

REGIONE BASILICATA

COMUNE di GENZANO
(Provincia di POTENZA)

NUOVA STAZIONE ELETTRICA RTN DI SMISTAMENTO 150 KV IN AGRO DI GENZANO (PZ) QUALE "SATELLITE" DELLA STAZIONE ESISTENTE 380/150 KV DI GENZANO

--

--

ELAB:	COMMITTENTE	ESEGUITO	DATA
-------	-------------	----------	------

	ITW SPINAZZOLA 2 S.R.L.	Studio di Geologia e Geolngegneria Dr. Geol. Antonio DE CARLO	Maggio 2022
--	-------------------------	---	----------------

ALLEGATO	RELAZIONE IDROLOGICA		
----------	-----------------------------	--	--

	REVISIONI		
--	-----------	--	--

DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

IL COLLABORATORE
Dr. Bartolo ROMANIELLO

IL GEOLOGO
Dr. Antonio DE CARLO



Studio di Geologia e Geolngegneria
Viale del Seminario Maggiore, 35 -85100 Potenza-
Tel./fax.: 0971.1800373; cell.: (+39).348.3017593; e-mail: studiogeopotenza@libero.it





INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED UBICAZIONE IMPIANTO	3
3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	5
4. ANALISI IDROLOGICA	8
5. CONCLUSIONI	21



1. PREMESSA

La Società ITW SPINAZZOLA 2 Srl, intende realizzare un ampliamento della sezione a 150 kV dell'attuale stazione esistente RTN 380/150 kV in agro di Genzano. A seguito di più studi di fattibilità, di cui uno prevedeva l'ampliamento in continuità dell'attuale stazione, la stessa società ha deciso di ampliare l'esistente stazione con la realizzazione di un "satellite" ex novo dell'attuale stazione il cui collegamento avverrà mediante la realizzazione di due elettrodotti a 150 kV interrati. Tale nuova opera si rende necessaria al fine di permettere l'allacciamento alla RTN di alcuni impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (per lo più eolici e fotovoltaici). Alla luce di quanto appena premesso la presente relazione è stata redatta allo scopo di analizzare e descrivere le caratteristiche idrauliche e le eventuali criticità connesse alla realizzazione della nuova sottostazione elettrica.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED UBICAZIONE IMPIANTO

La nuova Stazione Elettrica RTN di Smistamento 150 kV ricade nel territorio del Comune di Genzano in Località "Gambarda" ed è ubicata a ridosso della Strada Provinciale SP n°79 ad una quota di circa 390 m slm. (Fig.1).

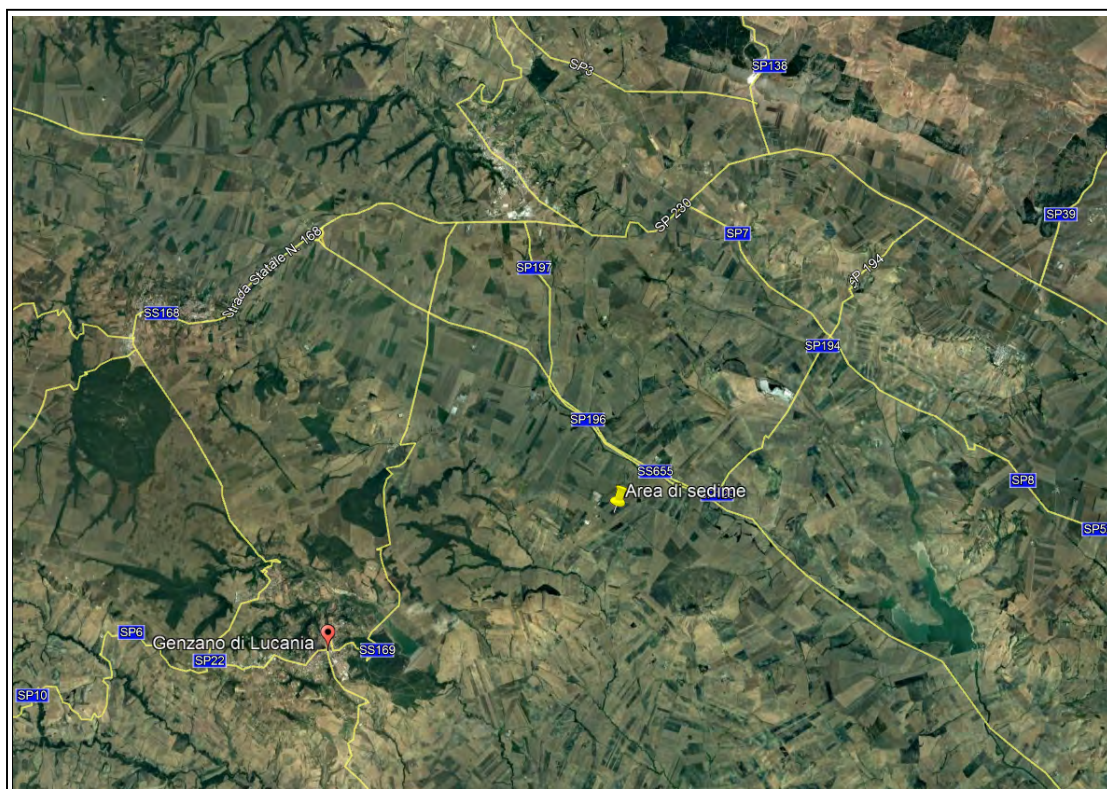


Figura 1 - Veduta aerea dell'area parco, del cavidotto e della Sotto Stazione Elettrica

L'area interessata dalla realizzazione dell'ampliamento della stazione di trasformazione è individuabile dal punto di vista cartografico all'interno del Foglio n°188, Gravina in Puglia della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100000), Sezione 453-III della CTR (scala 1:25000), Elementi 453091, 453103 della CTR (scala 1:5000), Elementi 453091, 453103 della Carta del Rischio – Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale – sede Basilicata (scala 1:10000).

L'area interessata dalla realizzazione dell'ampliamento della stazione è situata a più di 8 km, in direzione S - SO, dal centro abitato di Genzano di Lucania e di Banzi ed a più di 12 Km in direzione E - SE dal centro abitato di Palazzo San Gervasio.

Dal punto di vista idrografico, l'area oggetto di studio ricade nel settore nord occidentale del bacino del Bradano, uno dei corsi d'acqua principali della Regione Basilicata, avente una lunghezza d'asta di circa 116 km e caratterizzato da un bacino di circa 3000 kmq.

Il territorio è caratterizzato da una morfologia collinare con quote comprese tra i 400 e i 600 m s.l.m. Il reticolo idrografico è costituito da una molteplicità di corsi d'acqua minori che affluiscono nel fiume Bradano.



Il Bradano è uno dei principali fiumi della Basilicata: il terzo per lunghezza di corso dopo il F. Basento e il F. Agri ma il primo per ampiezza del suo bacino idrografico. Il suo bacino, come già detto, ha una superficie di circa 3000 kmq, precisamente 2765 kmq ed è compreso tra il bacino del Fiume Ofanto a nord-ovest, i bacini di corsi d'acqua regionali della Puglia con foce nel Mar Adriatico e nel Mar Jonio a nord-est e ad est, ed il bacino del Fiume Basento a sud.

Il bacino si sviluppa prevalentemente in direzione Nord - Ovest/Sud - Est, con lunghezza massima di circa 110 km ed una larghezza media di 40 km. Il suo andamento altimetrico è caratterizzato da un'altitudine media di 387 m.s.l.m., e circa l'81% dell'intero territorio è situato ad una quota inferiore ai 500 m.s.l.m.



3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'area interessata dalla realizzazione dell'ampliamento della stazione di trasformazione ricade all'interno del Foglio 188 "Gravina in Puglia" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000) ed i depositi che vi affiorano fanno parte del ciclo deposizionale plio-pleistocenico dell'Avanfossa Bradanica, serie regressiva e trasgressiva sui Calcari di Altamura e sui Flysch della Catena Appenninica.

La morfologia dell'area è determinata dalla presenza dei depositi marini che hanno dato luogo al riempimento della depressione nota come Avanfossa Bradanica. Tali litotipi non hanno subito importanti fasi tettoniche od orogenetiche, ma solo un sollevamento verticale, quindi hanno conservato il loro originario assetto suborizzontale monoclinale, con scarsa acclività. Nell'area non si rilevano lineazioni tettoniche. L'elevata erodibilità dei membri terrigeni dei depositi plio-pleistocenici, ha determinato pendii plasticamente modellati, regolarizzati nel loro andamento planoaltimetrico, con ampi tratti pianeggianti e pendii a debole pendenza, sebbene a luoghi compaiano pendenze abbastanza elevate sorrette dalla tenacità degli affioramenti litoidi. L'erodibilità dei depositi terrosi determina anche la forte incisione del percorso delle aste idrauliche, anche se di bassissimo ordine gerarchico.

La ricostruzione litostratigrafica, scaturita dal rilevamento geologico di superficie esteso ad un'area più ampia rispetto a quella strettamente interessata dal progetto in epigrafe, ha messo in evidenza che le caratteristiche peculiari delle formazioni sono, dall'alto verso il basso stratigrafico, quelle di seguito descritte:

- a) **Depositi Fluvio-Lacustri:** Rappresentano i terreni di sedime della Nuova Sottostazione Elettrica. Sono costituiti da successioni eteropiche di limi ed argille, originatesi per fenomeni di decantazione nella allora piana alluvionale, conseguentemente ad episodi di alluvionamento, e di depositi ghiaiosi in matrice argilloso-limosa e/o sabbiosa, con ciottoli poligenici (frequenti ciottoli vulcanici), provenienti dall'erosione delle formazioni affioranti in gran parte dell'area di alimentazione del bacino imbrifero del Torrente Basentello. I materiali di che trattasi, molto spesso si presentano sotto forme lentiformi con la prevalenza o della frazione limo-argillosa o di quella ghiaiosa. Spessore di circa 10-15 m. (*Pleistocene*)
- b) **Argille di Gravina:** In generale questi litotipi sono caratterizzati da una grande omogeneità laterale e verticale e sono costituiti da alternanze di strati e livelli di limo argilloso, di argille limose grigio-chiare e di sabbie-argillose sottilmente stratificate e generalmente laminate, cui si intercalano straterelli siltosi o argilloso-siltosi caratterizzati di norma da una laminazione parallela. A più altezze si rinvencono corpi lenticolari, di spessore inferiore al metro, costituiti da microconglomerati a matrice sabbiosa, gradati e

talora amalgamati. Non di rado si intercalano strati decimetrici di siltiti ed arenarie. Spessore da 200 a 250 m. (Pliocene-Calabriano).

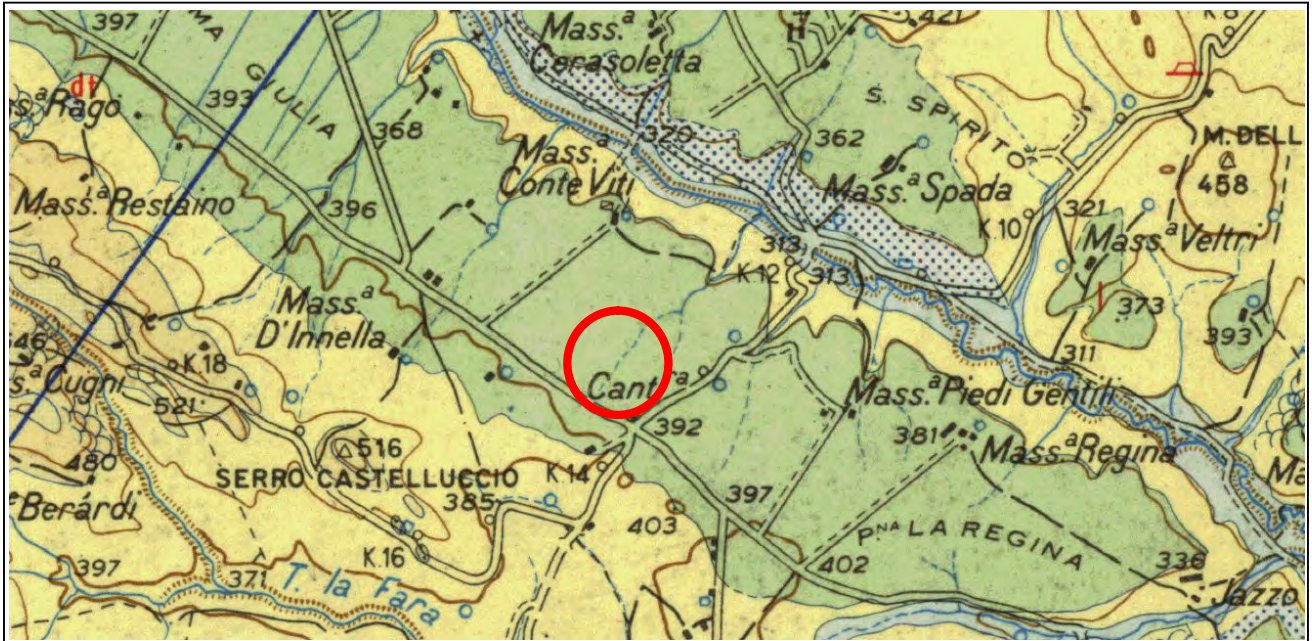


Figura 2 – Stralcio del F° 188 "Gravina" in cui ricade l'area di sedime della nuova SSE

L'idrogeologia della zona è caratterizzata dalla presenza del substrato afferente le Argille Plio-pleistoceniche, costituente la base impermeabile che permette, nell'unità geologica superiore, lo sviluppo di un acquifero. Il complesso idrogeologico posto sopra quello argilloso è rappresentato dai depositi fluvio-lacustri oltre a quelli sabbiosi e conglomeratici, pertanto a maggiore permeabilità per porosità e, quindi, idonei ad ospitare una falda idrica. In questa zona, l'esiguo spessore del complesso sabbioso-conglomeratico determina la limitata potenza della capacità di immagazzinamento dell'acquifero, con conseguente variabilità stagionale delle emissioni sorgentizie e dei deflussi idrici superficiali; infatti tutta l'area si caratterizza per la scarsità di risorse idriche. Per questo motivo il regime delle aste idriche presenti è spiccatamente torrentizio, a causa della scarsità di sorgenti perenni e di contributi meteorici estivi. L'esigua potenza dell'acquifero comporta la conseguente pochezza della falda idrica, che non ha continuità laterale e si configura, pertanto, come una serie di isolate falde di versante. Il substrato impermeabile determina anche una diffusa ramificazione delle aste idriche, anche se asciutte d'estate. Tuttavia si ritiene che anche nei periodi di maggiore piovosità la falda non riesca ad essere significativamente produttiva, ma che si limiti ad essere una piccola falda sospesa di pendio.

Si ritiene che, con la realizzazione dell'ampliamento della Sottostazione elettrica, date le caratteristiche idrogeologiche dei litotipi di sedime (Depositati Fluvio-Lacustri), nonché il relativo contesto



morfologico e strutturale dell'areale, non si pregiudica in nessun modo la qualità e l'andamento della falda e del reticolo idrografico. Dato il regime idraulico del Torrente Basentello, affluente del Fiume Bradano che si sviluppa a qualche centinaio di metri a Nord-Est dell'area di sedime, e la differenza di quota altimetrica tra il livello massimo di piena e il sito in oggetto, l'area tutta non è soggetta a rischio di esondazione, come anche riportato dalle cartografie tematiche dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale – sede Basilicata.

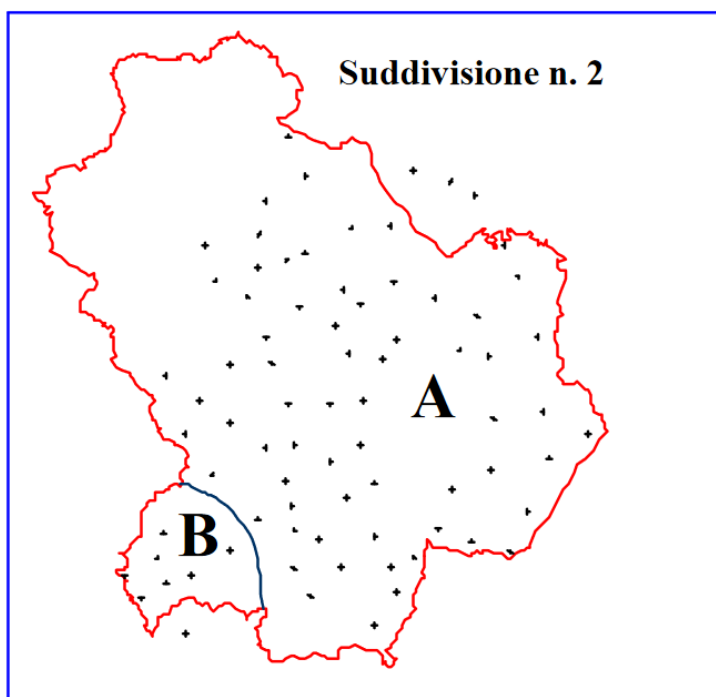
Da un punto di vista morfologico l'area di studio è caratterizzata da un andamento pianeggiante privo di reticoli idrografici importanti se non di modeste incisioni, ricadenti a distanza di sicurezza, che rappresentano le ramificazioni più esterne (di ordine gerarchico basso) del reticolo di raccolta del vallone Cornuta situato più a valle. Queste ramificazioni iniziali raccolgono le acque superficiali, solo in occasioni di eventi meteorici eccezionali caratterizzati da durata prolungata. Inoltre, a monte delle stesse non sono presenti bacini imbriferi (sottobacini) significativi, mentre lungo il loro percorso vi è assenza di possibili aree di espansione ovvero di aree golenali.

4. ANALISI IDROLOGICA

4.1 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Sono stati oggetto di studio le criticità idrauliche che potrebbero manifestarsi in occasione di precipitazioni di forte intensità e per periodi di riferimento fino a 500 anni. Infatti, il rischio idraulico associato a fenomeni di esondazione attiene alle portate di piena che possono formarsi in occasione di eventi meteorici di particolare intensità, persistenza ed estensione territoriale. Le situazioni di rischio sono pertanto riferite ad un concetto di probabilità di accadimento, normalmente misurata in termini di "tempo di ritorno", definito come il numero medio di anni per il quale la variabile considerata è statisticamente uguagliata o superata almeno una volta. Ai fini dello studio idrologico, le stime effettuate su tali precipitazioni sono relative ad un periodo di ritorno massimo cinquecentennale e fanno riferimento ai risultati ottenuti nell'ambito del Progetto VAPI (Valutazione delle Piene), redatto a cura del GNDCI (Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche).

La metodologia propria del progetto Va.Pi., al secondo livello di regionalizzazione, considera la Regione Basilicata suddivisa in due sottozone omogenee (A e B), una sottozona Nord composta da 70 stazioni e ed una sottozona Sud-Ovest comprendente le rimanenti 8, con zona ancora unica al primo livello. Tale soluzione viene suggerita dalla particolare collocazione geografica delle 8 stazioni, a ridosso del massiccio del Pollino, che individuano la sottozona Sud-Ovest.



Sottozona	Λ^*	θ^*	Λ_1	η
A	0.104	2.632	20.64	3.841
B	0.104	2.632	55.23	4.825

Tab. 9.2. Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge in Basilicata

I parametri regionali stimati al primo ed al secondo livello sono quelli riportati nella Tabella 9.2. Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata (DPC) all'interno della SZO pluviometrica omogenea previamente identificata, resta univocamente determinata la relazione fra *periodo di ritorno T* e valore del *coefficiente di crescita K_T*:

$$T = \frac{1}{1 - F_k(k)} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} e^{-\eta k/\theta_*})}$$

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della formula sopra riportata, per cui, fissato un valore T del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita K_T. Per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito, nella Tab. 9.3, i valori di K_T ottenuti numericamente dalla formula sopra riportata per alcuni valori del periodo di ritorno.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K _T (SZOA)	0.92	1.25	1.49	1.74	1.83	2.03	2.14	2.49	2.91	3.50	3.97
K _T (SZOB)	0.97	1.10	1.20	1.30	1.34	1.42	1.46	1.61	1.78	2.02	2.21

Tab. 9.3: valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le piogge in Basilicata, per alcuni valori del periodo di ritorno T.

Nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento ad una espressione semplificata del tipo:

$$K_T = \left(\frac{\theta_* \text{Ln } \Lambda_*}{\eta} + \frac{\text{Ln } \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \text{Ln } T$$

che, dati i valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV in Basilicata, diventa:

$$\text{(SZO A) } K_T = -0.7628 + 0.6852 \text{ Ln } T$$

$$\text{(SZO B) } K_T = -0.4032 + 0.5455 \text{ Ln } T$$

Per valori del periodo di ritorno superiori a 25 anni, l'errore nell'uso delle formule sopra riportate in luogo della formula per la determinazione del periodo di ritorno T è sempre inferiore al 5 % nella SZO-B, mentre un risultato analogo è valido per la SZO-A solo a partire da T = 50 anni.

Nel territorio oggetto di studio sono presenti diverse stazioni pluviometriche per le quali sono presenti le altezze massime per diverse durate di pioggia, i dati delle piogge medie mensili e annui e per completezza la serie storica delle temperature medie mensili.

L'area di studio è stata caratterizzata sulla base dei dati meteorologici della stazione di Genzano di Lucania, molto vicina all'area del parco. In essa sono presenti i dati delle altezze massime per diverse durate di pioggia in maniera discontinua tra il 1940 ed il 1970. Di seguito si riportano i dati della altezze massime di pioggia per 1h, 3h, 6h, 12h e 24h estratti dagli Annali idrologici del Ex Servizio Idrografico e Mareografico del Ministero dei LL.PP per la stazione meteo climatica di Genzano di Lucania.

Stazione	t=1 ora	t=3 ore	t=6 ore	t=12 ore	t=24 ore
Anno	mm	mm	mm	mm	mm
1940	-	-	-	-	-
1941	24.8	25	28.8	45.8	56
1942	-	-	-	-	-
1943	-	-	-	-	-
1944	-	-	-	-	-
1945	-	-	-	-	-
1946	-	-	-	-	-
1947	-	-	-	-	-
1948	-	-	-	-	-
1949	-	-	-	-	-
1950	26	33.6	36.6	38	44.6
1951	17.6	24	38	47	61.6
1952	-	-	-	-	-
1953	15	22	31	43.6	46.2
1954	-	-	-	-	-
1955	-	-	-	-	-
1956	-	-	-	-	-
1957	12	22	39.2	45	76
1958	53	99	118	123.6	123.8
1959	29	31.4	47	83.6	96.8
1960	20	21	21	24.6	29.6
1961	27	46	54.6	62	63.4
1962	19	32	34	45.8	46.8
1963	17.6	18.2	19	31.8	38.4
1964	16.6	16.6	17.2	23.6	26.8
1965	18	18.6	18.6	23.4	30.6

1966	-	-	-	-	-
1967	-	-	-	-	-
1968	-	-	-	-	-
1969	-	-	-	-	-
1970	-	-	-	-	-

Per quel che riguarda, invece, le misurazioni a scala giornaliera, la stazione di Genzano di Lucania ha registrato la situazione riportata nel grafico seguente:

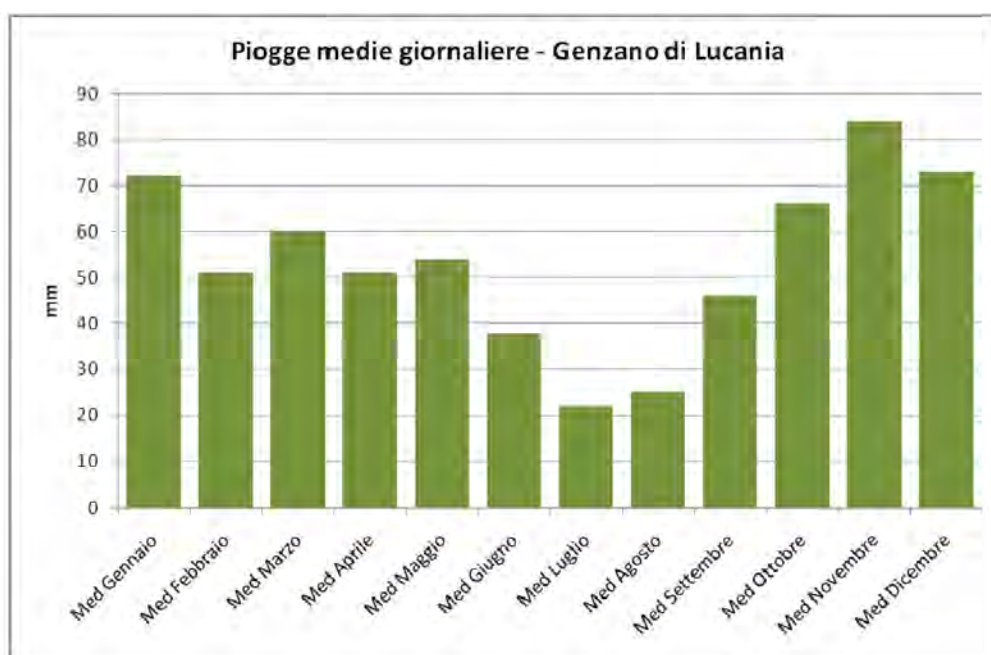


Figura 3 – Piogge medie giornaliere: medie mensili

Come si nota il regime pluviometrico mostra un minimo tra Luglio ed Agosto ed un massimo tra Novembre e Dicembre, la media annua si attesta intorno ai 642 mm.

4.2 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA (1 - 3 - 6 - 12 - 24 ORE)

La valutazione delle curve di possibilità pluviometrica (piogge intense) viene condotta secondo due metodologie:

1. metodologia V.A.P.I. sviluppata dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche nell'ambito del Progetto V.A.P.I. (Valutazione delle Piene in Italia);
2. metodologia di "Bell".

Nell'ambito del primo metodo si è utilizzata l'informazione pluviografica raccolta dal Servizio Idrografico Italiano elaborando tecniche di analisi statistica a scala regionale ed applicando la legge di distribuzione a doppia componente su tre livelli successivi di regionalizzazione.

Per quel che riguarda il secondo approccio si è fatto riferimento a studi condotti in diverse parti del mondo dai quali è stato possibile desumere il particolare comportamento delle piogge di durata inferiore ad 1 ora.

Curva di possibilità pluviometrica (modello probabilistico su base regionale TCEV)

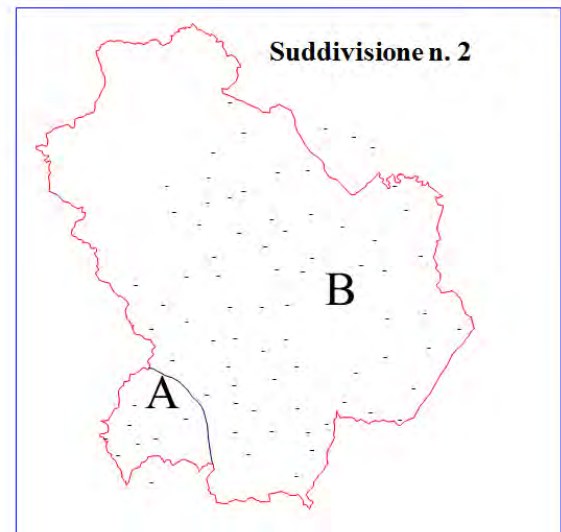
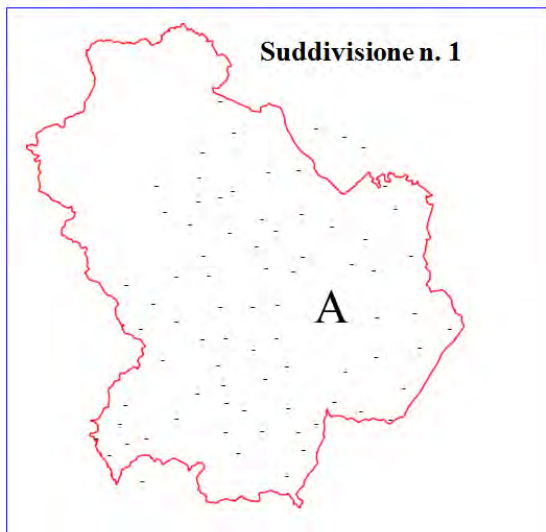
Nel primo livello di regionalizzazione, nell'ipotesi che la Basilicata fosse una zona pluviometrica omogenea si è testata l'applicabilità della legge di distribuzione T.C.E.V. (Two Component Extreme Value distribution) o legge di distribuzione a doppia componente.

Il modello probabilistico su base regionale T.C.E.V. ipotizza la serie dei massimi annuali come provenienti da due diverse popolazioni di dati legati a due differenti fenomenologie meteorologiche. I valori estremamente più elevati degli altri (Outliers) ma rari e una componente base o ordinaria che assume valori non elevati ma frequenti. In pratica, per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della legge T.C.E.V. di ordine superiore al primo si è rappresentata la legge $F(X_t)$ della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata X_t come prodotto tra il suo valor medio $\mu(X_t)$ ed una quantità K_T , detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno T e della durata t , definito dal rapporto:

$$K_{t,T} = \frac{X_{t,T}}{\mu(X_t)}$$

La variabilità del fattore di crescita con la durata t , legata alla variabilità dei parametri della T.C.E.V. di ordine superiore al primo, è praticamente trascurabile, come segnalato in NERC (1975).

Al II livello sono invece presenti due sottozone omogenee (nord e sud-ovest) nelle quali è costante anche il valore del parametro Λ_1 .



In base ai valori regionali dei suddetti parametri, è possibile ricostruire le curve di crescita per le tre sottozone, tenendo presente che l'espressione teorica del fattore di crescita secondo la distribuzione TCEV assume la forma:

$$F_{kt}(k) = \exp [-\Lambda_1 \exp(-k/ \Theta_1) - \Lambda_2 \exp(-k/ \Theta_2)]$$

In cui: $\Theta_2 = \Theta \cdot \Theta_1$, $\Lambda_2 = \Lambda \cdot \Lambda^{1/\Theta^*}$, mentre il valore del parametro Θ_1 si ricava dalla relazione:

$$\mu = E[K_T] = \Theta_1 [(\ln \Lambda_1 \exp(-k/ \Theta_1) - \Lambda_2 \exp(-k/ \Theta_2))]$$

imponendo $E[K_T] = 1$.

La relazione $F = 1 - 1/T$ tra probabilità cumulata e periodo di ritorno consente di determinare la funzione $K_T = K_T(T)$.

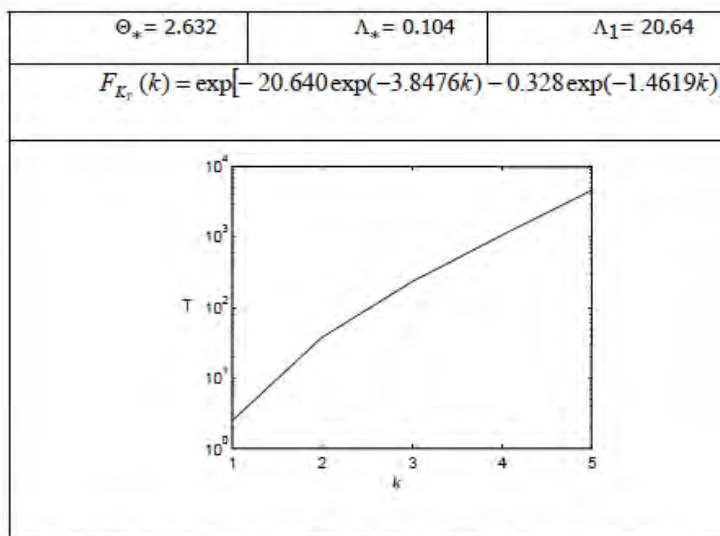


Figura 4 - Fattore di crescita con il periodo di ritorno: zona omogenea A (Nord)

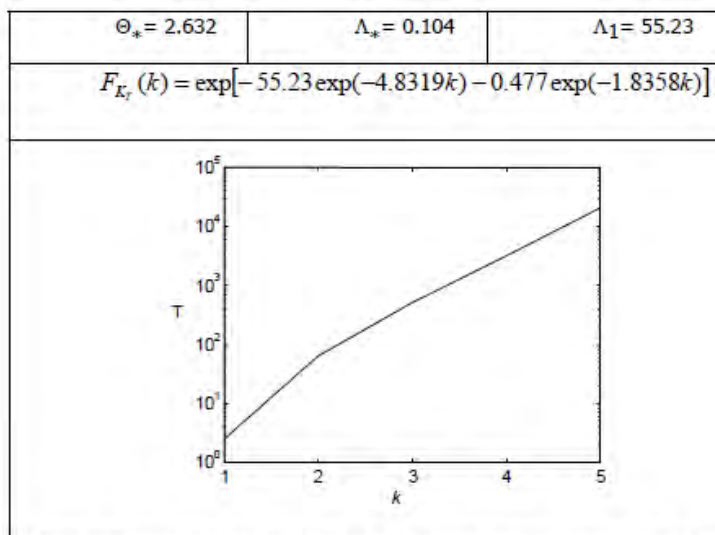


Figura 5 - Fattore di crescita con il periodo di ritorno: zona omogenea B (Sud-Ovest)

L'analisi regionale dei dati di precipitazione al primo e al secondo livello di regionalizzazione è finalizzata alla determinazione delle curve regionali di crescita della grandezza in esame. In particolare per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della legge TCEV (CV e G), è utile rappresentare la legge $F(X_t)$ della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata X_t come prodotto tra il suo valore medio $\mu(X_t)$ ed una quantità $K_{t,T}$, detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno T e della durata t , definito dal rapporto:

$$K_{t,T} = X_{t,T} / \mu(X_t)$$

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto (a) corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali, in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i tre parametri della TCEV.

E' possibile rappresentare graficamente la funzione $K_T=K_T(T)$ al variare del tempo di ritorno T_r ; si riporta nel grafico successivo tale legge di variazione.

In alternativa alle rappresentazioni grafiche delle curve di crescita, il valore di K_T può essere ricavato direttamente in funzione di T_r attraverso una approssimazione asintotica (Rossi e Villani, 1995) della legge di crescita. E' utile sottolineare che l'uso di questa approssimazione comporta una leggera sottostima del fattore di crescita, con valori che sono superiori al 5% solo per $T < 40$ anni. La relazione e la seguente:

$$K_T = a + b \ln T \quad (1)$$

in cui :

$$a = (\Theta * \ln \Lambda^* + \ln \Lambda 1) / \eta$$

$$b = \Theta * / \eta$$

$$\eta = \ln \Lambda_1 + C - T_0$$

T_0 è una funzione il cui valore è stato ottenuto grazie a un programma di calcolo iterativo.

Le aree omogenee individuate al primo e secondo livello di regionalizzazione si parzializzano al terzo livello, nel quale si analizza la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali.

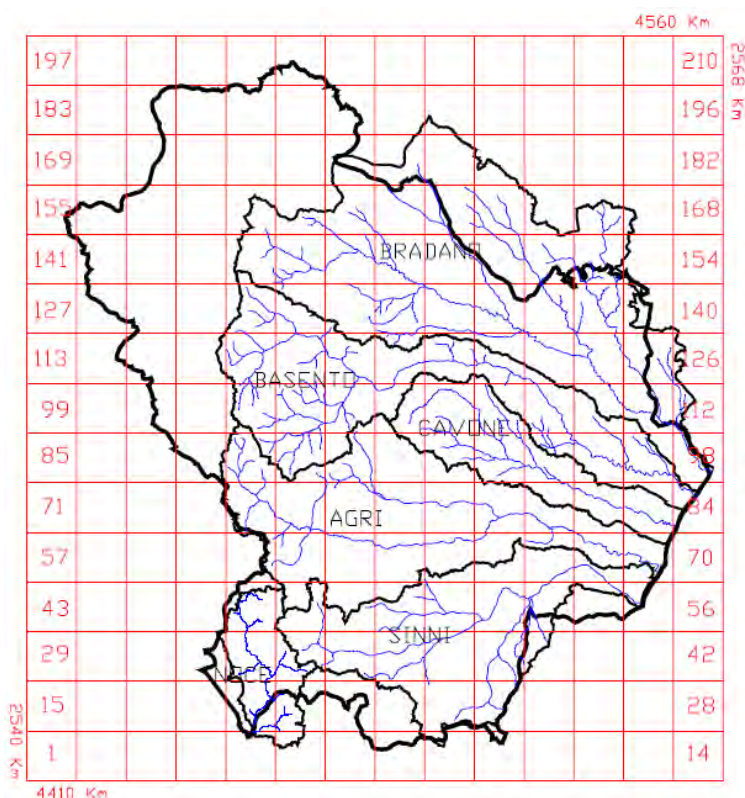
In tabella 1 vengono riportati i valori dei parametri a e b, unitamente a quelli di η e T_0 in base ai quali sono stati calcolati, che consentono di determinare nella forma $K_T = a + b \ln T$ le leggi di crescita relative alle sottozone omogenee. E' utile evidenziare che l'uso dell'approssimazione asintotica comporta una leggera sottostima del fattore di crescita, con errori che però sono superiori al 5% solo per $T < 40$ anni.

Zona omogenea	a	b	T ₀	η
A (nord)	-0.8804	0.7348	-0.2633	3.8678
B (sud-ovest)	-0.4990	0.5857	-0.2633	4.8520

Terzo livello di regionalizzazione

Obiettivo del terzo livello di regionalizzazione dei massimi annuali delle piogge brevi è la definizione di relazioni utili alla stima di un parametro di posizione della distribuzione di probabilità (generalmente la media) in un generico sito o come valore caratteristico di un'area. In assenza delle indicazioni su eventuali aree omogenee al III livello, l'analisi delle medie delle piogge brevi è stata effettuata identificando le isoiete di x_t , per le diverse durate, utilizzando un metodo geostatistico, il kriging.

Il kriging è un metodo di interpolazione lineare, basato su un approccio statistico, che consente di ottimizzare in un assegnato punto P0 la stima del valore di una variabile regionalizzata z misurata in un certo numero di punti Pi. Modificando con continuità la posizione del punto P0 è possibile determinare l'intero campo della variabile in esame. Utilizzando la tecnica del Kriging, in base ai dati relativi alle 55 stazioni pluviografiche considerate, sono stati calcolati i valori della funzione casuale x_t in corrispondenza dei nodi di una griglia regolare. Tramite questi valori si sono tracciate le isolinee di x_t , per le durate 1, 3, 6, 12 e 24 ore.



Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica (Viparelli, 1964), per ciascuna stazione è stato possibile correlare il valore medio x_t dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata t alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$x_t = a \cdot t^n$$

essendo **a** ed **n** due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica.

Per la determinazione del valore massimo di precipitazione di durata t per fissato periodo di ritorno T relativo all'intera area A del bacino sono necessari i seguenti elementi:

- il fattore di crescita KT delle precipitazioni con il periodo di ritorno riferito all'area esame;
- la legge di probabilità pluviometrica x_t mediata sull'area;
- il fattore empirico di riduzione delle piogge all'area (fattore di riduzione areale).

La curva di probabilità pluviometrica di un bacino viene quindi determinata a seguito di una operazione di media sui parametri a ed n della legge di pioggia, rappresentati attraverso curve isoparametriche.

Per effettuare la media spaziale in campo lineare è possibile passare ai logaritmi, considerando che:

$$E[\log(x_t)] = E[\log(a)] + \log(t) E[n]$$

Si è effettuata la media spaziale per tutti i bacini monitorati in passato dal SIMN in Basilicata, incluse le aree comprese tra sezioni successive lungo il corso d'acqua, e per celle di 10 Km di lato che ricoprono l'intero territorio lucano.

Per i bacini sottesi dalle sezioni monitorate dal SIMN e le aree comprese tra successivi sottobacini vengono forniti, nel rapporto VAPI, i valori dei parametri a ed n relativi alle curve di probabilità pluviometriche medie areali. Sono invece riportati, sempre all'interno del rapporto VAPI, i valori medi di $\log(a)$ e di n relativi alle celle rappresentate della griglia di suddivisione del territorio regionale ed identificate da una numerazione che procede da Ovest verso Est e da Sud verso Nord.

Usando i valori medi di $\log(a)$ e di n relativi alle celle, si può ottenere l'espressione della legge di pioggia riferita ad un'area attraverso la media pesata dei suddetti valori tra le celle che ricoprono l'area stessa.

I valori dei coefficienti **a** ed **n** riportati sono relativi a medie spaziali degli stessi parametri calcolati in base alle registrazioni di pioggia puntuali nei siti di misura. Questa operazione di media non tiene però conto delle modificazioni che intervengono nel fenomeno di precipitazione in rapporto alla sua

scala spaziale. Di fatto, andrebbe considerato che con l'aumentare dell'area del bacino aumenta la probabilità di non contemporaneità dell'evento di pioggia sulla sua superficie.

Di questo aspetto si tiene conto introducendo un fattore di riduzione (fattore di riduzione areale) direttamente dipendente dall'area A e che rappresenta il rapporto:

$$K(A, t, T) = \frac{I_A(t, T)}{I_p(t, T)}$$

tra $I_A(t, T)$ il valore dell'intensità di pioggia areale, per assegnata durata t e fissato periodo di ritorno T , ed il corrispondente valore $I_p(t, T)$ dell'intensità di pioggia puntuale o da essa direttamente derivato.

Da alcune analisi svolte sull'argomento (v. es. U.S. Weather Bureau, 1957-60), risulta che la dipendenza, valida in generale, tra il fattore di riduzione areale (ARF) ed il periodo di ritorno T non è particolarmente evidente, per cui nella pratica progettuale può essere trascurata.

Per tale motivo, l'espressione che lega l'A.R.F. all'area A del bacino alla durata t della pioggia potrà essere del tipo:

$$K(A, t) = 1 - f_1(A) f_2(t)$$

in cui le funzioni f_1 ed f_2 vanno specificate in modo empirico ma devono essere tali da soddisfare le uguaglianze: $f_1(A)=0$, per $A=0$ e $f_2(t)=1$, per $t=0$.

Adottando la formula del U.S. Weather Bureau con i coefficienti ricavati per la Regione Basilicata si ha:

$$K(A, t) = 1 - (1 - e^{-A \cdot 2.1 \cdot 10^{-3}}) e^{-0.53 \cdot t^{0.25}}$$

Dove t è la durata della pioggia in ore, A è l'area del bacino in km^2

Adottando i risultati del V.A.P.I. Basilicata la curva di probabilità pluviometrica relativa alla zona in cui ricade il parco eolico in progetto (**quadrato num. 162**) è definita dalla seguente espressione:

a (mm/h)	24
n	0,264
Numero cella	162

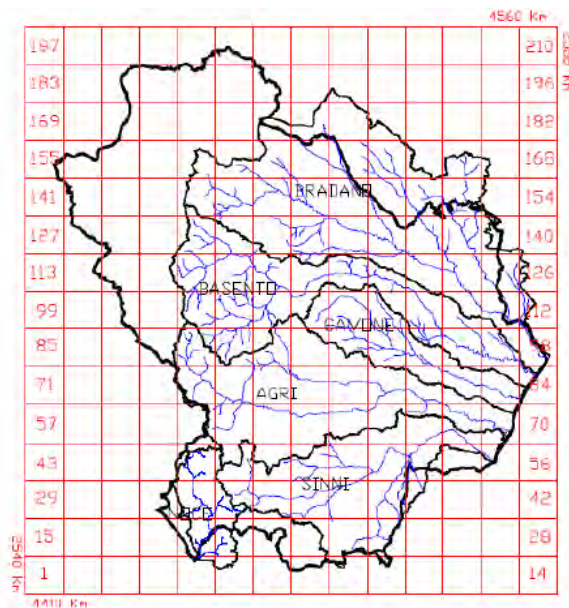


Figura 6 - Suddivisione della regione in celle di lato 10 Km

$$h(t,T) = K_T \cdot a \cdot t^n = K_T \cdot 24 \cdot t^{0.264} \quad (t \text{ in ore})$$

Ipotizzando di considerare un tempo di ritorno di 10 anni si ottiene la seguente curva di Probabilità Pluviometrica.

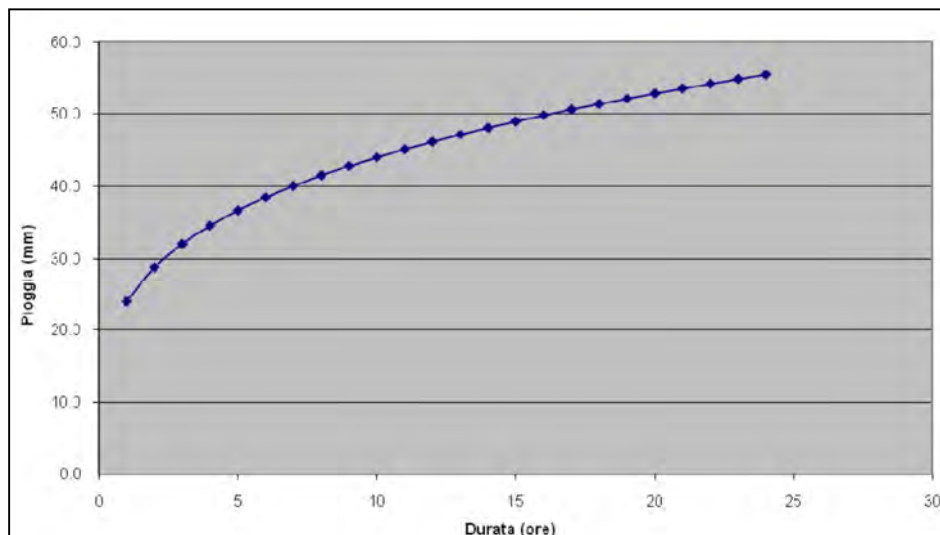


Figura 7 - Curva di Probabilità Pluviometrica

Curve di Possibilità Pluviometrica delle Piogge di durata oraria

Nel caso di eventi piovosi di durate inferiori alla oraria è necessario utilizzare la "Metodologia di Bell" per ricavare i coefficienti della curva di Probabilità Pluviometrica.

Studi condotti sul territorio degli Stati Uniti ed in Australia e studi paralleli in Unione Sovietica, hanno evidenziano come il rapporto r_δ tra le altezze di durata δ molto breve e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località.

Con riferimento alla curva involuppo delle massime piogge osservate nel mondo di equazione:

$$h_\delta = 390\delta^{0.5}$$

con δ in ore, alcuni studiosi [Jennings, 1950; Hershfield e Engman, 1981] propongono di adottare i seguenti rapporti:

δ (minuti)	<u>5</u>	<u>10</u>	<u>15</u>	<u>20</u>	<u>30</u>	<u>45</u>
$r_\delta = h_\delta/h_1$	<u>0.29</u>	<u>0.41</u>	<u>0.5</u>	<u>0.58</u>	<u>0.71</u>	<u>0.87</u>

Utilizzando questi rapporti, nota la pioggia oraria per assegnato tempo di ritorno, si sono determinate le altezze di pioggia per le durate di 5, 10, 15, 20, 30 e 45 minuti.

Riportati questi campioni di dati, su di un piano logaritmico, ed interpolati, si sono determinati i parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica di durata inferiore ad un'ora $h = at^n$ con t espresso in minuti.

GENZANO DI LUCANIA									
durata (min)	5	10	15	20	30	45	60	a (mm)	n
$r_\delta = h_\delta/h_1$	0.29	0.41	0.5	0.58	0.71	0.87	-		
h(mm)	7.0	9.8	12.0	13.9	17.0	20.9	24.0	3.11	0.499
T									
10									

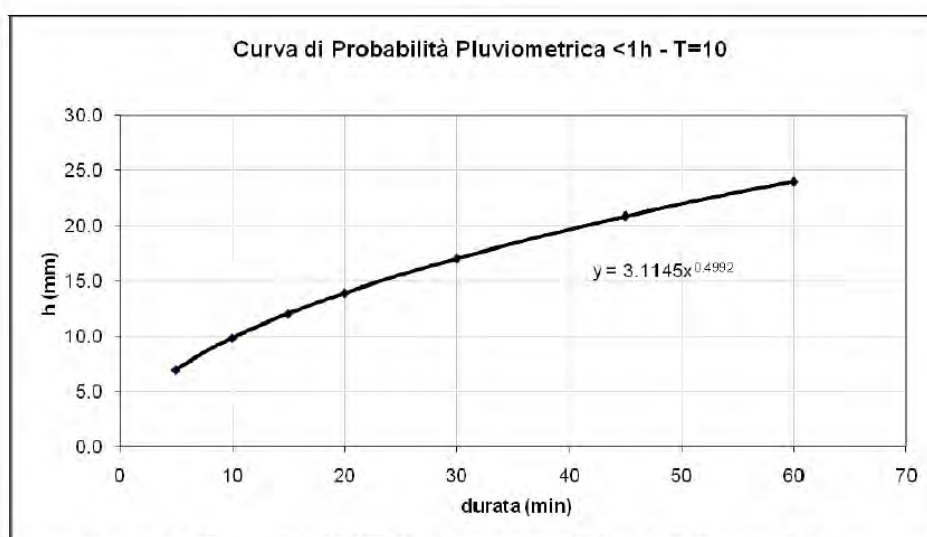


Figura 8 – Curva di probabilità pluviometrica di durata inferiore ad 1 ora.



5. CONCLUSIONI

In rapporto all'assetto idraulico dell'area interessata dalla realizzazione della stazione di smistamento, oggetto del presente studio, sono stati effettuati approfonditi studi di carattere morfologico, idrologico ed idraulico, per stabilire la conformità dell'intervento con le aree di pertinenza del reticolo e le eventuali possibili interferenze. Si è ritenuto opportuno procedere con modellazioni idrauliche volte a caratterizzare le relazioni che si possono stabilire tra l'opera in progetto e l'assetto idraulico dell'area, in modo da renderli reciprocamente compatibili in relazione alle condizioni di "sicurezza idraulica". Gli studi condotti sono stati finalizzati alla delimitazione dei bacini di studio in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che potesse avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse e sulle opere previste. In sintesi, la stazione di smistamento, nella sua configurazione, non interferisce con il reticolo idrografico e con le connesse aree di allagamento e quindi la stessa risulta essere in condizioni di "sicurezza idraulica".

Il collaboratore

Geol. Bartolo ROMANIELLO

Il Geologo

Dott. Antonio DE CARLO