

Comuni di Castellaneta e Laterza



Provincia di Taranto

Progetto per l'attuazione del
Green Deal Europeo approvato l' 11.12.2019:
**“INTERVENTO AGROVOLTAICO IN
SINERGIA FRA PRODUZIONE
AGRICOLA ED ENERGETICA CON
CREAZIONE DI OASI DI PROTEZIONE
PER LA BIODIVERSITA' ANIMALE E
VEGETALE“**

Sito in agro di Castellaneta e Laterza (TA)
Denominazione “GOBETTO SOLARE“
Potenza elettrica: DC 55,624 MWp – AC 48,200 MW
(Rif. Normativo: D.Lgs 387/2003 – L.R. 25/2012)

Proponente:

Gobetto Solare S.r.l.

Via Caradosso, 9 - MILANO



del gruppo:

5X94018_Relazioneidrologica

RELAZIONE IDROLOGICA

Progettazione a cura:

SEROS INVEST ENERGY

c.da Lobia, 40 – 72100 BRINDISI

email infoserosinvest@gmail.com

P.IVA 02227090749

Consulente:

Ing. Luca GIANANTONIO

Iscr. n° 2703 Albo degli Ingegneri della Prov. Di Taranto

luca.gianantonio@pec.it

lucagiana74@gmail.com

Sommario

PREMESSA.....	2
ASPETTI GEOMORFOLOGICI DEL TERRITORIO E ELEMENTI DEL PAI.....	4
Interferenze tra cavidotti e aste idrografiche	13
Localizzazione degli attraversamenti.....	14
INQUADRAMENTO CLIMATICO.....	16
ANALISI IDROLOGICA	18
Determinazione del Coefficiente di afflusso	24
Determinazione del Tempo di Corrivazione	26
Determinazione dei massimi valori di portata critica	26

PREMESSA

Nel seguito si indagano le caratteristiche idrologiche di un sito dedicato ad un progetto di *“azione congiunta e sinergica fra reddito agrario e reddito energetico, ossia la possibilità di far coesistere l’attività agricola con la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile senza far prevalere una sull’altra e, principalmente, senza alterare la destinazione e l’uso del suolo”*. La società “Gobetto Solare S.r.l.” con sede legale in Milano, intende realizzare, in un sito di circa 133 ettari, alcuni campi fotovoltaici nonché una **“OASI DI PROTEZIONE”** sia per l’annidamento e l’insediamento di fauna terrestre ed avifauna (competitori naturali dei parassiti delle piante), sia per la creazione e l’implementazione di biodiversità vegetale, nel rispetto delle indicazioni approvate dal Parlamento Europeo in data 11.12.2019, denominato “Green Deal Europeo”. L’intervento di progetto avrà le seguenti caratteristiche:

- avverrà all’interno di un perimetro recintato schermato con siepi, alberi ed aree a coltivo;
- l’attività agricola continuerà ad essere regolarmente svolta mantenendo le colture prevalenti a foraggio e la ciclicità delle colture stesse;
- si attuerà con l’installazione di strutture di sostegno e di pannelli fotovoltaici la cui altezza da terra consentirà lo svolgimento dell’attività agricola;
- sarà collegato ad un “punto di connessione” alla rete elettrica TERNA ad Alta Tensione.

La presente iniziativa si inserisce nel solco che ormai tutta la normativa comunitaria, nazionale e regionale ha tracciato in merito alla necessità di ricorrere alla massima produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con il fine di raggiungere, all’anno 2050, la neutralità energetica grazie alla dismissione dei combustibili fossili e cercare, così, di contrastare il fenomeno, purtroppo ormai in atto, del Cambiamento Climatico; il tutto garantendo uno Sviluppo Sostenibile con adeguati livelli occupazionali ed eliminando il forte impatto ambientale, per inquinamento del suolo, del sottosuolo e delle falde sotterranee derivante dallo svolgimento dell’agricoltura tradizionale.

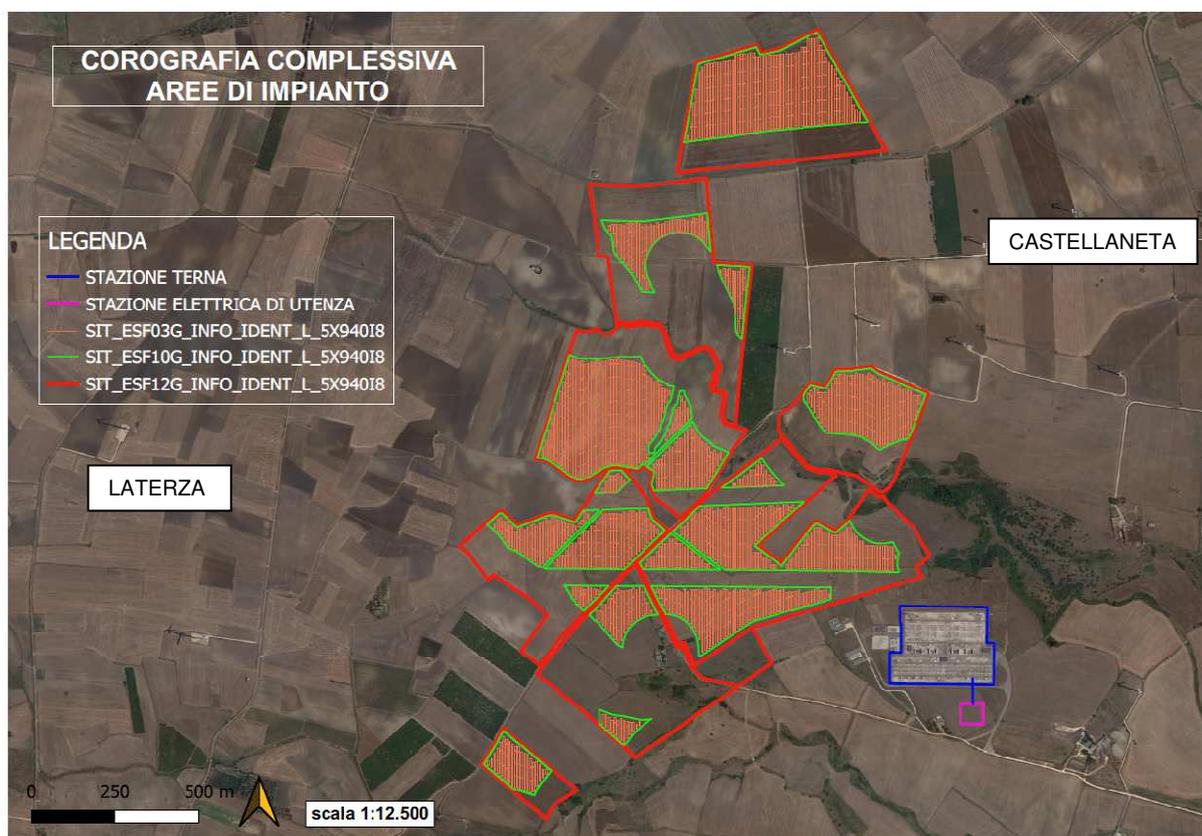
L’intervento impiantistico viene proposto in agro dei Comuni di Castellaneta (TA) e di Laterza (TA), all’interno di terreni nella disponibilità della società proponente quale proprietaria superficiaria. La superficie complessiva ammonta a **133,52 ettari**. L’area di impianto è racchiusa nel reticolo di strade:

- Della S.P. 22 a Nord;
- Della S.P. 20 ad Ovest;
- Della S.S. 7 a Sud;

- Della S.P. 23 ad Est.

Le Coordinate Geografiche corrispondenti al centro della proprietà sono: **Latitudine** 40° 40' 17.64" N e **Longitudine** 16° 50' 31.25" E. Le distanze in linea d'aria del sito d'impianto dai perimetri urbani dei due Comuni sono:

7,5 km da Castellaneta; 3,6 km da Laterza.



Con la realizzazione dell'impianto Agrovoltaiico, denominato "TERRUSI", si intende continuare a coltivare regolarmente i terreni a foraggio ed a produrre contestualmente energia elettrica mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole, dimostrando la reale possibilità di conciliare entrambe le attività economiche fra di loro e fra queste e la salvaguardia dell'ambiente.

Uno degli obiettivi primari di tale tipo di iniziativa consiste nella diversificazione del reddito da terreni agricoli, al fine di ridurre il fenomeno dell'abbandono delle attività di coltivazione. L'abbandono delle campagne ha risvolti economici e sociali ma ha particolare attinenza anche con l'argomento trattato nella presente indagine; gli utenti dei lotti agricoli rappresentano il primo presidio per la efficienza di reticoli di drenaggio e di bonifica e per la conservazione in buono stato degli alvei naturali; salvaguardare la presenza umana nelle aree agricole può avere, quindi, degli effetti sul regime idraulico caratteristico del territorio.

ASPETTI GEOMORFOLOGICI DEL TERRITORIO E ELEMENTI DEL PAI

Una descrizione appropriata della morfologia del sito e degli aspetti geologici e idrogeologici, è fornita dal Rapporto Ambientale di Valutazione Strategica del Piano Urbanistico Generale del Comune di Laterza, consultabile sul portale istituzionale dell'Ente e del quale si riportano alcuni stralci:

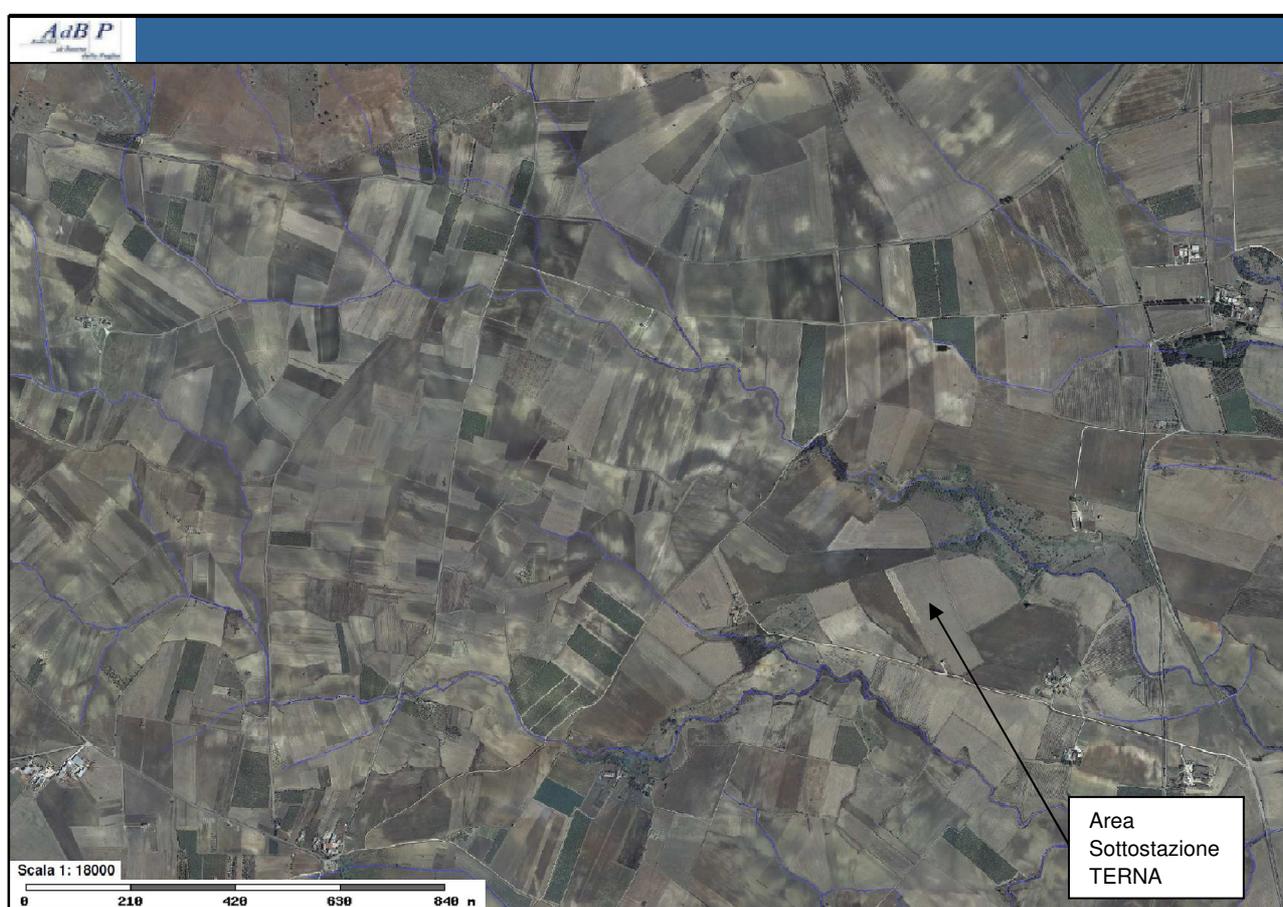
Il paesaggio è quello tipico della zona delle Murge che degrada verso la piana costiera dell'arco jonico tarantino. La disarticolazione della piattaforma carbonatica pugliese, con un complesso sistema di faglie, originate da sforzi di compressione, ha dislocato in vario modo gli strati, permettendo la corrispondenza tra tettonica e morfologia. I rilievi calcarei presenti coincidono con gli alti strutturali e le superfici pianeggianti con aree depresse, colmate dalla deposizione dei sedimenti calcarenitici ed argillosi. I calcari sono piegati in blande ondulazioni, con generale immersione degli strati verso nord-ovest, e si mostrano interessati da un sistema di faglie dirette, di età pleistocenica, a prevalente andamento NW-SE. In complesso il paesaggio mostra le tipiche forme delle coste di sollevamento, con ampie superfici pianeggianti situate a varie altezze sul livello del mare. Alle quote altimetriche più elevate affiorano i calcari. I depositi calcarenitici, sabbiosi ed argillosi, che si rinvencono alle quote più basse, risultano interessati da fenomeni di sollevamento in blocco; non si rilevano infatti pieghe e/o faglie. Quanto detto è il risultato delle forze orogenetiche che hanno permesso il sollevamento, a scatti, in epoche recenti dal punto di vista geologico, di questa parte della regione. Si è infatti in presenza di superfici di abrasione marina, terrazzate, digradanti ed interrotte da scarpate, che costituiscono le antiche linee di costa, pressoché parallele a quella

attuale. La morfologia dell'area è molto influenzata dall'azione delle acque meteoriche che hanno inciso sia il basamento calcareo che i sovrastanti sedimenti plio-pleistocenici favorendo le formazioni denominate gravine. Il settore che sarà interessato dall'intervento in progetto si mostra con una superficie degradante prevalentemente verso meridione, caratterizzato dall'affioramento del basamento calcareo, oggetto di fenomeni carsici, ricoperto da una coltre di depositi di materiali residuali (terra rossa), di spessore alquanto variabile.



Il territorio è caratterizzato per lo più dall'affioramento di rocce calcaree, dotate di permeabilità soprattutto per fessurazione ed in subordine per carsismo. Le acque di precipitazione meteorica, quando non vengono assorbite, sono drenate dalla viabilità e dalle naturali linee di deflusso esistenti, costituite da piccole depressioni e incisioni che confluiscono nelle gravine, che permettono il rapido allontanamento delle stesse.

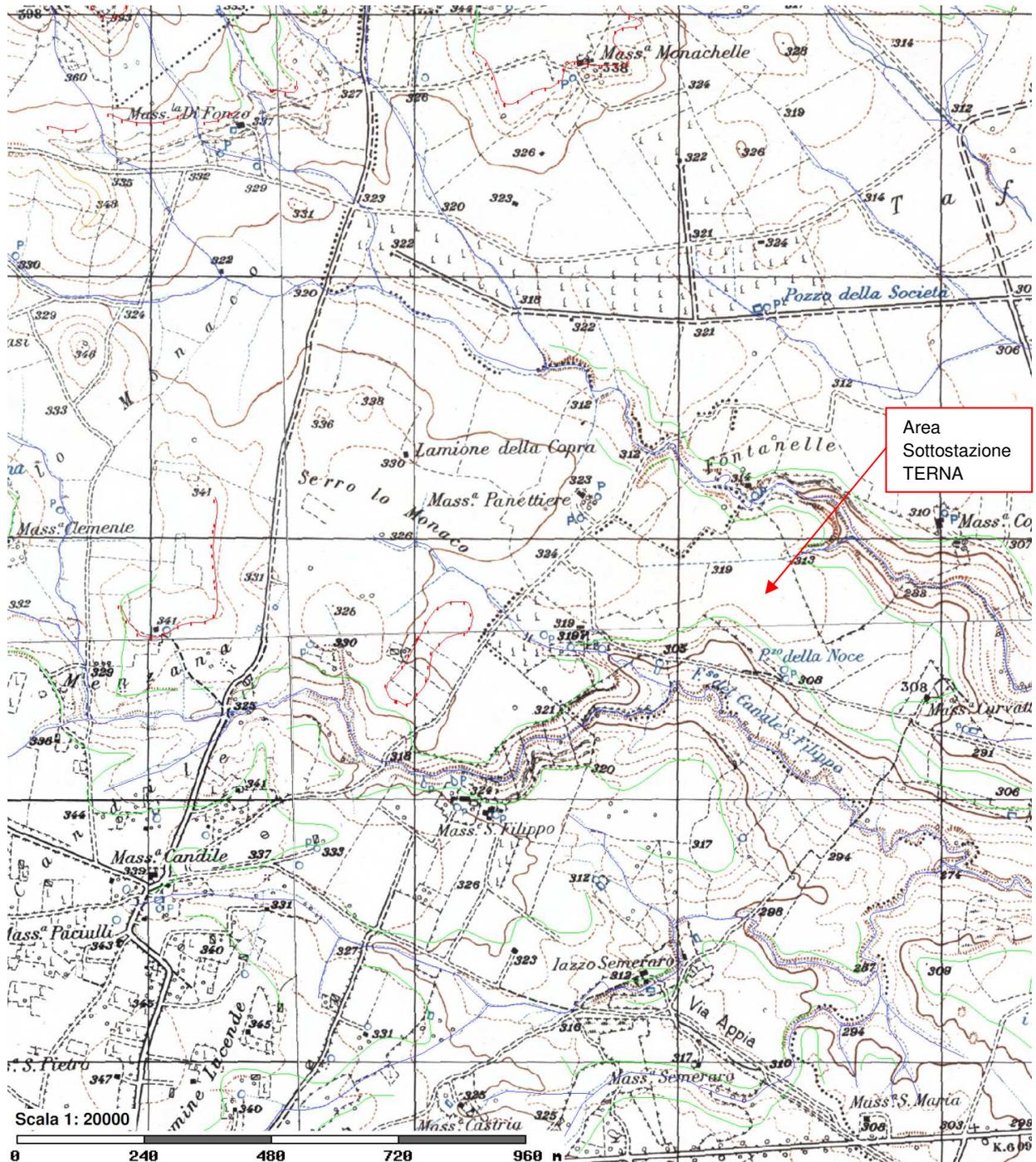
Il grado di permeabilità, per i termini lapidei che si rinvencono, è legato al numero ed alle dimensioni delle discontinuità, sia primarie che secondarie. Dal punto di vista idrologico, secondo la carta idrogeomorfologica della regione Puglia, l'area in esame è lambita da un reticolo idrografico sporadico con acque che scorrono da nord ovest a sud - sud est.



Dal punto di vista idrogeologico il sito è caratterizzato dalla presenza di un acquifero, con sede nelle rocce carbonatiche mesozoiche, sostenuto dall'acqua marina di invasione continentale. I tipi litologici appartenenti alla Formazione del Calcere di Altamura, a causa delle discontinuità che la caratterizzano, sia primarie che secondarie, presenta un valore della permeabilità variabile, ma compreso tra 10 e 10^4 cm/s. Infatti il reticolo idrografico superficiale risulta più significativo e gerarchizzato in corrispondenza degli areali caratterizzati da una minore permeabilità che limita di fatto l'infiltrazione nel sottosuolo; di contro ove questa è più attiva, per un maggiore

permeabilità del sottosuolo, si ha una idrografia superficiale meno sviluppata, caratterizzata dalla presenza di profonde incisioni carsiche ('gravine'), ove si verificano episodici ruscellamenti in occasione di intense precipitazioni.

In relazione al Piano di Assetto idrogeologico, nel sito di intervento si individua una serie di "tronchi" di asta idrografica afferenti un reticolo montano che drena nel Canale S.Filippo e nel Canale Iummo, a sua volta collegato alla gravina di Castellaneta. Non si individuano "perimetrazioni" per pericolosità idraulica o geomorfologica



Stralcio della Carta Idrogeomorfologica su base IGM 1:25000

La Carta Idrogeomorfologica mostra la presenza dei reticoli idrografici che solcano il sito, di “cigli e ripe” di sponda laddove gli impluvi naturali assumono l’aspetto di gravine e di qualche caso di “orlo di scarpata delimitante forme semispianate”. Non si individuano forme carsiche quali inghiottitoi, voragini o doline né recapiti finali di bacino endoreico. Gli unici elementi interferenti con le aree di progetto sono due tronchi di altrettante aste idrografiche individuate nella Carta.

Il Piano di Bacino Stralcio per l’Assetto Idrogeologico, redatto dalla ex Autorità di Bacino della Regione Puglia ed approvato in data 30/11/2005, si intende come strumento di governo su scala di bacino idrografico e si configura quale documento di carattere conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate le azioni e le norme d’uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

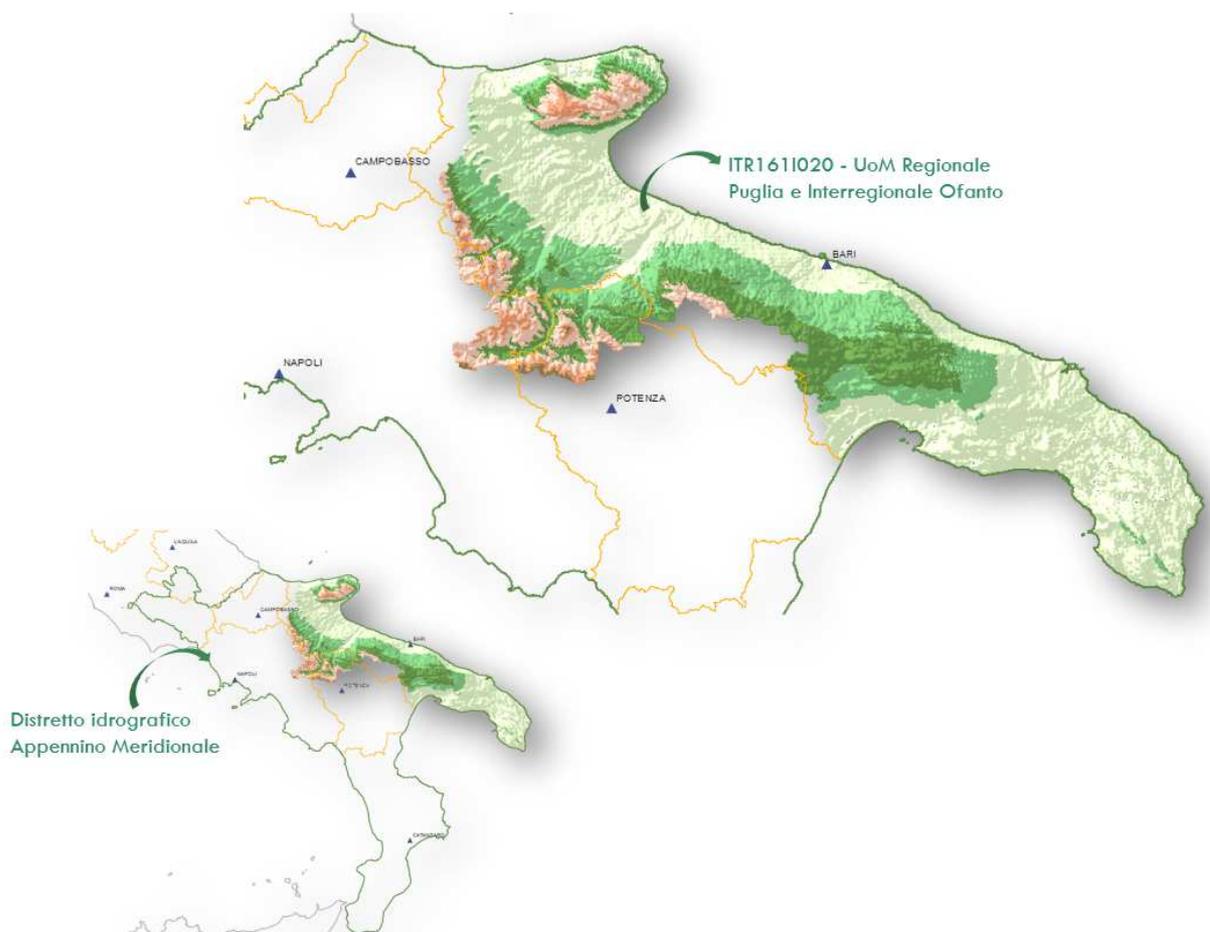
Il PAI della Regione Puglia si pone come obiettivo immediato la redazione di un quadro conoscitivo generale dell’intero territorio di competenza dell’Autorità di Bacino, in termini di inquadramento delle caratteristiche morfologiche, geologiche ed idrologiche. Nel contempo viene effettuata un’analisi storica degli eventi critici (frane ed alluvioni) che consente di individuare le aree soggette a dissesto idrogeologico, per le quali è già possibile una prima valutazione del rischio.

Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Ai sensi dell’art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs. 152/2006, come modificato dall’art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici tra i quali quello dell’Appennino Meridionale, comprendente il bacino idrografico della Puglia.

Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti. Con il DPCM del 4 aprile 2018 (pubblicato su G.U. n. 135 del 13/06/2018) - emanato ai sensi dell’art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006 - è stata infine data definitiva operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalla ex Autorità di Bacino della Puglia, in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela qualitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex AdB della Regione Puglia ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico.



Il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico costituisce uno strumento di pianificazione, per tale motivo si è ritenuto opportuno impostare l'intero impianto normativo sulla pericolosità idrogeologica piuttosto che sul rischio. Ciò nondimeno nell'ambito del PAI vengono individuate le aree soggette a rischio idrogeologico, in

quanto si ritiene che tale individuazione sia indispensabile per la programmazione degli interventi per la mitigazione del rischio ed in particolare per stabilirne la priorità sia che si tratti di interventi strutturali che non strutturali, quali Piani di Protezione Civile e Misure di Salvaguardia.

Il rischio idrogeologico è una grandezza che mette in relazione la pericolosità, intesa come caratteristica di un territorio che lo rende vulnerabile a fenomeni di dissesto (frane, alluvioni, etc) e la presenza sul territorio di beni in termini di vite umane e di insediamenti urbani, industriali, infrastrutture, beni storici, artistici, ambientali, etc. I criteri per la definizione e la perimetrazione delle aree a pericolosità idrogeologica si rifanno a specifiche metodologie in rapporto agli eventi alluvionali e franosi.

Nell'ambito del PAI sono, quindi, individuate aree a:

- Alta Pericolosità (AP), Media Pericolosità (MP) e Bassa Pericolosità (BP) idraulica, in relazione ad eventi piovosi caratterizzati dai tempi di ritorno pari a rispettivamente a 30, 200 e 500 anni, conformemente a quanto previsto dal DPCM del 29.09.1998;
- Elevata Pericolosità (PG3), Media Pericolosità (PG2) e Moderata Pericolosità (PG1) rispetto al dissesto geomorfologico;
- Rischio moderato (R1), medio (R2), elevato (R3), molto elevato (R4), in funzione dei danni che potrebbero essere causati da fenomeni alluvionali e/o franosi.

Come già detto in precedenza, le aree di impianto, compresi cavidotti e opere accessorie, non presentano alcuna interferenza con perimetrazioni PAI di pericolosità idraulica o geomorfologica; si registra, la presenza di un reticolo idrografico in sito, interferente con le aree di impianto e con il tracciato di progetto del cavidotto di collegamento alla stazione elettrica.

Le NTA del PAI (artt. 6 e 10) prevedono la salvaguardia delle aree golenali e delle fasce di pertinenza fluviale per gli impluvi riportati nella cartografia ufficiale e, laddove tali fasce di territorio non siano arealmente individuate da appositi segni grafici in cartografia, assegna convenzionalmente all'area golenale la fascia di territorio fino ad una distanza di 75 m dal tracciato principale dell'impluvio, sia in destra che in sinistra idraulica; per la fascia di pertinenza fluviale si considerano i successivi 75 m oltre la fascia golenale. Pertanto, qualora l'intervento di progetto vada ad occupare aree distanti meno di 150 m dal tracciato dell'asta idrografica, risulta necessario valutare l'influenza dell'intervento sul regime idraulico dell'asta fluviale affinché siano scongiurati peggioramenti delle condizioni di allagabilità del territorio ascrivibili all'intervento

L'immagine precedente riporta un "layout" di progetto nel quale si individuano i lotti interessati dalle installazioni fotovoltaiche; nel layout sono evidenziati i tronchi di asta idrografica interferenti con i lotti oggetto di intervento e si anticipano le "fasce di esondazione" così come definite in sede di indagine idrodinamica di flusso in alveo. Nello specifico l'impluvio indicato come "tronco Est" risulta dalla confluenza di due impluvi naturali del piano campagna, individua un canale di bonifica in terra e, poco a monte della sotto-stazione elettrica Terna presente in sito, inizia ad assumere le sembianze tipiche di una gravina, con un solco di erosione improvvisamente marcato in ambiente carsico. Anche il tronco Ovest appare come una linea di impluvio del piano campagna che, in prossimità del sito di progetto, viene "regimata" in un canale di bonifica in terra per circa 200 metri e poi prosegue verso valle attraversando una scarpata ripida lungo un solco di erosione assolutamente evidente a occhio nudo.



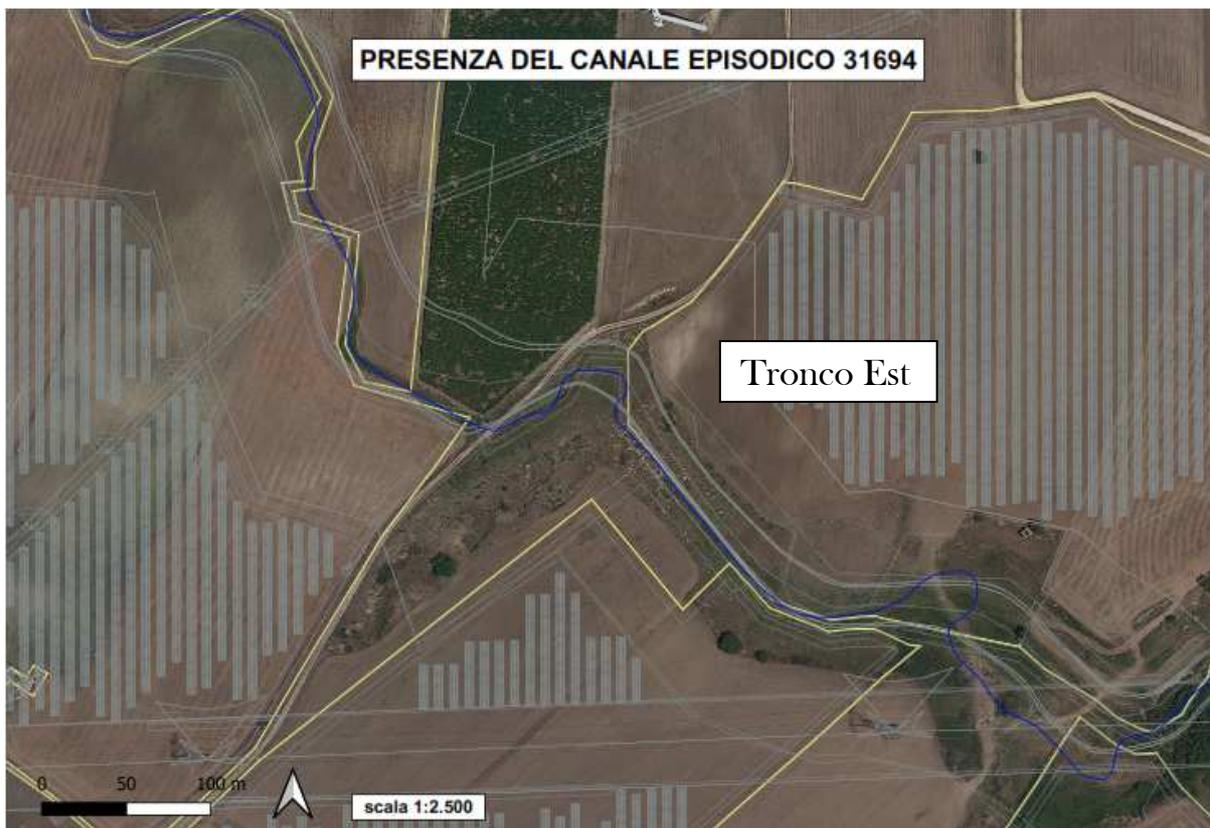
Si realizzeranno percorsi prestabiliti delle trivellazioni in modo tale che il pozzetto di ingresso e quello di uscita del cavidotto posato con metodologia T.O.C. verranno posizionati all'esterno delle "fasce di esondazione" individuate in questa sede di indagine, rispettando un franco di sicurezza non inferiore a 3 metri tra il fondo del singolo alveo nel punto di intersezione ed il tracciato del cavidotto; tale franco è ritenuto sufficiente dallo scrivente sia in ragione dei valori di portata idrica attesi lungo le aste idrografiche sia dei valori medi di pendenza longitudinale delle stesse aste e, di conseguenza, dei fenomeni erosivi che è plausibile prevedere per tali impluvi.

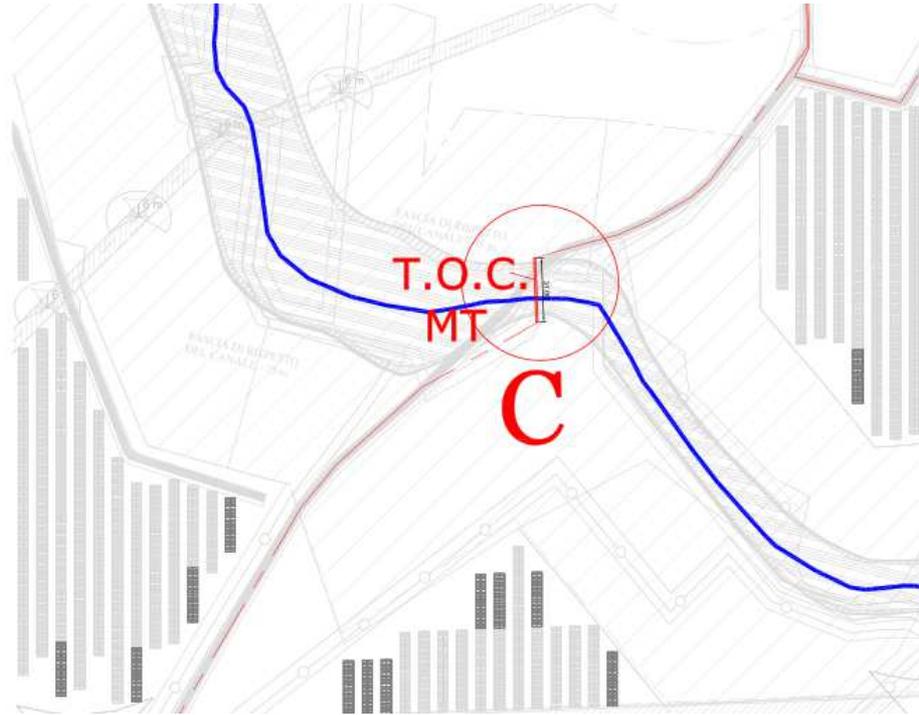
Localizzazione degli attraversamenti

Negli inquadramenti planimetrici seguenti si individuano il layout di progetto, i tronchi di asta limitrofi alle aree di impianto, le fasce di esondazione dei due impluvi ed i punti di intersezione tra cavidotti di progetto e alvei di deflusso concentrato.

Il canale episodico denominato "Tronco Est" sarà interessato dalla seguente intersezione con cavidotti di progetto:

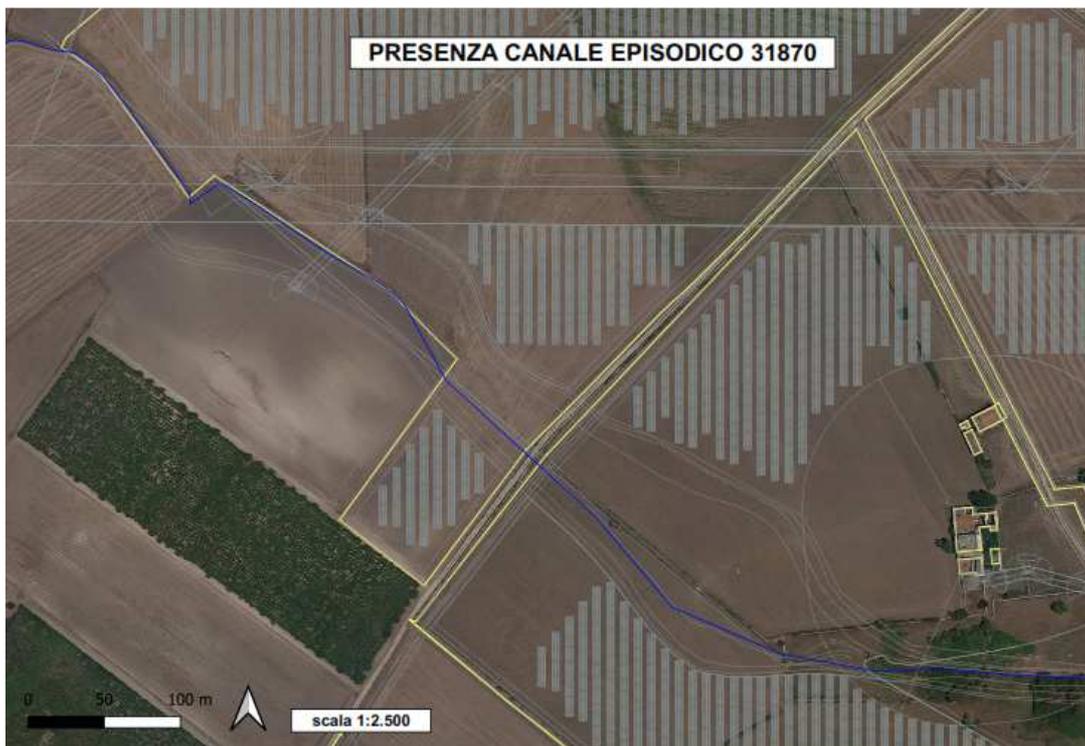
- un cavidotto in MT di lunghezza 31,00 m e \varnothing 100 mm in direzione perpendicolare all'area di deflusso individuata.

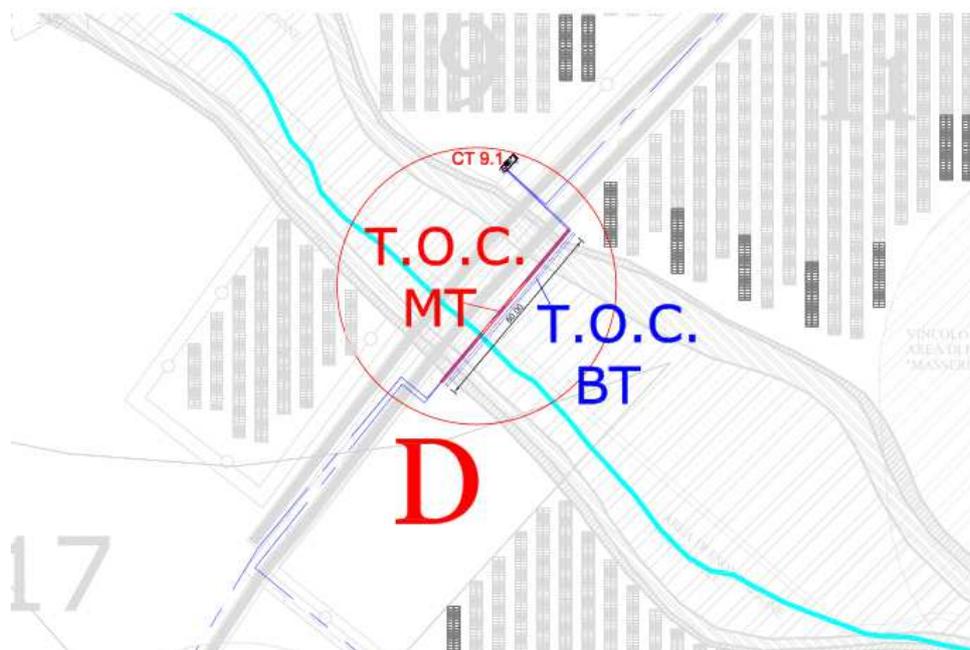




Il canale episodico denominato “Tronco Ovest” sarà interessato dalla seguente intersezione con cavidotti di progetto:

- un cavidotto in MT di lunghezza 80,00 m e \varnothing 100 mm in direzione perpendicolare all’area di deflusso individuata;
- un cavidotto in BT di lunghezza 80,00 m e \varnothing 100 mm in direzione perpendicolare all’area di deflusso individuata ed a distanza non inferiore ad 1,50 m dal vicino cavidotto MT contenente anche il cavidotto relativo alla Video Sorveglianza.





Non è prevista, sulla viabilità esistente o di nuova esecuzione, alcuna realizzazione di nuovi ponticelli o tombini idraulici.

Gli elaborati grafici di progetto riportano i dettagli planimetrici degli attraversamenti di cavidotti BT, MT e Video Sorveglianza.

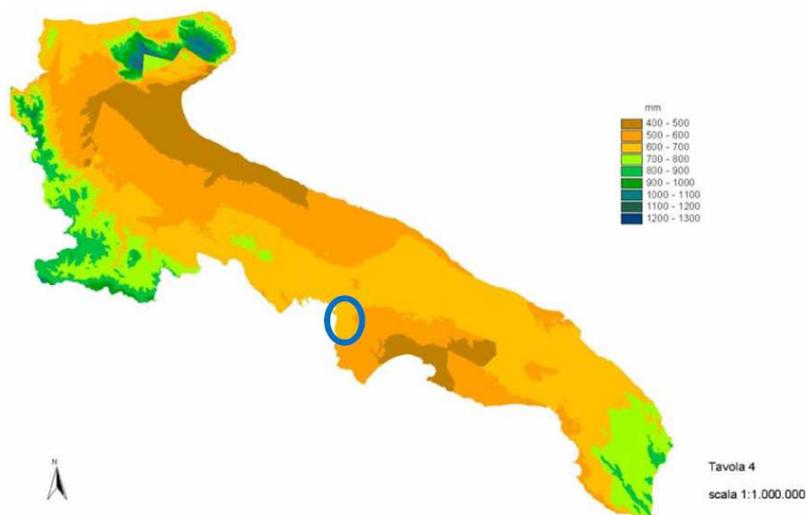
INQUADRAMENTO CLIMATICO

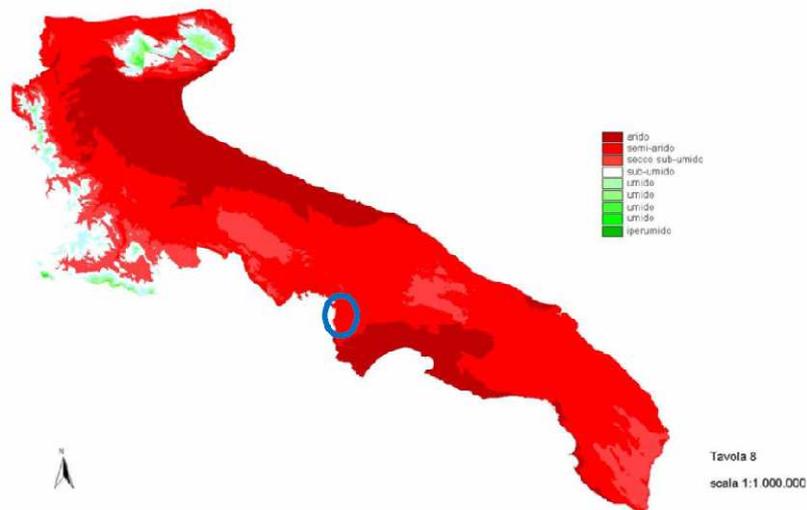
Il clima è l'insieme delle condizioni atmosferiche medie (temperatura, precipitazione, direzione prevalente del vento, pressione, ecc) che caratterizza una specifica area geografica ottenute da rilevazioni omogenee dei dati per lunghi periodi ricopre un ruolo fondamentale nei processi di modellamento e di degrado di un territorio sia dal punto di vista fisico - biologico che dal punto di vista socio - economico. La provincia di Taranto è caratterizzata da un regime climatico di tipo mediterraneo con estati lunghe e calde e da inverni non particolarmente freddi e piovosi. I dati di seguito riportati sono stati desunti dagli allegati Tecnici 1.2 e 1.2.1 "Caratterizzazione Climatologica" redatti nell'ambito del Piano di Tutela delle acque della Regione Puglia. All'interno della relazione sono stati effettuati studi e desunti dati sulle zone climatiche, sulle precipitazioni, sulle temperature e sull'evapotraspirazione. L'analisi è stata effettuata sulla base dei dati provenienti dalle stazioni pluviometriche dislocate su tutto il territorio pugliese.

Il comune di Laterza ricade nella zona omogenea 2. Tale zona 2 che si estende per 10566 Km² è la più ampia tra quelle individuate. Al suo interno ricadono il bacino

dell'Ofanto, per cui essa si inoltra in parte della Campania e della Basilicata, il Tavoliere, la più vasta pianura dell'Italia peninsulare, ed includendo il versante bradanico dell'altopiano delle Murge, si allunga verso la penisola salentina fino a Grottaglie. L'area pugliese è prevalentemente pianeggiante mentre nelle altre due regioni le quote si innalzano con i monti Crispiano (1104 m) e Pagliarone (1042 m); il confine orientale è interamente bagnato dal mare Adriatico mentre a Sud-Est viene compresa una parte della costa Ionica. Dal punto di vista morfologico, infatti, le zone 2 e 3 presentano andamenti analoghi; le due simmetriche propaggini in corrispondenza delle stazioni pluviometriche di Ceglie Messapico e Grottaglie si adagiano sulla parte terminale della Murgia meridionale ricalcandone grosso modo i contorni.

I dati caratteristici del comune di Laterza sono i seguenti: Indice climatico semi-arido; precipitazioni medie annue variabili tra 600 e 700 mm annui; temperature minime annue variabili tra 3 e 4 °C; temperature medie annue variabili tra 14 e 15 °C; temperature massime annue variabili tra 29 e 30 °C; evapotraspirazione variabile tra 750 e 800 mm.





ANALISI IDROLOGICA

La analisi idrologica ha lo scopo di consentire la valutazione delle punte di portata idrica di origine meteorica per determinati eventi piovosi e per fissate sezioni che sottendono un bacino idrografico.

Nella presente indagine è stato valutato il regime meteorico caratteristico del sito sulla scorta del Progetto VAPI Puglia. Il DPCM 29 settembre 1998, ai fini della perimetrazione e valutazione dei livelli di rischio, “ove possibile, consiglia che gli esecutori traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno dai rapporti tecnici del progetto VAPI (VALutazione PIene), messo a disposizione dal GNDICI-CNR”. Si è fatto quindi ricorso ai risultati del progetto VAPI per la determinazione delle altezze critiche di precipitazione e delle curve di possibilità pluviometrica.

Il Progetto VAPI consiste in una procedura regionale inerente l’elaborazione statistica di dati spaziali. Questi ultimi tendono a definire modelli matematici finalizzati ad una interpretazione delle modalità con cui variano nello spazio le diverse grandezze idrologiche. L’analisi regionale degli estremi idrologici massimi, può essere condotta suddividendo l’area di studio in zone geografiche omogenee nei confronti dei parametri statistici che si è deciso di adottare.

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987). In questa distribuzione i parametri fondamentali, che rappresentano il parametro di scala ed il

numero medio di osservazioni della variabile casuale, provengono dalla componente ordinaria e dalla componente secondaria.

La procedura di regionalizzazione comporta che al primo livello si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali si possano considerare costanti i valori dei parametri; questi ultimi devono essere stimati da un elevato numero di dati; tutto ciò comporta l'assunzione di una regione omogenea molto ampia. Le sottozone omogenee, sono individuate nel secondo grado di regionalizzazione; anche in questo livello si ipotizza che l'area indagata costituisca una zona omogenea. Si considerano solo le serie più numerose, in quanto la stima dei parametri suddetti è condizionata dalla presenza di dati di pioggia straordinari che hanno probabilità molto bassa di verificarsi in un periodo molto breve.

L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota, ha portato alla individuazione di sei zone e delle rispettive curve di possibilità climatica.

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali.

Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata "t" alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_t) = a t^n$$

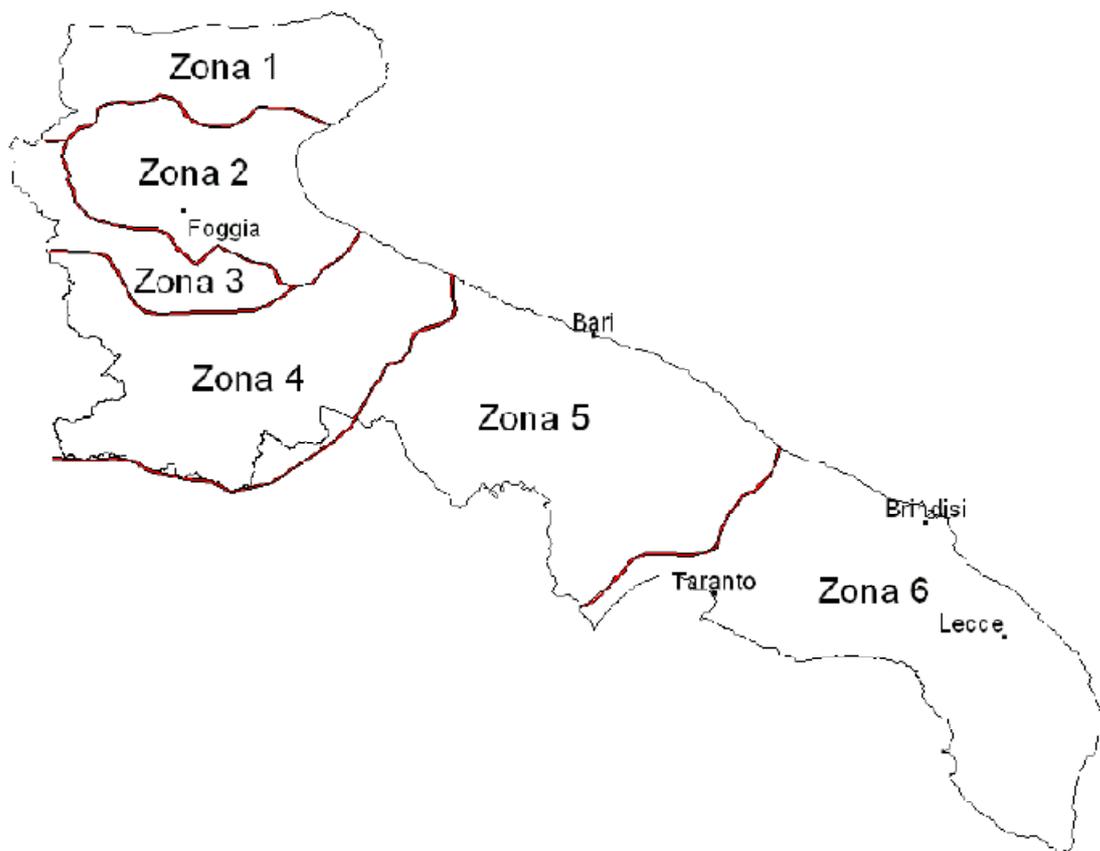
essendo "a" ed "n" due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica. La relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito viene generalizzata nella forma:

$$\mu(X_t) = a t^{(Ch+D+\log \alpha - \log a) / \log 24}$$

in cui α è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_t)$ relativi alle serie ricadenti in ciascuna zona omogenea; $\alpha = x_{24}/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità. Per la Puglia il valore del coefficiente α è praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89; C e D sono i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare.

Zona	α	a	C	D	N
1	0,89	28,66	0,000503	0,720	-
2	0,89	22,23	-	-	0,247
3	0,89	25,325	0,000531	0,696	-
4	0,89	24,7	-	-	0,256
5	0,89	28,2	0,0002	0,628	-
6	0,89	33,7	0,0022	0,666	-

Tabella 3 - Coefficienti del terzo livello di regionalizzazione



L'area in oggetto si inquadra, quindi, nell'ambito delle aree pluviometriche omogenee individuate nel territorio regionale, in zona 5; pertanto, l'equazione da applicare è la seguente:

$$x(t,z) = 28.2 t^{(0.628 + 0.0002 z/3.178)}$$

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. Ai valori così ottenuti vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente al fattore di crescita K_T (funzione del tempo di

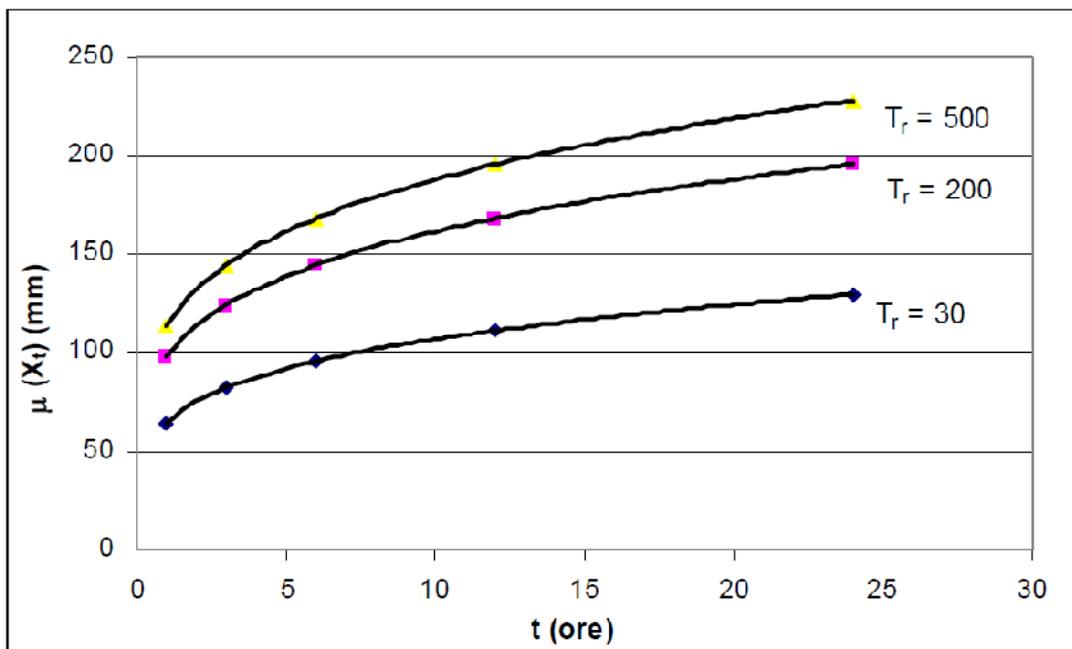
ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), ed al fattore di riduzione areale K_A (funzione della superficie del bacino espressa in Km^2 , e della durata dell'evento di progetto, espressa in ore).

I valori ottenuti nel presente caso di studio per i parametri a ed n delle Curve di Possibilità Pluviometriche, hanno condotto alla individuazione delle seguenti espressioni delle relazioni matematiche riferite ai tre tempi di ritorno critici considerati:

$$H(t)_{30anni} = 54.14 T^{0.218}$$

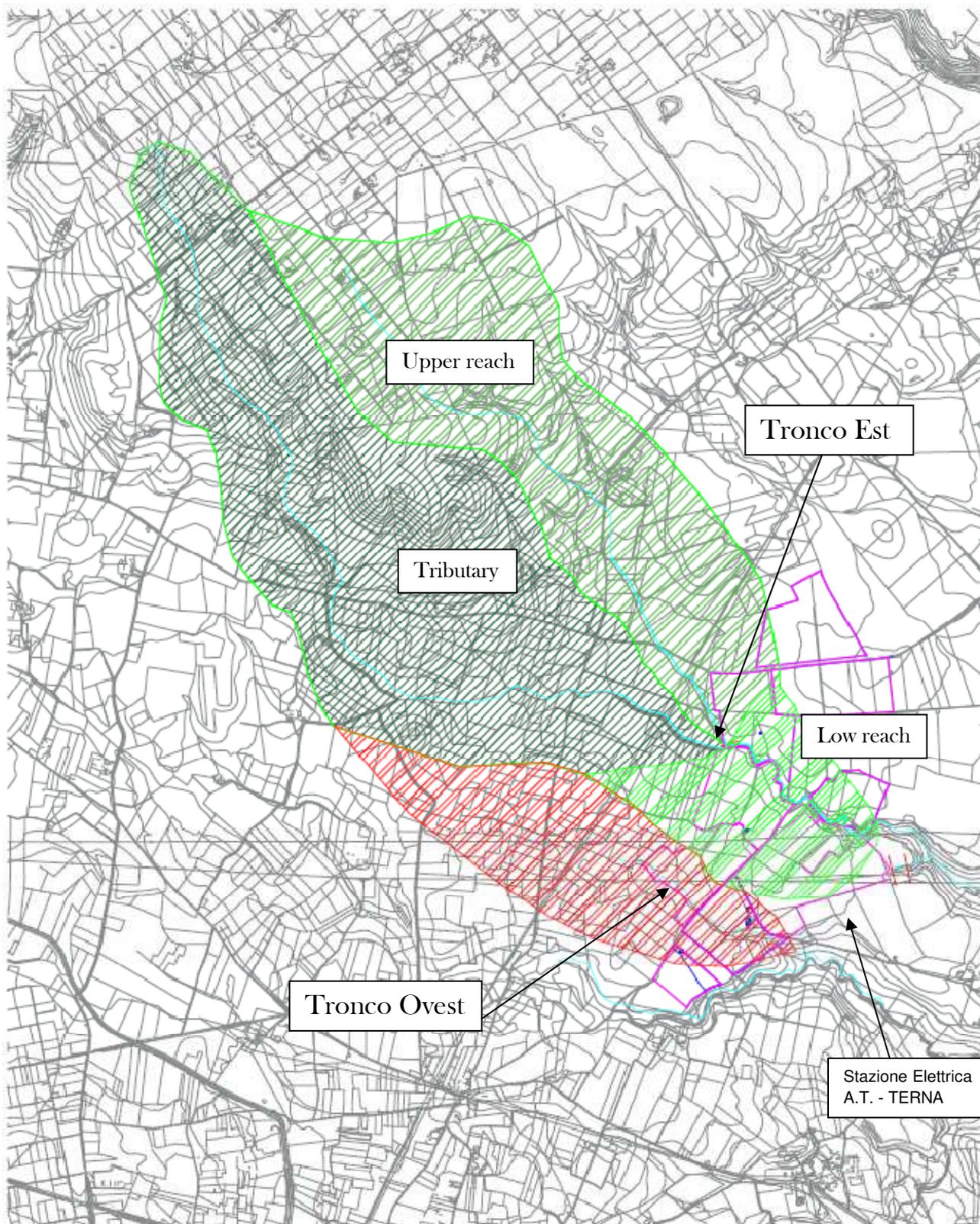
$$H(t)_{200anni} = 81.78 T^{0.218}$$

$$H(t)_{500anni} = 95.03 T^{0.218}$$



I due impluvi coinvolti nella indagine sottendono i rispettivi micro bacino scolanti, individuati analizzando lo sviluppo planimetrico dei reticoli idrografici e l'andamento delle isoipse sulla Carta Tecnica Regionale.

Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico dell'area con la individuazione delle superfici drenate dai compluvi indagati, avendo posizionato le sezioni di chiusura immediatamente a valle dei lotti interessati dalle installazioni di progetto:



Di seguito si riportano i valori delle caratteristiche morfometriche calcolati per i bacini scolanti afferenti i tronchi di asta idrografica indagati:

Tronco Ovest:

Sup. Scolante: 2.0 Km²

Distanza tra sez. di chiusura e punto idraulicamente più lontano: 2.78 Km

Pendenza media dell'asta: 1.5%

Pendenza media dei versanti: 1%

Quota massima: 335 m s.l.m.

Quota minima: 295 m s.l.m.

Quota media del bacino: 324 m s.l.m.

Tronco Est:

Sup. Scolante: 8.85 Km² (4.62 Km² afferenti il tributario, 3.2 Km² afferenti upper reach)

Distanza tra sez. di chiusura e punto idraulicamente più lontano: 7.1 Km (5.8 Km per il tributario, 3.8 Km per upper reach)

Pendenza media dell'asta: 1.8% (2% per il tributario, 2.3% per upper reach)

Pendenza media dei versanti: 2%

Quota massima: 430 m s.l.m. (430 per tributario, 405 m s.l.m. per upper reach)

Quota minima: 305 m s.l.m. (316 m s.l.m. sia per il tributario che per upper reach)

Quota media del bacino: 340 m s.l.m. (360 m s.l.m. per il tributario, 350 m s.l.m. per upper reach).

La determinazione delle punte di portata di piena è stata effettuata utilizzando il metodo razionale che si avvale di considerazioni sulle caratteristiche del bacino imbrifero e delle precipitazioni critiche.

Il metodo razionale si basa sulla seguente formula:

$$Q_p = 0,28 * C * i * A$$

in cui:

- Q_p : portata di progetto [m³/s]

- C: coefficiente di afflusso [adim]
- i: intensità di pioggia [mm/h]
- A: superficie del bacino [km²]

Di seguito viene descritto come sono stati calcolati i vari parametri richiesti dalla formula razionale.

Determinazione del Coefficiente di afflusso

Si definisce "*coefficiente d'afflusso*" *C* il rapporto tra il volume totale transitato nella sezione di controllo e il volume totale di pioggia *P* precipitato nel bacino sotteso durante l'evento meteorico.

$$C = \frac{Q_t}{P}$$

I valori del coefficiente d'afflusso possono essere molto diversi a seconda della diversa natura del sottosuolo, della ricopertura vegetale o delle azioni antropiche sul territorio.

<i>Tetti impermeabili</i>	<i>0,70-0,95</i>
<i>Pavimentazione di asfalto in buono stato</i>	<i>0,85-0,90</i>
<i>Pavimenti di pietra o laterizio con connessioni cementate</i>	<i>0,75-0,85</i>
<i>Pavimentazione a macadam</i>	<i>0,25-0,60</i>
<i>Strade e viali con ghiaietto</i>	<i>0,15-0,30</i>
<i>Superfici non pavimentate, piazzali ferroviari</i>	<i>0,10-0,30</i>
<i>Parchi, giardini, prati</i>	<i>0,05-0,25</i>
<i>Aree boschive e foreste</i>	<i>0,01-0,20</i>

Tabella 2-1: Valori del coefficiente di afflusso C secondo Kuichling.

Come riportato su numerosi testi di studio o sul manuale di Ingegneria Civile e ambientale, il coefficiente di infiltrazione tiene conto del fatto che la superficie su cui cade la pioggia non è impermeabile, per cui parte dell'acqua precipitata vi si infila e non partecipa al deflusso superficiale. Nel "Il dimensionamento idraulico delle Fognature Urbane" del Prof. Ignazio Mantica, si propone per il calcolo di tale coefficiente la valutazione della media ponderata di "*fattori di impermeabilità empirici*" caratteristici dei tipi di terreno di cui è costituito il bacino. A tal fine vengono forniti valori tabellati per i tipi elementari di superficie caratteristica:

ELEMENTI ANALITICI

<i>Tetti, terrazze, pavimentazioni</i>	<i>0,90 - 0,80</i>
<i>Lastricati ben connessi</i>	<i>0,80 - 0,70</i>
<i>Lastricati ordinari</i>	<i>0,70 - 0,50</i>
<i>Macadam selciati</i>	<i>0,60 - 0,40</i>

<i>Superfici battute</i>	<i>0,30 - 0,15</i>
<i>Superfici non battute, parchi, boschi, giardini, terre non coltivate</i>	<i>0,10 - 0,00</i>

ELEMENTI GLOBALI

<i>Costruzioni dense (centri cittadini)</i>	<i>0,80 - 0,70</i>
<i>Costruzioni spaziate (semintensive)</i>	<i>0,60 - 0,50</i>
<i>Zone a villini</i>	<i>0,35 - 0,25</i>
<i>Aree non edificate</i>	<i>0,20 - 0,15</i>
<i>Giardini, parchi e boschi</i>	<i>0,10 - 0,00</i>

Il Manuale di Ingegneria Civile e ambientale (edizione Zanichelli / ESAC) propone dei valori tabellati per coefficienti di afflusso legati alla diversa natura delle superfici.

<u>Tipo di suolo</u>	Copertura del bacino		
	Coltivi	Pascoli	Boschi
Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10
Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30
Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40

Nel presente caso di studio i micro bacino scolanti sono costituiti esclusivamente da aree agricole. Il piano campagna mostra versanti degradanti a volte con continuità, in altri casi con “terrazzamenti”, verso la linea di costa. I compluvi risultano facilmente individuabili a occhio nudo. La copertura vegetale del terreno dipende essenzialmente dai cicli di coltivazione. I rari fabbricati risultano isolati, le strade sostanzialmente “a raso” con il piano campagna, si individuano numerose pale eoliche servite da piazzole e sentieri in terra battuta.

Nella valutazione della portata di progetto, tenuta in considerazione la tipologia di territorio, la situazione planoaltimetrica che lo contraddistingue, il grado di permeabilità del tipo di superfici incontrate, la tipologia di regime di deflusso superficiale che è plausibile attendere in caso di pioggia intensa, si è ritenuto sufficientemente cautelativo considerare, per il coefficiente di afflusso, un valore numerico pari a:

$$C = 0,3$$

Determinazione del Tempo di Corrivazione

Il tempo di corrivazione T_c è il tempo teoricamente richiesto ad una goccia d'acqua per giungere dal punto idraulicamente più distante del bacino fino alla sezione di chiusura e dipende essenzialmente dalle caratteristiche morfometriche dello stesso.

E' possibile calcolare il tempo di corrivazione come media dei valori ottenuti da numerose formule di calcolo ben note in letteratura e generalmente di origine empirica. Nel caso in esame si è scelto di calcolare il tempo di corrivazione come media dei valori ottenuti dalle seguenti formule di calcolo ben note in letteratura: Formule di Pezzoli, di Pasini, di Puglisi, di Ventura e la formula del California Culvert Practice, ritenute adeguate a valutare la corrivazione di piccoli bacini.

Il valore finale di T_c utilizzato nei calcoli è ottenuto operando la media aritmetica dei valori ottenuti dalle cinque formule suddette:

Per il bacino scolante del “tronco Ovest”: $T_{c_{\text{ovest}}} = 1.5$ ore

Per il bacino scolante del “tronco Est”, bisogna specificare che la analisi idraulica ha analizzato la idrodinamica di due aste confluenti in un impluvio che, più a valle, assume l'aspetto di una gravina di medio/piccole dimensioni. Pertanto nella analisi idraulica si è fatto riferimento al “tronco tributario” e al “tronco principale” che, a sua volta, si distingue in “tronco principale di monte e di valle”. Pertanto si è provveduto ad associare:

un valore di punta massima di portata critica al **tronco tributario** - $T_{c_{\text{est_tribut}}} = 2.33$ ore

un valore di portata critica al **tronco principale di monte** - $T_{c_{\text{est_upper}}} = 1.72$ ore

un valore di portata critica al **tronco principale di valle** - $T_{c_{\text{est}}} = 2.96$ ore

Determinazione dei massimi valori di portata critica

Inserendo il valore di T_c nelle equazioni di probabilità pluviometrica, si possono ottenere le altezze di pioggia nonché le intensità relative a eventi meteorici di massima intensità e breve durata relative ai tempi di ritorno presi in considerazione nell'indagine e, quindi, calcolare i rispettivi valori di punta massima di portata dell'onda di piena per il singolo microbacino oggetto di analisi. Si perviene, pertanto, alla valutazione delle punte di portata critica seguenti:

Tronco Ovest:

$$Q_{30_Ovest} = 6.62 \text{ mc/s}$$

$$Q_{200_Ovest} = 10.01 \text{ mc/s}$$

$$Q_{500_Ovest} = 11.63 \text{ mc/s}$$

Tronco Est:

$$Q_{30_Est} = 17.23 \text{ mc/s} \quad (\text{Tributario: } 10.84 \text{ mc/s} - \text{Upper reach: } 9.52 \text{ mc/s})$$

$$Q_{200_Est} = 26.02 \text{ mc/s} \quad (\text{Tributario: } 16.38 \text{ mc/s} - \text{Upper reach: } 14.38 \text{ mc/s})$$

$$Q_{500_Est} = 30.24 \text{ mc/s} \quad (\text{Tributario: } 19.03 \text{ mc/s} - \text{Upper reach: } 16.71 \text{ mc/s})$$

Taranto, li 25/01/2022

Il Tecnicò

Ing. Luca GIANANTONIO