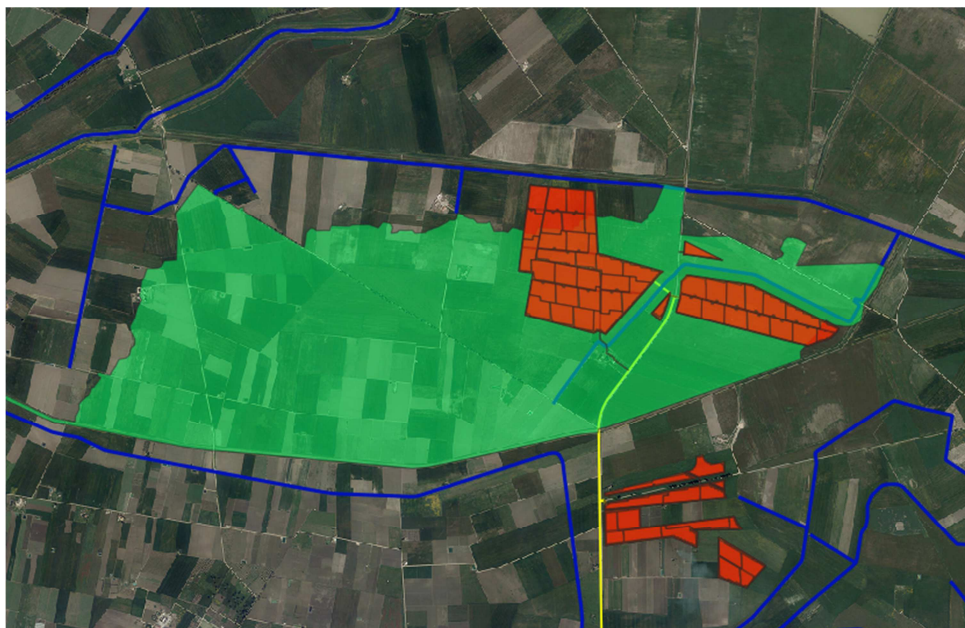
Nel caso in oggetto, il processo conoscitivo idrologico-idraulico della zona si è sviluppato nel seguente modo: è stato importato il DTM regionale in ambiente GIS, trasformandolo nella griglia matriciale (Grid) dove con particolari algoritmi di calcolo si sono determinate le linee preferenziali di deflusso e subito dopo il bacino scolante sotteso.

Nel caso in oggetto si è lavorato con celle di 5 - 8 m.

L'individuazione del bacino scolante costituisce un passaggio fondamentale al fine della determinazione delle portate. I parametri individuati da questo tipo di analisi costituiscono una parte dell'input dei modelli idrologici e idraulici applicati nel seguito. Per questo motivo è importante investire risorse sufficienti in modo da avere la maggiore certezza possibile sui risultati ottenuti.

La base dati principale sulla quale è basata l'analisi morfologica è rappresentata dal modello tridimensionale del terreno. Il modello del terreno, rappresentato nelle tre dimensioni, consente di effettuare valutazioni sull'altimetria dei luoghi, sulle pendenze, sul deflusso delle acque, ecc.; pertanto, maggiore è la precisione del modello, intesa anche come densità di punti disponibili, e più attendibili sono le valutazioni che si possono fare.

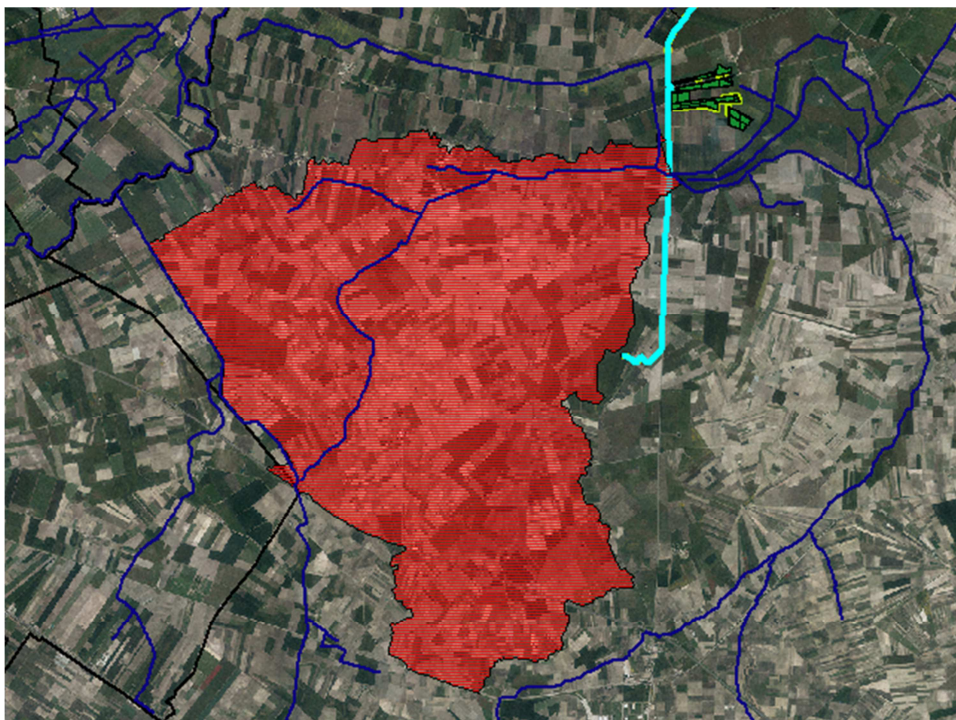
Dall'analisi del modello digitale del terreno, determinato attraverso l'applicazione di software di elaborazione tipo GIS così come descritto nel paragrafo precedente, è stato possibile determinare il bacino idrografico afferente alla sezione di chiusura tirata in corrispondenza del margine ultimo dell'intersezione e determinare le caratteristiche morfometriche di cui necessita l'elaborazione idrologica.



Bacino idrografico del reticolo nord.

Bacino reticolo nord	
A = Area di bacino [Kmq]	10.620
Hmax = H massima del bacino	22.730
H = H media del bacino [m]	7.570
H min = H minima del bacino [m]	2.790
Lp = Flowlength MAX [Km]	13.120
L = lungh. dell'asta princ. [Km]	11.808
im = Pendenza media del bacino [%]	1.010
ia = Pendenza media dell'asta principale [m]	0.002
Ha = H media dell'asta princ. [m]	7.570

Parametri morfometrici del Bacino idrografico del reticolo nord.



Bacino idrografico del reticolo sud (Fosso Marana di Castello).

Bacino reticolo sud	
A = Area di bacino [Kmq]	63.070
Hmax = H massima del bacino	115.270
H = H media del bacino [m]	46.360
H min = H minima del bacino [m]	3.370
Lp = Flowlength MAX [Km]	21.710
L = lungh. dell'asta princ. [Km]	19.539
im = Pendenza media del bacino [%]	1.000
ia = Pendenza media dell'asta principale [m]	1.610
Ha = H media dell'asta princ. [m]	46.360

Parametri morfometrici del Bacino idrografico del reticolo Marana di Castello.

Per quanto riguarda il bacino del Canale Carapellotto, così come il Canale Regina, essendo un canale scolmatore del Torrente Carapelle, ormai non più attivo, non possiede un suo bacino tributario.

Per quanto riguarda il cavidotto di collegamento, come già spiegato in precedenza si è scelto il bacino tributario più esteso per individuare le condizioni idrodinamiche più gravose al fine di verificare la sicurezza idraulica dell'intersezione del reticolo e soprattutto del rinterro adottato.

Tale "pacchetto" del rinterro sarà esteso a tutte le intersezioni del presente progetto indipendentemente dalla complessità dato che si è studiata la condizione peggiorativa.

In particolare l'analisi è stata effettuata sul canale Carapellotto ipotizzandolo attivo ovvero ipotizzandolo al colmo ovvero con la porta massima ivi transitabile.

Si precisa che il termine portata massima transitabile è a vantaggio di sicurezza in quanto, essendo il Carapellotto un canale di scolmamento, non risulta identificabile la portata

con la piena tr 200 anni. Calcolando invece la portata massima transitabile ci si assicura sempre di tenere in considerazione il valore della portata contenuta nell'alveo che potrebbe anche essere superiore a quello della portata bicentenaria, ma non inferiore.

Il reticolo nord presenta una sezione del canale e una pendenza longitudinale inferiore rispetto al canale Carapellotto, pertanto meno cautelativo.

Per quanto riguarda il reticolo sud (*Fosso Marana di Castello*), l'alveo è rivestito da massi ciclopici pertanto non rappresenta il caso più gravoso come invece potrebbe essere il reticolo nord e il canale Carapellotto che non hanno rivestimento al fondo.



Foto attraversamento della SP 77 con reticolo Sud rivestimento con massi ciclopici)

In tali condizioni la velocità e il tirante sono massimi così come le forze di erosione. Nella relazione idraulica sono illustrate le verifiche condotte.

7 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica è stata riportata per completezza di esposizione, in quanto richiesta dal Servizio energia e fonti alternative della Regione Puglia per conformità alle istruzioni tecniche (punto 4.2.4.) della Determinazione dirigenziale n°1/2011. In realtà l'analisi idrologica non è utile al presente studio di compatibilità in quanto NON si determinano le aree a diversa pericolosità idraulica bensì si evidenzia come il campo è all'esterno dei vincoli di salvaguardia di cui agli artt 6 e 10 delle NTA del PAI. L'unica verifica idraulica (calcolo dell'escavazione massima per l'attraversamento del cavidotto descritta nella Relazione idraulica) viene effettuata su una sezione ritenuta più significativa ipotizzando la massima portata transitante (a vantaggio di sicurezza) senza dover calcolare quella reale che potrebbe essere inferiore.

L'analisi idrologica comprende:

- l'indagine pluviometrica con determinazione delle curve di possibilità climatica in funzione dei tempi di ritorno considerati;
- l'indagine sulla capacità di deflusso dei suoli costituenti i bacini tributari;
- l'applicazione del modello afflussi –deflussi per la determinazione degli idrogrammi di piena e delle portate massime da inserire nei modelli idraulici.

7.1 INDAGINE PLUVIOMETRICA

Per l'analisi idrologica-pluviometrica, così come riportato nella normativa vigente sulla difesa del suolo, è possibile far riferimento allo studio sulla Valutazione delle Piene (VAPI) relativo alla Puglia effettuato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del CNR, conformemente al DPCM del 29.09.1998 e alla Relazione di Piano allegata al PAI approvato con delibera n.39 del 30/11/2005.

Nel VAPI l'analisi idrologica è basata sulla legge di distribuzione statistica TCEV (two components extreme value). (Rossi et al. 1984); la peculiarità di questo modello è quella di riuscire a considerare anche gli estremi idrologici, che sono di fatto gli eventi che inducono un livello di pericolosità più elevato, riconducendosi al prodotto di due funzioni di distribuzione di probabilità tipo Gumbel, una che riproduce l'andamento degli eventi ordinari e l'altra che riproduce l'andamento degli eventi eccezionali.

In questo studio viene effettuata una valutazione statistica condotta applicando le diverse funzioni di distribuzione di probabilità (fdp) oltre all'applicazione della metodologia VAPI.

L'analisi idrologica effettuata viene affrontata effettuando le seguenti valutazioni:

- Analisi pluviometrica;
- Applicazione dei modelli afflussi-deflussi;

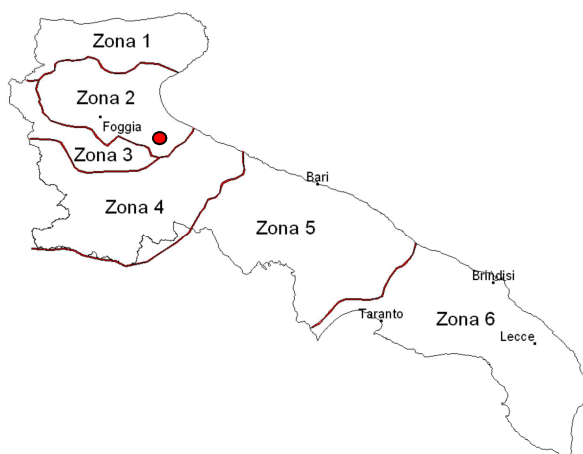
Al fine di stabilire gli idrogrammi di piena da utilizzare come input nei modelli di calcolo idraulico è necessario in prima battuta stabilire gli ietogrammi di pioggia da applicare ai modelli afflussi-deflussi per la determinazione delle portate di piena. Per questo motivo è necessario effettuare un'analisi statistica degli eventi piovosi verificatisi in passato, attraverso l'analisi di un campione significativo di dati storici, per poi determinare le Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) dalle quali si può estrapolare lo ietogramma di pioggia.

Per far fronte alle indicazioni dell'Autorità di Bacino della Puglia, in linea tra l'altro con la normativa nazionale, in questo studio viene confrontata la metodologia di analisi riportata nel VAPI Puglia che fa riferimento alla fdp Tcev precedentemente citata, e le analisi statistiche relative agli annali delle stazioni pluviometriche dei topoi di riferimento della zona con individuazione della fdp più aderente secondo il test statistico applicato.

Dal confronto sarà utilizzato la fdp più cautelativa relativamente alla sicurezza idraulica.

Come accennato in precedenza la metodologia VAPI si basa sulla funzione di distribuzione di probabilità denominata Tcev. La Tcev ha la caratteristica di conferire al modello idrologico maggiore flessibilità e capacità di adattamento alle serie di dati disponibili, tuttavia occorre disporre di una serie storica di dati sufficientemente lunga per non incorrere in errori di campionatura. Per ovviare a questo problema il GNDCI (che ha redatto il VAPI) ha messo a punto una procedura di regionalizzazione (Beran et al. 1986) che ha permesso di determinare i parametri della Tcev su tutto il territorio pugliese estendendo, in questo modo, la lunghezza delle serie storiche.

In Puglia la procedura di regionalizzazione ha individuato 6 zone omogenee la cui individuazione è rappresentata nella figura seguente.



Zone omogenee Vapi

Le relazioni che regolano ognuna delle sei zone sono le seguenti:

$$\begin{aligned} \text{Zona 1: } & x(t,z) = 26.8 t^{[(0.720+0.00503 z)/3.178]} \\ \text{Zona 2: } & x(t) = 22.23 t^{0.247} \\ \text{Zona 3: } & x(t,z) = 25.325 t^{[(0.0896+0.00531 z)/3.178]} \\ \text{Zona 4: } & x(t) = 24.70 t^{0.256} \\ \text{Zona 5: } & x(t,z) = 28.2 t^{[(0.628+0.0002 z)/3.178]} \\ \text{Zona 6: } & x(t,z) = 33.7 t^{[(0.488+0.0022 z)/3.178]} \end{aligned}$$

In particolare il bacino analizzato ricade nelle zona omogenea numero 2.

Pertanto, conformemente a quanto riportato nel DPCM 29/09/98 ed a quanto previsto dalla relazione di piano del PAI, si è provveduto a calcolare la CPP mediante l'applicazione della metodologia VaPi

Per i massimi annuali delle precipitazioni giornaliere, è stato quindi adottato il modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), che rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa variabile segua la legge di Poisson (Rossi e Versace, 1982; Rossi et al 1984). La teoria è contenuta nel *rapporto sintetico sulla Valutazione Piene redatto dal CNR-GNDCI*, a cui si rimanda per ogni opportuno approfondimento e confronto (<http://caronte.gndci.cs.cnr.it/GNDCI/rapporti/Bari.htm>)

L'area in oggetto si inquadra, nell'ambito delle aree pluviometriche omogenee individuate nel territorio regionale, in zona 2 pertanto l'equazione da applicare è la seguente:

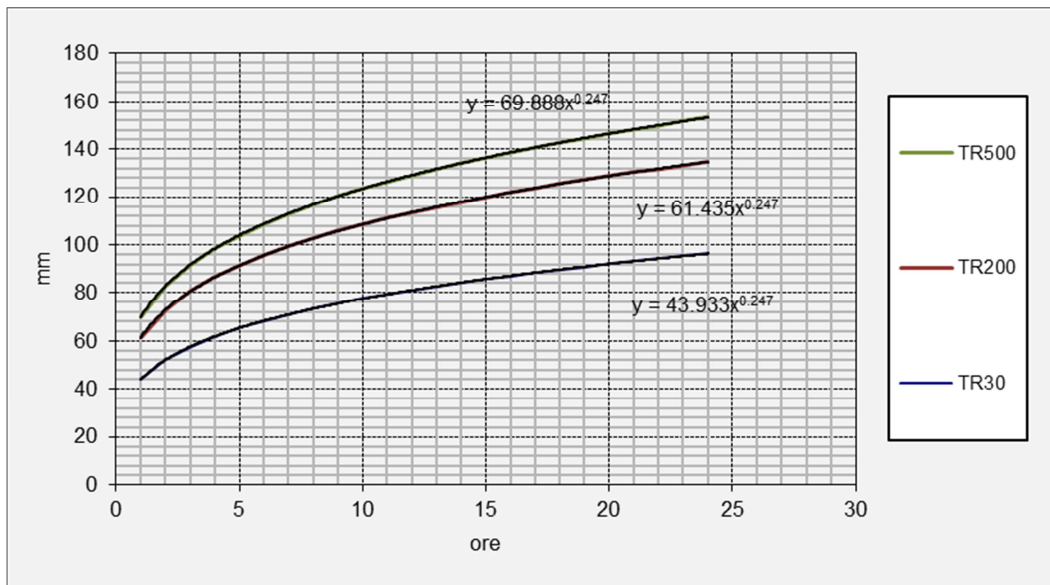
$$\text{Zona 2: } \quad x(t) = 22.23 t^{0.247}$$

Tale equazione consente di valutare le altezze critiche per i differenti intervalli di precipitazione e per i vari tempi di ritorno prescelti, in funzione del solo parametro della quota assoluta sul livello del mare.

Nello studio in oggetto si è determinata la c.p.p. inserendo la quota media del bacino totale.

Al valore così ottenuto, vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente al Fattore di Crescita KT (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), ed al Fattore di Riduzione Areale KA (funzione della superficie del bacino espressa in kmq, e della durata dell'evento di progetto espressa in ore).

Determinando i valori di x per piogge di durata variabile da 1 a 24 ore è possibile costruire le curva di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni per entrambe le zone omogenee.



Curva di possibilità pluviometrica con Tr di 30, 200 e 500 anni per la zona omogenea 2

I parametri a ed n della CPP per i diversi tempi di ritorno sono riportati nelle tabelle seguenti.

VAPI zona 2	a	n
TR30	43.93	0.25
TR200	61.43	0.25
TR500	69.88	0.25

Valori dei parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica relativa al bacino in oggetto della zona omogenea 4

Si specifica che l'analisi pluviometrica NON sarà applicata in quanto la verifica idraulica all'erosione sarà effettuata ipotizzando la portata massima transitante nella sezione di indagine.

7.2 VALUTAZIONE DURATA DELL'EVENTO PLUVIOMETRICO

La durata dell'evento pluviometrico dipende dal bacino tributario in questione.

Il bacino del Torrente Marana di Castello, esteso per 62 kmq presenta una durata critica pari a **5.78 h**.

Invece per il Torrente Carapellotto (per il quale è stata fatta l'analisi all'escavazione) non si può stimare in quanto dipendente dall'esondazione del torrente Carapelle.

7.3 VALUTAZIONE PIOGGIA EFFICACE

La pioggia efficace si deduce dall'analisi della capacità di deflusso dei suoli che viene effettuata secondo il

Il parametro CN è denominato Curve Number esso indica l'attitudine del bacino a produrre deflusso e si stima sulla base delle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale. La stima del CN si effettua determinando il gruppo idrologico di appartenenza e, all'interno di ciascun gruppo, valutando la copertura d'uso del suolo; alle sottoclassi così determinate viene associato un valore di CN.

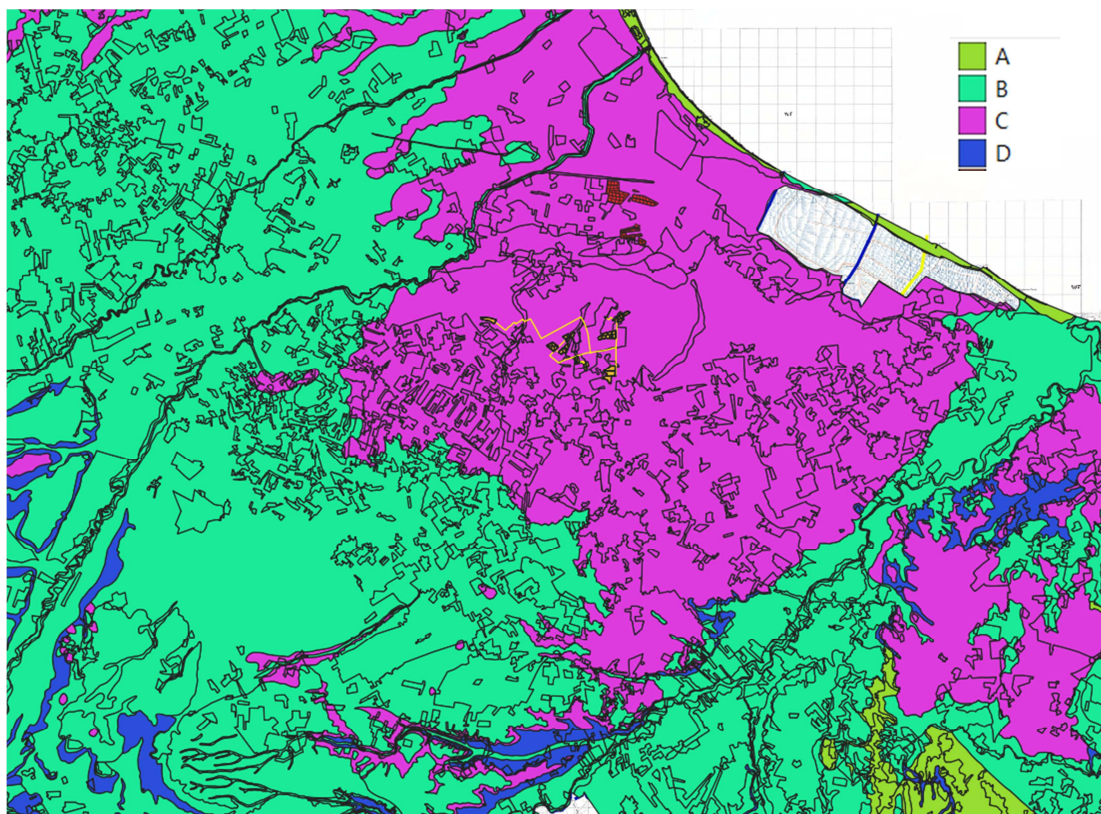
I valori del CN, quindi, rappresentano la capacità di risposta, in termini di infiltrazione e ruscellamento a fronte di un evento di pioggia, del bacino analizzato. Le caratteristiche geolitologiche sono state determinate facendo riferimento alla carta dei suoli redatta dall'IRSA CNR in scala 1:100.000, ed è stato possibile caratterizzare i suoli dal punto di vista della permeabilità secondo la classificazione SCS.

In sintesi

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

Gruppi geolitologici

Dalla cartografia geologica in scala 1:100.000 si possono distinguere la classe dei suoli secondo Horton.

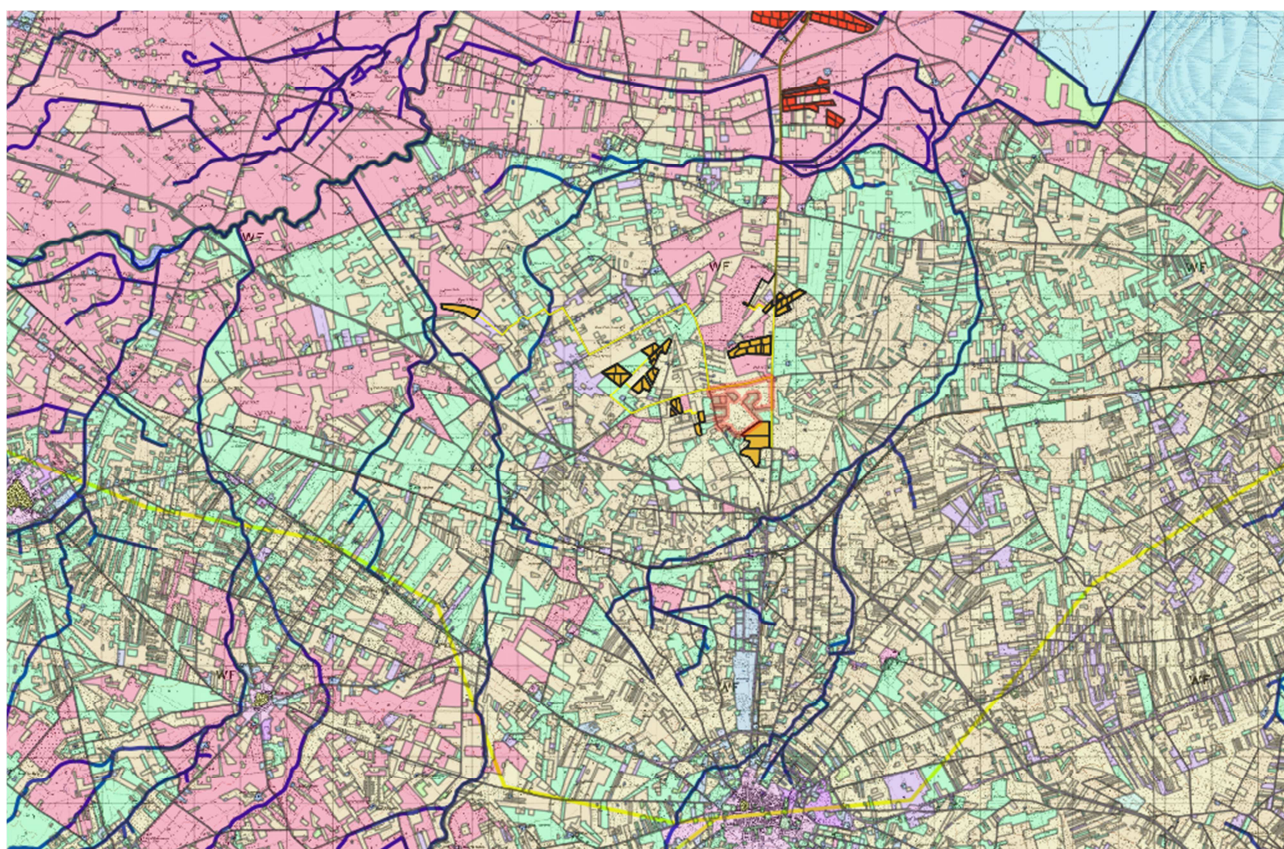


Classificazione dei suoli (magenta zona C, verde zona B)

Nell’ambito delle differenti classi di permeabilità così individuate, attraverso un calcolo ponderale basato sui dati acquisiti dalla carta dell’uso del suolo, si distinguono e si individuano le classi di CN per ogni sottobacino analizzato. Nel caso in esame, come carta di uso del suolo, si è fatto riferimento allo studio ACLA condotto dal CHIEAM-BARI in cui sono state individuate le seguenti classi alle quali sono stati associati i parametri di CN riscontrati in letteratura scientifica.

Uso del Suolo	A	B	C	D
<ul style="list-style-type: none"> • Aree agricole con presenza di spazi naturali • Seminativi in aree non irrigue • Vigneti non irrigui • Colture temporanee associate a colture permanenti • Frutteti e frutti minori non irrigui 	62	71	78	81
Aree Urbane	92	92	92	92
Area residenziale	77	85	90	92
Bacini d’acqua	100	100	100	100

<ul style="list-style-type: none"> • Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo • Colture orticole a ciclo estivo autunnale/primaverile • Colture orticole a ciclo primaverile-estivo • Frutteti e frutteti minori irrigui • Oliveti irrigui • Sistemi colturali e particellari complessi • Vigneti irrigui • Sistemi colturali e particellari complessi • Vigneti irrigui 	72	81	88	91
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Zone Boscate	45	66	77	83



Uso del suolo dei terreni

Dall'analisi delle mappe dell'uso del suolo, si evince che i terreni risultano prettamente seminativi in aree non irrigue e oliveti.

Il CN II risulta pari a 78.

Poiché lo studio è rivolto al calcolo delle portate di piena e considerato che in occasione di queste ultime è fondamentale la condizione di imbibimento del terreno, il metodo SCS-CN fa riferimento a tre diverse situazioni di umidità antecedenti all'evento considerato:

Classe AMC	Precipitazioni nei dieci giorni precedenti (mm)
I (Terreno secco)	$0 < P < 50$
II (Umidità media)	$50 < P < 110$
III (Terreno da mediamente umido a saturo)	$P > 110$

classi AMC (Antecedent Moisture Conditions)

I valori di CN corrispondenti alle classi AMCI e AMCIII si determinano dal valore del CN relativo alla classe AMCII applicando le seguenti relazioni:

$$FI = 0,3 + 0,00636CN \quad \text{valida per} \quad 20 \leq CN \leq 95$$

$$FIII = 3,4212 - 1,1999 \log CN$$

Per le valutazioni idrologiche, che verranno descritte più avanti nel dettaglio, si anticipa che si farà riferimento ad una condizione di imbibizione del suolo nel periodo antecedente l'evento di tipo umido-saturo, pertanto al CN3.

Per tutti i bacini il valore del CN III risulta pari a 89.77

Il coefficiente di deflusso, per le condizioni del CN III per le aree in questione risulta pari a circa 0.7

7.4 STIMA DEL PICCO DI PIENA

7.4.1 METODO SCS

Il metodo SCS trova ormai larga diffusione nell'ambito delle applicazioni tecniche di questo tipo per qualunque tipologia di bacino ed è ampiamente diffuso anche in Italia. Il metodo consente sia la semplice valutazione del volume della piena, o della sua portata al colmo, sia la ricostruzione dell'idrogramma. La stima dell'idrogramma di piena generato da un bacino, a seguito di una determinata precipitazione caratteristica, avviene attraverso l'analisi geomorfologica e di uso del suolo del bacino; l'idrogramma di piena viene valutato attraverso la preventiva acquisizione di diversi parametri tra cui quelli elencati nel seguito:

- CN (Curve Number);
- S grado di saturazione del terreno;
- IA (Initial Abstraction), grado di assorbimento iniziale del terreno;
- AMC (Antecedent Moisture Condition), grado di imbibizione precedente l'evento;
- TI (Time Lag), tempo di ritardo tra il centro del pluviogramma e quello dell'idrogramma;
- RL (Reach Lag), tempo impiegato dall'onda di piena per il trasferimento attraverso l'asta.

La metodologia si basa sull'ipotesi che sia sempre valida la seguente relazione:

$$\frac{V}{P_n} = \frac{W}{S}$$

con :

- V = volume di deflusso;
- W = volume idrico realmente invasato nel suolo;
- Pn = Pioggia netta = V + W;
- S = volume massimo che il suolo può immagazzinare.

La pioggia netta si può determinare sottraendo alla precipitazione totale (P) il parametro Ia che tiene conto dell'accumulo di volumi idrici in superficie, dell'infiltrazione iniziale e superficiale nel suolo e dell'intercettazione operata dalla copertura vegetale.

Sostituendo il valore di W = Pn – V si ottiene:

$$V = \frac{Pn^2}{Pn + S}$$

In linea generale il valore di Ia può essere assunto, come è stato fatto per il presente studio secondo le indicazioni dell' SCS, pari a: Ia = 0,2 S (valore normalmente utilizzato dall'Autorità di Bacino della Puglia)

Tenendo conto che Pn = P – Ia , il volume di deflusso V può essere ricavato dalla seguente relazione:

$$V = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)}$$

L'applicazione della formula suddetta presuppone la conoscenza della precipitazione totale P, la stima del massimo volume di invaso S del suolo che, teoricamente, può assumere tutti i valori positivi compresi tra 0 (superficie impermeabile) e infinito (nessuna formazione del deflusso superficiale).

La valutazione di S viene effettuata con l'ausilio della relazione seguente:

$$S = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Il parametro CN è denominato Curve Number esso indica l'attitudine del bacino a produrre deflusso e si stima sulla base delle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale. La stima del CN (il cui valore varia tra 0 a 100) si effettua determinando il gruppo idrologico di appartenenza e, all'interno di ciascun gruppo, valutando la copertura d'uso del suolo; alle sottoclassi così determinate viene associato un valore di CN.

Per il calcolo della portata al colmo (Q) si considera un idrogramma approssimato di forma triangolare che ha una fase crescente di durata "Ta" (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento "Te" (tempo di esaurimento).

Il volume risulta

$$V = \frac{Q}{2} \cdot (T_a + T_e) = \frac{Q}{2} T_p$$

Avendo indicato Tb (durata dell'evento di piena) = Ta + Te. Poiché è stato stabilito sperimentalmente che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico che è pari al 37,50%, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0.375 volte la durata dell'evento.

$$T_b = 2.67 T_a .$$

Esprimendo il volume di deflusso V in mm, il tempo Ta in ore, L'area del Bacino "A" in km, la portata al picco di piena (Q) è generalmente stimabile applicando la seguente relazione:

$$Q = 0,208 \left(\frac{VA}{T_a} \right)$$

La determinazione di Ta, nell'ipotesi di intensità costante di durata Tp e indicando con TL il tempo di ritardo (distanza tra il baricentro dello ietogramma e il picco dell'idrogramma triangolare) si effettua con la seguente relazione

$$T_a = 0,5 T_p + T_L \text{ (tempo di accumulo)}$$

Tp = tempo di pioggia;

Il tempo di ritardo “TL” Time lag si può calcolare con la formula di Mokus

$$T_L = 0,342 \left(\frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \right) * \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

Dove s = pendenza media del bacino tributario

Per quanto riguarda il Bacino del Torrente *Marana di Castello* , la portata massima risulta pari a 67.27 mc/s

Per quanto riguarda il Torrente Carapellotto (oggetto di approfondimento idraulico) la portata è stata stimata quella massima transitante a sezione piena a vantaggio di sicurezza anche nei confronti dell’escavazione delle pile del ponte.

Tale portata risulta essere pari a 110 mc/ (>> 67.27 mc/s del Torrente Marana di Castello)

7.4.2 METODO RAZIONALE

Come richiesto dal Servizio energia e fonti alternative della Regione Puglia per conformità alle istruzioni tecniche (punto 4.2.4.) della Determinazione dirigenziale n°1/2011, si è stimata la stessa portata con il metodo RAZIONALE.

Adottando le formulazioni di letteratura tecnica (Giandotti, Viparelli e Kirpich) si otengono i seguenti risultati:

Parametri del bacino				Riduzione Areale				Tempo di corrivazione			
AREA BACINO	A [kmq] =	63.07									
LUNGHEZZA ASTA	L [km] =	19.54									
QUOTA MAX	Z _{max} [m] =	115.27		Giandotti	0.668			Giandotti	tc [ore] =	11.213	
QUOTA MIN	Z _{min} [m] =	3.37		Viparelli:	0.610			Viparelli:	tc [ore] =	5.428	
QUOTA MED	Z _{media} [m] =	46.36		Kirpich	0.609			Kirpich	tc [ore] =	5.394	
DISLIVELLO MED	H _{medio} [m] =	59.32									
VELOCITA'	v [m/sec] =	1.00 m/sec		Media	0.634			Media	tc [ore] =	7.345	
Coefficiente di deflusso				Tr	a	n					
0.260				200	61.4349	0.2470					
Giandotti				Viparelli				kirpich			
tc	h	ic	Q	tc	h	ic	Q	tc	h	ic	Q
11.21	111.61	9.95	45.34	5.43	93.30	17.19	78.30	5.39	93.15	17.27	78.66

La media della portata calcolata con le formulazioni riportate risulta pari a 67.43 mc/ comparabile con quella calcolata con il metodo del CN nel paragrafo precedente.