

Comune di MANDURIA (TA)  
C.da Giannangelo



Lavori di:  
**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 15.379,00 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 11.998,00 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA**

Elaborato:  
**RELAZIONE IDROLOGICA**

**Ing. Gilda Buda**  
SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA  
Via XX Settembre, 5  
66051 Cupello (Ch)  
pec: gilda.buda@ingpec.eu  
e-mail: gildabuda@gmail.com



Committente:  
**MANDURIA S.r.l.**  
Piazza Walther Von Vogelweide, 8 39100  
Bolzano (BZ)  
P.IVA 03070950211

Commissionato da:  
**COMET ENERGY PAWER S.r.l.**

APPROVATO: <i>Ing. Gilda Buda</i>	DATA: <i>Febbraio 2021</i>
VERIFICATO: <i>Ing. Gilda Buda</i>	COMMESSA: --
REDATTO: <i>Ing. Gilda Buda</i>	REVISIONE: --

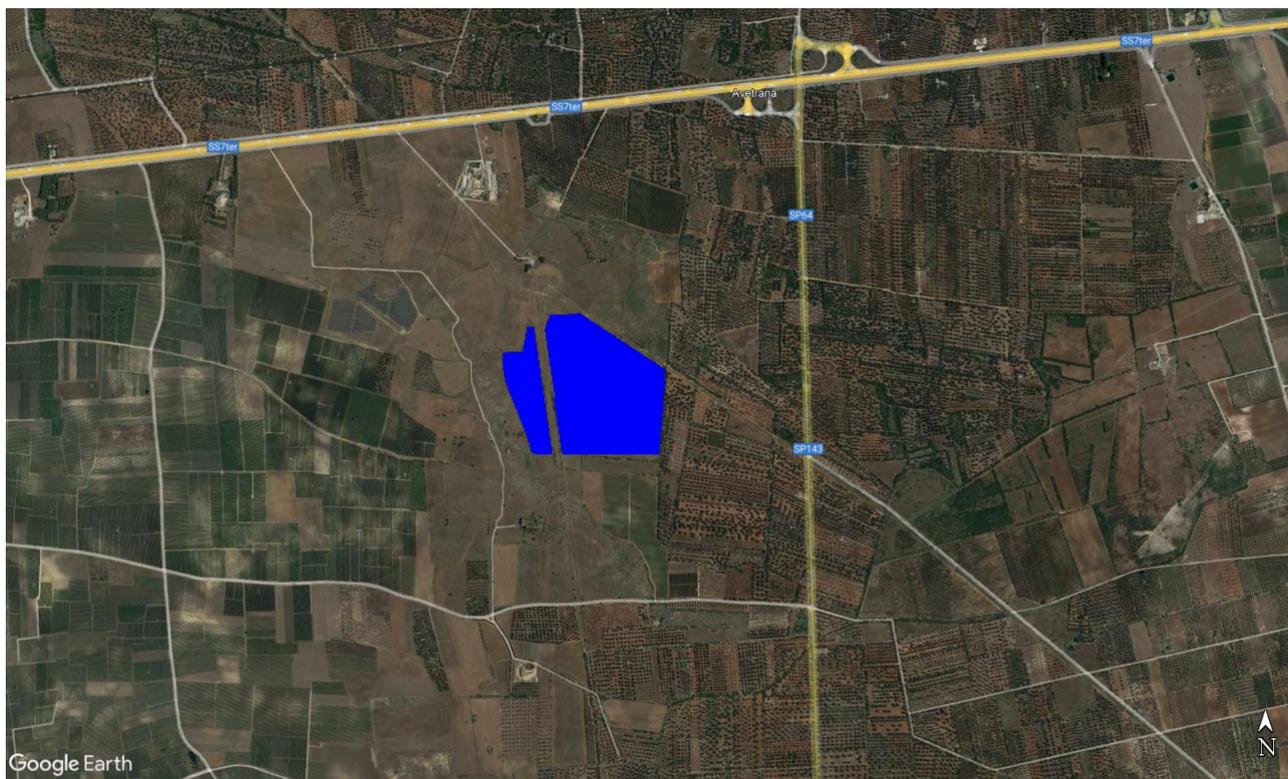
\_\_\_\_\_  
*Dott. Ing. Gilda Buda*  
*Iscritta albo ingegneri Chieti 1372*

NOTE:					ELABORATO:
2					
1					
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

La presente relazione è riferita al “PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 15.735,36 Kw E DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE PARI A 11.998 Kw DENOMINATO MANDURIA 1”.

L'area in esame è ubicata nel territorio comunale di Manduria (TA) in corrispondenza della sua Periferia Est, alla Contrada Giovannangelo.

Il sito di intervento è contraddistinto al foglio di mappa n°66, particelle catastali n° 19, 49, 50, 74, 569, 613 e 623. L'area in esame è posizionata a una quota variabile tra 73,00 m e 78,00 m.



#### Planimetria generale di inquadramento

Il sito di intervento è ubicato in corrispondenza della Pianura Messapica, costituita da un'impalcatura di formazioni di natura calcarea e dolomitica di età cretacea, formatasi in un ambiente di sedimentazione di mare profondo, sulla quale poggiano, formazioni di natura calcarenitica e argillosa – sabbiosa, variamente spesse ed estese, formatesi in un ambiente di sedimentazione di mare basso, legate ai cicli trasgressivi e regressivi marini di età pliocenica-pleistocenica.



Ubicazione su ortofoto del sito di progetto

## **IDROGEOLOGIA**

Il reticolo idrografico di superficie dell'area di progetto è molto ridotto e localmente assente, a causa delle caratteristiche delle unità litostratigrafiche in affioramento in corrispondenza della Pianura Messapica, dotate di elevata porosità oppure fortemente fessurate e fratturate ed è rappresentato da brevi e poco profonde incisioni, dove l'acqua scorre solamente in occasione delle precipitazioni di maggiore durata oppure di forte intensità.

Gli spartiacque sono poco netti e evidenti e si sviluppano perpendicolarmente alla linea di costa, mantenendosi più o meno paralleli tra di loro. I cicli trasgressivi e regressivi marini di età pliocenica-pleistocenica hanno condizionato lo sviluppo del Reticolo Idrografico di Superficie. Gli elementi di quest'ultimo si sono formati via via che il mare ha abbondato quei settori della Pianura Messapica e di conseguenza i differenti tratti hanno età diverse. Ogni tratto inizia in prossimità del limite inferiore della scarpata posta a quota immediatamente superiore e termina in corrispondenza del limite inferiore della spianata sulla quale scorre. La Pianura Messapica, che in affioramento è caratterizzata da formazioni di natura calcarea e dolomitica di età cretacea, presenta un forte sviluppo di fenomeni carsici, che determinano la formazione di doline e di inghiottitoi.

I fenomeni carsici sono presenti in maniera più diffusa dove è maggiore l'apporto delle acque meteoriche e delle acque di scorrimento e di infiltrazione superficiale ovvero dove le formazioni di natura calcarea e dolomitica di età cretacea sono a contatto con unità litostratigrafiche aventi caratteristiche che non permettono lo sviluppo di fenomeni carsici. Le doline e gli inghiottitoi rappresentano il recapito finale della circolazione idrica superficiale, determinata oltre che alle acque meteoriche e alle acque di scorrimento e di infiltrazione superficiale anche ai reticoli idrografici endoerici.

La Falda Acquifera Profonda è ubicata all'interno delle formazioni di natura calcarea e dolomitica di età cretacea, interessate da numerose fratture, che determinano una vera e propria fitta rete a circolazione idriche, a elementi intercomunicanti tra di loro. La Falda Acquifera Profonda è adagiata per galleggiamento sull'acqua del mare, che invade il continente e che inquina la Falda Acquifera Profonda più o meno in maniera intensa. Il livello della Falda Acquifera Profonda è di zero metri in corrispondenza del mare e sale verso l'interno molto lentamente per gli elevati valori di permeabilità delle formazioni di natura calcarea e dolomitica di età cretacea, con una cadente piezometrica dell'ordine dell'uno per mille, che determina la presenza verso l'interno del livello della Falda Acquifera Profonda solo a pochi metri sopra il livello del mare.

La Falda Acquifera Superficiale, che risulta avere una rilevanza molto ridotta rispetto alla Falda Acquifera Profonda, ha uno spessore e una estensione variabili in funzione delle caratteristiche delle formazioni di natura calcarenitica e argillosa – sabbiosa di età da pliocenica-pleistocenica a pleistocenica che la ospitano.

## **LINEAMENTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI DELL'AREA DI INTERVENTO**

In generale, l'intera area interessata dalle opere progettuali, è ubicata all'interno di un'area prevalentemente sub-orizzontale, come si evince dal rilievo e dalle sezioni topografiche di seguito allegate, su cui affiorano diffusamente dei depositi quaternari appartenenti alla Formazione dei Depositi Marini Terrazzati. Si tratta, essenzialmente, di depositi sabbioso-limosi a luoghi argillosi, di colore avana chiaro e/o brunastri.

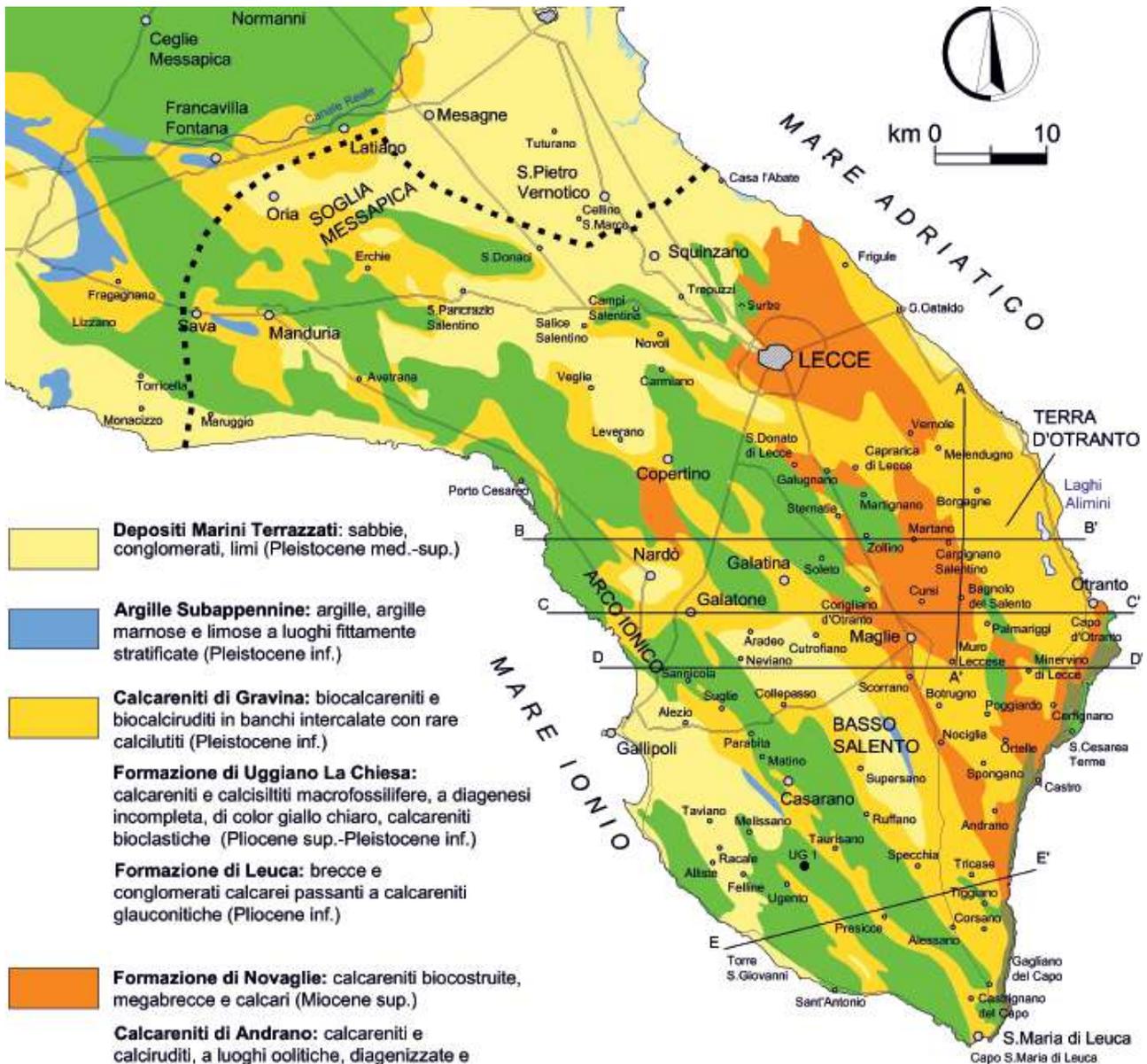
La successione termina con un livello di rocce calcarenitiche appartenenti alla Formazione delle Calcareniti di Gravina; si tratta di calcareniti organogene a grana media e medio-grossolana, di colore biancastro a luoghi avana chiaro, con presenza di numerosi fossili. Lo spessore dei depositi quaternari risulta variabile e normalmente compreso tra qualche metro in corrispondenza del contatto con il basamento carbonatico mesozoico, ad alcune decine di metri nella parte mediana dell'area di sedimentazione.

L'intera successione riposa sul basamento carbonatico mesozoico rappresentato da rocce calcareo-dolomitiche di colore bianco e/o grigio chiaro ben stratificati appartenenti alla Formazione dei Calcari di Altamura.

Il basamento carbonatico è stato dislocato da numerose faglie dirette, creando un'alternanza di rilievi strutturali (definiti "horst"), e di depressioni di origine tettonica (denominate "graben"), entrambi allungati in direzione NW-SE. L'area di progetto è compresa all'interno di una depressione delimitata sia a Nord che a Sud da propaggini mediamente più elevate delle Murge Tarantine.

I caratteri di permeabilità delle successioni presenti nell'area, possono permettere l'esistenza di una falda superficiale, posta al di sopra della falda profonda contenuta nel substrato calcareo cretaceo, permeabile per fratturazione e carsismo, con un elevato valore del coefficiente di permeabilità.

Attualmente, dai dati in possesso, in tutta l'area oggetto dell'intervento progettuale, non si evince la presenza di falde superficiali significative; la falda freatica che circola nel basamento mesozoico si attesta a circa 2,5 – 3,0 mt s.l.m.



**Depositi Marini Terrazzati:** sabbie, conglomerati, limi (Pleistocene med.-sup.)

**Argille Subappennine:** argille, argille marnose e limose a luoghi fittamente stratificate (Pleistocene inf.)

**Calcareni di Gravina:** biocalcareni e biocalciruditi in banchi intercalate con rare calcilutiti (Pleistocene inf.)

**Formazione di Uggiano La Chiesa:** calcareniti e calcilutiti macrofossilifere, a diagenesi incompleta, di color giallo chiaro, calcareniti bioclastiche (Pliocene sup.-Pleistocene inf.)

**Formazione di Leuca:** breccie e conglomerati calcarei passanti a calcareniti glauconitiche (Pliocene inf.)

**Formazione di Novaglie:** calcareniti biocostruite, megabreccie e calcari (Miocene sup.)

**Calcareni di Andrano:** calcareniti e calciruditi, a luoghi oolitiche, diagenizzate e stratificate, con macrofossili (Miocene-sup.)

**Pietra Leccese:** calcareniti detritiche fini e medie, poco cementate, calcari bioclastici, calcilutiti (Miocene)

**Calcareni di Porto Badisco:** calcareniti e calcilutiti bioclastiche (Oligocene sup.)

**Calcari di Castro:** calcari massicci, calcari micritici macrofossiliferi e bioclastiti (Oligocene sup.)

**Calcari di Torre Specchia La Guardia:** calcari bioclastici (Eocene sup.)

**Calcari di Torre Tiggiano:** calcareniti bioclastiche con macroforaminiferi (Eocene med.)

E' Traccia di sezione

UG 1 Pozzo Ugento 1 (pozzo per ricerca petrolifera)

--- Limite Nord dell'area idrogeologica del Salento

**Calcare di Altamura:** calcari micritici e calcareniti bioclastiche laminate, di colore bianco-grigiastro, ben stratificate, alternati irregolarmente con strati e banchi di dolomicriti grigio-nerastre e subordinatamente con bancate biostromali a rudiste (Cretaceo sup.)

## **ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO**

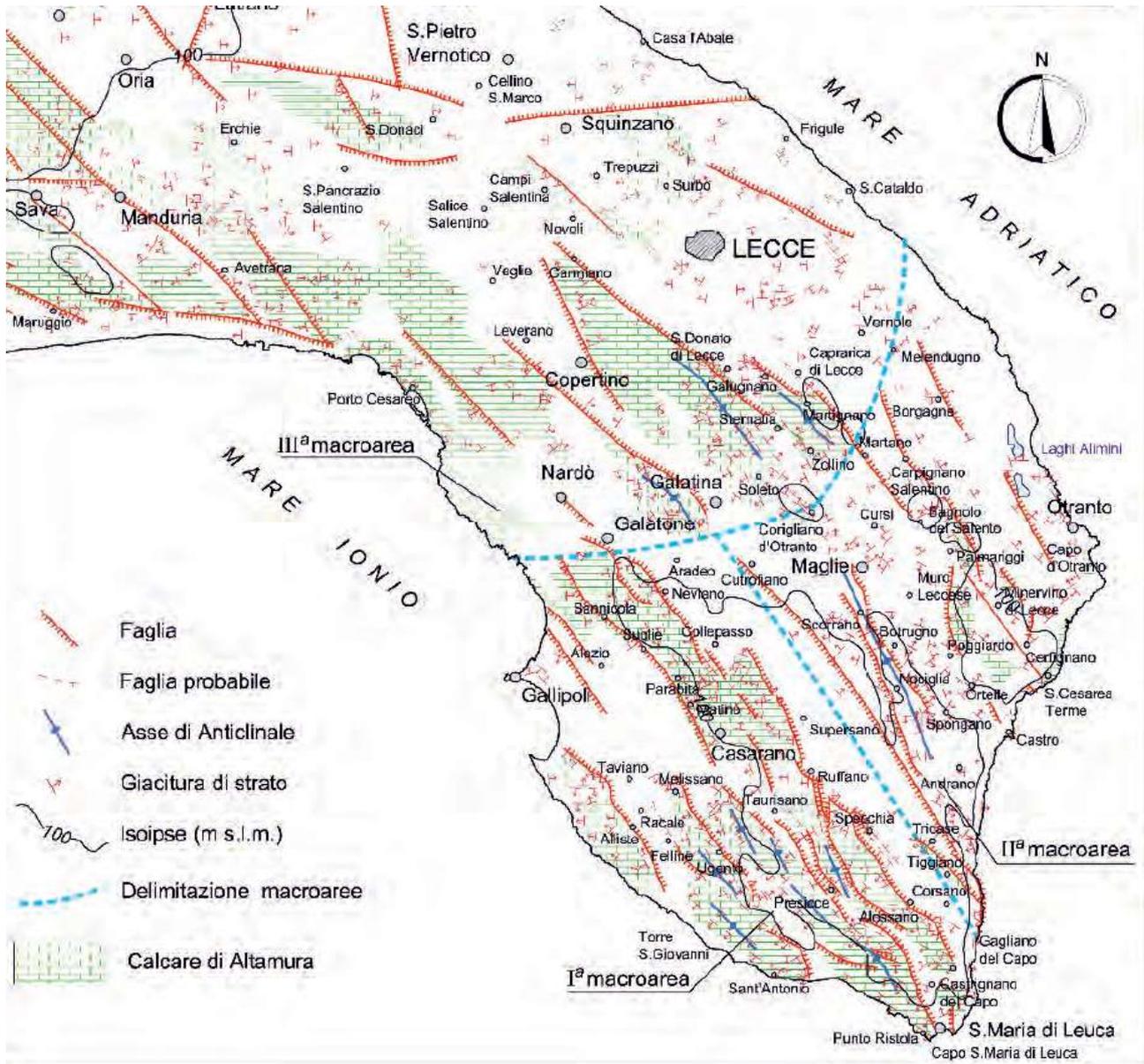
Come citato, l'area interessata dal progetto è situata in un contesto territoriale caratterizzato da una morfologia pressoché tabulare, con quote topografiche comprese tra i 73 ed i 78 metri s.l.m. Tale zona si configura, dal punto di vista strutturale, come una vasta depressione, di origine presumibilmente tettonica, semi-colmata da una successione di depositi calcarenitici e sabbioso-argillosi di età plio-pleistocenica.

L'area studiata, è caratterizzata da una morfologia sub tavolare pianeggiante, interrotta da deboli ondulazioni del terreno e da aree strutturalmente rialzate sede di affioramenti carbonatici mesozoici.

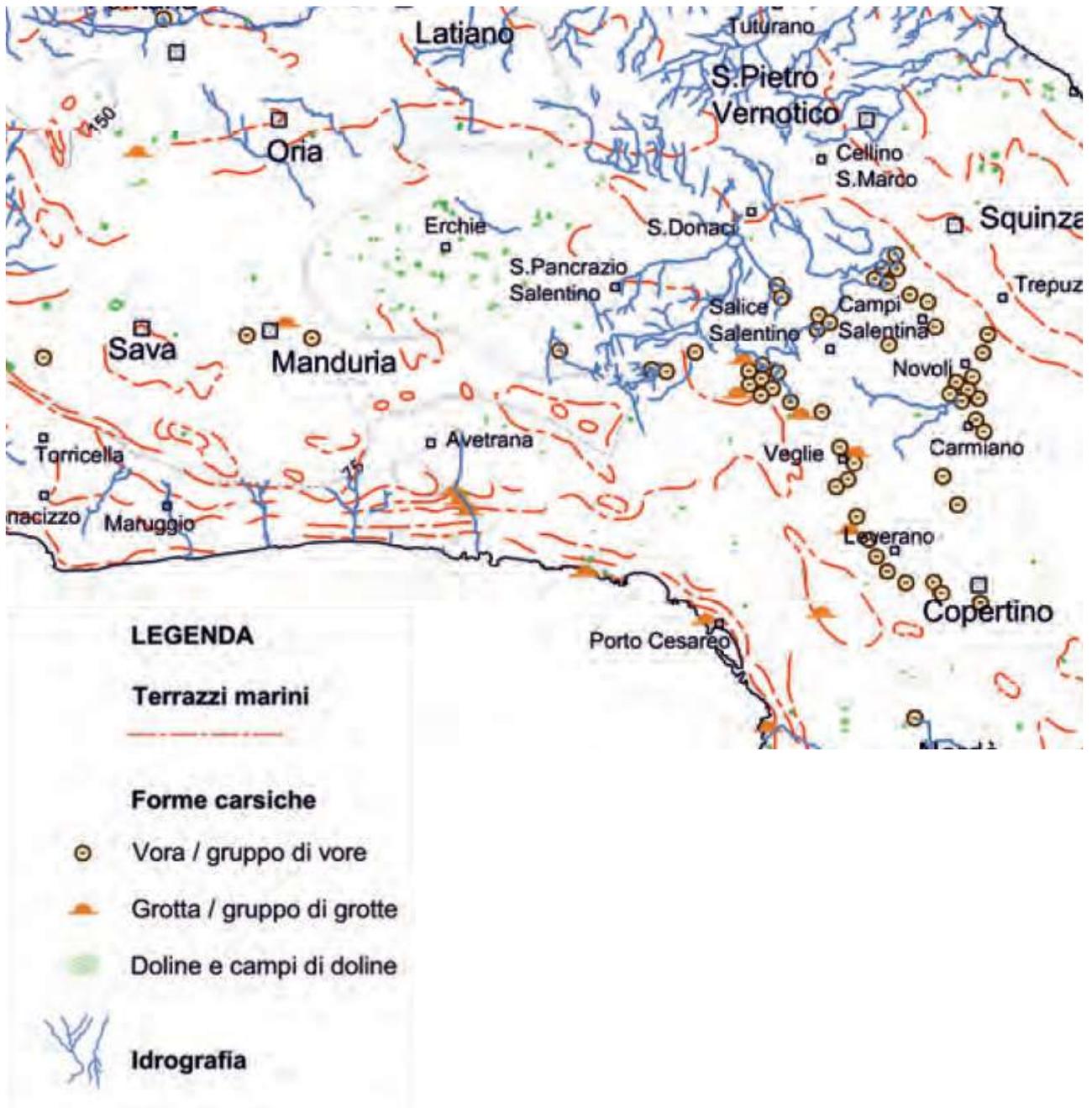
Solo in alcuni casi sono presenti delle scarpate più accentuate, incise da piccoli solchi erosivi provocati dal ruscellamento delle acque meteoriche e che costituiscono dei naturali impluvi dove gli episodi di ruscellamento si verificano solo nei periodi particolarmente piovosi. L'azione di disfacimento, disgregazione e trasporto delle acque ruscellanti o di infiltrazione, ha influenzato e continua ad influenzare lo sviluppo del carsismo nelle rocce carbonati del basamento mesozoico e subordinatamente favorisce i fenomeni paracarsici riscontrabili nei terreni più recenti. E' evidente che sia la distribuzione areale, sia la ricorrenza verticale delle forme carsiche dipendono ulteriormente dalla successione dei cicli carsici, la cui evoluzione è collegata ai movimenti relativi tra il mare e la terraferma. La zona più depressa è occupata dai depositi più recenti, rappresentati da una successione di limi e sabbie con livelli calcarenitici basali. Lo spessore di questi sedimenti risulta variabile e strettamente dipendente dalla morfologia del substrato calcareo mesozoico. Dal punto di vista idrologico, l'intera area studiata, è caratterizzata dalla presenza discontinua di una rete idrografica superficiale (canali), che risultano molto spesso interrotti o privi della manutenzione necessaria a veicolare le acque di scorrimento superficiale in direzione dei recapiti finali. Inoltre, l'assetto altimetrico del territorio da localmente origine a numerosi piccoli bacini endoreici che recapitano all'interno di strutture carsiche o avvallamenti morfologici, in cui lo smaltimento delle acque pluviali di ruscellamento superficiale avviene per infiltrazione nel suolo.

## **DESCRIZIONE DEI LUOGHI**

Dall'analisi morfologica condotta sul tale porzione del territorio, sia su base cartografica che sulla base dei sopralluoghi condotti, si è riscontrata la presenza di uno scarso reticolo idrografico. Tale parte del territorio, quindi, presenta un insieme di sistemi endoreici chiusi e indipendenti, i quali, interessati dalle precipitazioni, danno luogo ad eventuali accumuli superficiali di acqua nelle loro aree maggiormente depresse. Essi potrebbero entrare in comunicazione tra loro, e dare luogo a sistemi idrografici comunicanti, solo quando i volumi affluiti a ciascuno di essi dovessero superare quelli che possono essere invasati e smaltiti dal suolo dalla rispettiva "conca" naturale. Nell'area di progetto, relativamente all'ubicazione degli impianti, verrà previsto un opportuno sistema di regimazione delle acque.



Carta tettonica



Carta geomorfologica



PRATICAMENTE IMPERMEABILI	A BASSA PERMEABILITÀ	A MEDIA PERMEABILITÀ	AD ALTA PERMEABILITÀ
 Depositi palustri limoso-argillosi e terre rosse costituenti la copertura del basamento calcareo-dolomitico. Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi a matrice terrosa. Limi sabbiosi, sabbie limose a limi argillosi.			
 Argille e limi argillosi e argille e limi argillosi con intercalazione di sabbie e di lenti calcarenitiche.	 Sabbie passanti a limi a permeabilità variabile.		
 Calcarenitì teneri a grana medio-grossolana. Calcarenitì marmorose tenere a grana medio-fine. Calcarenitì associate a calcari e localmente a marne.		 Calcarenitì a grana medio-grossolana e sabbie debolmente cementate con livelli calcarenitici e conglomeratici.	
		 Calcari micritici, bioclastici, organogeni con calcari dolomitici e dolomie.	 Calcari bioclastici e calcari organogeni. Alternanze di calcari micritici e detritico organogeni. Calcari detritico-organogeni bioclastici e micritici.

Permeabilità dei litotipi

## **CONSIDERAZIONI CLIMATICHE GENERALI**

Gli aspetti climatici della Puglia, sono stati oggetto di numerosi ed approfonditi studi (Bissanti 1968, 1974). Secondo Bissanti, la stagione autunnale rappresenta il periodo più piovoso e perturbato di tutto l'anno. A questa caratteristica non corrisponde però un altrettanto incremento di piovosità, poiché le piogge tendono ad aumentare già dalla seconda metà di agosto, per gli occasionali temporali di fine estate. In Puglia le maggiori precipitazioni avvengono sul Gargano e sul Salento leccese meridionale. I valori percentuali dell'autunno sono massimi nell'estremità SE del Salento leccese e diminuiscono verso NW, soprattutto col crescere dell'altitudine. Il clima della Penisola salentina può essere definito di tipo "adriatico meridionale", la classificazione di THORNTHWAITE (1948) vede il clima del Salento fra quelli contrassegnati dalla sigla Cs, tipicamente mediterraneo, caratterizzato da un inverno non eccessivamente rigido, con due massimi di precipitazione a novembre e marzo, un lungo periodo secco estivo ed escursioni medie annue di poco superiori ai 17° C. Nell'ambito della penisola si possono individuare almeno due subregioni con caratteri abbastanza differenti: il versante ionico con temperature annue più elevate e precipitazioni più basse ed il versante adriatico che presenta caratteri esattamente opposti. In riferimento ai caratteri climatici dell'area analizzata, sono state analizzate le precipitazioni sulla base dei dati del Servizio Idrografico di Stato relativi alla stazione pluviometrica di Avetrana (TA).

## **PRECIPITAZIONI**

L'area indagata risulta abbastanza vicina alla stazione di rilevamento dei dati pluviometrici che si trova nel territorio di Avetrana. I dati considerati coprono un intervallo temporale compreso tra il 1967 ed il 1996. Per ottenere una serie temporale completa, sono stati utilizzati per le registrazioni mancanti, i dati provenienti dalla Stazione pluviometrica di Mass.ia Monteruga (poco distante), che presenta sostanzialmente le medesime caratteristiche meteo-climatiche. Le osservazioni sono costituite dai valori massimi annuali delle altezze di pioggia in mm per durate di 1, 3, 6, 12, 24 e 48 ore. Inoltre vengono riportate le precipitazioni mensili per l'intervallo considerato. Dall'analisi di questi dati, il mese più piovoso risulta essere Dicembre (con un valore medio pari a 79,5 mm), mentre il mese più asciutto è Giugno (con un valore pari a 22,30 mm); il mese con il numero più elevato di giorni piovosi è Dicembre (circa 8,55 gg), quello con il più basso è Luglio (circa 2,05 gg); a tal riguardo è bene evidenziare che quest'ultimi dati sono riferiti ai giorni con una precipitazione pari o maggiore di 1 mm. La precipitazione massima nell'arco delle 24 ore, riferito sempre al periodo 1967-96, è avvenuta nel 1996 con un'altezza pari a 198,2 mm; la precipitazione massima nell'arco delle 48 ore è avvenuta sempre nel 1996 con 201,2 mm; le precipitazioni massime di notevole intensità e breve durata, sempre nel periodo considerato, è avvenuta nel 1981 con un'altezza di 40,0 mm in 15 minuti.

## **PROGETTO INVENTARIO FENOMENI FRANOSI ITALIANI (IFFI)**

Il Progetto Inventario Fenomeni Franosi Italiani (IFFI) legato all'impulso dato al campo della Difesa del Suolo dai disastrosi eventi che hanno colpito i comuni di Sarno, di Siano, di Quindici, di Braciliano e di San Felice a Cancellò in Campania il 05/05/1998, costituisce il primo inventario omogeneo e aggiornato dei Fenomeni Franosi sull'intero territorio nazionale. La banca dati e le cartografie del Progetto Inventario Fenomeni Franosi Italiani (IFFI) forniscono, dunque, un quadro completo sulla distribuzione dei Fenomeni Franosi sull'intero territorio nazionale secondo procedure standardizzate e realizza un Sistema Informativo Territoriale nazionale contenente le informazioni sui Fenomeni Franosi censiti in Italia, offrendo uno strumento conoscitivo di base per la pianificazione territoriale e la programmazione degli interventi di Difesa del Suolo. Dall'analisi della cartografia non si evince la presenza di Fenomeni Franosi in corrispondenza del sito di intervento.

## **PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) E PIANO STRALCIO DI DIFESA DALLE ALLUVIONI (PSDA) DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELL'APPENNINO MERIDIONALE DELL'AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA**

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e il Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA) del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale dell'Autorità di Bacino della Puglia derivano dall'applicazione della Legge N.183 del 18/05/1989: NORME PER IL RIASSETTO ORGANIZZATIVO E FUNZIONALE DELLA DIFESA DEL SUOLO emanata immediatamente dopo i disastrosi eventi che hanno colpito i comuni di Sarno, di Siano, di Quindici, di Braciliano e di San Felice a Cancellò in Campania il 05/05/1998. Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e il Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA) del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale dell'Autorità di Bacino della Puglia sono uno strumento di natura normativa, contenente un quadro di informazioni organizzate, omogenee e aggiornate, in continuo ampliamento e approfondimento, che descrivono lo stato qualitativo e quantitativo del territorio e evidenziano le criticità e le situazioni di emergenza di Difesa del Suolo e di natura programmatica, contenente l'elaborazione degli interventi di Difesa del Suolo, individuati sulla base delle priorità e delle risorse disponibili. Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e il Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA) del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale dell'Autorità di Bacino della Puglia costituiscono il quadro di riferimento normativo e programmatico al quale tutti i provvedimenti autorizzativi devono adeguarsi. Le Norme Tecniche di Attuazione del Piano stesso definiscono la modalità di utilizzo del territorio e gli interventi consentiti e non consentiti. Le cartografie del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale dell'Autorità di Bacino della Puglia contengono le perimetrazioni delle zone a differente Pericolosità da Fenomeni di Dissesto Gravitativi e Processi Erosivi. La Carta della Pericolosità fornisce la distribuzione delle zone a differente grado di Pericolosità da Fenomeni di Dissesto Gravitativi e Processi Erosivi, distinte in tre categorie, ordinate secondo classi a pericolosità crescente, da "Moderata", a "Elevata" e a "Molto Elevata", indicate con

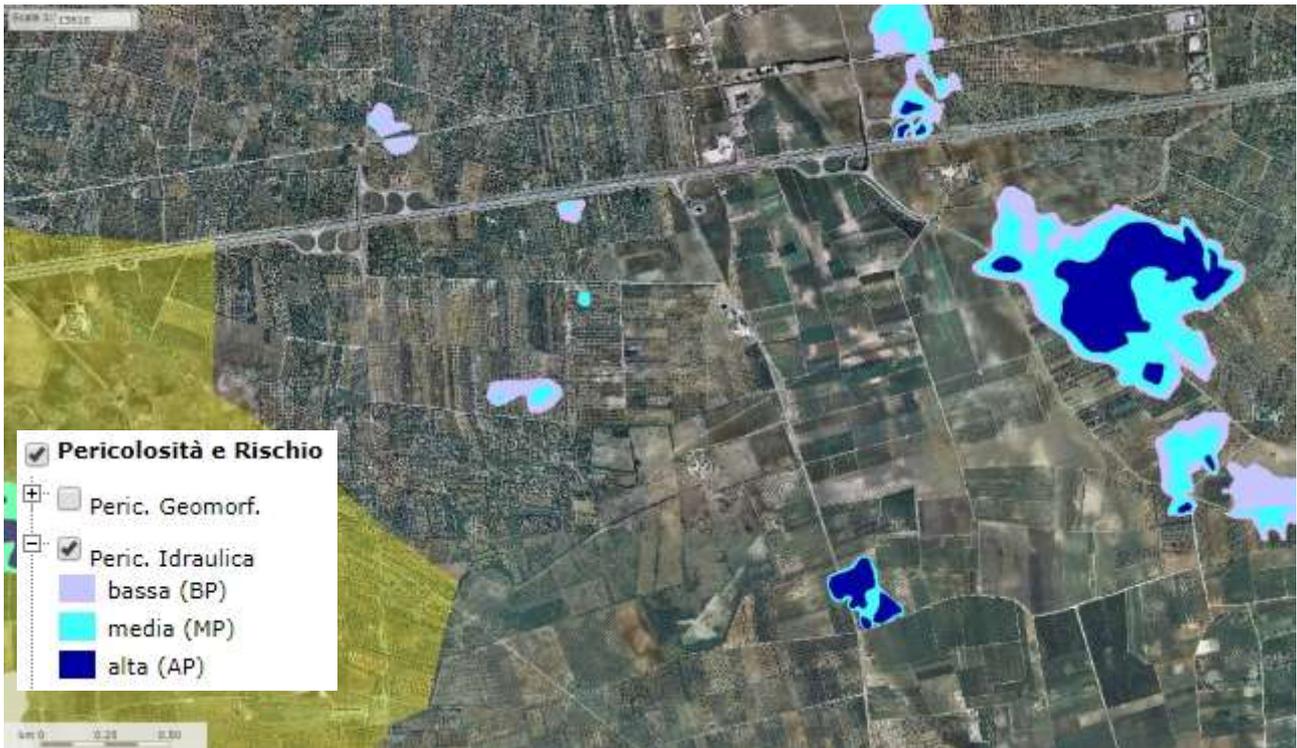
le sigle “PG1”, “PG2” e “PG3”, disegnate utilizzando un retino colorato dal verde chiaro al verde scuro.

Il Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (PAI) non individua la presenza di Fenomeni di Dissesto Gravitativi e i Processi Erosivi in corrispondenza del sito di intervento, che, di conseguenza, non risulta essere inserito all’interno di zone caratterizzate da Pericolosità da Fenomeni di Dissesto Gravitativi e Processi Erosivi.



Carta del rischio

Le Cartografie del Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA) del Distretto Idrografico dell’Appennino Meridionale dell’Autorità di Bacino della Puglia contengono le perimetrazioni delle zone a differente Pericolosità Idraulica. La Pericolosità Idraulica è riferita alla determinazione delle differenti condizioni di massima piena ricavate utilizzando i metodi scientifici dell’Idraulica. La Carta della Pericolosità fornisce la distribuzione territoriale delle zone a differente grado di **Pericolosità Idraulica**, distinte in tre categorie, ordinate secondo classi a pericolosità crescente, da “Bassa”, a “Media” e a “Alta”, indicate con le sigle “BP”, “MP” e “AP”, disegnate utilizzando un retino colorato dal blu chiaro al blu scuro. Il Piano non individua la presenza di Fenomeni Alluvionali in corrispondenza del sito di intervento, che, di conseguenza, non risulta essere inserito all’interno di zone caratterizzate da **Pericolosità Idraulica**.



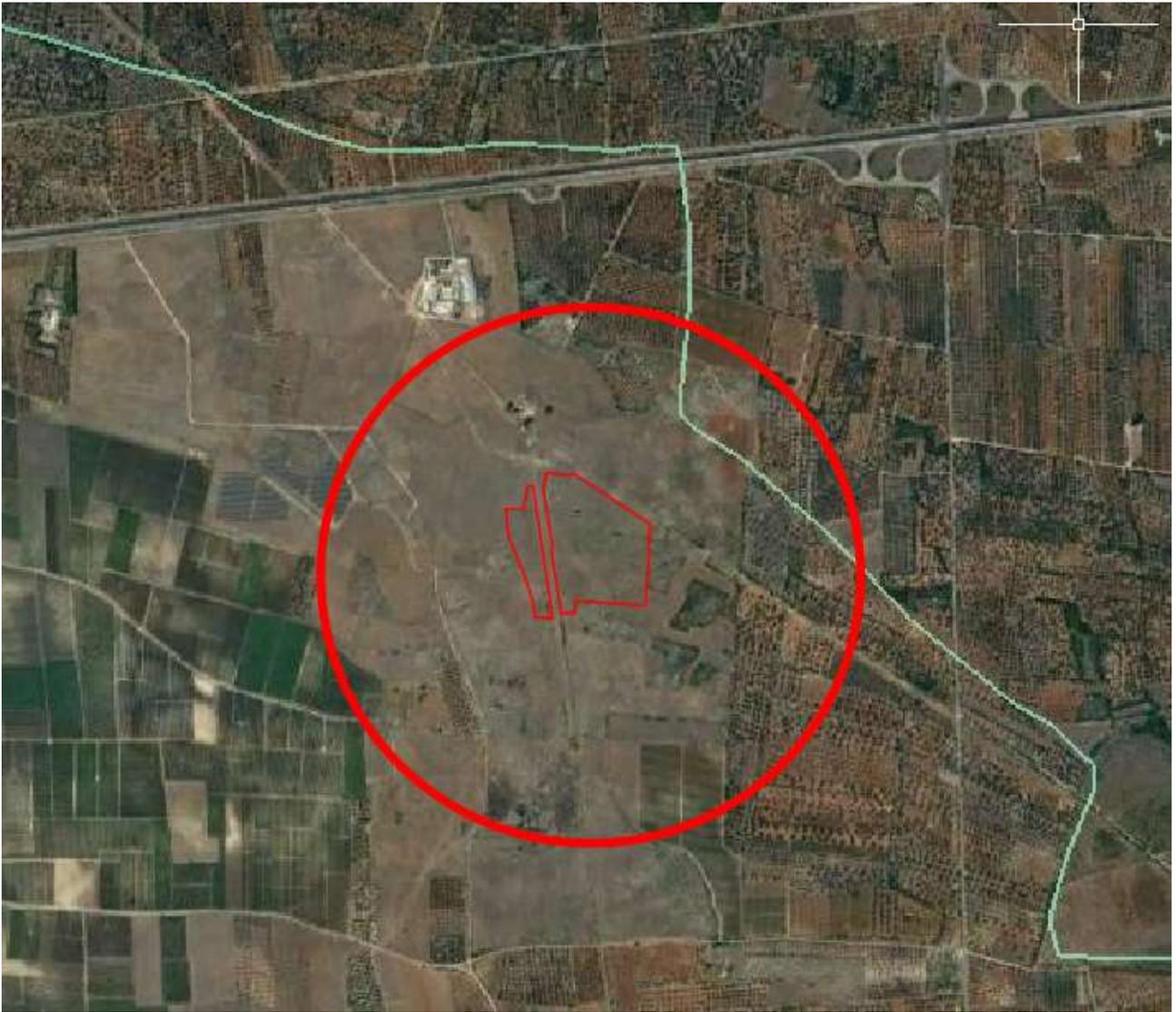
Carta della pericolosità idraulica - PSDA

Di seguito vengono descritti gli interventi proposti in progetto per la raccolta e il collettamento delle acque meteoriche dalle superfici interne all'impianto fotovoltaico in progetto.

Il sistema di fossi di guardia ed attraversamenti previsti e degli opportuni sistemi di recapito garantirà l'equilibrio idrogeologico preesistente.

Le scelte progettuali saranno condotte in modo tale da avere opere ad "impatto zero" sull'esistente reticolo idrografico, recapitando le acque superficiali convogliate dai fossi di guardia e non drenate dal terreno presso gli impluvi ed i solchi di erosione naturali.

L'obiettivo che si intende raggiungere, dunque, è quello di intercettare e allontanare tempestivamente il surplus delle acque di scorrimento superficiale all'interno del parco fotovoltaico, al fine di garantire la vita utile delle opere civili, riducendo le operazioni di manutenzione al minimo indispensabile e limitando gli effetti negativi sull'ambiente circostante.



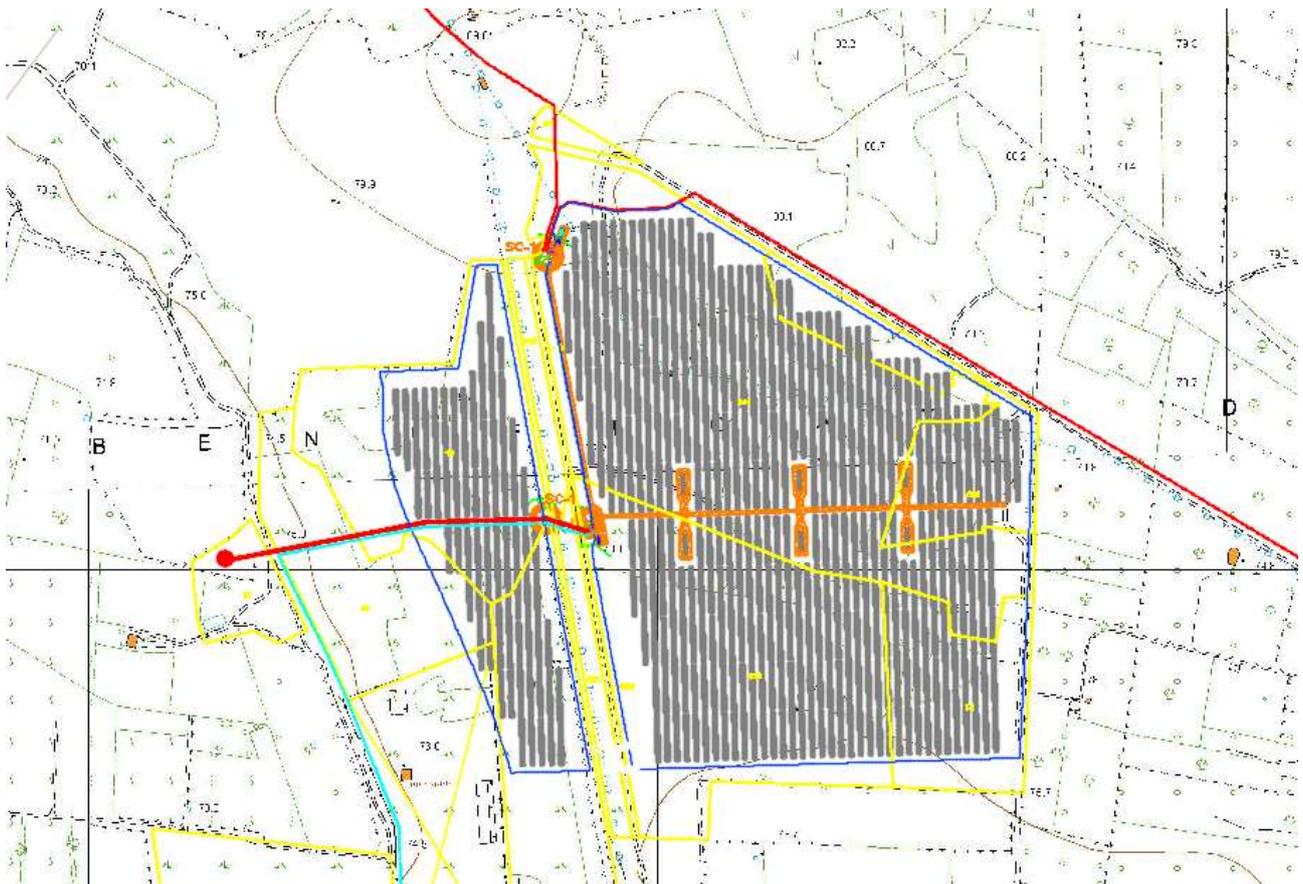
Ubicazione planimetrica dell'impianto fotovoltaico

## PROGETTO DELLE OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA

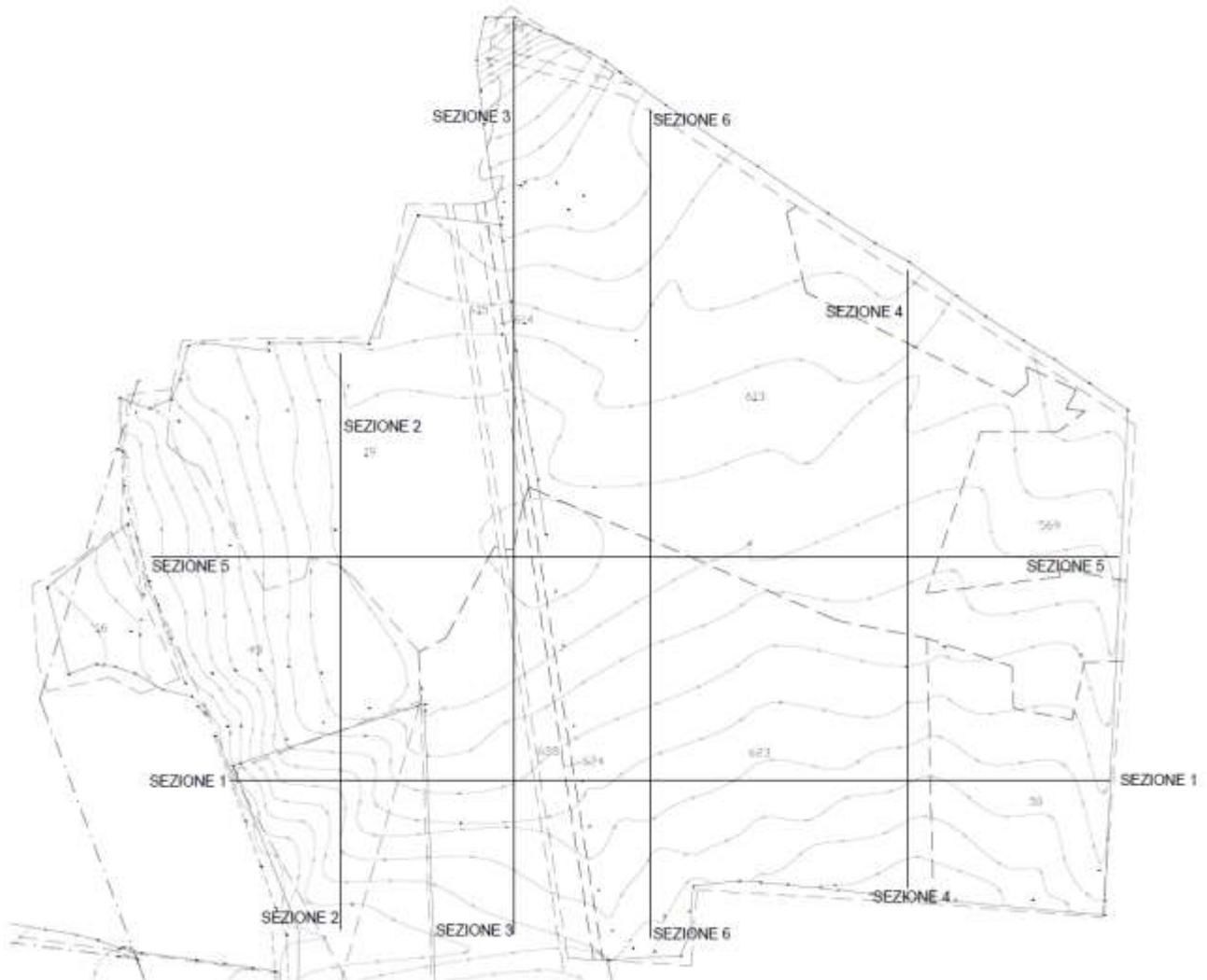
La durabilità dell'area di impianto e dell'impianto stesso dal punto di vista strutturale sarà garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche superficiali. Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati secondo due differenti linee di obiettivi:

- mantenimento delle condizioni di “equilibrio idrogeologico” preesistenti (*ante realizzazione del parco fotovoltaico*);
- regimazione e controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità del parco fotovoltaico, attraverso la realizzazione di una adeguata rete drenante, volta a proteggere le opere civili presenti nell'area.

Il tracciato delle opere di regimazione sarà definito a partire dal layout dell'impianto fotovoltaico e dal modello tridimensionale del suolo, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi e i solchi di erosione interferenti con le opere in progetto nonché le caratteristiche plano-altimetriche delle aree di impianto. Le acque defluenti dall'area di impianto verranno raccolte ed allontanate dalle opere idrauliche in progetto, descritte nel paragrafo successivo, che consistono, principalmente, in fossi di guardia in terra ed altre opere accessorie di natura idraulico/naturalistica.



Ubicazione impianto su cartografia CTR



Rilievo dell'area di progetto, indicazione delle sezioni ed estrazione profili longitudinali per lo studio dell'andamento del terreno che presenta quote variabili da 73 a 78 mslm. Le pendenze del suolo risultano molto limitate e, pertanto, si escludono fenomeni di ruscellamento ed erosione da parte di acque meteoriche ricadenti nell'area di progetto.

SEZIONE 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PICCHETTO															
DISTANZE PROGRESSIVE	0	9,77	23,88	112,32	131,8	224,60	388,36	461,8	623,29	697,03	728,24	742	742	742	742
DISTANZE PARZIALI		9,77	14,11	69,26	19,48	105,80	146,52	82,82	21,76	15,44	31,2	14,86	0	0	0
QUOTE	75,5	75,5	75	74,5	74,2	75,5	76	77,2	76	75,2	75	74,2	74,2	74,2	74,2

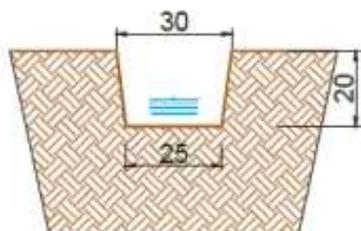


## OPERE IDRAULICHE – FOSSI DI GUARDIA

Le opere idrauliche applicabili in progetto e che saranno verificate in sede di progettazione esecutiva sono le seguenti.

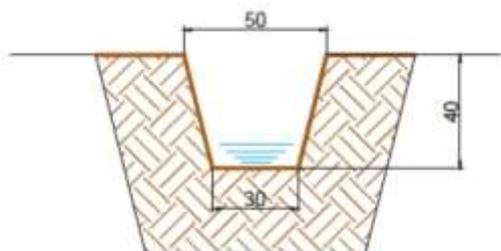
- Fosso di guardia in terra “Tipo 1” avente le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>Sezione trapezia</i>	
Larghezza base [m]	0,25
Larghezza in superficie [m]	0,30
Altezza [m]	0,20



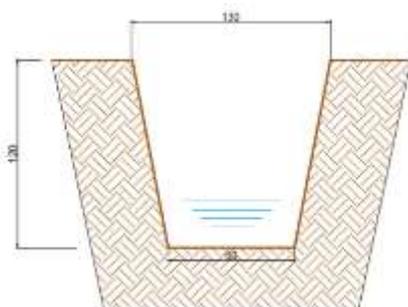
- Fosso di guardia in terra “Tipo 2” avente le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>Sezione trapezia</i>	
Larghezza base [m]	0,50
Larghezza in superficie [m]	0,30
Altezza [m]	0,40



- Fosso di guardia in terra “Tipo 3” avente le seguenti caratteristiche geometriche:

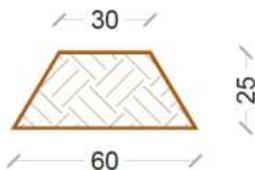
<i>Sezione trapezia</i>	
Larghezza base [m]	1,30
Larghezza in superficie [m]	0,80
Altezza [m]	1,20



In fase esecutiva, qualora ritenute necessarie, potranno realizzarsi anche opere di protezione del tipo sotto elencato:

Arginelli in terra aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

Larghezza base [m]	0,60
Larghezza in superficie [m]	0,30
Altezza [m]	0,25



Tali opere trasversali a cielo aperto assolveranno essenzialmente la funzione di limitare la lunghezza del percorso dell'acqua sul piano stradale convogliandola presso i fossi di guardia in progetto. Esse, interrompendo lo scorrimento dell'acqua, ne riducono il potere erosivo, limitando la formazione di solchi e l'approfondimento delle tracce lasciate dalle ruote dei veicoli. La distanza tra le canalette è sicuramente l'elemento di maggior interesse progettuale. In generale, essa deve garantire lo smaltimento del deflusso superficiale prodotto sulla sede stradale e di quello sottosuperficiale intercettato, limitare l'erosione del fondo stesso ed evitare la formazioni di solchi, ma al contempo garantire una qualità di transito ragionevole. La pendenza trasversale delle canalette deve infatti garantire lo smaltimento del deflusso prodotto dal tratto di strada sotteso ed evitare la deposizione almeno del materiale più fine. A tale scopo la pendenza non dovrà essere inferiore al 3-4%.

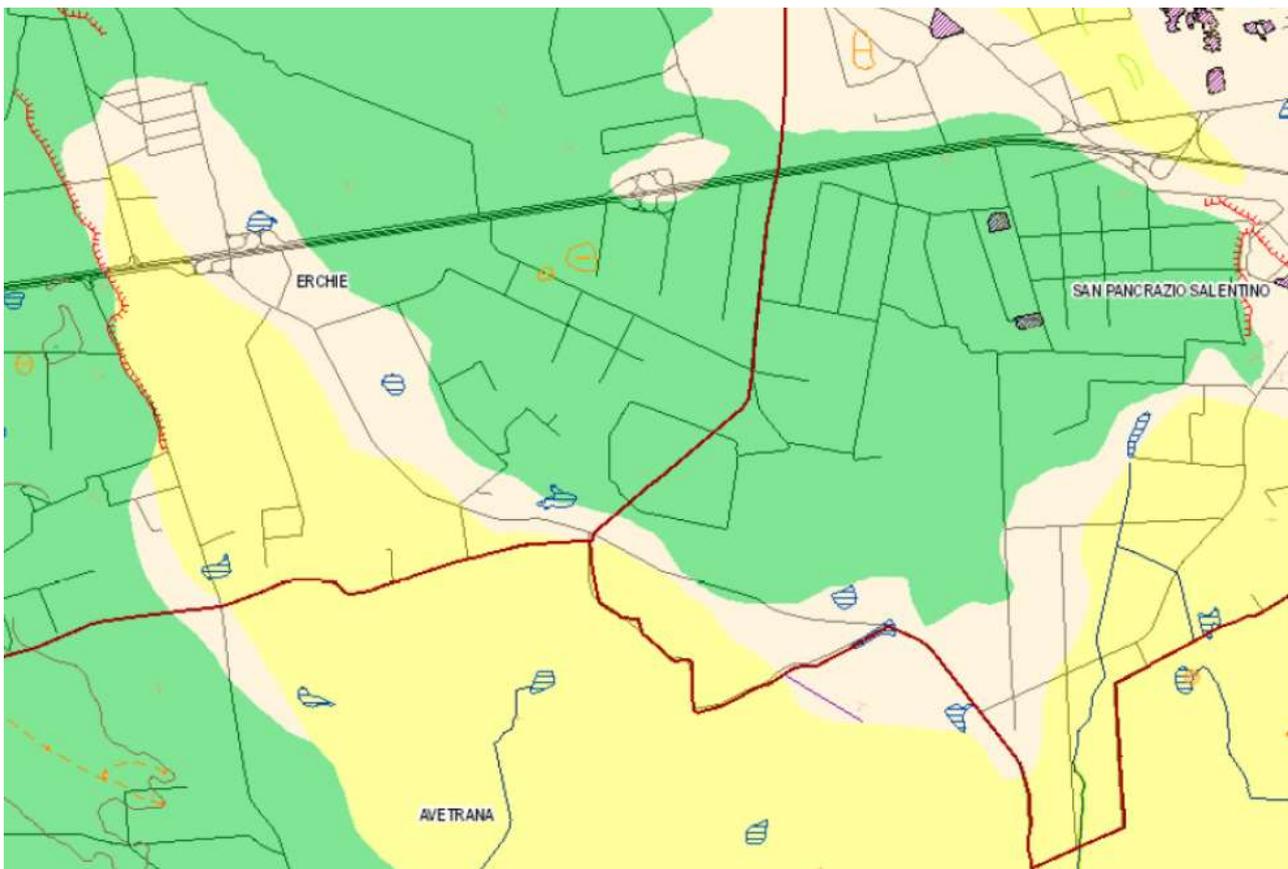
## INFORMAZIONE IDROLOGICA

La pioggia è all'origine del processo di formazione delle portate di piena nei bacini idrografici relativi all'area in esame. I fenomeni meteorologici che generano le precipitazioni sono talmente complessi da non potere essere trattati come un processo deterministico a partire da condizioni iniziali e al contorno note. Pertanto, sotto il profilo pratico, lo studio delle piogge si limita ad utilizzare metodologie statistiche basate sulle osservazioni pluviometriche. Nel caso in esame, la risposta idrologica dei bacini è condizionata da brevi tempi di corrivazione e, pertanto, le precipitazioni rilevanti sono quelle d'intensità elevata e breve durata. La maggior parte dei metodi che l'idrologia propone per ricostruire eventi di piena sono metodi indiretti, ossia metodi che stimano l'idrogramma di piena utilizzando un modello di trasformazione piogge-portate che prevede, come input, la definizione di un particolare evento di pioggia. Nel caso in esame, infatti, non sono disponibili dati di registrazione delle portate; né, tantomeno, potrebbero essere utilizzati, dal momento che l'obiettivo dell'analisi non è studiare il comportamento idrologico/idraulico dei corsi d'acqua presenti nel territorio, ma approfondire le tematiche idrologiche per il dimensionamento di tutte le opere idrauliche del parco fotovoltaico. In

particolare, volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna prima ricostruire l'evento di pioggia di pari tempo di ritorno (assumendo come vera l'ipotesi che un evento di pioggia di tempo di ritorno  $T$  genera un evento di piena con la stessa probabilità di non superamento).

L'area presenta, da un punto di vista paesaggistico, una forte connotazione antropica, con intensa attività agricola, caratterizzata prevalentemente da vigneti e seminativi ed in misura minore da uliveti; le quote altimetriche, relativamente alle aree occupate dagli impianti saranno comprese tra i 73 ed i 78 metri s.l.m.m.

L'area interessata dell'opera progettuale evidenzia uno scarso reticolo idrografico superficiale, per lo più costituito da brevi corsi d'acqua che terminano in una zona depressa (bacino endoreico), all'interno di inghiottitoi e/o vore naturali. Pertanto tutta l'area interessata dal progetto, è caratterizzata dalla presenza di diversi bacini endoreici con locali avvallamenti di estensione più o meno ampia, luogo dell'eventuale accumulo delle acque piovane in caso di eventi piovosi di rilevante entità.



Carta idrogeomorfologica

Per quanto attiene i bacini endoreici a cui ci si riferisce, l'Autorità di Bacino, ha provveduto all'individuazione delle aree più depresse (*cf. Carta idrogeomorfologica*) nelle quale potrebbe avvenire l'accumulo delle acque senza però definire l'impronta planimetrica dell'eventuale allagamento causato dall'accumulo delle acque meteoriche stesse nella zona più depressa per i diversi tempi di ritorno (30, 200 e 500 anni).

Soprattutto a seguito di eventi meteorici intensi, l'acqua piovana che non trova scorrimento sul sito, ristagna in superficie invasandosi in pozzanghere e piccole conche endoreiche di modesta profondità per poi drenare lentamente negli strati più profondi del terreno.

Per tali acque è stato studiato un sistema che consenta il loro scollamento verso il reticolo idrografico esistente, esterno all'area di progetto.

Le scelte progettuali garantiscono un adeguato margine di sicurezza circa l'interferenza della nuova opera con il bacino imbrifero sotteso.

### **Elaborazioni idrologiche**

I metodi per il calcolo e la verifica delle reti pluviali, fondati sul criterio del volume d'invaso, richiedono la conoscenza della curva che rappresenta le altezze massime possibili di pioggia in funzione delle rispettive durate nella zona considerata. Per il calcolo della curva di possibilità pluviometrica sono stati utilizzati i dati relativi alla stazione termopluviometrica di San Pancrazio del Servizio Idrografico, assumendo le piogge di notevole intensità e breve durata e rispettivamente di 1, 3, 6, 12 e 24 ore rilevate nel periodo 1957-2005.

### DATI PLUVIOGRAFICI

(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)

Stazione di :    **SAN PANCRAZIO SALENTINO**

Quota (m s.l.m.) :

Numero di osservazioni = 39

Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1957	40,20	69,00	77,20	96,00	103,00
1958	26,40	32,80	41,20	53,80	61,00
1960	57,00	82,00	110,40	143,00	175,00
1962	30,40	32,00	37,00	38,00	58,60
1963	36,40	39,40	39,60	49,60	53,20
1964	34,20	45,40	46,00	63,40	80,40
1965	11,00	17,20	19,20	32,60	44,20
1967	32,40	32,40	32,40	32,40	37,40
1968	47,80	98,20	104,00	105,00	105,00
1969	45,20	51,20	55,20	58,80	76,00
1970	45,00	52,80	56,40	56,40	74,20
1972	31,40	50,00	80,00	97,60	120,80
1973	23,00	29,40	41,00	52,40	59,20
1974	60,00	62,20	65,00	65,40	75,60
1975	53,40	82,00	82,00	82,00	82,00
1976	17,20	36,60	61,00	86,00	110,40
1977	41,60	43,60	45,40	46,60	47,40
1978	30,60	31,20	31,20	40,60	42,20
1979	20,00	20,40	22,20	41,60	79,00
1980	52,00	113,00	123,00	124,20	124,80
1981	57,00	65,60	65,60	73,80	99,00
1982	23,60	27,00	38,80	51,60	66,20
1983	23,00	25,00	36,80	51,40	66,20
1985	33,80	38,00	50,00	58,80	73,40
1987	28,60	48,60	57,40	94,00	94,80
1989	48,30	48,80	48,80	48,80	49,00
1992	21,60	33,80	43,20	58,40	61,20
1993		61,20	72,20	72,40	85,20
1994		25,60	32,60	40,00	48,20
1996	45,80	63,20	104,40	139,40	139,80
1997	36,00	64,40	88,00	89,80	81,20
1998	37,40	41,20	41,80	48,20	74,60
1999	72,80	105,40	105,60	105,60	105,80
2000	26,80	40,20	69,80	81,60	92,60
2001	27,20	28,20	28,20	28,60	47,00
2002	39,20	39,20	41,00	41,20	41,20
2003	22,40	33,80	56,00	86,60	91,00
2004	32,60	43,80	49,20	73,80	80,60
2005	62,20	68,80	71,20	71,40	71,80

I suddetti dati sono stati elaborati statisticamente ricercando la distribuzione di probabilità che meglio approssima la curva di frequenza cumulata dei campioni costituiti dai massimi annuali delle precipitazioni di differente durata. La distribuzione del massimo valore tra N valori di una variabile casuale, segue la cosiddetta *prima legge asintotica del massimo valore* (o di Gumbel).

**ANALISI STATISTICA DEI DATI PLUVIOGRAFICI  
( Metodo di Gumbel )**

**Tabella 1 -** Valori per ciascuna durata  $t$ , della media  $\mu(h_t)$ , dello scarto quadratico medio  $\sigma(h_t)$  e dei due parametri  $\alpha_t$  e  $u_t$  della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

N° osservazioni = <b>39</b>	<b>t = 1 ora</b>	<b>t = 3 ore</b>	<b>t = 6 ore</b>	<b>t = 12 ore</b>	<b>t = 24 ore</b>
$\mu(h_t)$	37,12	49,30	58,21	68,74	78,93
$\sigma(h_t)$	14,11	23,09	25,98	28,79	29,44
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$	0,09	0,06	0,05	0,04	0,04
$u_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$	30,77	38,91	46,52	55,78	65,68

**Tabella 2 -** Altezze massime di pioggia regolarizzate, di durata  $t$  e assegnato tempo di ritorno  $Tr$

$Tr$ assegnato		<b>t = 1 ora</b>	<b>t = 3 ore</b>	<b>t = 6 ore</b>	<b>t = 12 ore</b>	<b>t = 24 ore</b>
50 anni	$h_{t,Tr} =$	73,70 mm	109,14 mm	125,54 mm	143,37 mm	155,24 mm

**Tabella 3 -** Altezza critica di pioggia di assegnato tempo di ritorno  $T$  (mm/h)

$Tr$ assegnato	<b>LEGGE DI PIOGGIA</b> $h = a \times t^n$
50 anni	$\rightarrow h = 78,945 \times t^{0,2329}$

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA		TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)
Superficie del Bacino	<b>S = 0,50</b> Km <sup>2</sup>	Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} = 2,12$
Lunghezza percorso idraulico principale	<b>L = 1,00</b> Km	
Altitudine max percorso idraulico	<b>H<sub>max</sub> = 68,00</b> m (s.l.m.)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Kirpich, Watt-} \\ \text{Chow, Pezzoli} \end{array} \right. \Rightarrow t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$
Altitudine min percorso idraulico	<b>H<sub>0</sub> = 50,00</b> m (s.l.m.)	
Pendenza media percorso idraulico	<b>P = 0,02</b> (m/m)	
Altitudine max bacino	<b>H<sub>max</sub> = 68,00</b> m (s.l.m.)	
Altitudine sezione considerata	<b>H<sub>0</sub> = 55,00</b> m (s.l.m.)	
Altitudine media bacino	<b>H<sub>m</sub> = 61,50</b> m (s.l.m.)	
Dislivello medio bacino	<b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> = 6,50</b> m	

**CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA PER UN ASSEGNATO TEMPO DI RITORNO  
( FORMULA del METODO RAZIONALE )**

$$Q_{max} = \frac{C \cdot h_c \cdot S}{3,6 \cdot t_c}$$

con :

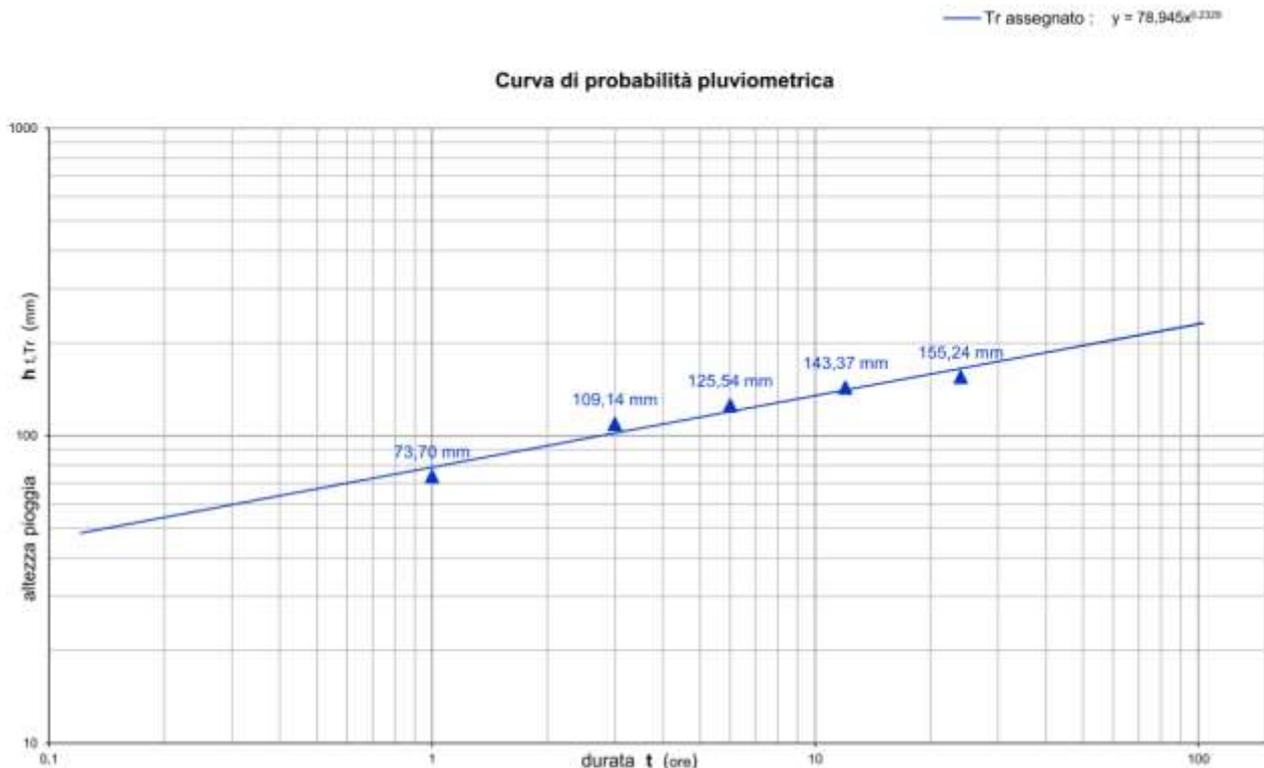
- $C$  = coefficiente di deflusso
- $h_c$  = altezza critica di pioggia (mm/h)
- $S$  = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)
- $t_c$  = tempo di corrivazione (ore)
- $3,6$  = fattore di conversione che permette di ottenere la  $Q_{max}$  in m<sup>3</sup>/sec

**RISULTATI**

Deflusso <b>C=</b>	<b>0,20</b>	<b>S (km<sup>2</sup>) = 0,50</b>	<b>t<sub>c</sub> (ore) = 2,12</b>
--------------------	-------------	----------------------------------	-----------------------------------

Tr assegnato	a	n	t <sub>c</sub> (ore)	h <sub>c</sub> (mm/h)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)
50 anni	78,94	0,23	2,12	94,06	<b>1,23</b>



La portata di progetto delle opere di scollamento delle acque piovane, con tempo di ritorno di 50 anni risulta:

Tr assegnato	a	n	tc (ore)	hc (mm/h)	Qmax (m <sup>3</sup> /sec)
50 anni	78,94	0,23	2,12	94,06	<b>1,23</b>

Con tale portata verranno dimensionate le opere di collettamento e di deflusso delle acque piovane incidenti sul sito di progetto.

### **Impatto potenziale del progetto sulla componente idrica**

#### Fase di cantiere

Durante le fasi di cantiere, a seguito degli scavi e delle lavorazioni connesse all'installazione della centrale fotovoltaica, si potrebbe avere potenzialmente:

- interferenza con l'idrologia superficiale;
- modifica dell'attuale regime di scorrimento delle acque meteoriche superficiali, con innesco di processi erosivi;
- trasferimento del particolato solido presente in atmosfera all'elemento idrico, inquinamento da oli e/o idrocarburi e/o da cemento.

Per quanto riguarda i primi due aspetti, l'impianto fotovoltaico, inteso nella sua completezza, non apporterà alcuna modifica al sistema idrologico della zona, poiché non

vi è alcuna interferenza diretta e indiretta con essi. Il potenziale impatto nei confronti dello scorrimento idrico superficiale che potrebbe aversi durante le operazioni di scavo delle fondazioni, è scongiurato mediante il posizionamento dei pannelli e delle opere accessorie ad opportuna distanza dagli impluvi e al di fuori di aree potenzialmente soggette ad esondazioni. Inoltre, per quanto riguarda nello specifico l'impatto sulla risorsa idrica sotterranea, la esigua profondità di scavo raggiunta per le fondazioni e per il cavidotto (pochi metri di profondità), rispetto alla quota del pelo libero della falda profonda, garantisce abbondantemente la tutela della risorsa idrica sotterranea. In conclusione, va sottolineato che l'impianto in esame non produrrà alcuna alterazione a carico della rete idrica superficiale, né dal punto di vista idraulico, né tantomeno da quello della qualità delle acque.

### Fase di esercizio

I possibili impatti in fase di esercizio possono essere legati a fenomeni di erosione riveniente dalla modificazione del regime di scorrimento delle acque meteoriche superficiali. Come detto in precedenza, non essendoci alcuna interferenza con corsi d'acqua tale impatto è inesistente. Inoltre, l'assetto sub-pianeggiante del sito è tale da scongiurare qualsiasi fenomeno di erosione superficiale e/o dilavamento. Inoltre, come detto in precedenza, l'ubicazione della centrale è stata prevista a distanza di sicurezza dai corsi d'acqua e dalle aree inondabili in modo da non interferire con gli scorrimenti idrici superficiali. Infine, l'intervento non prevede la realizzazione di pozzi di emungimento per la captazione di acque sotterranee, pertanto non si prevedono effetti in termini di utilizzo delle risorse idriche. Per il lavaggio periodico dei pannelli è previsto l'utilizzo di autobotte munita di pompa di spinta e lancia idrica manuale, pertanto non è previsto un approvvigionamento in loco. Tale acqua verrà utilizzata esclusivamente per il lavaggio della superficie radiante dei pannelli dalla patina di polvere che si formerà nel tempo, allo scopo di ripristinarne la resa produttiva. L'acqua di residuo del lavaggio, che sarà del tutto paragonabile a quella meteorica caduta sui pannelli quindi priva di qualsiasi tipo di inquinante, in parte verrà assorbita dal terreno ed in parte scorrerà verso i canali naturali esistenti, senza produrre alcun tipo di interferenza.

## **PROGETTO DELLE OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA**

La durabilità dell'area di impianto e dell'impianto stesso dal punto di vista strutturale sarà garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche superficiali. Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati secondo due differenti linee di obiettivi:

- mantenimento delle condizioni di "equilibrio idrogeologico" preesistenti (*ante realizzazione del parco fotovoltaico*);
- regimazione e controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità del parco fotovoltaico, attraverso la realizzazione di una adeguata rete drenante, volta a proteggere le opere civili presenti nell'area.

Il tracciato delle opere di regimazione sarà definito a partire dal layout dell'impianto fotovoltaico e dal modello tridimensionale del suolo, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi e i solchi di erosione interferenti con le opere in progetto nonché le caratteristiche plano-altimetriche delle aree di impianto. Le acque defluenti dall'area di impianto verranno raccolte ed allontanate dalle opere idrauliche in progetto, descritte nel paragrafo successivo, che consistono, principalmente, in fossi di guardia in terra ed altre opere accessorie di natura idraulico/naturalistica.

Rilievo dell'area di progetto con indicazione delle sezioni ed estrazione profili longitudinali per lo studio dell'andamento del terreno che presenta quote variabili da 28 a 30 mslm. Le pendenze del suolo risultano molto limitate e, pertanto, si escludono fenomeni di ruscellamento ed erosione da parte di acque meteoriche ricadenti nell'area.

## **CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL BACINO**

Per la determinazione delle altezze critiche di pioggia con il metodo di **Gumbel**, relative al bacino, il cui spartiacque morfologico è riportato negli annessi stralci cartografici aerofotogrammetrici si è provveduto alla individuazione, dall'esame degli Annali del Servizio Idrografico Italiano, delle altezze massime di pioggia registrate per la durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore.

I dati si riferiscono alla stazione pluviometrica di San Pancrazio limitrofa all'area di progetto e riguardano osservazioni, dal 1957 al 2005.

Nel seguito si riportano i dati pluviometrici tabellati e quelli ottenuti, dall'elaborazione statistica effettuata con il metodo di Gumbel, relativi alle altezze massime ( $H_{max}$ ) e critiche ( $H_{crit}$ ) di pioggia, con tempi di ritorno di 50 anni.

Dopo una breve descrizione del metodo "Gumbel", si riportano nel seguito le formule adottate per il calcolo delle altezze di pioggia citate.

Nella progettazione di opere idrauliche orientate al controllo delle portate di piena, è prioritariamente indispensabile procedere alla stima della portata massima prevedibile che le solleciterà nel corso della loro vita prevista.

La portata, nella maggior parte dei casi, è originata dalle precipitazioni meteoriche e, più in generale, dipenderà dalle caratteristiche molto variabili, sia nel tempo che nello spazio, delle trasformazioni che l'acqua subisce durante il suo ciclo idrologico. In siffatte condizioni, è praticamente impossibile calcolare la massima portata prevedibile in senso deterministico e bisognerà, quindi, affrontare il problema nel solo modo possibile, e cioè in termini probabilistici. Significa, cioè, che la portata di piena va considerata come una *variabile casuale*, la quale, conseguentemente, dovrà essere stimata relativamente ad un livello di probabilità che essa ha di non essere superata o, meglio ancora, relativamente ad un periodo di tempo (detto *tempo di ritorno*) che intercorre, in media, tra due eventi in cui il valore di tale portata viene superato.

In genere, è possibile riconoscere due tipi di problemi, a seconda del tipo di informazioni di cui si dispone:

- stima della portata di piena di progetto direttamente dall'analisi probabilistica di osservazioni dirette di portata fatte in passato nel sito;
- stima della portata di piena di progetto attraverso l'analisi probabilistica preliminare delle precipitazioni nel bacino idrografico interessato e la simulazione conseguente del processo della loro trasformazione in deflussi.

Il calcolo che seguirà si occupa del secondo caso, quello cioè riguardante, in particolare, i bacini idrografici non monitorati e di non eccessive dimensioni (al più qualche decina di km<sup>2</sup>). Pertanto, in numerosi casi pratici si dispone solo delle precipitazioni meteoriche in alcuni punti del bacino. In tali casi la portata sarà stimata simulando, attraverso un modello matematico, il processo di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino idrografico. Nel seguito viene affrontato il calcolo mediante l'analisi probabilistica delle precipitazioni con particolare riferimento alle cosiddette *curve di possibilità pluviometrica*, indicate spesso con l'acronimo *cpp*, adottando le formule appresso riportate.

$$H_{\max}(t, T) = m - \frac{\left( \ln \left( - \ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right) \right)}{k} \quad (1)$$

$$H_{\text{crit}}(t, T) = a \times t^n \quad (2)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H}_i)^2}{n-1}}$$

$$k = \frac{1}{0,78 \times s}$$

$$m = \bar{H}_i - \frac{0,577}{k}$$

Per la (2) il coefficiente “**a**” e l’esponente “**n**” sono stati determinati con il metodo dei minimi quadrati, secondo le seguenti relazioni matematiche:

$$n = \frac{\sum (\log t - \overline{\log t}) \times \log H_{\max}(t, T)}{\sum (\log t - \overline{\log t})^2}$$

$$a = 10^{(\overline{\log H_{\max}(t, T)} - n \cdot \overline{\log t})}$$

I valori delle  **$H_{crit}(t, T)$**  calcolate, unitamente agli altri parametri idrologici, sono riportati, in appendice, in appositi diagrammi e tabelle.

I simboli adottati nelle formule assumono i seguenti significati:

**$H_{\max}(t, T)$**  = altezza massima di pioggia con tempi di ritorno;

**$H_{crit}(t, T)$**  = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno;

$\overline{H}_i$  = media aritmetica delle altezze massime di pioggia registrate per la durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore negli anni 1957-2005;

**s** = deviazione standard;

**Ln** = logaritmo naturale;

**t** = durata della pioggia di 1, 3, 6, 12, 24 ore;

**T** = tempi di ritorno di 100, 80, 60, 40, 20, 10 anni.

Per la determinazione dei tempi di corrivazione e della portata massima (*portata di piena*) del bacino idrografico, essendo lo stesso considerato piccolo per estensione, si adottano le seguenti relazioni matematiche, rispettivamente proposte da Giandotti ( $T_c$ ) e da Visentini ( $Q_{\max}$ ):

$$T_c(\text{ore}) = \frac{4 \times \sqrt{S} + 1,5 \times l}{0,80 \times \sqrt{\overline{H}_m}}$$

$$Q_{\max}(m^3/\text{sec}) = \frac{0,278 \times S \times H_{crit}(t, T)}{0,80 \times T_c}$$

dove le variabili del bacino sono:

$T_c$  (ore) = tempo di corrivazione;

$S$  (km<sup>2</sup>) = area del bacino idrografico sotteso dalla sezione di misura;

$L$  (km) = lunghezza dell'asta valliva principale;

$H$  (m) = altitudine media ponderata del bacino:

$$H (m) = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \times S_i}{S}$$

$h_i$  = altitudine media tra due direttrici;

$S_i$  = superficie compresa tra le due direttrici;

$H_0$  (m) = quota della sezione di chiusura;

$\bar{H}_m = H(m) - H_0(m)$  = altitudine media del bacino riferita alla quota della sezione di chiusura.

Per la determinazione della portata massima del bacino idrografico, si assume, data la sua limitata estensione, il valore dell'altezza critica  $H_{crit}(t, T)$ , corrispondente ad un tempo di ritorno  $T$  di **50** anni e per una durata  $t$  corrispondente al tempo di corrivazione calcolato  $T_c$ .

Dall'esame delle annesse tabelle di calcolo e dei grafici, si possono rispettivamente rilevare i valori della/e portata/e massima/e  $Q_{max}$  del bacino per i vari tempi di ritorno  $T$  (anni) e l'andamento delle altezze critiche di pioggia  $H_{crit}$  riferite ai tempi di ritorno  $T$  (anni) ed al tempo di durata  $t$  (ore).

Si assume la portata  $Q_{max}$  di **1,25** m<sup>3</sup>/sec per un tempo di ritorno pari a **50** anni.

Le opere di deflusso idraulico verranno progettate e verificate tenendo conto di tale portata massima.