



REGIONE BASILICATA

PROVINCIA DI POTENZA

COMUNE DI CANCELLARA



PROGETTO DEFINITIVO DI UN PARCO EOLICO E DELLE OPERE CONNESSE SITO NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI CANCELLARA DI POTENZA COMPLESSIVA PARI A 32 MW

Proponente:

BUONVENTO s.r.l.

BUONVENTO s.r.l.
via Tiburtina, 1143 - 00156 ROMA
tel. +39 06 4111087 mail: office@buonvento srl.it

Dott. Luca RAINOLDI

Progettisti:



Responsabile opere civili:
**STUDIO DI INGEGNERIA ED ARCHITETTURA
MARGIOTTA ASSOCIATI**

via N. Vaccaro, 37 - 85100 POTENZA (PZ)
tel. +39 0971 37512 mail: studio@associatimargiotta.it

Arch. Donata M.R. MARGIOTTA
Prof. Ing. Salvatore MARGIOTTA

Responsabile opere elettriche:

STUDIO ACQUASANTA

via D. Alighieri, 13/D - 75100 MATERA (MT)
tel. +39 0835 336718 mail: ing.acquasanta@gmail.com

Ing. Paolo ACQUASANTA
Ing. Eustachio SANTARSIA

Responsabile S.I.A.:

STUDIO ALESSANDRIA

via Circonvallazione Nomentana, 138 - 00162 ROMA
tel. +39 348 5145564 mail: f.ales@libero.it

Prof. arch. Francesco ALESSANDRIA



Responsabile geologia:

GEO-STUDIO DI GEOLOGIA E GEOINGEGNERIA

via del Seminario Maggiore, 35 - 85100 POTENZA (PZ)
tel. +39 0971 1800373 mail: studiogeopotenza@libero.it

Dott. geol. Antonio DE CARLO

SCALA: —	NOME FILE: A.3_Relazione idrologica e idraulica.doc
CODICE ELABORATO: A.3	TITOLO ELABORATO: RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

A	Consegna progetto	06/2023	T.Tolve	D.Margiotta	S.Margiotta
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Il presente documento e quelli in esso richiamati sono proprietà del proponente BUONVENTO srl ; come tali non possono essere divulgati né riprodotti in tutto o in parte, senza l'autorizzazione scritta della proprietà.

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	4
2.1	Descrizione degli aerogeneratori	4
2.1.1	Descrizione delle fasi di montaggio degli aerogeneratori	6
2.2	Descrizione delle opere civili	6
2.2.1	La viabilità interna a servizio del parco	6
2.2.2	Le piazzole di montaggio degli aerogeneratori	9
2.2.3	Le fondazioni degli aerogeneratori	10
2.3	Descrizione delle opere elettriche ed impiantistiche	10
2.3.1	I cavidotti di collegamento alla RTN	11
2.3.2	Le cabine di campo	12
2.3.3	La cabina di consegna interna al parco eolico (cabina di arrivo da SSE) 13	
2.3.4	La nuova stazione elettrica Terna "SE NUOVA VAGLIO 150/36 KV"	13
3	Inquadramento ambientale del sito	14
3.1	Inquadramento territoriale del sito di intervento	14
3.2	INTERFERENZE CON IL RETICO IDROGRAFICO Errore. Il segnalibro non è definito.	
	Inquadramento Geologico	16
	Interferenza 1	17
4	ANALISI GEOMORFOLOGICA	18
4.1	PERIMETRAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI	18
	Interferenza 1	18
5	ANALISI IDROLOGICA	19
6	ANALISI IDRAULICA	25
	Dati Geometrici	25
7	CALCOLO DELLA PROFONDITA' DI EROSIONE IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DEL FOSSO TRAMITE TOC	27
8	CONCLUSIONI	30

ELENCO TABELLE

Tabella 3-1: Caratteristiche dell'aerogeneratore di progetto	5
Tabella 3-2: Il sistema della viabilità di progetto di accesso al parco con indicazione delle strade da realizzarsi.....	7

ELENCO FIGURE

Figura 2-1: Caratteristiche dell'aerogeneratore di progetto	5
Figura 3-1- Planimetria di inquadramento del parco eolico e delle opere di connessione alla rete	14
Figura 3-2: Inquadramento Interferenza su CTR 25000	17
Figura 3-3: Sezione tipo attraversamento con TOC	17
Figura 4-1: Bacino idrografico Interferenza 1 su CTR 25000	18
Figura 5-1: Sottozona II° livello di regionalizzazione	23
Figura 6-1: coefficienti di scabrezza di Manning da CHOW V. T. 1959, Open Channel Hydraulics.....	26

1 PREMESSA

La presente relazione contiene lo studio di compatibilità idrologico-idraulico relativo al progetto di realizzazione di un parco eolico con una potenza complessiva di 32,00 MW nel territorio del Comune di Cancellara (PZ).

La società BUONVENTO SRL con sede legale a Roma in Via Tiburtina 1143 è promotrice del progetto per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituito da un numero complessivo di 8 aerogeneratori, del tipo V 136 Vestas, ciascuno della potenza di 4,00 MW con una potenza complessiva di 32,00 MW, da realizzarsi nel territorio comunale di Cancellara (PZ).

Il presente studio di è stato predisposto in quanto l'area di impianto interseca o è prossima ad elementi del reticolo idrografico così come presente CTR della Regione Basilicata.

Lo studio di compatibilità idrologica ed idraulica analizza compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle delle aree di interferenza con il reticolo idrico e dimostra l'esistenza di adeguate condizioni di sicurezza idraulica per le opere in progetto.

La relazione descrive le metodologie adottate e le analisi svolte per l'analisi idrologica dell'area, l'esame dello stato di fatto, per il dimensionamento e la verifica idraulica degli interventi descritti negli elaborati a corredo del progetto definitivo con particolare attenzione alle sezioni idrauliche di attraversamento con i corpi idrici superficiali.

Lo studio parte dalle informazioni e dagli studi propedeutici che costituiscono la base per l'attuale progettazione dell'impianto in esame, implementa le informazioni e propone a base dei dimensionamenti idraulici i risultati degli approfondimenti idromorfologici e idrologici descritti in seguito.

 Proponente	 Progettista
---	--

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il parco eolico di progetto sarà ubicato nel territorio comunale di Cancellara in provincia di Potenza.

Il futuro impianto sarà costituito da un numero complessivo di 8 aerogeneratori, del tipo V 136 Vestas, ciascuno della potenza di 4,00 MW con una potenza complessiva di 32,00 MW.

L'area interessata dal parco eolico di progetto, costituito da otto aerogeneratori si sviluppa a sud dell'abitato di Cancellara, tra le località Laia del Piano e Mezzana; nello specifico gli aerogeneratori WTG01, WTG02, WTG03, WTG04, WTG6 e WTG07 sono ubicati in località Laia del Piano rispettivamente alle quote di 771 m s.l.m., 827 m s.l.m., 816,50 m s.l.m., 815,50 m s.l.m, 711,50 m s.l.m. e 792,50 s.l.m.

Gli aerogeneratori WTG05 e WTG08 sono localizzati in Località Mezzana rispettivamente alle quote 734,00 m s.l.m. e 757,50 m s.l.m..

2.1 Descrizione degli aerogeneratori

Il modello di turbina che si intende adottare è del tipo Vestas V136 con potenza nominale pari a 4,0 MW, ad asse orizzontale e con rotore tripala e sistema di orientamento attivo; l'aerogeneratore di progetto sarà inoltre fornito delle necessarie certificazioni rilasciate da organismi internazionali.

Le dimensioni di riferimento della turbina proposta sono le seguenti: d (diametro rotore) pari a 136 m, h (altezza torre) pari a 82,00 m, Hmax (altezza della torre più raggio pala) pari a 150,00 m.

Dal punto di vista funzionale, l'aerogeneratore è composto dai seguenti principali componenti:

- rotore;
- navicella;
- albero;
- generatore;
- trasformatore BT/MT e quadri elettrici;
- sistema di frenatura;
- sistema di orientamento;
- torre e fondamenta;

Il rotore è costituito da tre pale e da un mozzo; il suo diametro è pari a 136 m con area spazzata pari a 14.527 mq e verso di rotazione in senso orario con angolo di tilt pari a 6°.

Le pale sono in fibra di carbonio e di vetro sono costituite da due gusci di aerazione legati ad un fascio di supporto o con struttura incorporata.

 Proponente	 Progettista
---	--

Il mozzo è in ghisa e supporta le tre pale e trasferisce le forze reattive ai cuscinetti e la coppia al cambio. L'albero principale di acciaio permette tale trasferimento di carichi. L'accoppiamento rende possibile il trasferimento dalla rotazione a bassa velocità del rotore a quella ad alta velocità del generatore. Il freno a disco è montato sull'albero ad alta velocità.

L'altezza al mozzo della torre è pari a 82 m; la torre è costituita da più tronchi innestati in verticale.

La navicella ha una struttura esterna in fibra di vetro con porte a livello pavimento per consentire il passaggio delle strutture interne da montare. Sono presenti sensori di misurazione del vento e lucernari che possono essere aperti dall'interno della navicella ma anche dall'esterno.

L'aerogeneratore opera a seconda della forza del vento; al di sotto di una certa velocità, detta di cut in, la macchina è incapace di partire; perché ci sia l'avviamento è necessario che la velocità raggiunga tale soglia che nel caso dell'aerogeneratore di progetto è pari a 3 m/s. La velocità del vento "nominale", ovvero la minima velocità che permette alla macchina di fornire la potenza di progetto, è pari a 13 m/s. Ad elevate velocità (25 m/s) l'aerogeneratore si ferma in modalità fuori servizio per motivi di sicurezza (velocità di cut off). La protezione contro le scariche atmosferiche è assicurata da un captatore metallico posizionato alla punta di ciascuna pala e collegato con la massa a terra attraverso la torre tubolare.

Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono costantemente monitorate e controllate da diverse unità a microprocessore. La turbina eolica è dotata di sistema SGRE SCADA, che attraverso controllo in remoto trasmette i dati utili per la valutazione del funzionamento delle macchine tra cui informazioni elettriche e meccaniche, stato di funzionamento e guasto, dati meteorologici e della stazione.

Si riporta di seguito una sintetica descrizione delle principali caratteristiche dell'aerogeneratore di progetto.

Tabella 2-1: Caratteristiche dell'aerogeneratore di progetto

Aerogeneratore Vestas V 136	
Potenza nominale	4.000 kW
n. pale	3
Diámetro del rotore atre pale	136 m
Area spazzata	14.527 m ²
Altezza torre al mozzo	82 m
Altezza massima turbina (altezza della torre più raggio pala) m.	150 m
Tipo di torre	tubolare
Velocità vento di avvio	3,0 m/s
Velocità vento nominale	12,0 m/s
Velocità vento di stacco	25,00 m/s
Temperatura di funzionamento	-40°C ÷ 50°C
Frequenza	50/60 Hz

Figura 2-1: Caratteristiche dell'aerogeneratore di progetto

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA ING. GIULIO MARINI Progettista
--	---

CODE A.3	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGE 6 di/of 30
-------------	--	--------------------

2.1.1 Descrizione delle fasi di montaggio degli aerogeneratori

Una volta completate le opere in fondazione si procede con il montaggio degli aerogeneratori, secondo le seguenti fasi:

- trasporto e scarico materiali;
- controllo delle torri e del loro posizionamento;
- montaggio delle prime sezioni della torre;
- completamento della torre con il montaggio della sezione superiore;
- sollevamento della navicella e relativo posizionamento;
- montaggio delle pale sul mozzo;
- montaggio della passerella porta cavi e dei relativi cavi;
- sollevamento del rotore e relativo posizionamento;
- montaggio della traversa e dei cavi in navicella;
- collegamento dei cavi al quadro di controllo a base torre;
- messa in servizio.

Il montaggio della torre viene realizzato imbragando i conci di torre con apposita attrezzatura per il sollevamento in verticale del tronco. La torre viene mantenuta ferma per il posizionamento mediante due funi di acciaio posizionate alla flangia inferiore. Il tronco inferiore viene innestato al concio di fondazione. Segue il montaggio dei conci superiori, seguito subito dall'installazione della navicella che viene ancorata alla gru con un apposito kit di sollevamento.

L'assemblaggio del rotore viene effettuato a terra. Il rotore viene quindi sollevato e fissato all'albero lento in quota. Queste operazioni saranno effettuate da un'unica autogrù di grande portata (main crane), per la cui manovra e posizionamento è richiesta un'area minima permanente in misto granulare consolidato; per la posa a terra e l'assemblaggio delle tre pale al mozzo prima del suo sollevamento in altezza saranno invece impiegate temporaneamente porzioni di terreno esterne ad essa, che verranno comunque lasciate indisturbate.

2.2 Descrizione delle opere civili

2.2.1 La viabilità interna a servizio del parco

La viabilità interna del Parco Eolico di progetto sarà costituita da n. 8 tracciati da realizzarsi ex novo di lunghezza complessiva pari a 5.066,26 m.

I tracciati di progetto avranno un andamento altimetrico il più possibile fedele alla naturale morfologia del terreno al fine di minimizzarne l'impatto visivo e i movimenti di terra.

Dal punto di vista altimetrico la pendenza massima dei tracciati, in conformità con le specifiche tecniche della Vestas per il trasporto degli aerogeneratori sarà sempre inferiore al 12%, ad eccezione di alcuni tratti limitati che raggiungono il 13%.

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA M.A. ING. E ARCHIT. Progettista
--	--

Per i tratti con maggiore pendenza rispetto al 12% in fase esecutiva sarà presa in considerazione la possibilità di utilizzare un misto cementato per consentire il trasporto dei componenti dell'aerogeneratore.

La viabilità di accesso alle piazzole e agli aerogeneratori sarà realizzata con uno strato di circa 20 cm di misto granulare stabilizzato con legante naturale, sovrapposto ad uno strato di misto granulare a tout venant di circa 30 cm, allo scopo di preservare la naturalità del paesaggio.

Tra lo strato di base ed il terreno posato un telo geotessile non tessuto con funzione di strato separatore tra materiali di granulometria differente.

I tracciati di progetto avranno una larghezza della carreggiata pari a 5,00 m, cunette in terra di larghezza pari a 50 cm ciascuna e raggi di curvatura pari almeno a 55 m.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi della viabilità di accesso agli aerogeneratori.

STRADA DI ACCESSO	LUNGHEZZA TOTALE (m)	PENDENZA Min (%)	PENDENZA Max (%)	PENDENZA Media (%)	SCAVO (m ³)	RIPORTO (m ³)
Tratto 01 -WTG01	863,19	1,10	14,78	8,64	3.864,70	13.937,73
Tratto 02 -WTG02	232,92	5,00	10,75	7,88	3.194,71	2.979,10
Tratto 03 -WTG03	476,41	0,21	11,46	5,74	1.842,94	268,65
Tratto 04 -WTG04	562,77	3,78	12,07	8,22	3.695,10	1.969,20
Tratto 05 -WTG05	681,43	0,01	13,18	7,22	9.456,96	1.019,52
Tratto 06 -WTG06	892,26	0,14	13,96	9,84	2.431,76	10.126,71
Tratto 07 - WTG 07	835,73	0,76	13,88	9,24	7.566,94	4.309,24
Tratto 08 - WTG 08	521,55	2,81	8,38	5,08	2.962,98	1.857,26
TOTALI	5.066,26				35.016,09	36.467,41

Tabella 2-2: Il sistema della viabilità di progetto di accesso al parco con indicazione delle strade da realizzarsi

Per quanto riguarda la viabilità interna al parco, ovvero quella che consentirà il raggiungimento della specifica turbina eolica, per tutti gli aerogeneratori si procederà partendo dalla strada Provinciale SP10 che dovrà essere opportunamente adeguata in prossimità delle curve esistenti fino al raggiungimento dell'area centrale del parco.

Data la complessità del territorio oggetto di intervento, per il raggiungimento delle posizioni delle turbine, la viabilità di progetto ha come obiettivo quello di minimizzare le lavorazioni di scavo e rilevato.

Di seguito si descrivono sinteticamente i vari tracciati di progetto di accesso alle singole turbine.

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA ING. ARCHITETTURA Progettista
--	--

CODE A.3	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGE 9 di/of 30
-------------	--	--------------------

Strada a servizio dell'aerogeneratore WTG08

Il tracciato in epigrafe viene raggiunto continuando a percorrere la SP10. Avrà lunghezza pari a 521,55 ml, è sarà realizzato ex novo. Il tratto stradale si svilupperà con una pendenza minima del 2,81% ed una pendenza massima pari al 8,38%. Il tracciato 08 avrà una pendenza media pari a circa il 5,08% e sarà realizzato in misto granulare stabilizzato.

2.2.2 Le piazzole di montaggio degli aerogeneratori

Il montaggio di un aerogeneratore richiede la predisposizione di aree di dimensioni e caratteristiche idonee per accogliere temporaneamente sia le componenti delle turbine (conci di torre, pale, navicella, mozzo ecc.) che i mezzi necessari al sollevamento e assemblaggio dei vari elementi.

La superficie delle piazzole di montaggio deve essere piana o al massimo deve avere una pendenza minima dell'ordine del 2% (allo scopo di garantire il deflusso delle acque).

Le piazzole di montaggio devono consentire le seguenti operazioni:

- montaggio della main crane;
- stoccaggio pale, conci della torre, mozzo e navicella;
- montaggio dell'aerogeneratore mediante l'utilizzo della main crane e della gru di supporto;

Le otto piazzole di montaggio degli aerogeneratori saranno pertanto così costituite:

- piazzola per il montaggio della torre opportunamente stabilizzata, di dimensioni 59,60 m X 30 m;
- piazzola livellata in terreno naturale per l'alloggio temporaneo delle pale, di dimensioni 20 m X 85 m;
- area libera da ostacoli per il montaggio della crane, di dimensioni 78,57 m X 15 m.

Per la realizzazione delle piazzole sarà utilizzato materiale proveniente dagli scavi, adeguatamente selezionato e compattato e ove necessario arricchito con materiale proveniente da cava, per assicurare la stabilità ai mezzi di montaggio delle torri. Il dimensionamento di tutte le piazzole sarà conforme alle prescrizioni progettuali della Committenza.

Al termine della fase di montaggio degli aerogeneratori, le piazzole, nella loro fase di esercizio, saranno ridotte ad un'area di 462,25 mq (21,50 m X 21,50 m) necessaria alle periodiche visite di controllo e manutenzione delle turbine; la restante parte sarà rinaturalizzata attraverso piantumazione di essenze erbacee ed arbustive autoctone.

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA M.A. ING. & ARCHIT. S.p.A. Progettista
--	---

CODE A.3	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGE 10 di/of 30
-------------	--	---------------------

2.2.3 Le fondazioni degli aerogeneratori

Le fondazioni degli aerogeneratori saranno dirette a plinto (platea) circolare del diametro di 30,00 m, su n. 10 pali del diametro di 1,20 m e lunghezza di 22,00 m. Il plinto sarà composto da un anello esterno a sezione tronco conica di altezza variabile tra 150 cm e 310 cm e da un nucleo centrale cilindrico del diametro di 6,00 m e di altezza pari a 3,50 m.

All'interno del nucleo centrale saranno annegati i tiranti di collegamento della torre alle fondazioni, eseguito a mezzo di flange serrate con bulloni.

I pali di fondazione saranno posti ad una distanza di 13,50 m dal centro del plinto e saranno equidistanti tra loro.

Prima della posa dell'armatura del plinto sarà gettato un magrone di fondazione di altezza non inferiore a 15 cm.

Il calcestruzzo utilizzato avrà classe di resistenza C30/37 e classe di esposizione XC4, mentre gli acciai saranno in barre del tipo B450C.

Il plinto sarà ricoperto da uno strato di terreno proveniente dagli scavi, allo scopo di realizzare un appesantimento dello stesso per contrastare le forze ribaltanti scaricate dalla torre.

L'interfaccia tra torre e plinto sarà realizzata con una anchor cage in acciaio immersa nel solido in calcestruzzo, come illustrato nelle immagini seguenti.

La tipologia di fondazione, le relative sezioni e dimensioni e la scelta di materiali saranno oggetto di ulteriori verifiche in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche sostanziali.

2.3 Descrizione delle opere elettriche ed impiantistiche

Il parco eolico di progetto sarà collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150/36 kV da collegare mediante due elettrodotti a 150 kV ad una nuova SE RTN a 150 kV denominata "Avigliano", da inserire in entra - esce alle linee a RTN 150 kV "Avigliano - Potenza" e "Avigliano - Avigliano C.S." e mediante due elettrodotti alla SE RTN a 150 kV di Vaglio.

All'interno del parco eolico, ogni aerogeneratore è provvisto di una propria cabina di sezionamento in MT.

Tutti gli aerogeneratori sono divisi in quattro gruppi, ciascuno composto da 2 turbine, che convogliano l'energia in una unica cabina di consegna, dalla quale si dipartono in parallelo 2 cavi che trasportano l'energia verso la sottostazione Terna.

Tutte le linee in "media tensione" (sia interne al parco che esterne) sono a 36 kV.

Il preventivo di connessione rilasciato da terna è a 36 kV, provvederà Terna all'interno della sua Cabina primaria ad innalzare ulteriormente la tensione

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA MAGGIORANGE Progettista
--	--

2.3.1 I cavidotti di collegamento alla RTN

Lo sviluppo dei cavidotti interni al parco è indicato nella seguente tabella:

Tracciato dei cavidotti interni al parco	Lunghezza [m]
da SP10 a WTG02	639.858
da WTG02 a WTG01	487.144
da SP10 a WTG03	317.033
da WTG03 a WTG04	622.950
da SP10 a WTG05	618.155
da WTG05 a WTG06	923.654
da WTG07 a WTG08	842.775
da WTG08 a SP10	485.936
TOTALE	4.315,178

Il tracciato del cavidotto che dalla cabina di consegna del parco prosegue verso la sottostazione Terna ha uno sviluppo di circa 3.658,408 m.

2.3.1.1 Profondità di posa e disposizione dei cavi

I cavi saranno posati ad una profondità non inferiore a 120 cm, all'interno di un tubo corrugato $\Phi 200$ la cui presenza sarà segnalata dalla presenza di un nastro segnalatore e da un tegolino per la protezione meccanica.

Saranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che per una e due terne avrà una larghezza di 60 cm; laddove si renda necessario posare più di due terne la larghezza di scavo sarà di 100 cm.

All'interno della stessa trincea saranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di terra.

Dove necessario si dovrà provvedere alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi.

La posa dei cavi sarà articolata attraverso le seguenti attività:

- scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità suddette;
- posa del cavo di potenza e del dispersore di terra;
- rinterro parziale con strato di sabbia vagliata;
- posa del tubo contenente il cavo in fibre ottiche;
- posa dei tegoli protettivi;
- rinterro parziale con terreno di scavo;
- posa nastro monitore;
- rinterro complessivo con ripristino della superficie originaria;
- apposizione di paletti di segnalazione della presenza dei cavi.

Durante le operazioni di posa, gli sforzi di tiro applicati ai conduttori non devono superare i 60 N/mm² rispetto alla sezione totale. Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a 3 m.

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA MAGGIORANGE Progettista
--	--

CODE A.3	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGE 12 di/of 30
-------------	--	---------------------

Lo schermo metallico dei singoli spezzoni di cavo dovrà essere messo a terra da entrambe le estremità della linea. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti di impianto.

Per la posa dei cavi in fibra ottica lo sforzo di tiro da applicarsi a lungo termine sarà al massimo di 3000 N. Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a 20 cm. Durante le operazioni di posa è indispensabile che il cavo non subisca deformazioni temporanee. Il rispetto dei limiti di piegatura e di tiro sarà garanzia di inalterabilità delle caratteristiche meccaniche della fibra durante le operazioni di posa. Se inavvertitamente il cavo dovesse subire delle deformazioni o schiacciamenti visibili sarà necessario interrompere le operazioni di posa e dovranno essere effettuate misurazioni con OTDR per verificare eventuali rotture o attenuazioni eccessive provocate dallo stress meccanico.

La realizzazione delle giunzioni dovrà essere condotta secondo le seguenti indicazioni:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale;
- utilizzare esclusivamente materiali contenuti nella confezione.

Ad operazione conclusa saranno applicate targhe identificatrici su ciascun giunto in modo da poter risalire all'esecutore, alla data e alle modalità d'esecuzione.

Su ciascun tronco fra l'ultima turbina e la stazione elettrica di utenza saranno collocati dei giunti di isolamento tra gli schermi dei due diversi impianti di terra (dispersore di terra della stazione elettrica e dispersore di terra dell'impianto eolico).

Essi dovranno garantire la tenuta alla tensione che si può stabilire tra i due schermi dei cavi MT. Le terminazioni dei cavi in fibra ottica dovranno essere realizzate nel modo seguente:

- posa del cavo, da terra al relativo cassetto ottico, previa eliminazione della parte eccedente, con fissaggio del cavo o a parete o ad elementi verticali con apposite fascette, ogni 0.50 m circa;
- sbucciatura progressiva del cavo;
- fornitura ed applicazione, su ciascuna fibra ottica, di connettore;
- esecuzione della "lappatura" finale del terminale;
- fissaggio di ciascuna fibra ottica.

2.3.2 Le cabine di campo

Per ogni aerogeneratore sarà installata una cabina di campo.

Dalle cabine di campo si svilupperanno i cavidotti che confluiranno nella cabina di consegna ubicata presso la Sp 10 e che di seguito si descrive.

Le 8 cabine di campo avranno dimensioni pari a 2,26 m (larghezza) x 6,50 m (lunghezza) x 2,60 m (altezza).

 Proponente	 Progettista
---	--

CODE A.3	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGE 13 di/of 30
-------------	--	---------------------

2.3.3 La cabina di consegna interna al parco eolico (cabina di arrivo da SSE)

Come già illustrato, i cavidotti a 36 kV provenienti dagli aerogeneratori saranno collegati alla cabina di raccolta a 36 kV, ubicata nelle adiacenze della strada SP.10 nel comune di Cancellara dalla quale si dipartirà il cavidotto in MT a 36 kV che raggiungerà la sezione a 36 KV della nuova Stazione Terna.

La cabina sarà del tipo prefabbricato e avrà dimensioni di 2,46 m (larghezza) x12,00 m(lunghezza) x 2,60 m (lunghezza).

Al suo interno saranno ospitati uno scomparto di linea a 36 kV in entrata, uno scomparto di linea in uscita a 36 kV, un quadro ed un trasformatore per i servizi ausiliari, così come indicato nello schema elettrico unifilare.

2.3.4 La nuova stazione elettrica Terna "SE NUOVA VAGLIO 150/36 KV"

Il cavidotto di connessione in MT 36 kV dell'impianto eolico alla RTN confluirà direttamente nella nuova Stazione Elettrica denominata "SE Nuova Vaglio 150/36 kV" che sarà composta da una sezione a 150 kV e da una sezione 36 kV.

La sottostazione avrà una dimensione in pianta di 177x152 m.

La sezione a 150 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà costituita da un totale di 11 passi collegati con un sistema in doppia sbarra:

- due stalli per doppio collegamento con nuova SE Avigliano;
- due stalli per doppio collegamento con SE Vaglio;
- tre stalli per trasformatori 150/36 kV da 250 MVA;
- due stalli per produzioni/opere di rete;
- due passi parallelo sbarre 1.

La sezione 36 kV sarà del tipo unificato TERNA e sarà contenuta interamente nell'edificio quadri 36kV.

Saranno inoltre previsti tutti i sistemi ausiliari d'impianto, necessari al corretto funzionamento della sottostazione, quali ad esempio:

- Trasformatori AT/BT;
- Quadro di Bassa Tensione;
- Sistema in corrente continua (DC UPS);
- Gruppo di continuità in corrente alternata (AC UPS);
- Sistema di controllo e protezione;
- Sistema HVAC;
- Sistema antincendio;
- Sistema luci e prese;
- Sistema di videosorveglianza.

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA MAGGIORANGE Progettista
--	--

3 INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO

3.1 Inquadramento territoriale del sito di intervento

Il parco eolico di progetto sar  ubicato nel territorio comunale di Cancellara in provincia di Potenza.

Il futuro impianto sar  costituito da un numero complessivo di 8 aerogeneratori, del tipo V 136 Vestas, ciascuno della potenza di 4,00 MW con una potenza complessiva di 32,00 MW.

Il territorio comunale si sviluppa nella parte nord della provincia di Potenza, confina a nord con i comuni di Acerenza e Oppido Lucano, a nord-ovest con Pietragalla e a sud con Vaglio, Potenza e Tolve.

Il centro urbano sorge alle pendici di un colle (680 m.s.l.m) nell'alta valle intorno al fiume Basento.

Per quanto concerne le opere di connessione alla rete, il parco eolico sar  collegato tramite un cavidotto esterno di connessione in media tensione a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150/36 Kv, ubicata anch'essa nel territorio di Cancellara, da collegare mediante due elettrodotti a 150 kV ad una nuova SE RTN a 150 kV denominata "Avigliano", da inserire in entra - esce alle linee a RTN 150 kV "Avigliano - Potenza" e "Avigliano - Avigliano".

L'area interessata dal parco eolico di progetto, costituito da otto aerogeneratori si sviluppa a sud dell'abitato di Cancellara, tra le localit  Laia del Piano e Mezzana; nello specifico gli aerogeneratori WTG01, WTG02, WTG03, WTG04, WTG6 e WTG07 sono ubicati in localit  Laia del Piano rispettivamente alle quote di 771 m s.l.m., 827 m s.l.m, 816,50 m s.l.m., 815,50 m s.l.m, 711,50 m s.l.m. e 792,50 s.l.m.

Gli aerogeneratori WTG05 e WTG08 sono localizzati in Localit  Mezzana rispettivamente alle quote 734,00 m s.l.m. e 757,50 m s.l.m..

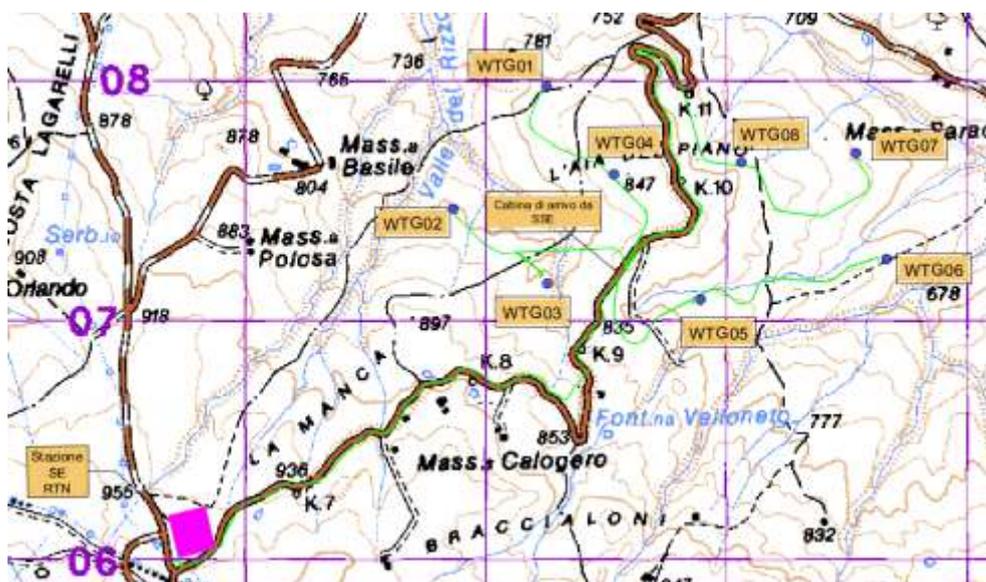


Figura 3-1- Planimetria di inquadramento del parco eolico e delle opere di connessione alla rete

<p>BUONVENTO s.r.l.</p>	<p>MA ING. e ARCH. s.p.a.</p>
Proponente	Progettista

In base allo strumento urbanistico vigente del Comune di Cancellara, le aree in cui ricadono gli aerogeneratori di progetto sono comprese all'interno della "Zona Territoriale omogenea E – Zona Agricola".

Dalla descrizione dei sistemi ambientali coinvolti, si può affermare che l'area oggetto di studio appartiene nel suo complesso preminentemente ad un'area a naturalità da debole a media; dal punto di vista geomorfologico il sito di progetto ha un andamento tipico delle zone collinari.

Il paesaggio naturale che contraddistingue il sito di intervento è caratterizzato dall'alternarsi di coltivi ed aree a vegetazione spontanea tipica della macchia mediterranea, da pochi alberi sparsi alternati ad aree costituite da pascoli, e da un sistema di viabilità interpodereale di collegamento alle aziende agricole e alle abitazioni della zona.

I manufatti architettonici presenti, nelle vicinanze del parco eolico di progetto sono molto semplici e costituiti in prevalenza da aziende agricole solo in parte abitate, da magazzini e depositi per macchine e attrezzi legati all'agricoltura e da abitazioni, queste ultime, in numero esiguo.

La strada principale di accesso al parco eolico di Cancellara è costituita dalla SP10 Venosina.

Il parco è raggiungibile partendo dallo svincolo per la stazione di Vaglio di Basilicata sulla SS 407 Basentana, che dalla fine del raccordo autostradale Sicignano – Potenza raggiunge Metaponto.

Dallo svincolo sulla Basentana percorrendo la SS7 fino all'abitato di Vaglio di Basilicata (PZ) si imbocca la SP10 Venosina che raggiunge l'area del parco eolico.

Il parco eolico è raggiungibile, inoltre, dalla SS658 Potenza-Melfi, partendo dallo svincolo in località Area industriale di San Nicola si innesta la SS169 dalla quale in località Piano del Cerro nel comune di Acerenza (PZ) si dirama la SP 10 Venosina che raggiunge l'area del parco eolico.

Il parco eolico è raggiungibile infine dalla SP96, partendo del bivio di Tricarico (MT) si innesta la SS7, dalla quale in prossimità dell'abitato di Vaglio di Basilicata (PZ) si dirama la SP10 Venosina che raggiunge l'area del parco eolico.

L'area interessata dall'impianto eolico di progetto, presenta quote altimetriche comprese tra i 700 e 845 m s.l.m..

L'impianto eolico si sviluppa a Sud del centro abitato del Comune di Cancellara; nello specifico gli aerogeneratori WTG01, WTG02 saranno ubicati nella zona più ad ovest del parco e rispettivamente alle quote di progetto 804,73 m s.l.m., 811,03 m s.l.m.; le turbine WTG03 e WTG04 in direzione nord e rispettivamente alle quote 837,30 m s.l.m., 805,32 m s.l.m.; le turbine WTG05 e WTG06, rispettivamente alle quote 786,65 m s.l.m., 713,05 m s.l.m. ed infine ad est verranno posizionati gli aerogeneratori WTG07 e WTG08 rispettivamente alle quote 724,93 m s.l.m. e 792,60 m s.l.m..

L'impianto eolico di progetto ricade catastalmente nei seguenti fogli e particelle

FOGLIO	PARTICELLE			
29	11	12	19	22
	23	25	26	27

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA ING. ARCHITETTO Progettista
--	--

	28	29	30	37
	39	40	43	46
	51	61	62	63
	64	65	78	117
21	50	64	67	68
	70	82	103	104
	105	106	107	108
	116	117		
35	1	5	6	7
	193			
30	8	9	10	11
	14	15	16	19
	21	22	23	28
	30	31	33	35
	36	38	41	53
	57	58	61	64
	65			
23	15	26		
33	10			

3.2 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

Inquadramento Geologico

Il reticolo idrografico è rappresentato da corsi d'acqua a regime stagionale con portate che sono molto variabili nel corso dell'anno, quindi caratterizzati da un deflusso che dipende dagli eventi piovosi e dalla loro intensità con incrementi delle portate nei mesi piovosi invernali e scarse con alvei secchi nei periodi estivi e con scarse precipitazioni.

Di seguito di riportano i rami del reticolo idrografico prossimi o interferenti con l'area dell'impianto

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA ING. GIULIO MARINI Progettista
--	---

Interferenza 1

La viabilità di accesso agli aerogeneratori WTG01 e WTG02 interseca in due punti un corpo idrico naturale, il Valle del Rizzo, che scorre in direzione S-N rispetto all'ubicazione del parco, il quale recapita le sue acque all'interno della diga Fiumara di Cancellara, tale corso d'acqua risulta essere di natura effimera e stagionale.

Per la risoluzione di tale interferenza e per garantire il corretto deflusso delle acque si provvederà alla realizzazione di due tombini con tubo tipo Armco con sezione pari a 2 m. Il progetto prevede la realizzazione di un attraversamento del fosso per il passaggio del cavidotto in BT, per la risoluzione dell'interferenza si prevede di fare ricorso alla TOC.

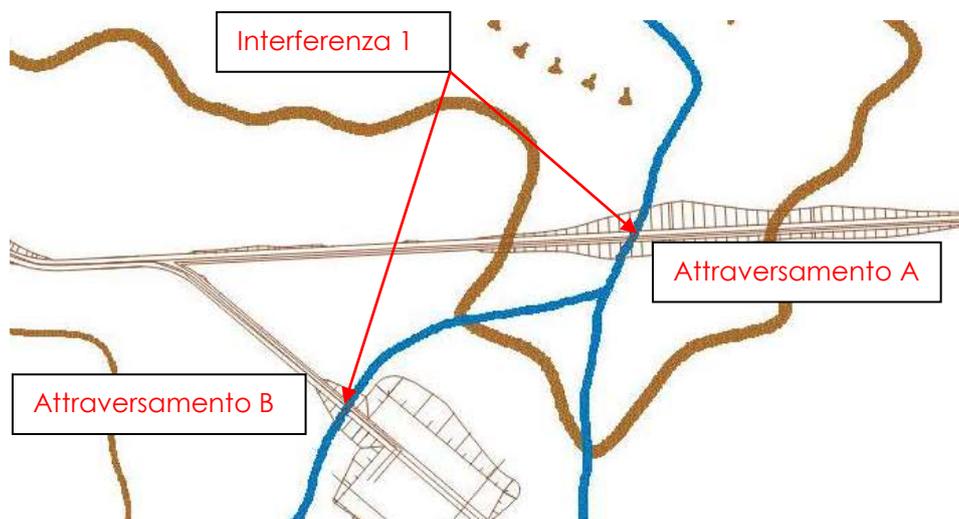


Figura 3-2: Inquadramento Interferenza su CTR 25000

Tale tecnica permette la posa delle tubazioni in condizioni dove sarebbe difficile se non impossibile intervenire con scavi a cielo aperto, per tale interferenza la definizione delle aree allagabili è propedeutica alla posa dei pozzetti di ingresso e di uscita della TOC, che verranno posizionati al di fuori di tali aree. Per la definizione della quota alla quale posare il cavidotto si cfr. il paragrafo 7.

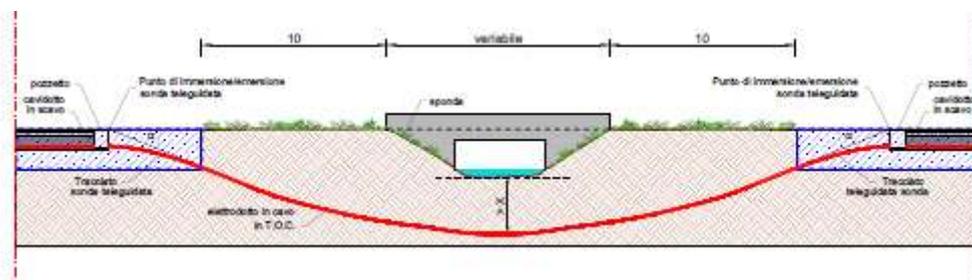


Figura 3-3: Sezione tipo attraversamento con TOC

4 ANALISI GEOMORFOLOGICA

4.1 PERIMETRAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

La base per un'analisi idrologica di dettaglio è rappresentata dalla definizione delle principali caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici di riferimento.

L'analisi geomorfologica, pertanto, precede la fase di analisi in quanto consente la delimitazione dei bacini idrografici sulla base di dati cartografici e topografici disponibili.

Per la definizione del modello digitale del terreno dei territori idrograficamente afferenti agli elementi del reticolo idrografico oggetto di studio sono stati utilizzati i dati ufficiali messi a disposizione dalla Regione Basilicata mediante il portale cartografico regionale RSDI con una risoluzione orizzontale su maglia di 5x5 m e verticale centimetrica.

Un Bacino Idrografico può essere considerato come una porzione di territorio capace di convogliare naturalmente e far defluire attraverso una sezione idraulica comunemente detta "sezione di chiusura" l'acqua precipitata sulla stessa.

La sezione di chiusura è rappresentata dal punto più depresso della linea di drenaggio naturale.

Di seguito si riportano bacini idrografici sottesi alle singole interferenze:

Interferenza 1

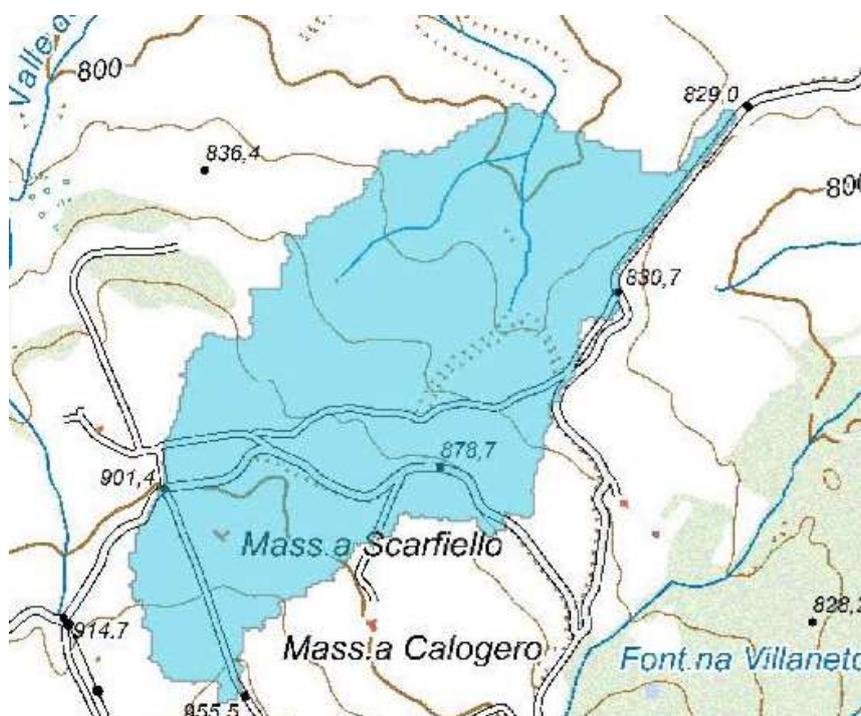


Figura 4-1: Bacino idrografico Interferenza 1 su CTR 25000

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA COMUNE DI MASSANO Progettista
--	--

CODE A.3	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGE 20 di/of 30
-------------	--	---------------------

$$Y = \frac{X}{\Theta_1} - \ln \Lambda_1,$$

con funzione di probabilità cumulata:

$$F_Y(y) = \exp \left\{ - \exp(-y) - \Lambda_1 \exp \left(- \frac{y}{\Theta_1} \right) \right\}$$

nella quale risulta

$$\Theta_1 = \Theta_2 / \Theta_3,$$

$$\Lambda_1 = \Lambda_2 \Lambda_3^{1/\Theta_3}$$

La prima espressione della CDF può essere ulteriormente semplificata facendo riferimento alla variabile adimensionale

$$X' = \frac{X}{\bar{x}}$$

dove con \bar{x} si è indicato il valore della piena indice (la media della variabile). La CDF di questa nuova variabile X' è la cosiddetta curva di crescita, la quale dipende dai soli tre parametri Λ^* , Θ^* e Λ_1

$$F_{X'}(x') = \exp \left\{ - \Lambda_1 \exp \left(- \frac{\bar{x} x'}{\Theta_1} \right) - \Lambda_2 \cdot \Lambda_3^{1/\Theta_3} \exp \left(- \frac{\bar{x} x'}{\Theta_1 \cdot \Theta_3} \right) \right\}$$

Ne consegue che tale curva viene unicamente determinata nell'ambito di sottozone omogenee nelle quali siano costanti i parametri da cui essa dipende, per cui rappresenta uno strumento di uso praticamente immediato. Infatti, nell'ambito delle suddette sottozone, è sufficiente determinare la media (\bar{x}) della variabile d'interesse per conoscere, a partire dalla $F_{X'}(x')$, la distribuzione di probabilità finale essendo valida la relazione

$$F_X(x) = F_{X'} \left(\frac{x}{\bar{x}} \right).$$

E' possibile dimostrare che i parametri Λ^* e Θ^* dipendono solo dal coefficiente di asimmetria della distribuzione, mentre Λ_1 dipende dal coefficiente di variazione oltre che dal coefficiente di asimmetria. Su queste considerazioni si basa la struttura gerarchica della stima regionale dei parametri del modello TCEV, in particolare con riferimento ai momenti del secondo e del terzo ordine.

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 Progettista
--	--

CODE A.3	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGE 21 di/of 30
-------------	--	---------------------

La stima su base regionale dei parametri dipendenti dai momenti di ordine più elevato si rende necessaria in quanto le stime campionarie dei coefficienti di asimmetria e di variazione, espresse rispettivamente dalle relazioni:

$$Ca = \sqrt{N} \cdot \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{\left[\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right]^{3/2}}$$

$$Cv = \frac{N}{\sqrt{N-1}} \cdot \frac{\left[\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right]^{3/2}}{\sum_{i=1}^N x_i}$$

ottenute dalle serie storiche dei massimi annuali delle portate istantanee al colmo di piena presentano una variabilità campionaria teorica piuttosto elevata.

Le stime campionarie dei coefficienti di asimmetria e di variazione ottenute dalle serie storiche dei massimi idrologici relative a più stazioni di misura limitrofe presentano una variabilità osservata che, nell'ambito anche di vaste aree, non è superiore alla variabilità campionaria teorica. Ciò consente di ipotizzare l'esistenza di regioni nelle quali si può ammettere che i valori di tali coefficienti siano costanti e siano quindi costanti i parametri dai quali essi dipendono. Laddove invece la varianza osservata è superiore a quella campionaria teorica si dovrà riconoscere l'esistenza di una variabilità spaziale dei parametri spiegabile attraverso relazioni con altre quantità fisiche misurabili

La struttura gerarchica per la regionalizzazione prevede l'individuazione di:

- a) zone omogenee (I° livello);
- b) sottozone omogenee (II° livello);
- c) aree omogenee (III° livello).

I° Livello di regionalizzazione

Si assume che il coefficiente di asimmetria CA sia costante in una regione molto ampia. Ciò implica che siano costanti i parametri Λ^* e Θ^* del modello TCEV nella medesima zona. In una regione omogenea rispetto a Λ^* e Θ^* , risulta unica la CDF della variabile standardizzata Y, in quanto essa dipende soltanto dai due suddetti parametri del modello. In assenza di dati sufficienti a mettere in discussione localmente la validità di questa assunzione, si pone che ovunque Λ^* e Θ^* assumano i valori calcolati nell'ambito della zona unica.

Per la determinazione delle portate, al I° livello di regionalizzazione si sono assunti validi, per la Basilicata, i parametri Θ^* e Λ^* , validi per tutta l'Italia appenninica ed insulare, ad eccezione della Sardegna che sono: $\Theta^* = 2.654$; $\Lambda^* = 0.350$ ai quali corrisponde un coefficiente di asimmetria teorico $CA = 2.32$.

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA M.A. S.p.A. Progettista
--	--

CODE A.3	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGE 22 di/of 30
-------------	--	---------------------

II° Livello di regionalizzazione

Al secondo livello di regionalizzazione si assume che la regione omogenea rispetto a Λ^* e Θ^* per la TCEV possa suddividersi in sottozona in cui il coefficiente di variazione C_v risulti costante nel senso che vari con piccoli scarti di disturbo accidentale intorno a valori medi differenti da una zona all'altra. Per il modello TCEV questo si traduce in un parametro Λ_1 costante nella sottozona omogenea. Il valore di tale parametro relativo alla sottozona può essere stimato utilizzando tutti i dati disponibili nella zona. Se si individua una sottozona omogenea rispetto a C_v il fattore di crescita risulta identicamente distribuito, si ha cioè una curva di crescita unica per l'intera sottozona. Come già detto in precedenza, il metodo della piena indice fornisce uno schema di calcolo semplice in cui la stima della grandezza idrologica viene scomposta in due termini: la media ed il fattore di crescita associato ad una prefissata probabilità di non superamento (o periodo di ritorno). Il valore corrispondente al periodo di ritorno T di una grandezza idrologica X può essere scritto come:

$$X_T = K_T \cdot \bar{x}$$

con K_T fattore di crescita e \bar{x} media campionaria di X .

Il fattore di crescita può essere determinato, nel caso in cui la distribuzione adottata sia la TCEV, invertendo numericamente la relazione

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

oppure mediante la relazione approssimata

$$K_T = \left(\frac{\theta \ln \Lambda_*}{\eta} + \frac{\ln \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta}{\eta} \ln(T).$$

Avendo quindi vincolato quindi la stima a Λ^* e Θ^* per i quali si sono assunti i valori nazionali il parametro Λ_1 è stato determinato considerando che la zona di interesse ricade all'interno della zona A, una delle tre sottozone individuate a questo livello di regionalizzazione

 BUONVENTO s.r.l.	 MA <small>MUNICIPAL ADMINISTRATION</small>
Proponente	Progettista

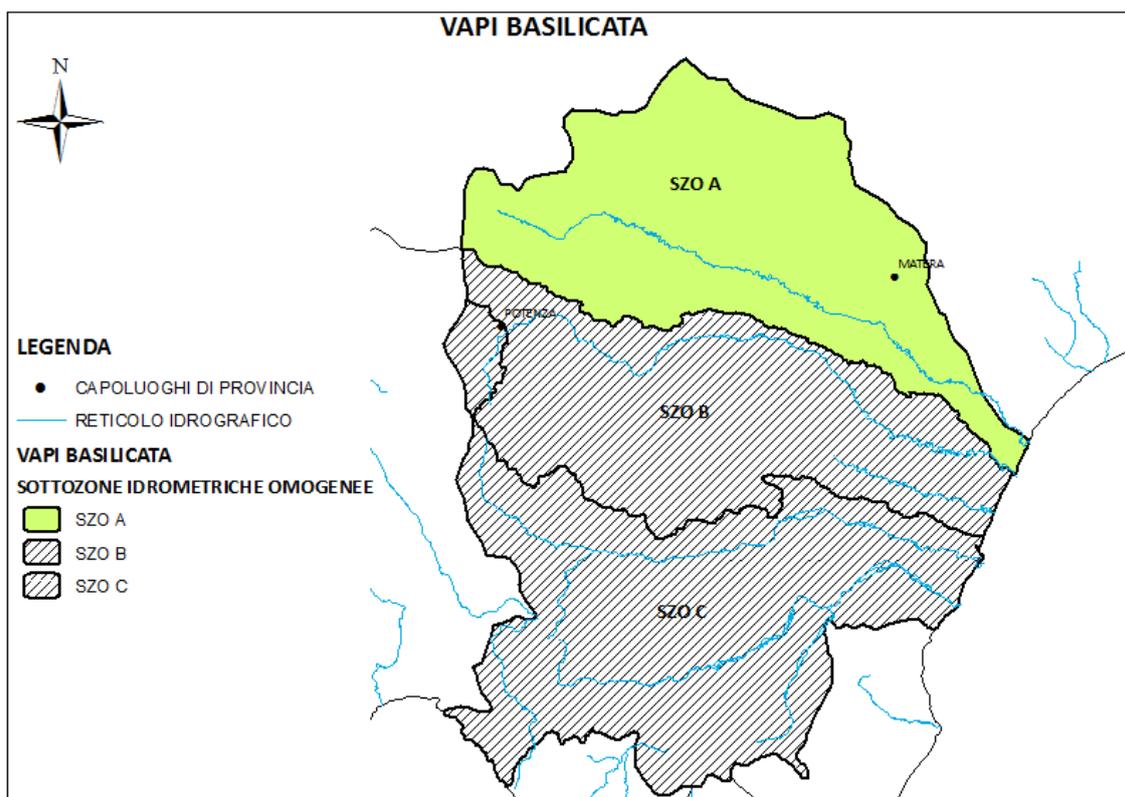


Figura 5-1: Sottozone II° livello di regionalizzazione

La sottozona A comprendente il bacino del Bradano.

Per cui i valori considerati all'interno della sottozona sono i seguenti

$$\Lambda^* = 0.350$$

$$\theta^* = 2.654$$

$$\Lambda_1 = 2.59$$

Il valore di KT ottenuto è pari a 4.83 (T=200) e 2.93 (T=30)

III° Livello di regionalizzazione

Il terzo livello di regionalizzazione consiste nell'individuazione di aree omogenee nelle quali sia possibile determinare relazioni che legano la media \bar{x} (valore indice) alle caratteristiche del bacino di interesse. La variabilità spaziale della piena indice \bar{x} infatti è tale da non consentire di ritrovare aree con x costante dovrà invece essere studiata la dipendenza di x dalle caratteristiche morfologiche e climatiche del bacino. La portata indice può essere valutata applicando diverse metodologie a seconda dell'informazione disponibile e dell'affidabilità delle previsioni statistiche. Tra questi, trova largo impiego l'uso delle regressioni lineari, sia per il minor numero di coefficienti da stimare, sia per la semplicità d'uso. Operativamente, nell'applicazione del metodo

<p>BUONVENTO s.r.l.</p>	
Proponente	Progettista

si procede al calcolo della portata al colmo di piena, QT, per assegnato periodo di ritorno che si ricava come prodotto della piena indice

$$\bar{x} = m(Q)$$

per il fattore probabilistico di crescita KT:

$$QT = KT m(Q)$$

La piena indice, la cui variabilità è fortemente influenzata dall'area del bacino, è generalmente stimata tramite una legge del tipo:

$$m(Q) = a Arid \beta$$

in cui i parametri a β sono stimati in base ai dati di portata disponibili sull'area.

L'area di interesse dello studio ricade all'interno dell'area omogenea 1 che comprende i bacini di Bradano, Basento, Cavone e Agri.

In questo caso il valore della piena indice è pari a $m(Q)=1.07$ mc/s.

$$a = 2.130$$

$$\beta = 0.766$$

Per cui sulla base di tali dati il valore della portata al colmo di piena per un fissato tempo di ritorno pari a 30 e 200 anni è pari a:

<u>Interferenza</u>	Q30 (mc/s)	Q200 (mc/s)
Interferenza	3.14	5.18

Con i valori così determinati si è provveduto allo studio idraulico.

6 ANALISI IDRAULICA

Per lo studio è stato utilizzato un modello in cui il moto lungo il corso d'acqua è stato schematizzato come monodimensionale, in condizioni di regime permanente, con fondo fisso.

Tale modello è implementato nel codice di calcolo sviluppato dall'United States Army Corps of Engineering (USACE), Hydrological Engineering Center (HEC) e denominato River Analysis System (RAS).

L'ipotesi alla base delle formulazioni per la determinazione del profilo idraulico è che il moto dell'acqua nel canale si considera uniforme. Questo significa che tutte le grandezze caratterizzanti la corrente (altezza idrica, velocità media nella sezione, portata, ecc.) risultano costanti nel tempo e nello spazio.

Sotto questa ipotesi, la pendenza media disponibile i_m , definita come il rapporto fra la differenza di quota e la distanza fra la sezione di monte e quella di valle, è esattamente pari alla pendenza piezometrica J , che rappresenta le dissipazioni energetiche per unità di lunghezza. La relazione $i_m = J$ costituisce l'equazione fondamentale del moto uniforme.

La determinazione del profilo teorico in moto permanente è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto Standard Step Method, basato appunto sull'equazione monodimensionale del contenuto energetico della corrente.

Le equazioni utilizzate dal software sono quelle di continuità, di conservazione della quantità di moto e l'equazione costitutiva di Navier Stokes, mentre per la descrizione delle perdite energetiche è fatto riferimento al coefficiente di Manning.

L'utilizzo di HEC-RAS ha consentito di determinare, sezione per sezione per le portate di piena con periodo di ritorno, $T=200$ e $T=30$ le caratteristiche della corrente: livello idrico, condizioni di moto, diagramma delle velocità, velocità media, ecc.

Dati Geometrici

In primo luogo è stato necessario definire le caratteristiche geomorfologiche del corso d'acqua attraverso e i parametri geometrici che caratterizzano il moto della corrente lungo il tratto in oggetto quali pendenza, sezione e scabrezze.

Per la determinazione delle sezioni nelle quali effettuare la valutazione di compatibilità è stato utilizzato il DTM a 5 m (messo a disposizione della Regione Basilicata), le sezioni sono state poste ad un interasse variabile a seconda della lunghezza dell'interferenza e nello specifico pari 20 m al fine di ottenere un'elevata rappresentatività del corso d'acqua nei punti più significativi, intendendo per essi curve, restringimenti, e, variazioni di sezione. In questa maniera si è potuto disporre di un adeguato contenuto di informazioni rappresentative dello sviluppo piano altimetrico del fosso.

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA Progettista
--	---

Coefficiente di scabrezza

Uno degli aspetti più delicati nell'applicazione di un modello è certamente la definizione dei coefficienti di scabrezza da utilizzare.

I valori di scabrezza infatti sono dipendenti da vari fattori tra cui il materiale del fondo alveo, la vegetazione, le forme di fondo, la forma della sezione e l'irregolarità delle sponde, l'andamento planimetrico dell'alveo, la presenza di ostruzioni.

In questo caso specifico, non avendo a disposizione prelievi da alveo che consentissero di definire tali coefficienti, anche se con formule approssimate, si è fatto riferimento ai valori forniti dalla letteratura scientifica tenendo conto del tipo di fondo alveo e sponda che caratterizzano il corso d'acqua.

Per quel che riguarda la scabrezza si è fatto riferimento ad un coefficiente di Manning pari a $0.033 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ e per le condizioni al contorno, viste le pendenze medie dei tronchi in oggetto, si è imposta l'altezza di stato critico in una sezione sufficientemente a valle ed a monte per evitare che tale scelta condizioni il profilo di corrente nell'area di interesse.

tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
ALVEI DI PIANURA			
non vegetati, rettilinei, corrente regolare	0.025	0.030	0.033
come sopra ma con pietre e alghe	0.030	0.035	0.040
non vegetati, tortuosi con molienti e rapide	0.033	0.040	0.045
come sopra ma con pietre e alghe	0.035	0.045	0.050
come sopra, in magra	0.040	0.048	0.055
non vegetati, tortuosi, pietre, molienti e rapide	0.045	0.050	0.060
molto irregolari e alghe molto fitte	0.075	0.100	0.150
ALVEI DI MONTAGNA (SPONDE CON ALBERI E CESPUGLI)			
sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	0.030	0.040	0.050
sul fondo: ciotoli e grandi massi	0.040	0.050	0.070
GOLENE E PIANE INONDABILI			
prato senza cespugli, erba bassa	0.025	0.030	0.035
prato senza cespugli, erba alta	0.030	0.035	0.050
campi incolti	0.020	0.030	0.040
coltivazioni a filari	0.025	0.035	0.045
colture di cereali in pieno sviluppo	0.030	0.040	0.050
aree con cespugli sparsi e erba alta	0.035	0.050	0.070
aree con cespugli bassi e alberi, in inverno	0.035	0.050	0.060
aree con cespugli bassi e alberi, in estate	0.040	0.060	0.080
cespugli fitti, in inverno	0.045	0.070	0.110
cespugli fitti, in estate	0.070	0.100	0.160

Figura 6-1: coefficienti di scabrezza di Manning da CHOW V. T. 1959, *Open Channel Hydraulics*

Mentre i valori di scabrezza relativi agli attraversamenti tombinati sono stati valutati considerando un valore pari a $0.02 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$.

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA ING. MAURIZIO ANSELMI Progettista
--	--

7 CALCOLO DELLA PROFONDITA' DI EROSIONE IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DEL FOSSO TRAMITE TOC

Ai fini della risoluzione degli attraversamenti del cavidotto in corrispondenza del fosso, occorre predeterminare le condizioni di approfondimento della tubazione interrata, fermi restando specifici valori minimi. Nel caso dell'attraversamento di corsi d'acqua, si ricorre a formulazioni estremamente cautelative, atte alla valutazione delle eventuali erosioni localizzate del letto e dei potenziali fenomeni di escavazione in alveo, in modo che un eventuale approfondimento, rispetto alla quota minima iniziale del fondo, non possa interessare la tubazione stessa.

A tal fine, specificatamente in virtù dei modelli conservativi utilizzati, può non essere necessario determinare aspetti di dettaglio, quali la velocità e la tensione tangenziale della corrente al fondo alveo e le caratteristiche del materiale che ne forma il letto. Tali modelli permettono di valutare se lo spessore del materiale di rinterro, adeguatamente costipato, pur non alterando le originarie condizioni di permeabilità, risulta idoneo a garantire la sicurezza il cavidotto in progetto dai potenziali fenomeni erosivi.

In quest'ottica di verifica preliminare degli effetti idraulici delle piene, si fa riferimento agli studi di Yalin (1964), Nordin (1965) ed altri, che hanno proposto di assegnare alle possibili escavazioni un valore cautelativo, pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata (in particolare, venne dimostrato che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica). Una generalizzazione prudentiale, proposta in Italia, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena. Pertanto, una stima del tutto cautelativa della profondità delle potenziali escavazioni del fondo (Z) è data, in corrispondenza di una assegnata sezione, in ragione del 50% del battente idrometrico di piena (ho):

$$Z = 0,5 \cdot h_o$$

Per quanto attiene alla formazione di buche ed approfondimenti locali, le condizioni necessarie per lo sviluppo del fenomeno sembrano individuarsi nella formazione di correnti particolarmente veloci sul fondo e nella presenza di irregolarità geometriche dell'alveo, che innescano il fenomeno stesso. In questi casi e quando le dimensioni granulometriche del materiale di fondo sono inferiori a 5 cm, i valori raggiungibili dalle suddette erosioni sono generalmente indipendenti dalla granulometria; per dimensioni dei grani maggiori di 5 cm, invece, all'aumentare della pezzatura diminuisce la profondità dell'erosione. In termini "qualitativi", per determinare un valore cautelativo dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo, indipendentemente dal diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena, tra i modelli disponibili (Schoklitsch, Eggemberger, Adami), la formula di Schoklitsch è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici e determina

 BUONVENTO s.r.l. Proponente	 MA INGEGNERIA Progettista
--	---

un valore medio rappresentativo dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo:

$$S = 0,378 \cdot H^{1,2} \cdot q^{0,35} + 2,15 \cdot a$$

- S è la profondità massima degli approfondimenti rispetto alla quota media del fondo, nella sezione d'alveo considerata;
- $H = h_0 + v^2/2 \cdot g$ rappresenta il carico totale relativo alla sezione immediatamente a monte della buca;
- $q = Q_{Max} / L$ è la portata specifica per unità di larghezza L della corrente di piena in alveo;
- a è dato dal dislivello delle quote d'alveo a monte e a valle della buca ed è assunto in funzione delle caratteristiche geometriche del corso d'acqua, sulla base del dislivello locale del fondo alveo, in corrispondenza della massima incisione, relativo ad una lunghezza pari all'altezza idrica massima ivi determinata.

Interferenza 1 – Attraversamento A

Pertanto, assumendo ai fini di calcolo $Q_{Max} = 5.18 \text{ m}^3/\text{s}$, in base alla geometria

quota di tirante di moto uniforme	794.47	m slm
quota della massima incisione	792.46	m slm
h_0	2.01	m
Z =	1.005	m
pendenza locale in corrispondenza della sezione	6.1	%
Q_{Max}	5.18	m^3/s
Area della sezione	71.61	m^2
Velocità	0.08	m/s
H	2.01	m
a	0.10	m
larghezza idrica in sommità della sezione L	52.99	m
q	0.09	$\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$
S =	0.31	m

Pertanto si stimano approfondimenti pari a 1 m.

 Proponente	 Progettista
---	--

Interferenza 1 – Attraversamento B

Pertanto, assumendo ai fini di calcolo $Q_{Max} = 4,73 \text{ m}^3/\text{s}$, in base alla geometria

quota di tirante di moto uniforme	809.34	m slm
quota della massima incisione	807.68	m slm
h_0	1.66	m
Z =	0.83	m
pendenza locale in corrispondenza della sezione	4.3	%
Q_{Max}	4.73	m^3/s
Area della sezione	33.77	m^2
Velocità	0.17	m/s
H	0.82	m
a	0.15	m
larghezza idrica in sommità della sezione L	35.34	m
q	0.13	$\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$
S =	0.36	m

Pertanto si stimano approfondimenti pari a 0.83 m.

In virtù di tale determinazione in corrispondenza dell'attraversamento A del corso d'acqua in esame la profondità di posa del cavidotto sarà pari ad almeno 2.2 m, mentre per l'attraversamento B la profondità di posa sarà pari a 2 m.

8 CONCLUSIONI

Nello studio su esposto e negli elaborati allegati, si è proceduto alla verifica di dettaglio dello stato di fatto e dello stato di progetto valutando per ogni asta fluviale le aree di pericolosità definite come elevata e media.

Nello specifico si conclude quanto segue:

Interferenza 1

La viabilità di accesso agli aerogeneratori WTG01 e WTG02 interseca in due punti un corpo idrico naturale, il Valle del Rizzo, che scorre in direzione S-N rispetto all'ubicazione del parco, il quale recapita le sue acque all'interno della diga Fiumara di Cancellara, tale corso d'acqua risulta essere di natura effimera e stagionale.

Per la risoluzione di tale interferenza e per garantire il corretto deflusso delle acque si provvederà alla realizzazione di due tombini con tubo tipo Armco con sezione pari a 2 m.

Per tale interferenza dal confronto tra le aree di esondazione determinate e le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto è possibile notare come la realizzazione dell'opera non comporti l'occupazione delle aree di pertinenza fluviale, non interferendo in alcun modo con l'alveo attivo.

Inoltre in corrispondenza dell'attraversamento del tratto sterrato si è proceduto alla verifica di due tombini di attraversamento da realizzarsi con tubo tipo Armco di diametro pari a 2.0 m, tali tombini risultano verificati anche in corrispondenza della portata duecentennale con un franco di sicurezza pari al 54.4% della sezione per l'attraversamento A e al 52% della sezione per l'Attraversamento B.

In corrispondenza di tale attraversamento si prevede ai fini della risoluzione dell'interferenza attraverso realizzazione di T.O.C. i cui pozzetti sono ubicati all'esterno della fascia di alluvionamento corrispondente ad un periodo di ritorno di 200 anni