



PROPONENTE:

HEPV04 S.R.L.  
Via Alto Adige, 160/A - 38121 Trento (TN)  
hepv04srl@legalmail.it

MANAGEMENT:

**EHM.Solar**

EHM.SOLAR S.R.L.  
Via della Rena, 20 39100 Bolzano - Italy  
tel. +39 0461 1732700  
fax. +39 0461 1732799  
info@ehm.solar  
c.fiscale, p.iva e R.I. 03033000211

NOME COMMESSA:

**COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO  
AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE  
PARI A 56.500 kW E POTENZA MODULI PARI  
A 62.160 kWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA  
RETE ELETTRICA - IMPIANTO RFVP76**

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:

**PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE UNICA**

CODICE COMMESSA:

**HE.18.0064**

PROGETTAZIONE INGEGNERISTICA:



**STC S.r.l**

Via V. M. STAMPACCHIA, 48 - 73100 Lecce  
Tel. +39 0832 1798355  
fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu  
Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio Calcarella



**4IDEA S.r.l**

Via G. Brunetti, 50 - 73019 Trepuzzi  
Tel. +39 0832 760144  
pec 4ideasrl@pec.it  
info@studioideaassociati.it

PROGETTISTA:



COLLABORATORE:

AMBIENTE ACUSTICA STRUTTURE

STUDI FAUNISTICI

STUDI PEDO-AGRONOMICI

CONSULENZA LEGALE

STUDIO LEGALE PATRUONO  
Via Argiro, 33 Bari  
t.f. +39 080 8693336



OGGETTO:

Relazione idrologica

SCALA:

n.a.

DATA:

OTTOBRE 2021

NOME FILE:

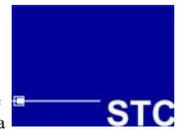
6JUCTX0  
\_RelazioneIdrologica\_21.pdf

TAVOLA:

**R21**

N. REV.	DATA	REVISIONE
1	30.09.2019	Prima emissione

ELABORATO	VERIFICATO	VALIDATO
STC	responsabile commessa Fabio Calcarella	direttore tecnico HEPV04 S.r.l



## Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO e LINEAMENTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI DELL'AREA D'INTERVENTO .....	5
3. DESCRIZIONE DEI LUOGHI E PERIMETRAZIONE DEI BACINI.....	6
4. CONSIDERAZIONI CLIMATICHE GENERALI .....	6
4.1 Precipitazioni.....	7
5. STUDIO IDROLOGICO .....	9
5.1 Compatibilità del sito alle NTC del PAI (Puglia) .....	9
5.2 Calcolo delle altezze di pioggia mediante “ <i>Analisi Regionale</i> ” .....	10
5.3 Calcolo delle altezze di pioggia efficace .....	12
5.4 Calcolo dei volumi massimi affluiti .....	17
5.5 Massimi volumi infiltrati e invasati.....	17

## 1. PREMESSA

Il presente studio è finalizzato a definire la compatibilità idraulica relativamente al progetto di un "impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare".

L'impianto sarà costituito da:

- area di installazione moduli fotovoltaici di circa 103 ha totali suddivisa in n° 5 "campi";
- cavidotto elettrico di collegamento di lunghezza pari a circa 1,7 km;
- sottostazione elettrica per il collegamento dell'impianto alla RTN.

Il parco fotovoltaico avrà una avente potenza nominale pari a 56.500 kW e una potenza installata pari a 62.160 kWp, ed interesserà un'area agricola ricadente, per quanto riguarda l'area dei moduli fotovoltaici nel Comune di Latiano (BR). Il cavidotto elettrico di collegamento interesserà anch'esso il Comune di Latiano(BR).

L'area presenta, da un punto di vista paesaggistico, una forte connotazione antropica, con intensa attività agricola, caratterizzata prevalentemente da uliveti e seminativi ed in misura minore da vigneti; la quote altimetrica dell'impianto si attesta su circa 100 m.l.m. per l'area di installazione dei moduli, e tra i 100 ed i 106 m s.l.m. l'area del cavidotto e della Sottostazione Elettrica SSE. 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.

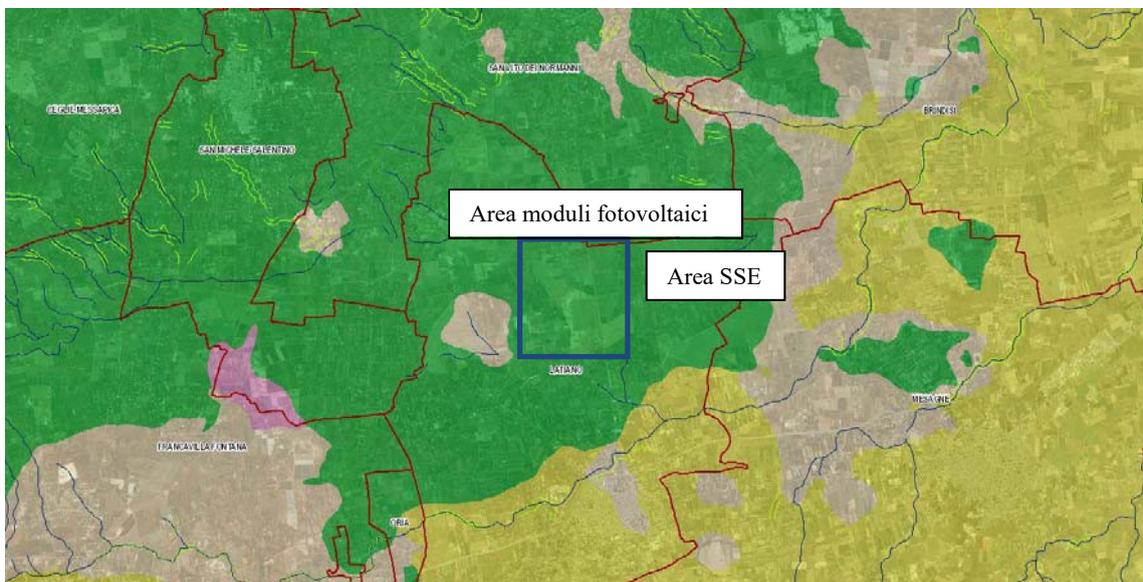
Le opere in progetto non interferiscono con il reticolo idrografico superficiale esistente nella zona, risultando quindi compatibili alle NTC del Piano di Assetto Idrogeologico del PAI – Puglia, Artt. 6 e 10, poiché rimangono ben al di fuori delle fasce di pertinenza fluviale.

Tutta l'area interessata dal progetto, è caratterizzato 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 (fig. 1 – 2 – 3).

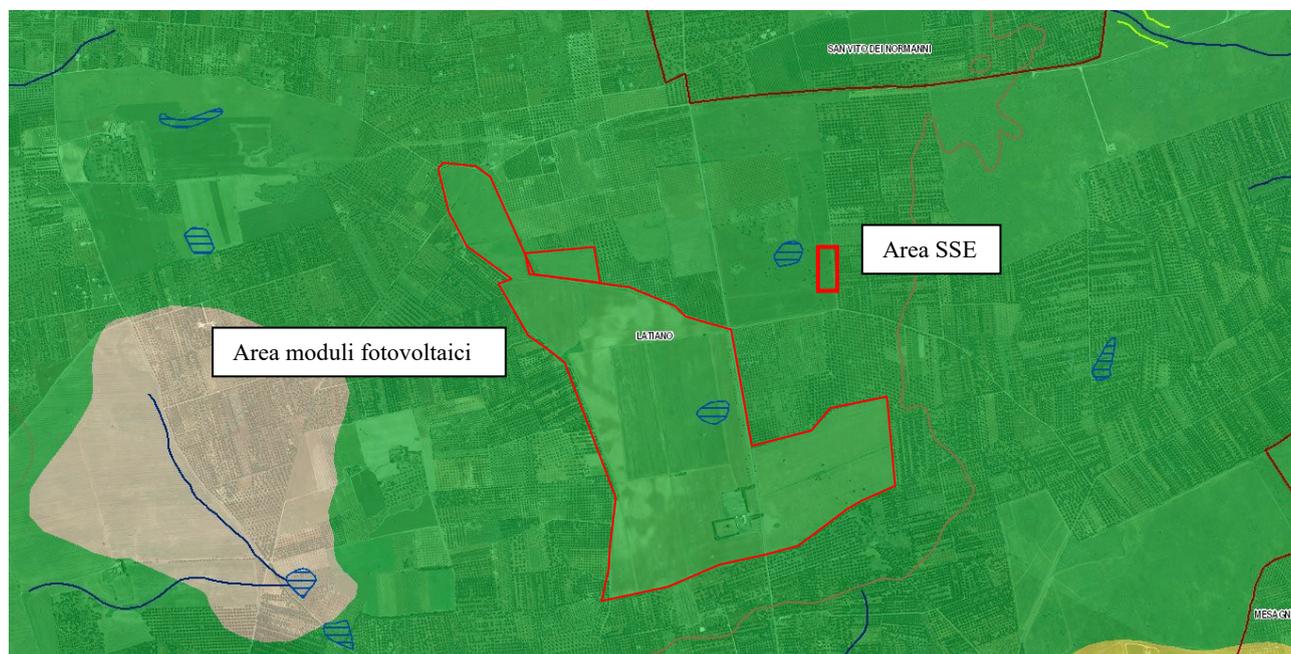
Per quanto attiene i bacini endoreici a cui questo studio si riferisce, l'Autorità di Bacino ha provveduto all'individuazione delle aree più depresse nelle quale potrebbe avvenire l'accumulo delle acque senza però definire l'impronta planimetrica dell'eventuale allagamento causato dall'accumulo delle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

Allo scopo è stato condotto uno studio dell'orografia dei terreni circostanti, per un'area sufficiente a definire i caratteri *geolitologici*, *geomorfologici* e *idrogeologici* dell'area interessata dall'intervento e a definirne la dinamica geomorfologica. Per la determinazione dei volumi potenzialmente invasati dalle conche prese in esame si è, in sintesi, effettuato un bilancio tra i volumi di pioggia netti affluiti e quelli assorbiti dal suolo per effetto dell'infiltrazione.

Questo bilancio è stato effettuato per diversi tempi di pioggia e per ciascuno è stato valutato il valore del volume invasato e non infiltrato. La massimizzazione di questo valore ha consentito di valutare la condizione di allagamento maggiormente gravosa per l'area analizzata.



**Figura 1 – Carta Idrogeomorfologica dell'area studiata (fonte Sit PugliaPuglia)**  
**Ubicazione recapiti finali di bacino endoreico e litologia del substrato**



**Figura 2 – particolare area impianto FV - Carta Idrogeomorfologica dell'area studiata (fonte SIT Puglia)**  
**Ubicazione recapiti finali di bacino endoreico e litologia del substrato**



**Legende**



## **2. ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO e LINEAMENTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI DELL'AREA D'INTERVENTO**

Per dare una idea precisa della geologia del territorio interessato dalle opere, si riprende quanto riportato nella Relazione Geomorfologica.

L'area di interesse ricade in un settore marginale della cosiddetta Piana brindisina. Questa è una delle grandi unità di paesaggio fisico e anche geologico-strutturali (bacino di Brindisi) in cui è possibile suddividere il territorio regionale.

Proprio sotto l'aspetto geologico-strutturale e stratigrafico la Piana coincide con un settore di territorio regionale dove è presente una potente successione plio-quadernaria di litologia carbonaticoterrigena (composta da più unità litostratigrafiche ascrivibili a più eventi sedimentari) che poggia direttamente sul substrato cretaceo il quale, in prossimità del centro abitato di Brindisi e del suo entroterra è fortemente ribassato da un sistema di faglie transtensive impostato lungo la struttura tettonica di importanza regionale con orientamento Est – Ovest che divide la parte murgiana della Puglia dal Salento (lungo la quale sarebbe avvenuta la rotazione in senso orario di questa penisola rispetto al blocco murgiano).

Poiché il territorio di interesse ricade sul margine settentrionale della Piana qui è presente in affioramento direttamente il substrato cretaceo calcareo-dolomitico (Calcere di Altamura), ricoperto discontinuamente da terreni residuali prevalentemente limoso-sabbiosi (nel caso derivino dall'alterazione delle rocce plio-quadernarie che ricoprivano i calcari cretacei), o anche prevalentemente argilloso-limosi (nel caso derivino dalla alterazione del substrato cretaceo - in questo caso si può parlare propriamente di "terre rosse") mentre è assente la successione plioquadernaria (che affiora estesamente e con continuità immediatamente a sud di tale settore) se si escludono piccoli e discontinui affioramenti di calcareniti (Calcarenite di Gravina) che rappresentano probabilmente lembi scampati all'erosione di una copertura originariamente continua.

Nello specifico dunque la successione litostratigrafica che caratterizza l'area rilevata si compone delle seguenti entità:

- Calcari e calcari dolomitici di piattaforma carbonatica del Cretaceo superiore ascrivibili alla formazione del Calcere di Altamura
- • Terreni di copertura limoso-sabbiosi o limoso argillosi di origine residuale del Pleistocene medio-superiore o anche più antichi

### **3. DESCRIZIONE DEI LUOGHI E PERIMETRAZIONE DEI BACINI**

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** in realtà del tutto assente almeno per qual che l'area di impianto propriamente detta.

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 dell'Impianto Fotovoltaico e della Sottostazione elettrica, è stato individuato un unico bacino delimitato principalmente da viabilità esistente (v. *Allegato 1*).

### **4. 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 Latiano (BR).



## 4.1 Precipitazioni

L'area indagata risulta abbastanza vicina alla stazione di rilevamento dei dati pluviometrici che si trova nel territorio di Latiano (BR). I dati considerati coprono un intervallo temporale compreso tra il 1925 ed il 2012.

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 Novembre (con un valore medio pari a 90,4 mm), mentre il mese più asciutto è Giugno (con un valore pari a 17,8 mm) - Ved. Tab. A Allegato 2; il mese con il numero più elevato di giorni piovosi è Dicembre (circa 9 gg), quello con il più basso è Luglio (circa 2 gg) – Ved. Tab B Allegato 2; a tal riguardo è bene evidenziare che quest'ultimi dati sono riferiti ai giorni con una precipitazione pari o maggiore di 1 mm.



SEZIONE PROTEZIONE CIVILE																											
Centro Funzionale Decentrato																											
LATIANO																											
latitudine 40° 32' 54,83" N														longitudine 17° 42' 35,35" E													
Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre		Dicembre		Anno			
ANNO	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi											
1925	5,0	1	104,0	6	40,0	6	37,0	9	56,0	8	5,0	2	17,0	3	0,0	0	72,0	5	105,0	5	180,0	10	6,0	3	627,0	58	
1926	37,0	6	2,0	1	39,0	5	49,0	3	25,0	8	36,0	5	42,0	4	13,0	1	37,0	2	25,0	0	27,0	4	45,0	11	352,0	52	
1927	66,0	6	18,0	5	39,0	6	17,0	6	58,0	3	5,0	2	0,0	0	2,0	1	7,0	1	58,0	8	54,0	6	199,0	17	523,0	62	
1928	55,0	6	17,0	5	147,0	15	42,0	4	23,0	3	0,0	0	0,0	0	0,0	0	12,0	5	28,0	6	45,0	7	73,0	9	442,0	60	
1929	31,0	7	101,0	13	32,0	6	40,0	9	28,0	6	41,0	4	0,0	0	44,0	5	36,0	6	124,0	7	197,0	6	76,0	10	750,0	79	
1930	112,0	11	147,0	10	35,0	4	79,0	9	23,0	4	88,0	5	73,0	1	0,0	0	99,0	7	39,0	7	56,0	4	296,0	13	1047,0	75	
1931	47,0	9	101,0	13	42,0	6	172,0	17	20,0	7	1,0	1	0,0	0	5,0	1	20,0	2	12,0	4	170,0	12	147,0	15	737,0	87	
1932	33,0	3	63,0	10	217,0	17	145,0	10	3,0	2	5,0	1	1,0	0	24,0	2	17,0	2	0,0	0	170,0	8	167,0	5	845,0	60	
1933	194,0	10	113,0	9	21,0	3	27,0	5	55,0	7	67,0	4	5,0	1	81,0	5	102,0	5	52,0	6	156,0	11	154,0	20	1027,0	86	
1934	34,0	6	99,0	7	68,0	9	51,0	7	51,0	5	15,0	4	3,0	1	163,0	6	104,0	7	26,0	7	26,0	7	92,0	10	740,0	73	
1935	96,0	11	46,0	9	69,0	6	2,0	0	30,0	4	16,0	3	89,0	4	51,0	3	37,0	2	65,0	8	200,0	9	77,0	11	778,0	70	
1936	23,0	4	101,0	8	42,0	8	69,0	5	121,0	8	23,0	4	6,0	1	8,0	1	29,0	2	10,0	3	94,0	7	96,0	2	622,0	53	
1937	18,0	5	105,0	6	41,0	5	79,0	9	60,0	6	4,0	1	28,0	2	29,0	3	56,0	5	52,0	8	123,0	10	143,0	12	738,0	72	
1938	42,0	3	53,0	5	19,0	3	121,0	7	57,0	5	1,0	1	6,0	1	54,0	5	4,0	1	59,0	6	55,0	5	95,0	15	566,0	57	
1939	64,0	7	77,0	5	178,0	14	21,0	3	26,0	6	45,0	4	0,0	0	11,0	2	56,0	7	100,0	9	70,0	8	97,0	10	745,0	75	
1940	189,0	15	24,0	4	9,0	6	148,0	9	84,0	7	39,0	6	35,0	1	57,0	2	1,0	1	157,0	11	53,0	6	146,0	12	942,0	80	
1941	62,0	10	43,0	8	61,0	8	61,0	8	34,0	7	15,0	3	8,0	2	29,0	2	32,0	2	25,0	6	154,0	10	31,0	7	499,0	70	
1942	79,0	13	117,0	14	93,0	10	24,0	5	5,0	3	24,0	5	11,0	1	0,0	0	0,0	0	18,0	2	118,0	9	46,0	4	535,0	65	
1943	55,0	10	24,0	4	104,0	8	55,0	6	8,0	3	12,0	3	3,0	1	0,0	0	80,0	3	85,0	7	105,0	9	45,0	9	576,0	63	
1944	68,0	6	114,0	9	174,0	14	30,0	5	4,0	2	0,0	0	15,0	1	19,0	2	31,0	3	212,0	12	6,0	3	116,0	12	789,0	69	
1945	147,0	17	10,0	2	10,0	4	4,0	1	7,0	2	1,0	1	0,0	0	0,0	0	52,0	6	17,0	2	152,0	11	97,0	12	497,0	58	
1946	123,0	14	12,0	5	49,0	8	10,0	4	14,0	5	0,0	0	0,0	0	1,0	1	9,0	1	98,0	10	145,0	10	240,0	16	701,0	74	
1947	58,0	13	60,0	6	11,0	3	11,0	2	29,0	5	2,0	1	0,0	0	50,0	5	67,0	4	60,0	5	40,0	9	102,0	11	490,0	64	
1948	33,0	4	67,0	6	0,0	0	70,0	6	25,0	3	27,0	2	0,0	0	18,0	1	30,0	2	67,0	4	49,0	5	81,0	9	467,0	42	
1949	65,0	7	0,0	0	110,0	9	6,0	2	9,0	2	54,0	4	10,0	2	28,0	3	93,0	5	88,0	3	153,0	7	20,0	3	636,0	47	
1950	71,0	7	50,0	3	28,0	6	25,0	5	26,0	3	5,0	1	0,0	0	40,0	5	34,0	3	44,0	4	31,0	7	121,0	12	505,0	56	
1951	112,0	9	63,0	6	59,0	5	34,0	5	54,0	4	29,0	1	25,0	2	24,0	1	86,0	5	121,0	7	95,0	5	65,0	6	738,0	56	
1952	134,0	5	80,0	5	42,0	2	0,0	0	12,0	2	6,0	1	35,0	5	0,0	0	13,0	2	17,0	1	126,0	10	117,0	11	582,0	44	
1953	91,0	6	13,0	3	3,0	1	25,0	3	11,0	3	36,0	4	52,0	4	43,0	2	87,0	1	76,0	5	57,0	4	199,0	5	693,0	41	
1954	108,0	7	240,0	8	105,0	4	59,0	2	107,0	5	66,0	3	0,0	0	0,0	0	10,0	2	75,0	4	109,0	8	82,0	6	961,0	49	
1955	263,0	11	8,0	1	84,0	5	49,0	5	2,0	1	18,0	1	14,0	1	76,0	5	79,0	8	175,0	9	97,0	5	9,0	2	974,0	54	
1956	19,0	5	224,0	12	64,0	8	18,0	3	18,0	2	29,0	3	0,0	0	0,0	0	54,0	2	42,0	2	113,0	6	133,0	7	714,0	50	
1957	184,0	7	0,0	0	54,0	4	5,0	1	61,0	0	0,0	0	15,0	1	61,0	3	70,0	4	155,0	4	144,0	10	110,0	12	859,0	60	
1958	57,0	11	4,0	2	89,0	12	55,0	12	26,0	6	39,0	3	5,0	2	3,0	1	76,0	3	46,0	4	258,0	13	50,0	9	708,0	78	
1959	51,0	7	2,0	1	44,0	6	135,0	9	106,0	9	42,0	6	11,0	2	52,0	5	21,0	2	32,0	3	102,0	9	56,0	7	654,0	66	
1960	96,0	5	175,0	10	119,0	11	97,0	11	44,0	6	26,0	1	25,0	3	0,0	0	31,0	6	35,0	6	91,0	6	136,0	13	875,0	78	
1961	86,0	13	26,0	6	11,0	5	39,0	5	31,0	5	8,0	2	6,0	1	4,0	2	0,0	0	127,0	>>	40,0	5	67,0	7	445,0	>>	
1962	29,0	5	39,0	8	106,0	11	51,0	8	37,0	3	8,0	2	9,0	2	0,0	0	2,0	1	76,0	9	99,0	11	118,0	16	574,0	76	
1963	88,0	12	80,0	13	68,0	8	51,0	7	58,0	6	43,0	6	37,0	2	19,0	2	7,0	2	136,0	9	26,0	3	77,0	9	690,0	79	
1964	37,0	5	42,0	6	75,0	12	21,0	5	31,0	6	118,0	6	18,0	1	27,0	4	39,0	4	123,0	12	140,0	8	80,0	11	751,0	80	
1965	52,0	8	44,0	7	37,0	7	31,0	6	11,0	1	3,0	2	0,0	0	1,0	0	42,0	7	0,0	0	32,0	6	78,0	5	331,0	49	
1966	201,0	14	14,0	4	78,0	10	13,0	4	50,0	9	0,0	0	40,0	3	4,0	1	99,0	6	62,0	7	86,0	10	66,0	10	713,0	78	
1967	57,0	10	29,0	4	28,0	4	59,0	10	0,0	0	10,0	3	25,0	3	20,0	4	50,0	3	34,0	2	35,0	4	95,0	12	442,0	59	
1968	37,0	10	32,0	6	30,0	4	8,0	3	70,0	7	98,0	10	5,0	1	39,0	4	35,0	1	12,0	2	178,0	11	153,0	13	697,0	72	
1969	60,0	9	50,0	9	126,0	12	25,0	4	22,0	3	48,0	5	10,0	3	88,0	4	152,0	8	6,0	1	43,0	3	131,0	16	761,0	77	
1970	97,0	11	23,0	6	83,0	10	9,0	3	47,0	6	0,0	0	4,0	2	6,0	2	80,0	6	234,0	7	23,0	3	55,0	7	661,0	63	
1971	99,0	5	82,0	12	86,0	>>	40,0	4	2,0	1	6,0	2	0,0	0	0,0	0	106,0	11	10,0	2	25,0	7	40,0	6	498,0	>>	
1972	136,0	15	100,0	15	36,0	5	44,0	4	50,0	4	10,0	1	83,0	4	47,0	4	88,0	9	173,0	13	7,0	2	126,0	5	809,0	81	
1973	103,0	12	92,0	13	130,0	14	30,0	8	8,0	2	27,0	6	24,0	2	44,0	5	75,0	4	56,0	5	20,0	4	54,0	8	663,0	83	
1974	66,0	7	117,0	12	76,0	8	97,0	12	32,0	5	22,0	2	15,0	1	43,0	5	22,0	4	152,0	9	53,0	6	70,0	7	765,0	78	
1975	26,0	4	87,0	9	50,0	8	8,0	3	20,0	3	23,0	>>	9,0	2	17,0	3	5,0	1	168,0	9	93,0	7	107,0	6	613,0	>>	
1976	49,0	5	74,0	7	100,0	10	76,0	13	48,0	6	79,0	5	59,0	5	10,0	4	16,0	3	99,0	8	300,0	14	48,0	10	958,0	90	
1977	29,0	5	69,0	4	14,0	4	49,0	4	21,0	2	52,0	4	0,0	0	20,0	3	61,0	6	24,0	3	68,0	8	45,0	5	452,0	48	
1978	81,0	10	76,0	11	50,0	10	96,0	9	36,0	9	2,0	2	0,0	0	12,0	2	31,0	5	60,0	8	16,0	2	35,0	11	495,0	79	
1979	51,0	7	67,0	12	30,0	5	58,0	7	4,0	2	30,0	4	17,0	2</													

## 5. STUDIO IDROLOGICO

In linea generale l'analisi idrologica ha come obiettivo la valutazione delle portate di piena che, per prefissati tempi di ritorno, interessano un bacino idrografico e, di conseguenza, le sue infrastrutture, centri abitati, elementi vulnerabili.

In Puglia, le stazioni di misura idrometriche sono in numero assai limitato, se confrontato con quelle di misura pluviometriche, inoltre ovvia risulta la loro assenza in zone, come quella in analisi, prive della presenza di un vero e proprio reticolo idrografico e quindi di sezioni di controllo nelle quali effettuare eventuali misurazioni; pertanto il calcolo della portata di piena deve essere realizzato attraverso un modello di trasformazione afflussi-deflussi. Ai sensi del DPCM 29 settembre 1998, ai fini della perimetrazione e valutazione dei livelli di rischio, "ove possibile, è consigliabile 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 messo a disposizione dal GNDICI-CNR".

### 5.1 Compatibilità del sito alle NTC del PAI (Puglia)

Nel caso dei bacini idrografici oggetto di tale studio, e come accennato nel § 4, si è in presenza di uno scarso reticolo idrografico. Le opere in esame (impianto Fotovoltaico, cavidotto di collegamento alla Sottostazione Elettrica e Sottostazione Elettrica) inoltre non interferiscono con esso in nessun modo, risultando quindi compatibili alle NTC del Piano di Assetto Idrogeologico del PAI – Puglia, Artt. 6 e 10, poiché rimangono ben al di fuori delle fasce di pertinenza fluviale delle aste limitrofe al centro abitato di Latiano. (vedi Allegato 1).

Lo studio si è quindi limitato al calcolo, con il metodo "Regionale" secondo le indicazioni contenute nel capitolo VI.3.1 della *Relazione di Piano proposta dall'Autorità di Bacino*, delle *altezze di pioggia lorde* ricadenti sulle aree studiate. Successivamente, utilizzando il metodo del *Soil Conservation Number Service Runoff Curve Number SCS-CN*, sono state calcolate le *altezze di "pioggia nette" o "efficaci"*, cioè le "piogge lorde" depurate dalla componente persa per infiltrazione e quindi l'altezza di pioggia che può dare origine a fenomeni di ruscellamento e/o allagamento.

Il primo *step* è stato quello di individuare i bacini idrografici in riferimento al sistema idrografico esistente.

Come si è detto, il sistema idrografico dell'area di progetto, è costituito da una serie di conche endoreiche di dimensioni medio-piccole. Una di esse ricade all'interno dell'area di progetto. Tale depressione ha portato alla definizione di un unico bacino che circonda l'intera area di progetto. Nella tabella seguente si riportano alcune grandezze caratteristiche del bacino individuato:

Bacino	Area (kmq)	Z <sub>med</sub>	Z <sub>max</sub>
<b>Bacino di pertinenza</b>	<b>15,5</b>	<b>100</b>	<b>116</b>

Tab. 1: caratteristiche geomorfologiche dei bacini scolanti oggetto di studio

## 5.2 Calcolo delle altezze di pioggia mediante “Analisi Regionale”

Nel determinare le portate di piena, riducendo sia le incertezze legate alla presenza di eventi estremi molto rari, sia alla variabilità nei diversi punti del valore indice di piena, si adotta una metodologia nota con il termine di “Analisi Regionale ” secondo le indicazioni contenute nel capitolo VI.3.1 della Relazione di Piano proposta dall’Autorità di Bacino.

La Regione Puglia è stata divisa in sei regioni aventi caratteristiche pluviometriche differenti

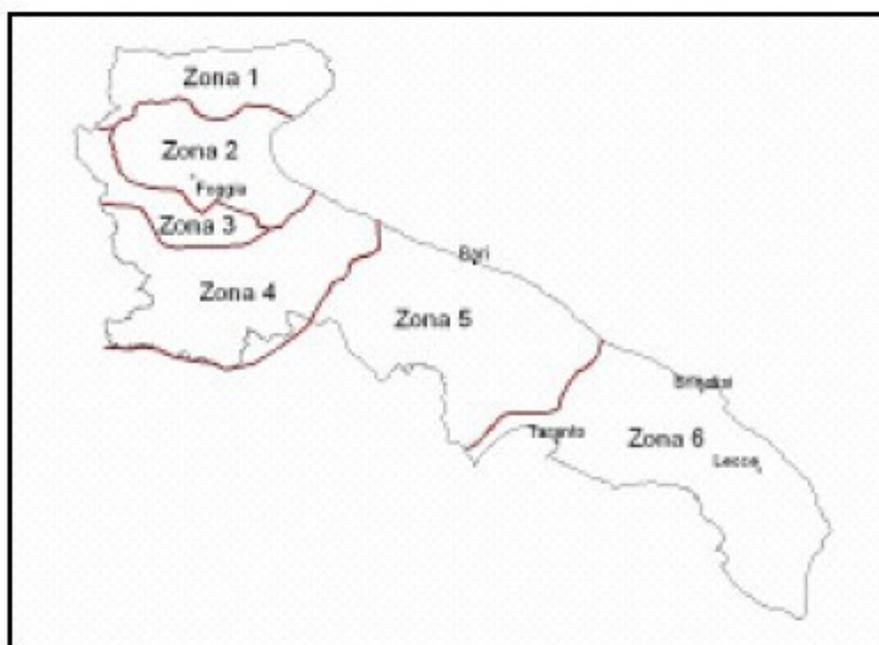


Figura 4 – sottozone omogenee (fonte Relazione di Piano AdB Puglia)

Per ogni regione pluviometrica viene fornita direttamente l’equazione della Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica. L’area oggetto dell’intervento ricade, come tutto il Salento, nella sesta regione pluviometrica, per la quale viene fornita la seguente espressione:

$$X(t, z) = 33,7 * d^{\frac{0,488 + 0,0023 * z}{2,478}}$$

Tale relazione fornisce per diverse durate di pioggia “d” il valore dell’altezza di pioggia X prendendo in considerazione anche il valore della quota assoluta “z” sul livello del mare.

I valori calcolati sono, quindi, correlati ad un determinato tempo di ritorno attraverso un coefficiente moltiplicativo,  $K_T$ , il cui valore è dato dalla seguente relazione:

$$K_T = 0,1599 + 0,5166 * \ln(Tr)$$

Dove con z si indica la quota massima sul livello del mare ricadente all’interno del bacinodi interesse.

I bacini individuati ai fini del calcolo sono quelli riportati nella tabella seguente

Sostituendo i valori nelle relazioni precedenti si ottengono gli *eventi critici di pioggia* pertempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, per i due distinti bacini:

BACINO di pertinenza					
d (ore)	1	3	6	12	24
X (t,z) (mm)	33,7	43,24	50,61	59,23	69,32
Altezze di pioggia lorde relative ad eventi con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni					
z (m)	106				
Tr (anni)	30				
$K_T(30)$	1,92				
<b>X(30) (mm)</b>	<b>64,70</b>	<b>83,02</b>	<b>97,17</b>	<b>113,72</b>	<b>133,09</b>
Tr (anni)	200				
$K_T(200)$	2,9				
<b>X(200) (mm)</b>	<b>97,73</b>	<b>125,40</b>	<b>146,76</b>	<b>171,76</b>	<b>201,02</b>
Tr (anni)	500				
$K_T(500)$	3,37				
<b>X(500) (mm)</b>	<b>113,57</b>	<b>145,73</b>	<b>170,55</b>	<b>199,60</b>	<b>233,60</b>

**Tab. 1 – Eventi critici di pioggia relativi al Bacino di pertinenza**

### 5.3 Calcolo delle altezze di pioggia efficace

Come già accennato in precedenza, le particolari condizioni morfologiche, l'assenza di veri e propri reticoli, la presenza di sistemi endoreici chiusi e indipendenti individuati a seguito delle analisi morfologiche effettuate sulla base della cartografia disponibile, fanno sì che si focalizzi l'attenzione non sull'analisi della formazione dell'onda di piena critica dal punto di vista delle portate in gioco, ma piuttosto sulla determinazione dei volumi idrici che si possono accumulare nelle zone depresse.

Tale problematica viene affrontata interpretando il processo idrologico nel suo insieme, come descritto approfonditamente in seguito, ovvero interpretando la maniera in cui la precipitazione si trasforma in volume idrico che si infiltra nel terreno attraverso l'intera superficie del bacino e volume idrico che ruscella al suolo dando luogo a deflussi e accumuli superficiali, quindi rappresenta la risposta del bacino con le sue caratteristiche ad una certa pioggia netta, che sia manifesta con determinate caratteristiche di intensità e durata (*Pioggia Efficace*).

Il modello idrologico utilizzato si basa su una parametrizzazione di tipo distribuito, che tiene conto della permeabilità dei suoli secondo la classificazione riportata in letteratura.

A questo punto, si deve procedere alla distinzione nelle acque di pioggia della componente che partecipa al deflusso e quella che invece risulta persa.

I fattori che incidono sono dati in primo luogo dal tipo di terreno, grado di saturazione, tipo e dimensioni della copertura vegetale, della pendenza e da altri fattori variabili. Diversi sono i metodi utilizzati per la determinazione della pioggia efficace, uno di questi è *Soil Conservation Service Runoff Curve Number (CN)*.

Quindi con riferimento ad un evento di durata  $d$  e con un tempo di ritorno  $Tr$  è possibile determinare il deflusso superficiale caratteristico del bacino scolante.

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

- a) Determinazione delle piogge nette;
- b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del *Curve Number(CN)* proposto dall'SCS (*Soil Conservation Service*). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

- R è il deflusso fino all'istante t (mm)
- P è la precipitazione fino all'istante t (mm)
- S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite S e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, S' (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'}$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso R nota la precipitazione P e la massima infiltrazione S'.

Con riferimento ad un evento di durata t e con un tempo di ritorno  $T_r$ , P corrisponde all'altezza di pioggia  $X(t, T_r)$ ; considerando che un'aliquota di X si invasa nelle depressioni superficiali osi infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$h_{netta}(t, T_r) = \frac{(X(t, T_r) - I_a)^2}{X(t, T_r) - I_a + S}$$

dove:

- $h_{netta}(t, T_r)$  in mm, è il volume specifico complessivamente defluito durante l'evento di durata t e tempo di ritorno  $T_r$ ;
- $X(t, T_r)$  in mm, è il volume specifico di pioggia lorda relativo all'evento di durata t e tempo di ritorno  $T_r$ ;
- $I_a$  in mm, rappresenta il fattore iniziale di ritenzione (*Initial abstraction*);

- S in mm, è la quantità massima di acqua assorbita dopo l'inizio del deflusso.

Il fattore iniziale di ritenzione ( $I_a$ ), include tutte quelle perdite prima dell'inizio del deflusso e include l'acqua trattenuta in depressioni naturali, quella trattenuta dalla vegetazione, evaporazione e infiltrazioni.

Per cui nella pratica il valore di  $I_a$  risulta uguale a:

$$I_a = 0.2 \times S$$

- dove S è correlato al tipo di suolo e alle sue caratteristiche di copertura per cui avremo:

$$S = 254 \times \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

valore di CN è determinato attraverso diversi fattori; il più importante è la determinazione del tipo di suolo in riferimento alla permeabilità secondo la suddivisione proposta dal *Soil Conservation Service* che prevede quattro classi

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

**Tab. 4 – Categorie di suddivisione del suolo S.C.S.**

Determinato il tipo di suolo, bisogna verificare le condizioni iniziali di imbibizione del terreno, attribuendo allo stesso una classe AMC (*Antecedent Moisture Condition*), in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 gg precedenti l'evento considerato:

- **I** molto asciutto (<50mm)
- **II** standard (50 7 100mm)
- **III** molto asciutto (<50mm)

Considerando che il calcolo va effettuato per determinare le portate di piena, si utilizza il valore di CN corrispondente alla classe AMC **tipo III** legato a quella normale dalla relazione:

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057 \times CN_{II}}$$

Quindi in base alle condizioni di permeabilità ed alle coperture vegetali, il valore normale di CN ( $CN_{II}$ ), compreso tra 0 – 100, per alcuni tipi di coperture si ricava dai valori indicati in tabella 5

Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree urbane	98	98	98	98
Area residenziale	77	85	90	92
Cava	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini d'acqua	100	100	100	100
Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	72	81	88	91
Colture temporaneamente associate a colture permanente	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

Tab. 5 – Valore del CN per zone umide in funzione del tipo di suolo e di condizioni d'uso e copertura vegetale

In generale, ogni sottobacino scolante viene analizzato suddividendo l'intera superficie, in base al tipo e all'uso del suolo, in zone omogenee caratterizzate dal medesimo valore del parametro stesso; si ottengono così varie sub-aree *isoparametriche* la cui somma fornisce la superficie complessiva del sottobacino. Per ogni sottobacino viene ricavato poi un valore medio del parametro CN, ottenuto come media pesata dei valori singolari imposti sulle i-esime sub-aree:

$$CN = \sum p_{i,x} CN_i$$



Dove  $p_i$  è la percentuale dell'area del bacino caratterizzata da un valore del *Curve Number* pari a  $CN_i$ .

L'area in esame si può considerare in prima approssimazione omogenea e si utilizzano pertanto i seguenti valori:

- classe idrologica: tipo "**B**";
- uso del suolo: "*aree agricole con presenza di spazi naturali*";
- $CN_{II}$  : 71;
- $CN_{III}$  : 85;
- $p = 1$

Utilizzando le formule precedenti si ottengono i seguenti risultati:

I valori delle altezze efficaci di pioggia relative ad un evento di pioggia di durata 1-3-6-12-24ore con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni applicati ai diversi bacini saranno dunque:

BACINO A						A= 15,5 kmq
	t (ore)	1	3	6	12	24
Tr = 30 anni	$h_{netta (30)} [mm]$	30,89	46,14	58,48	73,36	91,20
Tr = 200 anni	$h_{netta (200)} [mm]$	58,98	84,07	103,98	127,65	155,72
Tr = 500 anni	$h_{netta (500)} [mm]$	73,23	103,00	126,49	154,35	187,27

**Tab. 6 – altezze nette di pioggia – Tr = 30 anni – 200 - 500**

## 5.4 Calcolo dei volumi massimi affluiti

Determinati i valori massimi delle altezze di pioggia per i tempi di pioggia suddetti, il volume massimo affluito è stato determinato moltiplicando tali valori per la superficie del singolo bacino.

BACINO di pertinenza						A= 15,5 kmq
	t (ore)	1	3	6	12	24
Tr = 30 anni	$V(30) [mc]$	478.795	715.170	906.440	1.137.080	1.413.600
Tr = 200 anni	$V(200) [mc]$	914.190	1.303.085	1.611.690	1.978.575	2.413.660
Tr = 500 anni	$V(500) [mc]$	1.135.065	1.596.500	1.960.595	2.392.425	2.902.685

## 5.5 Massimi volumi infiltrati e invasati

Al fine di ottenere una corretta interpretazione del fenomeno dell'infiltrazione si è preventivamente suddivisa la superficie di ciascun bacino secondo le diverse classi idrologiche del SCS.

Come detto, sulla base delle caratteristiche di permeabilità dei suoli presenti sull'intera area d'installazione dell'impianto fotovoltaico, possiamo indicare i suoli appartenenti alla classe B.

Il tasso di infiltrazione reale, per ciascuna condizione dettata dall'idrogramma di piena che si verifica in un dato bacino, si è determinato risolvendo per ogni valore dell'intensità di pioggia; per ogni durata di pioggia considerata, avremo:

$$\int_0^{t_p} i(t) dt = F(t_p - t_0)$$

$$i(t) = f(t_p - t_0)$$

Nell'ipotesi i cui  $f_0 < i < f_c$ , si è calcolato il valore dell'intervallo l'intervallo  $t_p - t_0$ , integrando la prima equazione del sistema suddetto per un idrogramma rettangolare e quindi  $i(t)=cost$ . La relazione ricavata è la seguente:

$$(t_p - t_0) = -k \ln \frac{i - f_c}{f_0 - f_c}$$

Si è quindi determinato il *tempo di ponding*  $t_p$ , per ogni valore dell'intensità di pioggia considerato, per mezzo della relazione:

$$t_p = \frac{k}{i} \left[ f_0 - i - f_c \times \ln \frac{i - f_c}{f_0 - f_c} \right]$$

e di conseguenza il valore di  $t_0$ , istante temporale fittizio necessario per la determinazione del tasso di infiltrazione reale e quindi dell'infiltrazione cumulata reale:

$$F(t) = F(t_p - t_0) = \int_{t_0}^{t_p} f(t) dt$$

Tale valore, calcolato per ogni intensità di pioggia considerata, quindi per ogni evento di pioggia di diversa durata che si verifica per ciascun bacino, moltiplicato per ciascuna area di classe idrologica SCS omogenea, come sopra individuata, fornisce il valore del volume infiltrato.

Sommando i volumi infiltrati di ciascuna area SCS di ogni singolo bacino, si è ottenuto l'intero volume infiltrato in quel singolo bacino, per ciascun evento di diversa durata e per ciascun tempo di ritorno. Risulta quindi possibile determinare i massimi volumi netti invasati, ovvero quello che, fermatosi in superficie, darebbero effetti di allagamento al suolo, tramite il bilancio tra i volumi affluiti e quelli infiltrati.

***Dalla verifica effettuata sui tre bacini considerati, risulta che tutti i bacini sono in grado di contenere i volumi in arrivo anche per tempi di ritorno di 500 anni, non raggiungendo la quota di attestazione dei moduli fotovoltaici.***