

**Manduria Oria Wind Energy S.r.l**

**Ottobre 2021**

# **Parco Eolico “Manduria” sito nel Comune di Manduria**

**Relazione idraulica**



REGIONE  
PUGLIA



Provincia di  
Taranto



Committente:

**Manduria-Oria Wind Energy S.r.l.**

via Sardegna, 40  
00187 Roma (RM)  
P.IVA/C.F. 15856951007

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

Titolo del Progetto:

**PARCO EOLICO "MANDURIA"**

Elaborato:

**Relazione Idraulica**

ID PROGETTO	DISCIPLINA	CAPITOLO	TIPO	REVISIONE	SCALA	FORMATO
IT-VesMaO-Gem	CW	HYD	TR	0	----	A4

NOME FILE:

IT-VesMaO-Gem-CW-HYD-TR-01-Rev.0

**Progettazione:**



**Ing. Saverio Pagliuso**

**Ing. Mario Francesco Perri**

**Ing. Giorgio Salatino**

**Ing. Claudio Coscarella**

Rev:	Prima Emissione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	09/2021	PRIMA EMISSIONE	GEMSA	GEMSA	MANDURIA-ORIA



## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>AREA DI INTERVENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO NEL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA PUGLIA.....</b>	<b>4</b>
3.1	CLASSIFICAZIONE AREE DI INTERESSE PAI.....	4
<b>5</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA .....</b>	<b>7</b>
5.1	MODELLO IDROLOGICO UTILIZZATO – TCEV .....	8
5.2	INTERVENTI IN FASE DI LAVORAZIONE .....	14
5.3	IDRAULICA - REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE DEL BACINO.....	15
5.4	FOSSI DI GUARDIA.....	16
5.5	TOMBINI .....	17

## 1 Premessa

Il presente elaborato contiene l'analisi idrologica e la progettazione idraulica delle opere per la realizzazione del Parco Eolico "Manduria" in progetto nel territorio del Comune di Manduria (TA).

Il progetto di costruzione del Parco eolico prevede la realizzazione di n. 16 aerogeneratori tipo modello Vestas V162 con potenza unitaria variabile e potenza complessiva del parco pari a 96 MW.

Il Parco eolico in progetto viene proposto dalla società Manduria – Oria Wind Energy S.r.l. con sede a Roma in Via Sardegna,40, società interessata alla promozione, realizzazione e sfruttamento di impianti per la produzione di energia elettrica da fonte eolica mediante aerogeneratori.

All'interno dell'elaborato verranno analizzate le caratteristiche idrologiche del territorio interessato in relazione agli interventi e successivamente, attraverso un'analisi probabilistica delle precipitazioni, saranno dimensionate le opere idrauliche previste in progetto.

Le opere idrauliche in progetto saranno parte integrante della rete di raccolta delle acque meteoriche ricadenti nelle aree di progetto e connesse alla rete di bacini idrografici esistenti.

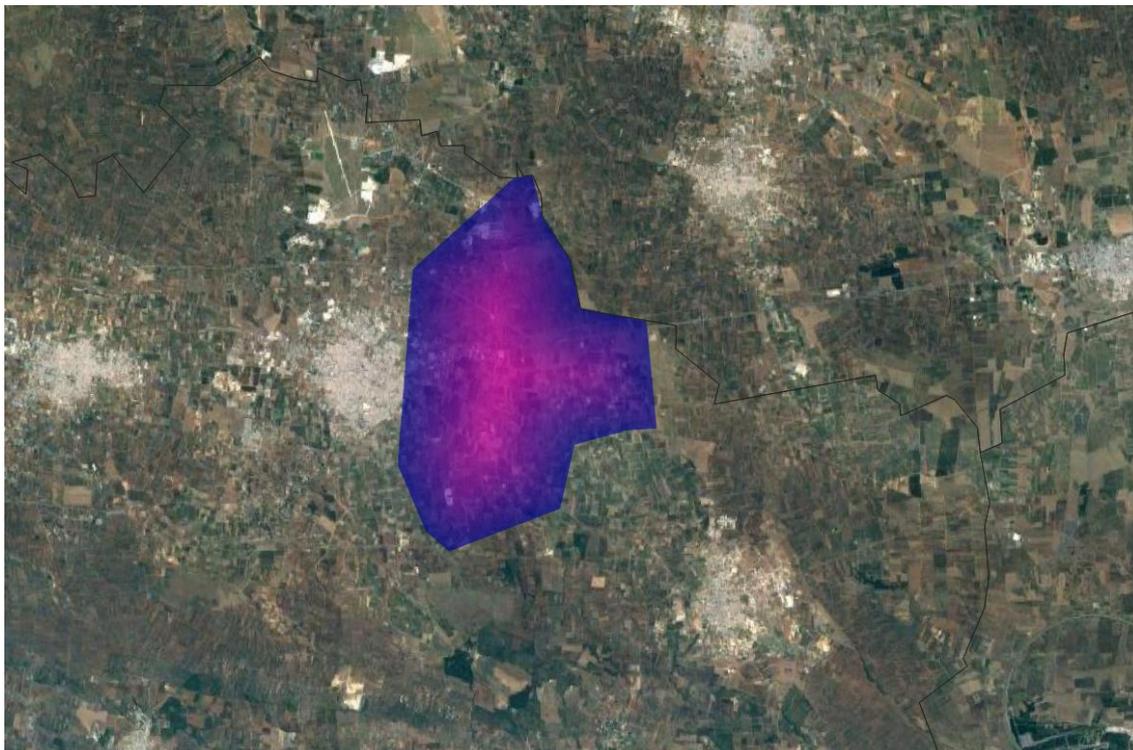
La relazione idrologica e idraulica è redatta in conformità ai criteri dettati dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia, istituita con L. R. n. 19 del 9 dicembre 2002, la quale ha approvato il Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), di cui alla Legge 183/89, il 30 novembre 2005. In essa è stato condotto lo studio idrologico per i diversi tempi di ritorno, necessario a definire le portate di piena transitanti nei canali per un tempo di ritorno di 200 anni, al fine di determinare le condizioni di sicurezza idraulica delle opere a farsi.

## 2 Area di intervento

Il parco eolico in progetto ricade nell'area del territorio dei Comuni di Manduria (TA) Avetrana (TA), Erchie (BR), e Oria (BR) per l'agro degli Aerogeneratori mentre la Sottostazione Elettrica di utenza verrà realizzata nel Comune di Erchie (BR).

Il territorio di intervento si configura all'interno La città è situata alle falde delle Murge tarantine,

Nella seguente immagine, si riporta uno stralcio aerofotogrammetrico dell'area del parco eolico oggetto del presente studio.



*Figura 1-Inquadramento territoriale*

La Puglia è una Regione caratterizzata da un clima particolarmente mediterraneo, con inverno mite e poco piovoso i giorni piovosi sono scarsi: il loro numero è compreso tra 60 e 80) e stagione estiva calda e secca. Il paesaggio pugliese ha una natura prevalentemente carsica che assorbe rapidamente le acque meteoriche, eccezione fatta per il Tavoliere, e questo rende la regione estremamente povera di risorse idriche superficiali. Allo stesso tempo, il territorio è dotato di risorse idriche sotterranee anche notevoli, che hanno a tutt'oggi consentito per vaste aree il mantenimento della vocazione agricola. Nel territorio di intervento non vi è presenza di corsi d'acqua ricadenti all'interno del reticolo idrografico

È stata preliminarmente effettuata una sovrapposizione su interfaccia GIS fra le opere previste per la realizzazione del parco eolico in progetto ed il reticolo idrografico disponibile fra la cartografia ufficiale della Regione Puglia.

La sovrapposizione evidenzia come il Parco eolico in progetto e le sue opere connesse non intersecano in alcun punto il reticolo idrografico.

### 3 Inquadramento dell'area di studio nel Piano di Assetto Idrogeologico della Puglia

#### 3.1 Classificazione aree di interesse PAI

Nella Regione Puglia è in vigore il PAI – Piano di Assetto idrogeologico, approvato il 30 Novembre 2005 dall’Autorità di Bacino della Regione Puglia. All’interno del Capito IV al paragrafo IV.1 “Definizione del Rischio” il PAI recita: *“Il Piano di Bacino Stralcio per l’Assetto Idrogeologico costituisce uno strumento di pianificazione, per tale motivo si è ritenuto opportuno impostare l’intero impianto normativo sulla pericolosità idrogeologica piuttosto che sul rischio. Ciò nondimeno nell’ambito del PAI vengono individuate le aree soggette a rischio idrogeologico, attraverso la metodologia descritta nel presente capitolo, in quanto si ritiene che tale individuazione sia indispensabile per la programmazione degli interventi per la mitigazione del rischio ed in particolare per stabilirne la priorità sia che si tratti di interventi strutturali che non strutturali, quali Piani di Protezione Civile e Misure di Salvaguardia. Il rischio idrogeologico è una grandezza che mette in relazione la pericolosità, intesa come caratteristica di un territorio che lo rende vulnerabile a fenomeni di dissesto (frane, alluvioni, etc) e la presenza sul territorio di beni in termini di vite umane e di insediamenti urbani, industriali, infrastrutture, beni storici, artistici, ambientali, etc.*

*Solo la conoscenza del livello di rischio, legato alla dimensione del fenomeno, all’uso del territorio ed ai tempi di ritorno di un evento atteso, permette di programmare gli interventi strutturali e non strutturali per la riduzione del rischio. Questi, in relazione al livello di rischio e, conseguentemente, alla sua accettabilità o meno, potranno spaziare dalla delocalizzazione del bene, alla realizzazione di opere di messa in sicurezza dello stesso, alla imposizione di idonei accorgimenti tecnici in fase di realizzazione di nuovi interventi ed alla predisposizione di piani di emergenza.*

*Il rischio (R) è definito come l’entità del danno atteso in seguito al verificarsi di un particolare evento calamitoso, in un intervallo di tempo definito, in una data area;*

esso è correlato a:

- pericolosità (*P*) ovvero alla probabilità di accadimento dell'evento calamitoso entro un definito arco temporale (frequenza), con determinate caratteristiche di magnitudo (intensità);
- vulnerabilità (*V*), espressa in una scala variabile da zero (nessun danno) a uno (distruzione totale), intesa come grado di perdita atteso, per un certo elemento, in funzione della intensità dell'evento calamitoso considerato;
- valore esposto (*E*) o esposizione dell'elemento a rischio, espresso dal numero di presenze umane e/o dal valore delle risorse naturali ed economiche che sono esposte ad un determinato pericolo.

In termini analitici, il rischio idrogeologico può essere espresso attraverso una matrice funzione dei tre fattori suddetti, ovvero:

$$R = R (P, V, E)''$$

Le tipologie di elementi a rischio (*Er*) sono definiti dal DPCM 29 settembre 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180" che stabilisce che debbano essere considerati come elementi a rischio innanzitutto l'incolumità delle persone e, inoltre, con carattere di priorità, almeno:

- gli agglomerati urbani comprese le zone di espansione urbanistica;
- le aree su cui insistono insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo, in particolare quelli definiti a rischio ai sensi di legge;
- le infrastrutture a rete e le vie di comunicazione di rilevanza strategica, anche a livello locale;
- il patrimonio ambientale e i beni culturali di interesse rilevante;
- le aree sede di servizi pubblici e privati, di impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive ed infrastrutture primarie.

Con riferimento al DPCM 29 settembre 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180" è possibile definire quattro classi di rischio, secondo la classificazione di seguito riportata:

- moderato *R1*: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;

- *medio R2: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;*
- *elevato R3: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture, con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;*
- *molto elevato R4: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale e la distruzione di attività socioeconomiche.*

*Nell'analisi di dettaglio del rischio idrogeologico, l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico si ricava, sintetizzando la procedura descritta in precedenza, per sovrapposizione delle zone soggette a pericolosità (intesa come prodotto della intensità per la probabilità) con gli elementi a rischio (intesi come prodotto del valore per la vulnerabilità), attraverso le matrici esposte nelle tabelle che seguono, rispettivamente per il rischio geomorfologico (Tabella IV.3-1) ed il rischio idraulico (Tabella IV.3-2), in cui le colonne indicano le diverse classi di pericolosità idrogeologica e le righe esprimono i valori degli elementi a rischio secondo un indice crescente:*

- *E5 = agglomerati urbani, aree industriali e/o artigianali, centri abitati estesi, edifici isolati, dighe e invasi idrici, strutture ricreative e campeggi;*
- *E4 = strade statali, strade provinciali, strade comunali (unica via di collegamento all'abitato) e linee ferroviarie;*
- *E3 = linee elettriche, acquedotti, fognature, depuratori e strade secondarie;*
- *E2 = impianti sportivi con soli manufatti di servizio, colture agricole intensive;*  
*E1 = assenza di insediamenti, attività"*

Le aree in cui saranno installati gli aerogeneratori le opere accessorie (strade di collegamento, cavidotti, adeguamenti stradali, etc.) non ricadono in aree classificate a rischio idraulico dal PAI Puglia.

La verifica è stata effettuata sulla cartografia consultabile sul sito dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia ed aggiornata al 19 novembre 2019.

## 4 Progettazione Idraulica

### 4.1 Interventi in fase di lavorazione

Il parco eolico in progetto prevede la realizzazione di alcune opere idrauliche a servizio delle strade di accesso e delle piazzole necessarie per consentire il movimento dei mezzi d'opera e della forza lavoro necessaria per l'esecuzione dei lavori. In particolare, a difesa delle piazzole e/o degli assi stradali, vengono realizzati dei fossi di guardia perimetrali utilizzati come piccoli bacini di laminazione, eventualmente utili nell'irrigazione dei campi circostanti, essendo la zona del parco di Manduria costituita perlopiù da terreni adibiti all'agricoltura.

I fossi di guardia in progetto verranno realizzati con l'esecuzione di scavi a sezione obbligata su terreno esistente al fine di ottenere una sezione di deflusso trapezoidale con altezza pari a 40 cm, base inferiore di 40 cm e base superiore di 80 cm.

In corrispondenza della strada temporanea per l'accesso all'aerogeneratore M02 verrà posato un tombino in cemento vibrocompresso di diametro 0,80 metri per consentire, durante le lavorazioni, la continuità idraulica di un fosso d'acqua sopra il quale avverrà il passaggio dei mezzi di lavoro; al termine delle lavorazioni il tombino verrà rimosso ripristinando la geometria esistente del fosso d'acqua.

Gli interventi idraulici descritti consentiranno la corretta esecuzione dei lavori durante gli eventi di pioggia e, al termine delle lavorazioni, la salvaguardia nel tempo delle opere accessorie in progetto.

## 5 Analisi Idrologica

Il progetto per la realizzazione del parco eolico prevede la realizzazione della viabilità all'interno dell'area di intervento esistente. La progettazione deve includere, pertanto, la definizione ed il dimensionamento di una rete di drenaggio delle acque meteoriche a protezione della viabilità dalle acque di scorrimento superficiali e per lo smaltimento delle acque di piattaforma stradale.

Il dimensionamento delle opere idrauliche da progettare verrà effettuata a valle della analisi idrologica della zona oggetto di intervento che consentirà di definire i

valori di portata di progetto attraverso la definizione della curva di possibilità pluviometrica nonché della definizione dei bacini idrografici afferenti.

L'analisi idrologica terrà conto, pertanto, delle caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici individuati nonché dei tempi di ritorno scelti e della metodologia utilizzata nel corso dello studio.

### **5.1 Modello idrologico utilizzato – TCEV**

L'analisi regionale delle piogge massime annuali di durata compresa tra 1 ora e 1 giorno è stata effettuata per il territorio della Puglia centro-meridionale ad integrazione di quanto effettuato in Puglia settentrionale da Claps et al., (1994).

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987). Per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello si è fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Iritano, 1994).

I risultati hanno evidenziato (Castorani e Iacobellis, 2001) per l'area esaminata la consistenza di zona unica di primo e secondo livello. L'intero territorio di competenza del compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale risulta quindi diviso, al primo e secondo livello, in due sottozone. La prima (Claps et al, 1994) comprende la Capitanata, il Sub-appennino Dauno, il Gargano e l'Alta Murgia, la seconda include la restante parte del Tavoliere e della Murgia e la Penisola Salentina.

L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota ha portato alla individuazione, oltre alle quattro zone omogenee in Claps et al. (1994), di altre due zone e delle rispettive curve di possibilità climatica.

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del Compartimento di Bari del S.I.M.N., le cui stazioni costituiscono una rete di misura con buona densità territoriale. Le osservazioni pluviometriche interessano il periodo dal 1932 al 1994 in tutte le stazioni di studio, con almeno quindici anni di misure, dei massimi annuali delle precipitazioni giornaliere ed orarie. Si è potuto disporre di

serie variabili da un minimo di 19 dati ad un massimo di 47 dati per un numero totale di stazioni pari a 66, appartenenti alla Puglia centro-meridionale.

L'analisi condotta sulle piogge giornaliere, consente di accogliere l'ipotesi che le 66 stazioni appartengano ad una zona unica, al primo livello, entro la quale si possono ritenere costanti i valori teorici dei parametri  $\Theta_*$  e  $\Lambda_*$ . La stima, ottenuta utilizzando la procedura iterativa standard (Claps et al 1994), ha fornito i seguenti risultati:

$$\Theta_* = 2.121$$

$$\Lambda_* = 0.351$$

Anche nella procedura operata al 2° livello di regionalizzazione, la verifica dell'ipotesi di unica zona omogenea ha condotto ad un risultato positivo con valore costante di  $\Lambda_1$ . Di seguito, in tabella 1, sono riepilogati i risultati ottenuti in tutta la regione.

Tabella 1-Parametri regionali TCEV di 1 e 2 livello

Zona	$\Lambda_*$	$\Theta_*$	$\Lambda_1$
Puglia Settentrionale	0.772	2.351	44.63
Puglia Centro-meridionale	0.353	2.121	17.55

Tabella 2- Asimmetria (Ca) e coefficiente di variazione (Cv) osservati

Zona	Ca	$\sigma^2$ (Ca)	Cv	$\sigma^2$ (Cv)
Puglia Settentrionale	1.66	0.52	1.31	0.554
Puglia Centro-meridionale	1.31	0.50	0.45	0.007

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:

$$K_{t,T} = X_{t,T}/\mu(X_t) \quad (1)$$

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto (1) corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della TCEV.

La dipendenza del fattore di crescita con la durata si può ritenere trascurabile, infatti, calcolando sulle stazioni disponibili le medie pesate dei coefficienti di asimmetria,  $C_a$ , e dei coefficienti di variazione,  $C_v$ , alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria. L'indipendenza dalla durata di  $K_{t,T}$  (nel seguito indicato con  $K_T$ ), autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

In base ai valori regionali dei parametri  $\Theta_*$ ,  $\Lambda_*$  e  $\Lambda_1$ , si ottiene la curva di crescita per la zona della Puglia centro – meridionale riportata in fig. 2.

Il valore di  $K_T$  può essere calcolato in funzione di T attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita (Rossi e Villani, 1995):

$$K_T = \mathbf{a} + \mathbf{b} \ln T \quad (2)$$

in cui :

$$\mathbf{a} = (\Theta_* \ln \Lambda_* + \ln \Lambda_1) / \eta ;$$

$$\mathbf{b} = \Theta_* / \eta$$

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

$$C = 0.5772, \text{ (costante di Eulero),}$$

Nella Tabella 1 sono riportati i valori dei parametri a e b, e i relativi valori di  $\eta$  e  $T_0$ , che consentono di determinare nella forma (2) le leggi di crescita relative all'area in esame:

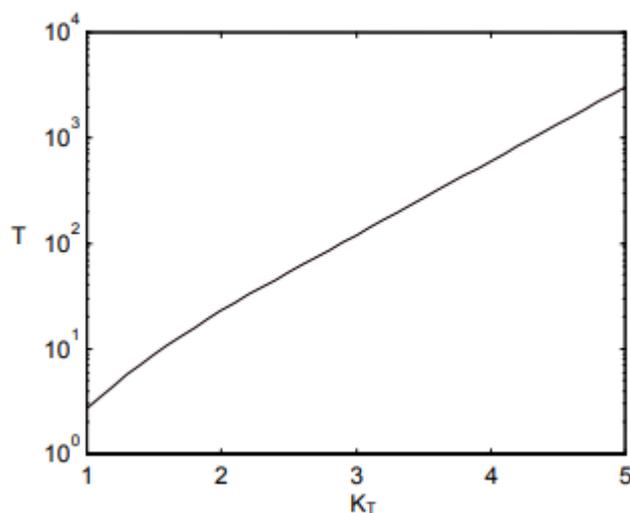


Figura 2-Curva di crescita per la Puglia Centro – Meridionale

Tabella 3- Parametri dell'espressione asintotica (2)

Zona omogenea	a	b	To	$\eta$
Puglia centro-meridionale	0.1599	0.5166	-0.6631	4.1053

Va tuttavia osservato che l'uso di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per  $T < 50$  anni e superiori al 5% per  $T < 100$  anni.

Per semplificare la valutazione del fattore crescita, nella tabella 4 sono riportati, i valori di  $K_T$  relativi ai valori del periodo di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale.

Tabella 4-Valori di  $K_T$  Puglia Centro-Meridionale.

$T$	5	10	20	30	40	50	100	500	1000
$K_T$	1.26	1.53	1.82	2.00	2.13	2.23	2.57	3.38	3.73

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

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

$$\mu(X_t) = a t^n \quad (3)$$

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

Nell'area della Puglia settentrionale il VAPI Puglia fornisce l'individuazione di 4 aree omogenee dal punto di vista del legame fra altezza di precipitazione giornaliera  $\mu(X_g)$  e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori  $\mu(X_g)$  e le quote sul mare  $h$ :

$$\mu(X_g) = C h + D \quad (4)$$

in cui  $C$  e  $D$  sono parametri che dipendono dall'area omogenea.

Lo studio condotto nell'area centro-meridionale della Puglia, ha condotto alla individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota s.l.m. per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese-Murgia centrale, e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale.

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, viene generalizzata nella forma:

$$\mu(X_t) = a t^{(C_h D \log a \log a) / \log 24} \quad (5)$$

in cui  $a$  è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di  $\mu(X_t)$  relativi alle serie ricadenti in ciascuna zona omogenea;  $\alpha = x_g/x_{24}$  è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità.

Per la Puglia il valore del coefficiente  $\alpha$  è praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89;  $C$  e  $D$  sono i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare. Per le due zone individuate i valori dei parametri sono riportati in tabella 5.

Tabella 5-Parametri delle curve di 3° livello

Zona	$\alpha$	$a$	$C$	$D$	$N$
5	0.89	28.2	0.0002	4.0837	-
6	"	33.7	0.0022	4.1223	-

Nella figura 3 è rappresentata le curve di possibilità climatica, nella zona omogenea 6 individuata dallo studio nell'area centro meridionale della regione (Fig. 4).

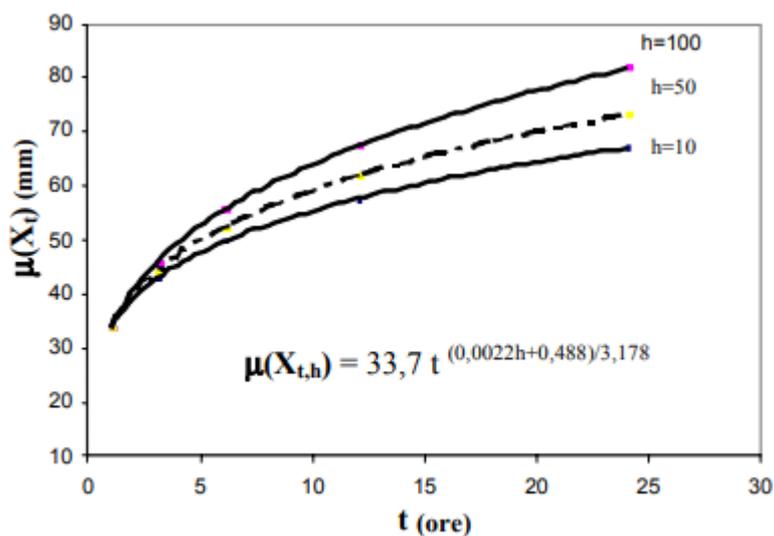


Figura 3-Curva di probabilità pluviometrica in zona 6



Figura 4-Livello di regionalizzazione della Regione Puglia

## 5.2 Interventi in fase di lavorazione

Il parco eolico in progetto prevede la realizzazione di 14 aerogeneratori e della viabilità necessaria per la costruzione degli stessi e per la futura manutenzione e dismissione. L'orografia delle aree di intervento sia degli aerogeneratori che della viabilità è piuttosto impervia con importanti pendii, rapidi cambi di pendenza e numerosi impluvi e displuvi.

Tale assetto territoriale rende necessario un dettagliato studio sul funzionamento idraulico delle aree di intervento durante gli eventi piovosi più intensi. Ai lati di ciascuna piazzola per la posa della torre, nonché lungo le strade di accesso, vengono realizzati dei fossi di guardia stradali laterali a protezione dei tracciati per canalizzare le acque provenienti dalle porzioni di terreno a monte del tracciato e per raccogliere le acque ricadenti all'interno della piazzola e delle strade di accesso.

I fossi di guardia stradali in progetto verranno realizzati mediante scavo a sezione obbligata sul terreno esistente realizzando una sagoma trapezoidale con altezza pari a 40 cm, base inferiore di 40 cm e base superiore di 80 cm.

Tali fossi di guardia stradali anche mediante la posa di opportuni tombini prefabbricati in cls e pozzetti prefabbricati in cls scaricheranno la portata in una rete idraulica secondaria.

La rete idraulica secondaria è composta sia da fossi di guarda che raccolgono le portate stradali sia da fossi realizzati per proteggere dall'erosione dovuta al consistente scorrimento delle acque superficiali i fronti di scavo e rilevato nonché la viabilità realizzati per consentire la costruzione del parco in progetto.

I fossi appartenenti alla rete idraulica secondaria scaricheranno a loro volte le portate all'interno di fossi naturali esistenti, alcuni censiti all'interno del reticolo idrografico.

### **5.3 Idraulica - Regimentazione delle acque meteoriche del bacino**

Il Progetto Definitivo per le opere idrauliche relative al Parco eolico in progetto prevede la realizzazione della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche che ricadono nei sottobacini delle opere in progetto e delle portate che possono danneggiare le opere una volta realizzate.

In virtù delle necessarie opere in progetto per la realizzazione della viabilità di servizio e delle piazzole per il montaggio degli aerogeneratori sono state individuati riprofilature si è suddivisa l'area della discarica in 2 differenti sottobacini idraulici le cui delimitazioni sono rappresentate da differenti tipologie di disconnessioni idrauliche:

- fosso di guardia in terra
- fossi di guardia stradali laterali
- displuvi naturali
- impluvi naturali

Tali sottobacini presentano la pendenza necessaria per scaricare le acque all'interno della rete di raccolta dei canali in progetto che a loro volta sversano direttamente nei fossi naturali esistenti.

Nei sottobacini individuati si tiene conto anche della naturale pendenza trasversale dovuta alla morfologia del suolo, al fine di minimizzare la quantità di opere idrauliche da realizzare e per ridurre il più possibile l'interferenza con lo stato di fatto dei luoghi.

#### 5.4 Fossi di guardia

I fossi di guardia in progetto sono stati individuati ai lati delle sezioni stradali della viabilità a servizio delle piazzole di montaggio delle torri sia per la realizzazione della rete di raccolta secondaria delle acque meteoriche fino al loro scarico all'interno dei fossi di scolo naturali.

Ciascun fosso viene dimensionato in base alla portata di progetto, stimata in considerazione del bacino dove il fosso insiste e dell'aliquota di portata del bacino in esso transitante nonché da eventuali scarichi derivanti da altri fossi di guardia e/o tombini.

Il dimensionamento di tali fossi tiene anche conto della scabrezza delle pareti e del fondo, della pendenza e dell'effettivo tirante durante le massime portate.

La verifica idraulica viene condotta nell'ipotesi di moto uniforme, implementando le formule prima illustrate su foglio di calcolo elettronico.

La formula pratica utilizzata per il dimensionamento è la nota espressione di Gaukler-Strikler:

$$V = K_s \cdot J^{\frac{1}{3}} \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

Dove  $K_s$  è il coefficiente di Strickler che tiene conto della scabrezza,  $J$  è la cadente del canale (coincidente alla pendenza longitudinale del fondo dell'alveo), ed  $R$  è il raggio idraulico ovvero il rapporto fra Area della sezione bagnata e il Perimetro della sezione bagnata.

I canali trapezoidali vengono realizzati mediante con uno scavo a sezione obbligatoria sul terreno esistente, la sezione di alcuni fossi viene rivestita in geocomposito per limitare fenomeni erosivi dovuti a forti pendenze e/o elevate portate.

Il coefficiente di scabrezza  $K_s$  è un valore variabile nel tempo, influenzato dalle reali condizioni di conservazione ed usura della superficie delle due differenti tipologie, valore che col tempo non corrisponderà più a quello iniziale: per tale motivo è sufficientemente cautelativo porre tale coefficiente pari a  $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per le sezioni in terra e per quelle in terre rivestite in geocomposito.

La verifica del corretto funzionamento idraulico dei canali stata eseguita nelle ipotesi di portata massima di progetto verificato che il grado di riempimento medio della sezione non superi il 75% e che la velocità non sia superiore a 8,00 m/s per le differenti sezioni.

## 5.5 Tombini

Al fine di garantire le diverse connessioni fra i fossi di guardia in progetto all'interno del parco è stata prevista l'installazione di diversi tombini circolari prefabbricati in cls posati ad un'adeguata profondità.

Ogni tombino si dirama da un pozzetto prefabbricato in cls e scarica la propria portata in un ulteriore pozzetto prefabbricato garantendo così una continuità idraulica e ridistribuendo le portate secondo le caratteristiche orografiche e le pendenze delle aree in progetto.

Il progetto prevede la posa di 29 tombini idraulici per consentire il deflusso delle acque meteoriche, raccolte a monte, al di sotto della sede stradale. Tali tombini sono formati con una tubazione circolare in Calcestruzzo Vibrocompresso, con un adeguato Rck per resistere ai carichi stradali ivi gravanti. La verifica idraulica dei tombini avviene mediante l'utilizzo della formula di Gaukler-Strickler, in ipotesi di moto uniforme:

$$V = K_s \cdot J^{\frac{1}{2}} \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

Dove  $K_s$  è il coefficiente di Strickler che tiene conto della scabrezza,  $J$  è la cadente del canale (coincidente alla pendenza longitudinale del fondo dell'alveo), ed  $R$  è il raggio idraulico ovvero il rapporto fra Area della sezione bagnata e il Perimetro della sezione bagnata. Viene imposta una pendenza longitudinale del tombino variabile fra l'1% ed il 2% al fine di permettere un deflusso delle acque tale da poter ottenere un riempimento della sezione inferiore al 75%, in condizioni del colmo di piena.