

| | | |
|---|---|--|
| COMUNE DI SALICE SALENTINO  | COMUNE DI GUAGNANO  | COMUNE DI SAN PANCRAZIO SALENTINO  |
| PROVINCIA DI LECCE  | | PROVINCIA DI BRINDISI  |
| REGIONE PUGLIA  | | |

REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA

Denominazione Impianto:

AGROSOLAR ENERGY QUATTRO

Ubicazione:

Comuni di Salice Salentino (LE), Guagnano (LE) e San Pancrazio Salentino (BR)
Loc. Strada per Avetrana

**ELABORATO
020203**

RELAZIONE IDRAULICA

Cod. Doc.: SPN20-020203-R_Rel_Idraulica



Project - Commissioning – Consulting

Viale Regina Margherita, 176
00176 Roma (RM)
P.IVA 02010470439

Scala: --

Data:
15/10/2022

PROGETTO

PRELIMINARE



DEFINITIVO



AS BUILT



Proponente:

SOLAR ENERGY QUATTRO S.r.l.

Via Sebastian Altmann, 9
39100 Bolzano
P.IVA 03004310219

Tecnici e Professionisti:

*Ing. Luca Ferracuti Pompa:
Iscritto al n. A344 dell'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della
Provincia di Fermo*


| Revisione | Data | Descrizione | Redatto | Approvato | Autorizzato |
|-----------|------------|---------------------|---------|-----------|-------------|
| 01 | 15/12/2020 | Progetto Definitivo | F.P.L. | F.P.L. | F.P.L. |
| 02 | 14/12/2021 | Revisione | F.P.L. | F.P.L. | F.P.L. |
| 03 | 15/04/2022 | Revisione | F.P.L. | F.P.L. | F.P.L. |
| 04 | 15/10/2022 | Revisione | F.P.L. | F.P.L. | F.P.L. |

Il Tecnico:
Dott. Ing. Luca Ferracuti Pompa



Il Richiedente:

SOLAR ENERGY QUATTRO S.r.l.

| | | |
|---|--|----------------|
| ELABORATO: 020203 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE IDRAULICA | |

1. OGGETTO

Il presente documento è redatto quale allegato alla documentazione relativa all'istanza per il procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ministeriale, ai sensi dell'art. 23 del D. Lgs. 152/06, finalizzata all'ottenimento dell'Autorizzazione Unica presso la Regione Puglia per la costruzione e l'esercizio in conformità alle vigenti disposizioni di legge di un **PARCO AGROVOLTAICO** costituito da:

- un **generatore di energia elettrica** da fonte rinnovabile solare potenza di picco pari a **42.334,24 kW** e potenza massima in immissione pari **40.000,00 kW** (grid-connected);
- un **sistema colturale diversificato** che prevede la coltivazione di **olivo**, per la produzione di oliva da olio, con uno specifico programma di ripiantumazione per sostituzione di esemplari pre-esistenti colpiti dal batterio della *Xylella fastidiosa*, e **foraggio** ad uso zootecnico

da realizzarsi nei Comuni di **San Pancrazio Salentino (BR), Guagnano (LE) e Salice Salentino (LE)**

- una Stazione di Elevazione di Utenza (S.E.U.) da realizzarsi nel Comune di **Erchie (BR)**;
- un elettrodotto interrato in media tensione a **30 kV** con tracciato di lunghezza pari a circa **6,8 km**

Il soggetto proponente, responsabile della costruzione e dell'esercizio del generatore fotovoltaico, è la ditta:

"SOLAR ENERGY QUATTRO S.R.L.", avente sede legale in Via Sebastian Altmann, 9 - 39100 Bolzano (BZ) – p. IVA 03004310219, la quale dispone dei titoli di disponibilità dell'area di progetto dell'impianto.

Il soggetto responsabile della conduzione dell'azienda che gestirà la coltivazione e la distribuzione dei prodotti agricoli secondo il piano agronomico facente parte integrante del presente progetto è la ditta:

"FRATELLI FUNIATI SOCIETÀ AGRICOLA S.N.C di Gesù Manuel Funiati & C." con sede legale in via Botticelli, 2 - 72020 Erchie (BR) – p. IVA 02520880747.

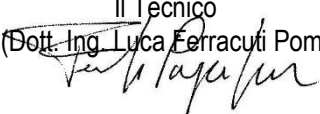
La denominazione del parco agrovoltaico è **"AGROSOLAR ENERGY QUATTRO"**.

Allegati:

- RELAZIONE IDRAULICA

Roma, li 15/10/2022

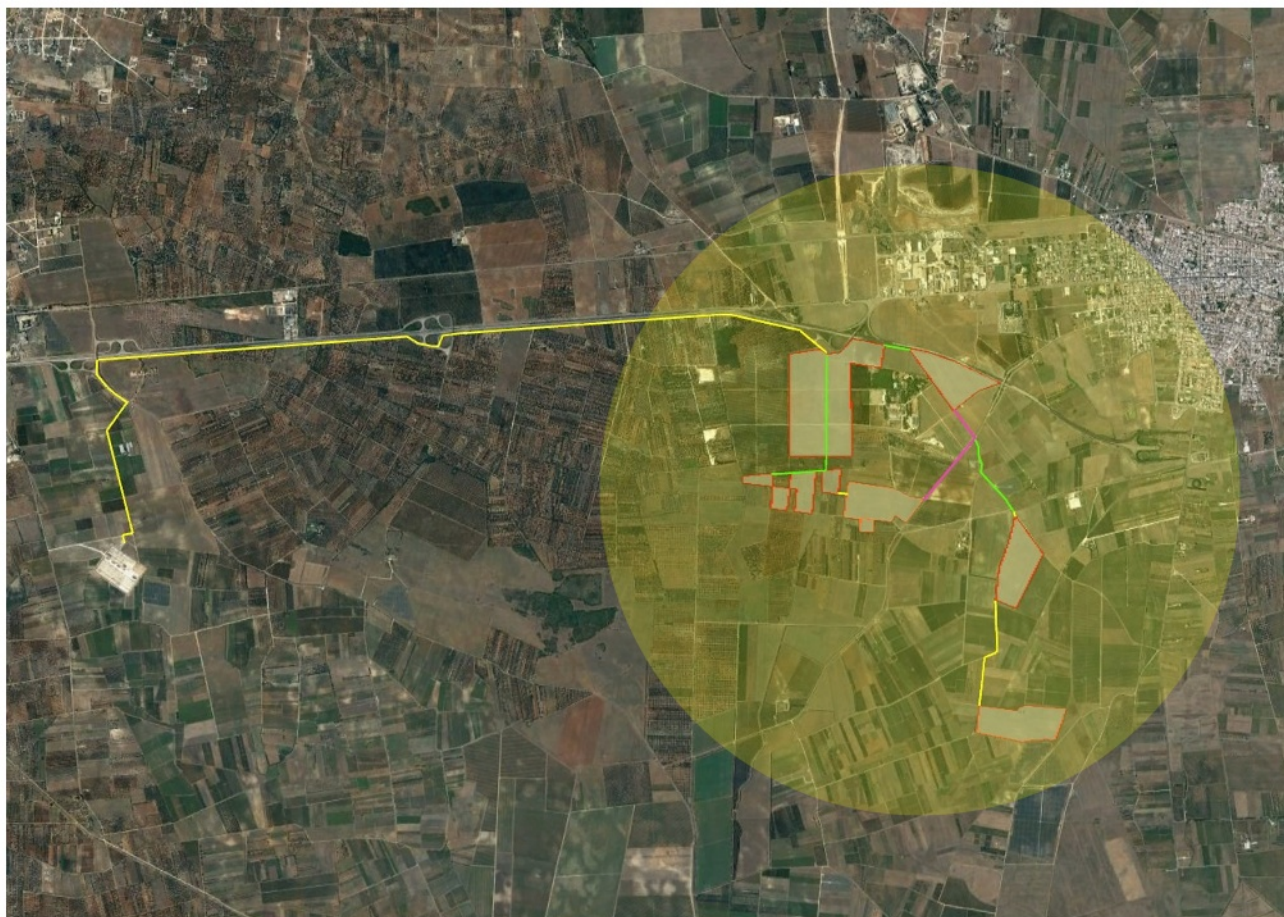
In Fede
Il Tecnico
(Dott. Ing. Luca Ferracuti Pompa)



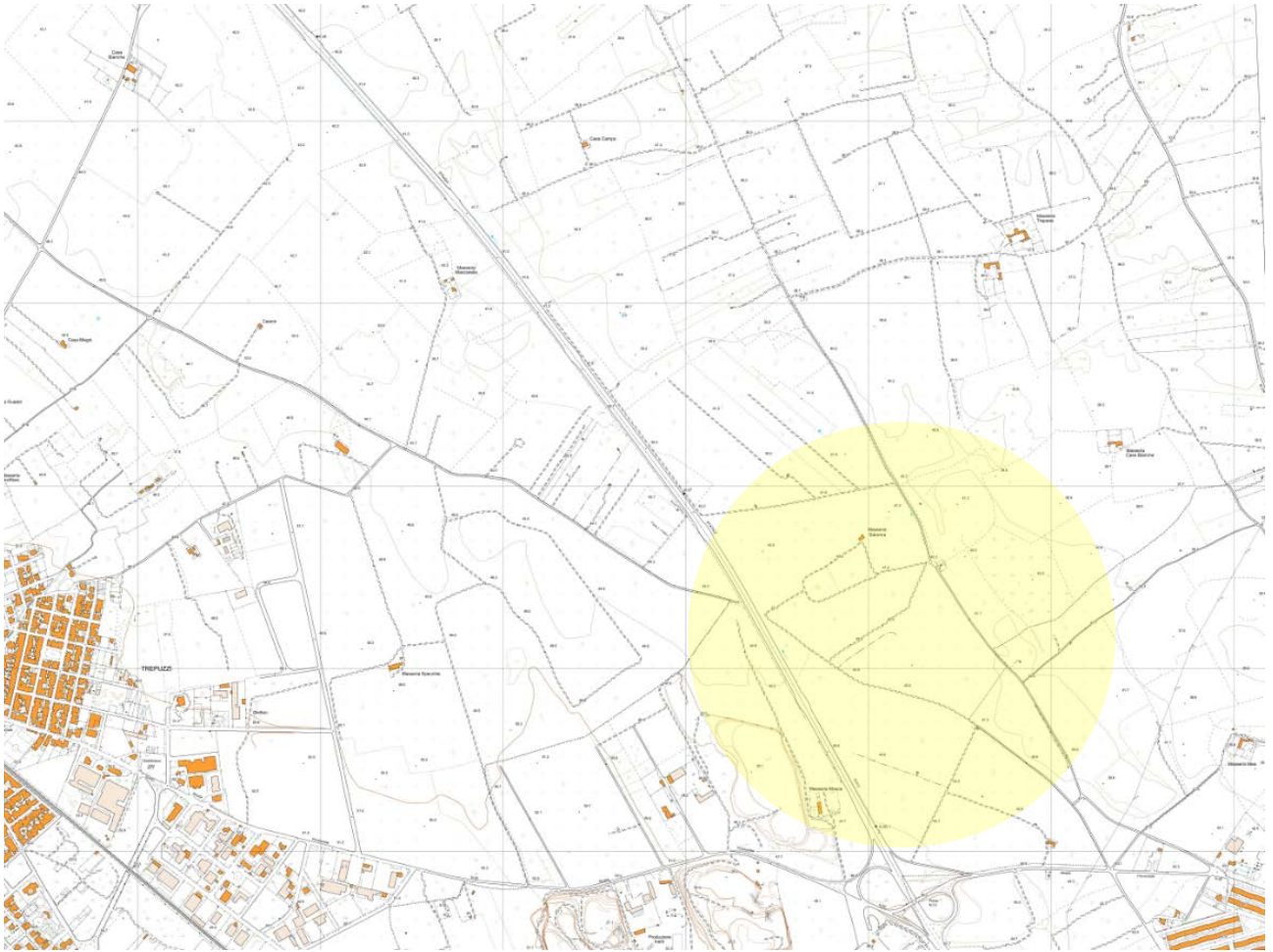
REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA nei comuni di Salice Salentino (LE), Guagnano (LE) e San Pancrazio Salentino (BR)

RELAZIONE IDRAULICA

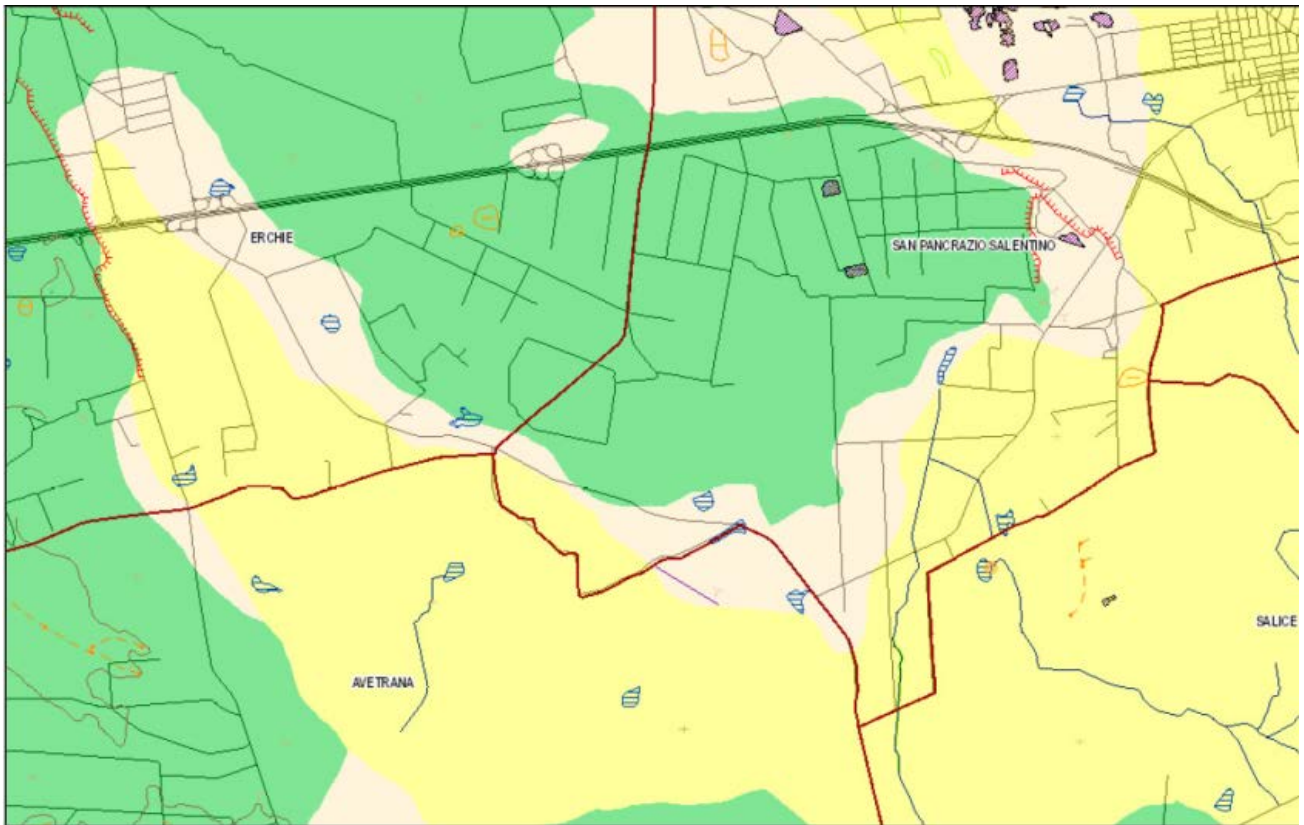
Il sito di intervento è posizionato ad una quota media tra 50 e 70 mslm ed ha una conformazione sostanzialmente pianeggiante.



Planimetria di inquadramento dell'area di progetto su ortofoto



Planimetria generale di inquadramento su CTR regionale















Stralcio carta idrogeomorfologica



LITOLOGIA DEL SUBSTRATO

- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica
- Unità a prevalente componente argillosa
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- Unità a prevalente componente arenitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile
- Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa
- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica










Tettonica

-  Faglia
-  Faglia presunta
-  Asse di anticlinale certo
-  Asse di anticlinale presunto
-  Asse di sinclinale certo
-  Asse di sinclinale presunto
-  Strati suborizzontali (<math><10^\circ</math>)
-  Strati poco inclinati ($10^\circ-45^\circ$)
-  Strati molto inclinati ($45^\circ-80^\circ$)
-  Strati subverticali (>80°)
-  Strati rovesciati
-  Strati contorti



BATIMETRIA

-  Isobata con equidistanza 5 m
-  Isobata con equidistanza 25 m








FORME DI VERSANTE

-  Nicchia di distacco
 -  Corpo di frana
 -  Cono di detrito
 -  Area interessata da dissesto diffuso
 -  Area a calanchi e forme simili
 -  Orlo di scarpata delimitante forme semispianate
 -  Cresta affilata
 -  Cresta smussata
 -  Asse di displuvio
- } Dissesto gravitativo






FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA

-  Ripa di erosione
-  Ciglio di sponda





FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

-  Corso d'acqua
-  Corso d'acqua episodico
-  Corso d'acqua obliterato
-  Corso d'acqua tombato
-  Recapito finale di bacino endoreico
-  Sorgente
-  Canale lagunare

BACINI IDRICI













| | |
|---|-----------------------------------|
|  | Lago naturale |
|  | Lago artificiale |
|  | Laguna |
|  | Salina |
|  | Stagno, acquitrino, zona palustre |

FORME CARSIICHE














| | |
|---|--|
|  | Ingresso di grotta naturale |
|  | Voragine, inghiottitoio o pozzo di crollo |
|  | Dolina |
|  | Orlo di depressione carsica a morfologia complessa |

FORME ED ELEMENTI DI ORIGINE MARINA

Tipo di costa

| | |
|---|---|
|  | Costa rocciosa |
|  | Costa rocciosa con spiaggia ciottolosa al piede |
|  | Costa rocciosa con spiaggia sabbiosa al piede |
|  | Falesia |
|  | Falesia con spiaggia ciottolosa al piede |
|  | Falesia con spiaggia sabbiosa al piede |
|  | Rias |
|  | Spiaggia sabbiosa |
|  | Spiaggia ciottolosa |
|  | Spiaggia sabbiosa-ciottolosa |
|  | Cordone dunare |
|  | Faraglione |

FORME ED ELEMENTI DI ORIGINE ANTROPICA

| | |
|---|----------------------------------|
|  | Argine |
|  | Traversa fluviale |
|  | Opera di difesa costiera |
|  | Diga |
|  | Opera ed infrastruttura portuale |
|  | Discarica controllata |
|  | Area di cava attiva |
|  | Cava abbandonata |
|  | Cava riqualificata |
|  | Cava rinaturalizzata |
|  | Discarica di residui di cava |
|  | Miniera (abbandonata) |
|  | Discarica di residui di miniera |

Cave e miniere

ACQUE

Il Salento, a causa della sua morfologia caratterizzata da superfici poco acclivi e dalla natura delle rocce affioranti, particolarmente permeabili per fratturazione e fessurazione, non ha ben sviluppato un reticolo idrografico. Le acque di ruscellamento, di origine piovana, defluiscono a mare solo dopo brevi percorsi o si infiltrano nel sottosuolo attraverso gli inghiottitoi carsici ubicati in prossimità di depressioni carsiche o tettoniche, modellando bacini idrografici endoreici. Il territorio è caratterizzato da una circolazione idrica sotterranea piuttosto complessa in quanto riconducibile ad un maggior numero di livelli idrici di cui il principale, sia in rapporto alle dimensioni che all'importanza dal punto di vista antropico, è la falda profonda. Le formazioni carbonatiche permeabili per fessurazione e carsismo rappresentano un importante serbatoio idrico che ospita l'imponente falda acquifera profonda, che si rinviene in buona parte del territorio pugliese. L'acquifero carsico in questione fa parte di un unico acquifero, detto anche di "base" o "profondo", che interessa l'intera Penisola salentina nonché l'attigua idrostruttura murgiana dalla quale riceve cospicui ed accertati afflussi di acque. Questa falda profonda, continua dal mare Adriatico al mare Ionio, è sostenuta alla base dall'acqua marina di invasione continentale ed è alimentata da un'aliquota delle precipitazioni meteoriche che, in forma sia diffusa che concentrata, si infiltrano nel sottosuolo. Tale situazione naturale le rende particolarmente vulnerabili all'intrusione marina che determina il degrado della qualità dell'acqua di falda, giungendo alla salificazione più o meno spinta delle stesse. All'alimentazione dell'acquifero profondo contribuisce, inoltre, insieme agli apporti idrici dell'acquifero murgiano, il drenaggio delle acque della falda superficiale, sia attraverso la rete di pozzi profondi che attraverso i contatti formazionali. Questa falda circola a pelo libero nelle rocce calcareodolomitiche fessurate e carsificate del Cretaceo. Quando i livelli praticamente impermeabili di pietra leccese o di depositi di terre rosse, giacenti sui calcari mesozoici, si rinvengono in corrispondenza o sotto il livello del mare, tale falda risulta in pressione. Le isopieze mostrano un andamento all'incirca parallelo alla costa e individuano una direzione del deflusso delle acque sotterranee prevalentemente verso est e sud-est, ossia in direzione del mare che rappresenta anche il livello di base della falda. A parte situazioni locali di anisotropia legate alle difformi condizioni di fratturazione e carsificazione dell'ammasso carbonatico, l'acquifero presenta nel suo insieme una permeabilità mediamente alta, come dimostrano i bassi valori dei carichi idraulici e della cadente piezometrica. Al di sopra dell'acquifero di base si rinviene, in un'area limitata al centro abitato, un acquifero superiore, ovvero una falda di modeste potenzialità idriche circolante nei depositi permeabili delle Sabbie di Uggiano La Chiesa e sostenute dai livelli marnoso-argillosi della stessa formazione. L'alimentazione dell'acquifero superiore è legata direttamente alle precipitazioni che insistono sui depositi pliocenici affioranti nel territorio; in stagioni particolarmente piovose è presente con portate cospicue, mentre in stagioni particolarmente secche tale falda è completamente assente. Un'ulteriore aliquota di ravvenamento è rappresentata attualmente dall'irrigazione con acque provenienti da pozzi profondi. La falda, che in passato ha svolto un ruolo primario in termini di approvvigionamento idrico sia ad uso potabile che ad uso irriguo, versa oggi in uno stato di notevole degrado sia in termini quantitativi che qualitativi. Infatti, la qualità e quantità di acque sotterranee è compromessa da un uso dissennato della risorsa stessa, caratterizzato da prelievi eccessivi ed emungimenti incontrollati attraverso un elevato

numero di pozzi, nonché dall'inquinamento puntiforme e diffuso di diversa origine (urbana, agricola, industriale). La conseguenza diretta è l'abbassamento del livello della falda, che a sua volta può produrre delle modificazioni ambientali, come il richiamo di acque superficiali inquinate in acquiferi profondi non contaminati; in prossimità della costa, può essere provocato il richiamo di acque marine, causando la salinizzazione delle falde superficiali. Il monitoraggio quali-quantitativo dell'acquifero avviene mediante il campionamento di parametri idrologici e qualitativi delle acque di falda.

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 nel progetto del parco fotovoltaico e degli opportuni sistemi di recapito garantirà l'equilibrio idrogeologico preesistente, senza alterarne lo stato. 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.

IDROLOGIA

In relazione ai lavori di realizzazione dell'impianto fotovoltaico nel territorio comunale di San Pancrazio, si esaminano le caratteristiche idrologiche e la portata del bacino sotteso dalla sezione dei canali, ubicati in prossimità della nuova opera allo scopo di verificare la sezione di deflusso della stessa.

Caratteri morfometrici del bacino

Il bacino idrologico preso in esame (0,50 kmq) riversa le acque meteoriche sulle condotte-canali previsti in progetto. I caratteri morfometrici presi in considerazione, per valutare il coefficiente di deflusso e quindi la portata di massima piena, sono la superficie e la pendenza media del bacino. La superficie del bacino idrografico, cioè la proiezione sul piano orizzontale dell'area delimitata dalle linee di displuvio, la lunghezza dell'asta principale e le quote massima e minima del bacino stesso, risultano di seguito descritte nelle tabelle allegate.

La presente relazione specialistica contiene i calcoli relativi:

- alla curva di possibilità pluviometrica;
- al dimensionamento della tubazione di raccolta e collettamento delle acque piovane dalle superfici scolanti;
- al dimensionamento delle tubazioni di collegamento e di tutte le opere ed attrezzature necessarie al buon funzionamento dell'impianto e recupero delle acque piovane.

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 α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

| N° osservazioni = 39 | t = 1 ora | t = 3 ore | t = 6 ore | t = 12 ore | t = 24 ore |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| $\mu(h_t)$ | 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 | | t = 1 ora | t = 3 ore | t = 6 ore | t = 12 ore | t = 24 ore |
|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 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 | LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$ |
|--------------|---|
| 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 | S = 0,50 Km ² | Glandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} = 2,12$ |
| Lunghezza percorso idraulico principale | L = 1,00 Km | |
| Altitudine max percorso idraulico | H_{max} = 68,00 m (s.l.m.) | { Kirpich, Watt- Chow, Pezzoli $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} =$ |
| Altitudine min percorso idraulico | H₀ = 50,00 m (s.l.m.) | |
| Pendenza media percorso idraulico | P = 0,02 (m/m) | |
| Altitudine max bacino | H_{max} = 68,00 m (s.l.m.) | |
| Altitudine sezione considerata | H₀ = 55,00 m (s.l.m.) | |
| Altitudine media bacino | H_m = 61,50 m (s.l.m.) | |
| Dislivello medio bacino | H_m - H₀ = 6,50 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 :

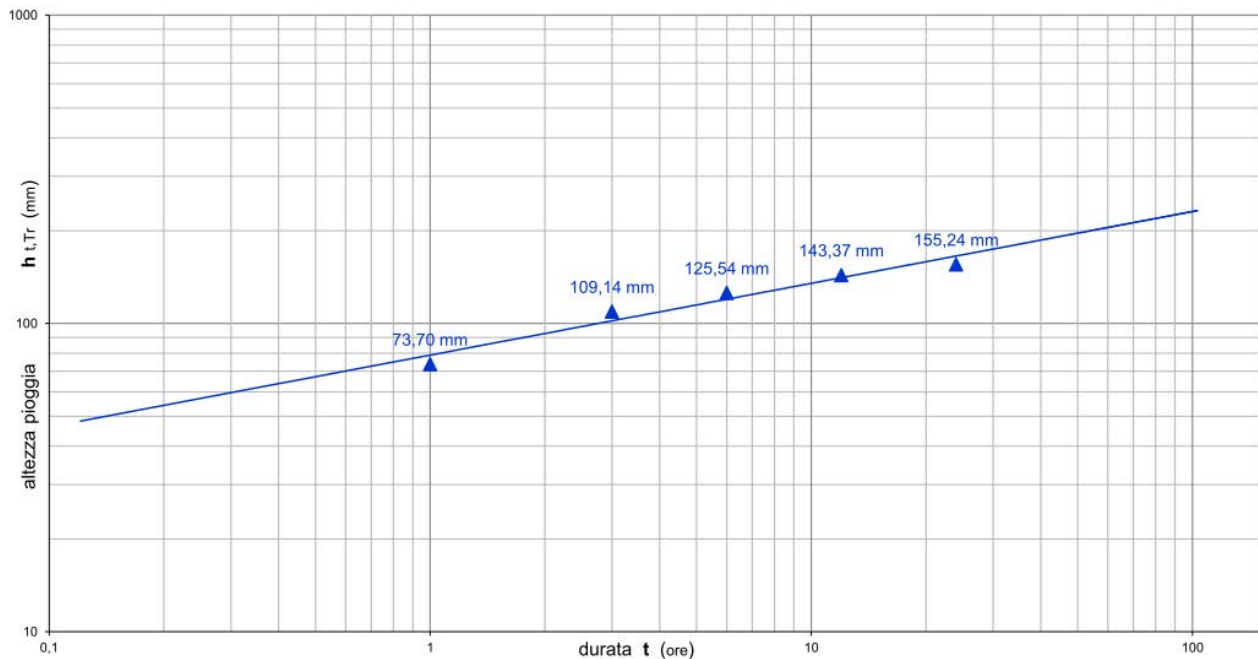
- C = coefficiente di deflusso
- h_c = altezza critica di pioggia (mm/h)
- S = superficie del bacino (km²)
- t_c = tempo di corrivazione (ore)
- $3,6$ = fattore di conversione che permette di ottenere la Q_{max} in m³/sec

RISULTATI

| | | | | | |
|------------------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--|
| Deflusso C= | 0,20 | S (km²) = 0,50 | t_c (ore) = 2,12 | | |
| Tr assegnato | a | n | t_c (ore) | h_c (mm/h) | Q_{max} (m³/sec) |
| 50 anni | 78,94 | 0,23 | 2,12 | 94,06 | 1,23 |

Tr assegnato : $y = 78,945x^{0,2329}$

Curva di probabilità pluviometrica



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 ³ /sec) |
|--------------|-------|------|----------|-----------|----------------------------|
| 50 anni | 78,94 | 0,23 | 2,12 | 94,06 | 1,23 |

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.

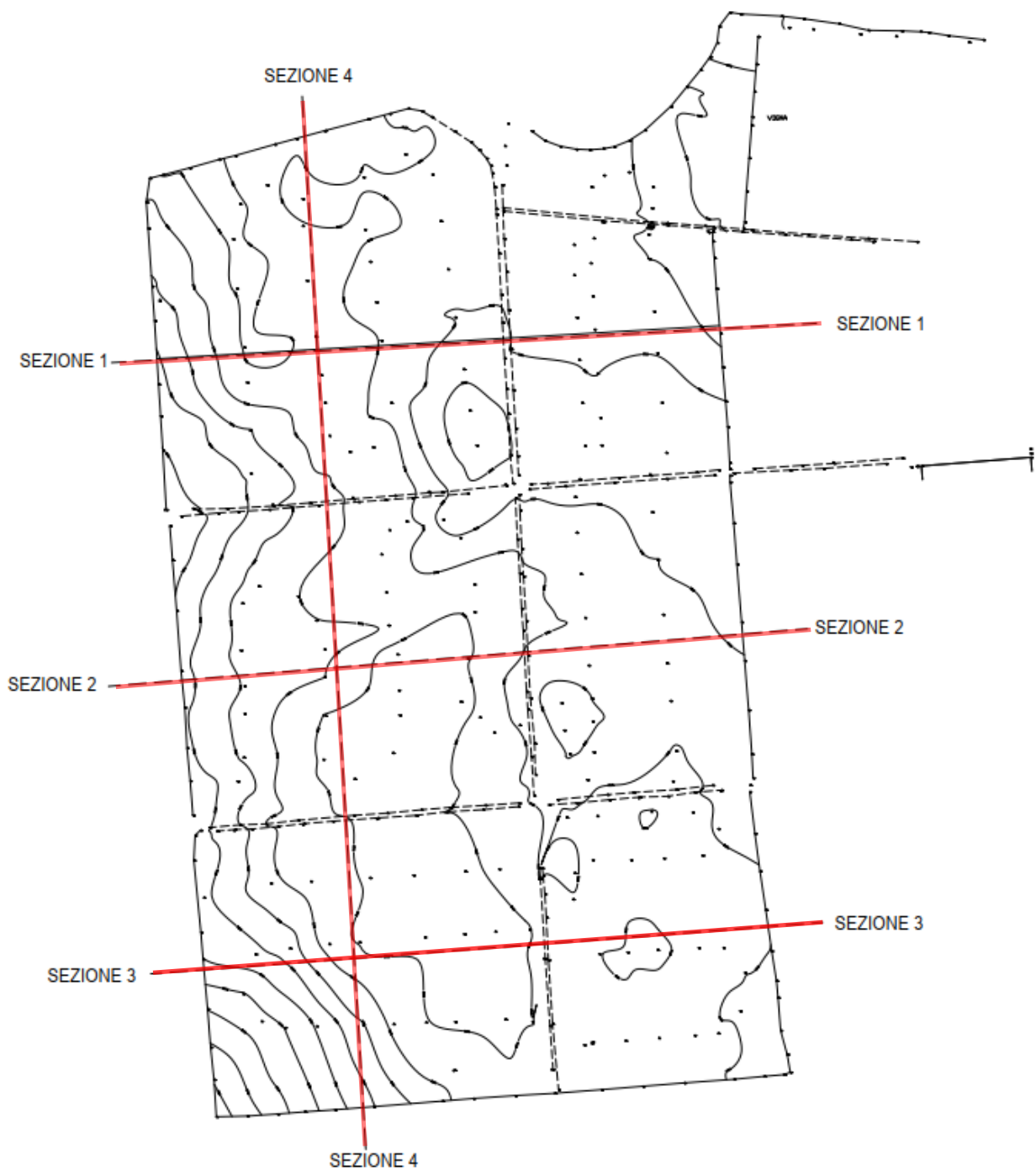
Per quanto riguarda i primi due aspetti, l'impianto fotovoltaico, inteso nella sua completezza, non apporterà alcuna modifica al sistema idrologico della zona, poiché non

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.

RILIEVO DELL'AREA CON INDIVIDUAZIONE SEZIONI



SEZIONE 1

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | | | | | | |
| | 2500 | | | | | | | | |
| | 2500 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| PICCHETTO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| DISTANZE PROGRESSIVE | 0 | 23.18 | 44.13 | 64.34 | 99.5 | 163.94 | 209.22 | 256.75 | 417.16 |
| DISTANZE PARZIALI | | 23.18 | 20.95 | 20.21 | 35.16 | 64.44 | 45.28 | 47.53 | 160.41 |
| QUOTE | 55.55 | 55 | 54.5 | 54 | 54 | 54.5 | 55 | 55.05 | 54.39 |

SEZIONE 2

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | | | | | | | | | |
| | 2500 | | | | | | | | |
| | 2500 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| PICCHETTO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| DISTANZE PROGRESSIVE | 0 | 41.52 | 107.54 | 141.51 | 215.39 | 253.47 | 400.14 | 416.22 | |
| DISTANZE PARZIALI | | 41.52 | 66.02 | 33.97 | 73.88 | 38.07 | 146.68 | 16.08 | |
| QUOTE | 55.61 | 55 | 54.5 | 54 | 54 | 54.5 | 55 | 55.06 | |

SEZIONE 3

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | | | | | | | |
| | 2500 | | | | | | | | | |
| | 2500 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| PICCHETTO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| DISTANZE PROGRESSIVE | 0 | 23.65 | 61.06 | 76.76 | 94.49 | 127.52 | 252.63 | 313.03 | 340.46 | 418.73 |
| DISTANZE PARZIALI | | 23.65 | 37.41 | 15.7 | 17.73 | 33.04 | 125.1 | 60.4 | 27.44 | 78.27 |
| QUOTE | 56.21 | 56 | 55.5 | 55 | 54.5 | 54 | 54.2 | 54 | 54 | 54.47 |

SEZIONE 4

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PICCHETTO | | | | | | | | | | | | |
| DISTANZE PROGRESSIVE | 0 | 65,43 | 250,82 | 270,52 | 307,41 | 359,64 | 424,31 | 504,28 | 586,77 | 683,69 | 807,42 | 719,66 |
| DISTANZE PARZIALI | | 65,43 | 185,18 | 19,91 | 36,89 | 52,23 | 64,67 | 79,97 | 82,49 | 66,92 | 43,73 | 22,24 |
| QUOTE | 54,27 | 54,5 | 54,5 | 54,66 | 54,5 | 54,5 | 54 | 54 | 54 | 55 | 55,5 | 55,72 |

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 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 km²). 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.

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

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

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

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

$$m = \overline{H_i} - \frac{0,577}{k}$$

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}):

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

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

dove le variabili del bacino sono:

T_c (ore) = tempo di corrivazione;

S (km²) = area del bacino idrografico sotteso dalla sezione di misura;

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

H (m) = altitudine media ponderata del bacino:

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

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** m³/sec per un tempo di ritorno pari a **50** anni.

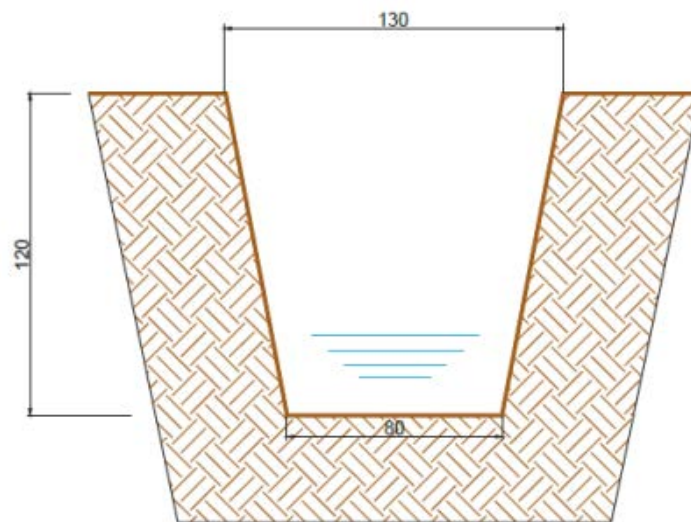
Le opere di deflusso idraulico verranno progettate e verificate tenendo conto di tale portata massima.

OPERE IDRAULICHE PER IL DEFLUSSO DELLE ACQUE

A fronte dei calcoli eseguiti le opere idrauliche a cui verrà affidato il deflusso delle acque dell'impianto in progetto e che saranno meglio verificate in sede di progettazione esecutiva sono le seguenti.

Canaletta avente le seguenti caratteristiche geometriche:

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



CALCOLO CAPACITA' DI SMALITIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE

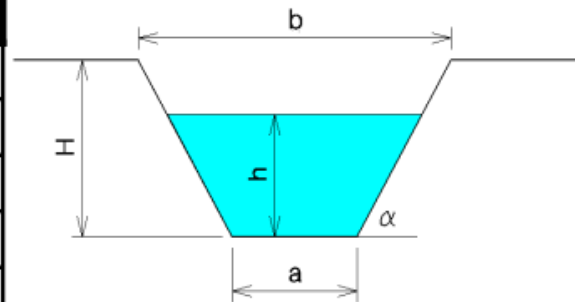
Descrizione:

Punto di sezione:

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

| | | | |
|----------|---|-------------|--------------------------------|
| H | ⇒ | 1,20 | ALTEZZA [m] |
| a | ⇒ | 0,80 | [m] |
| b | ⇒ | 1,30 | [m] |
| h | ⇒ | 1,00 | [m] |
| p | ⇒ | 1,0% | Pendenza |
| m | ⇒ | 1,75 | Coeff. di scabrosità di Kutter |



DATI RISULTANTI

| | | | |
|-----------------------|--|---|---------------------------------|
| Inclinazione scarpata | α | ⇒ | 78,2 [°] |
| Contorno bagnato | $Pb = a + 2h / \text{sen } \alpha$ | ⇒ | 2,843 [m] |
| Area di deflusso | $A = h[a + h \text{ tg}(90 - \alpha)]$ | ⇒ | 1,0083 [m ²] |
| Raggio idraulico | $Ri = \frac{A}{Pb}$ | ⇒ | 0,355 [m] |

CALCOLO CAPACITA' DI SMALITIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE

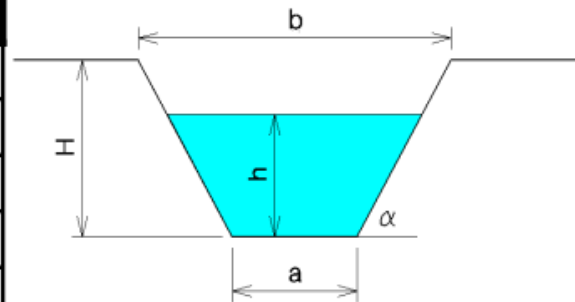
Descrizione:

Punto di sezione:

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

| | | | |
|----------|---|-------------|--------------------------------|
| H | ⇒ | 1,20 | ALTEZZA [m] |
| a | ⇒ | 0,80 | [m] |
| b | ⇒ | 1,30 | [m] |
| h | ⇒ | 1,00 | [m] |
| p | ⇒ | 1,0% | Pendenza |
| m | ⇒ | 1,75 | Coeff. di scabrosità di Kutter |



DATI RISULTANTI

| | | | |
|-----------------------|--|---|---------------------------------|
| Inclinazione scarpata | α | ⇒ | 78,2 [°] |
| Contorno bagnato | $Pb = a + 2h / \text{sen } \alpha$ | ⇒ | 2,843 [m] |
| Area di deflusso | $A = h[a + h \text{ tg}(90 - \alpha)]$ | ⇒ | 1,0083 [m ²] |
| Raggio idraulico | $Ri = \frac{A}{Pb}$ | ⇒ | 0,355 [m] |

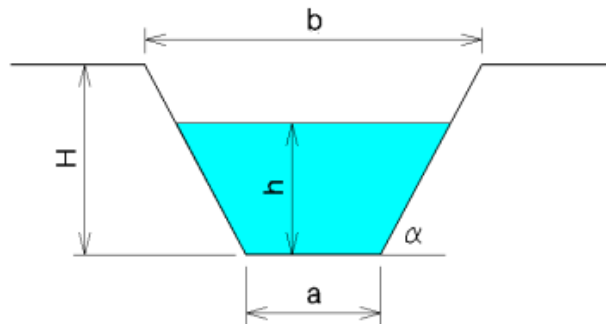
CAPACITA' DI SMALITIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE
per varie altezze d'acqua

CARATTERISTICHE SEZIONE

| | | |
|----------|-------------|-------------|
| H | 1,20 | ALTEZZA [m] |
| a | 0,80 | [m] |
| b | 1,30 | [m] |

| | | |
|----------|-------------|--------------------------------|
| p | 1,0% | Pendenza |
| m | 1,75 | Coeff. di scabrosità di Kutter |

| h [m] | Q[m³/sec] |
|--------------|-----------------------------|
| 0,06 | 0,013 |
| 0,12 | 0,046 |
| 0,18 | 0,092 |
| 0,24 | 0,150 |
| 0,30 | 0,218 |
| 0,36 | 0,293 |
| 0,42 | 0,377 |
| 0,48 | 0,467 |
| 0,54 | 0,565 |
| 0,60 | 0,669 |
| 0,66 | 0,779 |
| 0,72 | 0,896 |
| 0,78 | 1,019 |
| 0,84 | 1,149 |
| 0,90 | 1,285 |
| 0,96 | 1,427 |
| 1,02 | 1,575 |
| 1,08 | 1,730 |
| 1,14 | 1,891 |
| 1,20 | 2,058 |



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente

Grafico Portata / Altezza idrometrica

