

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l 09124 Cagliari (CA) PEC: wdserraemesusrl@legalmail.it	 	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
ELABORAZIONI I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Giua s.n.c. – Z.I. CACIP, 09122 Cagliari (CA) Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it		PAGINA 1 di 20

REGIONE SARDEGNA
PROVINCIA DI ORISTANO

PARCO EOLICO “SERRA E MESU”
Comuni di Mogorella, Ruinas e Villa Sant’Antonio (OR)





OGGETTO PROGETTO DEFINITIVO	TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		
PROGETTAZIONE I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L. ING. GIUSEPPE FRONGIA	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Pian.Terr. Andrea Cappai Ing. Gianfranco Corda Ing. Paolo Desogus Pian. Terr. Veronica Fais Ing. Gianluca Melis Dott. Fabio Murru Ing. Fabrizio Murru Ing. Andrea Onnis Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Ing. Marco Utzeri </td> <td style="vertical-align: top;"> CONTRIBUTI SPECIALISTICI Ing. Antonio Dedoni (acustica) Dott. Geol. Mauro Pompei (Geologia) Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (Pedologia) Dott. Nat. Alessio Musu (Flora) Dott. Nat. Maurizio Medda (Fauna) Dott. Emiliano Cruccas (Archeologia) </td> </tr> </table>	GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Pian.Terr. Andrea Cappai Ing. Gianfranco Corda Ing. Paolo Desogus Pian. Terr. Veronica Fais Ing. Gianluca Melis Dott. Fabio Murru Ing. Fabrizio Murru Ing. Andrea Onnis Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Ing. Marco Utzeri	CONTRIBUTI SPECIALISTICI Ing. Antonio Dedoni (acustica) Dott. Geol. Mauro Pompei (Geologia) Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (Pedologia) Dott. Nat. Alessio Musu (Flora) Dott. Nat. Maurizio Medda (Fauna) Dott. Emiliano Cruccas (Archeologia)
GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Pian.Terr. Andrea Cappai Ing. Gianfranco Corda Ing. Paolo Desogus Pian. Terr. Veronica Fais Ing. Gianluca Melis Dott. Fabio Murru Ing. Fabrizio Murru Ing. Andrea Onnis Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Ing. Marco Utzeri	CONTRIBUTI SPECIALISTICI Ing. Antonio Dedoni (acustica) Dott. Geol. Mauro Pompei (Geologia) Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (Pedologia) Dott. Nat. Alessio Musu (Flora) Dott. Nat. Maurizio Medda (Fauna) Dott. Emiliano Cruccas (Archeologia)		

Cod. pratica 2023/0392

Nome File: WPD-MG-RC14 Relazione idrologica e idraulica



0	Maggio 2024	Emissione per procedura di VIA	IAT	GF	WPD
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEG.	CONTR.	APPR.

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
 iat CONSULENZA E PROGETTI	TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 2 di 20	

INDICE

1	CRITERI GENERALI DI ANALISI E VALUTAZIONE	3
2	LEGISLAZIONE E NORME TECNICHE APPLICABILI.....	6
3	INQUADRAMENTO	7
3.1	Inquadramento "PAI aggiornamento 2023"	7
4	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA.....	8
4.1	Determinazione dell'altezza di pioggia critica.....	11
4.2	Determinazione della pioggia ragguagliata.....	12
4.3	Coefficiente di deflusso.....	13
5	VERIFICHE IDRAULICHE	14
5.1	Deliberazione n. 39 del 17.07.2019.....	14
5.2	Verifica attraversamento 01-IC.....	16
6	AMMISSIBILITA' DEGLI INTERVENTI RISPETTO ALLE NORME PAI	17

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
 CONSULENZA E PROGETTI	TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 3 di 20	

1 CRITERI GENERALI DI ANALISI E VALUTAZIONE

La società WPD Italia S.r.l, attraverso la controllata WPD Serra e mesu S.r.l. (di seguito per brevità WPD), ha in programma la realizzazione un parco eolico denominato "Serra e Mesu", nel territorio comunale di Mogorella, Ruinas e Villa Sant'Antonio (Provincia di Oristano – Regione Sardegna).



Il progetto prevede l'installazione di n. 7 turbine di grande taglia, posizionate su torri di sostegno in acciaio dell'altezza pari a 166 m e aventi diametro del rotore pari a 172 m (altezza massima al tip 252 m), nonché l'approntamento delle opere accessorie indispensabili per un ottimale funzionamento e gestione della centrale.

Il preventivo di connessione con codice pratica Terna n. 202200324 prevede che la centrale eolica, avente potenza nominale complessiva pari a 50,4 MW, venga collegata in antenna a 220 kV su un nuovo stallo a 220 kV della Stazione Elettrica RTN di smistamento a 220 kV denominata "Mogorella".

A tale scopo, la progettazione delle opere finalizzate alla connessione dell'impianto alla RTN ha previsto la realizzazione di una Sottostazione Elettrica di trasformazione 30/220 kV, unicamente di proprietà della stessa WPD, da realizzarsi in località *Terramandas* (comune di Mogorella) nei pressi della citata SE di Terna.

In riferimento al reticolo idrografico regionale, individuato con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 3 del 30/07/2015 per le finalità di attuazione del PAI, comprendente gli elementi idrici rappresentati nel DBG10K e quelli indicati nella cartografia dell'IGMI storica del 1960, è stata riscontrata una interferenza con le opere civili (strada nuova). L'intersezione è indicata nell'elaborato grafico WPD-MG-TC19_Planimetria di progetto su aree PAI-Pericolosità idraulica.

In riferimento alla cartografia IGM, sulla base delle "Linee guida e indicazioni metodologiche per la corretta individuazione e rappresentazione cartografica del reticolo idrografico ai sensi dell'art.30 ter, comma 6 delle Norme di attuazione del PAI", paragrafo 2.2, punto 2, è indicato di riconoscere come elementi idrici significativi da riportare nel DBG10k i soli tratti continui dell'IGM; pertanto ai fini della sovrapposizione con il progetto sono stati individuati solamente gli elementi idrici dell'IGM con tratto continuo.

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
		TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 5 di 20

Dalla sovrapposizione del cavidotto di connessione alla RTN con il reticolo idrografico della Regione Sardegna non state individuate ulteriori interferenze.

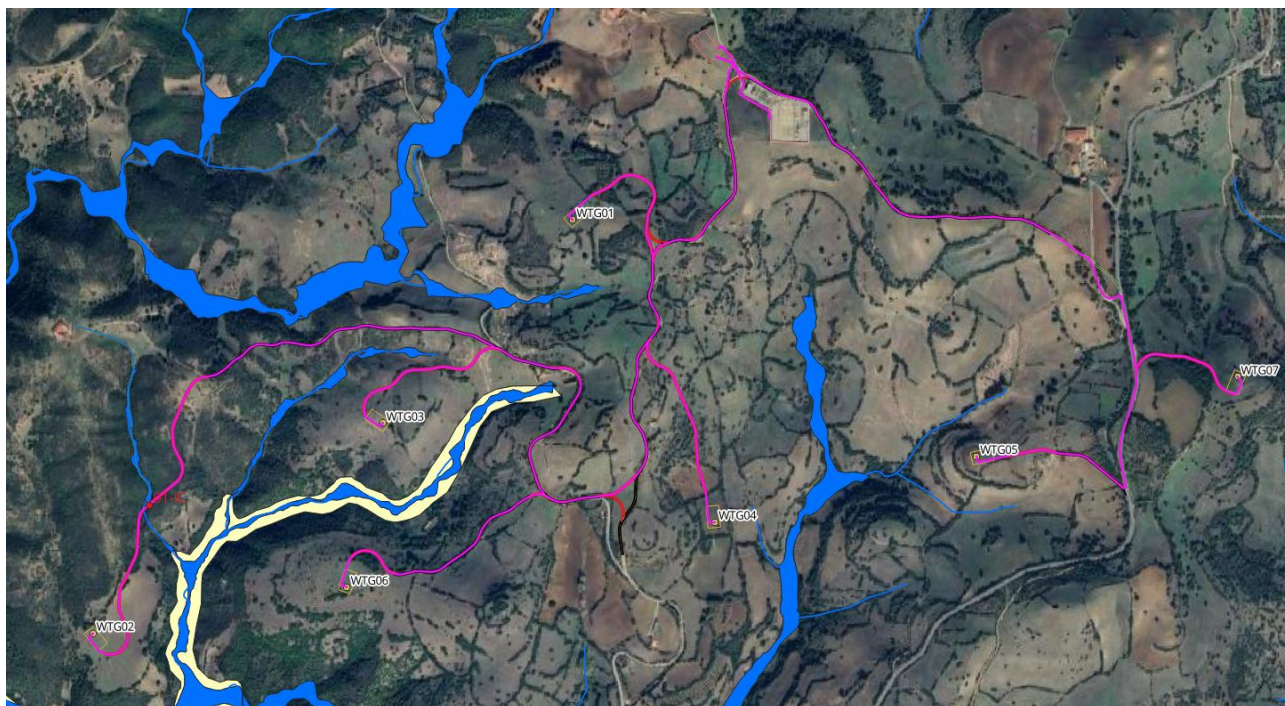




Figura 1.3: Planimetria interferenze idrauliche cavidotto (colore magenta)

La seguente tabella riassume le interferenze ottenute dalla sovrapposizione degli interventi in progetto con il reticolo idrografico regionale.



Tabella 1.1: Interferenze con il reticolo idrografico

Nr.	ID	Fonte	Viabilità	Modalità di risoluzione dell'interferenza
1	01-IC	DBGT	Nuova	Realizzazione di un nuovo manufatto idraulico e posa cavidotto MT mediante scavo attestando la canalizzazione in cavo ad una profondità di un metro dal manufatto idraulico in progetto.

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
	TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 6 di 20	

2 LEGISLAZIONE E NORME TECNICHE APPLICABILI

- Legge 267 del 03/08/1998 "Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia".
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992 Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Legge 18 Maggio 1989, n. 183 – Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (e successive modificazioni ed integrazioni).
- D.M. LL.PP. n. 47 dell'11/03/1988 recante "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione".
- Legge n. 64 del 02/02/1974 recante "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- R.D. 25 Luglio 1904, n. 523 – Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. – "Norme in materia ambientale"
- D.M. 17 Gennaio 2018 – Nuove Norme Tecniche per Le Costruzioni
- Art. 24 delle Norme di attuazione del P.A.I., allegato E.
- Artt. n. 4, n. 8 (commi 8, 9, 10 e 11) delle Norme di attuazione del P.A.I..
- Art. 17, comma 6 Legge n. 183 del 19 Maggio 1989, Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale)
- Delibera n. 1 del 31/03/2011 "Predisposizione del complesso di 'Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)".
- Delibera n. 1 del 20.06.2013 e n. 1 del 05.12.2013 "Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)".
- Delibera n. 2 del 17.12.2015 "Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)".

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
		TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 7 di 20

3 INQUADRAMENTO

3.1 Inquadramento "PAI aggiornamento 2023"

Dall'esame della cartografia relativa alle fasce d'inondabilità emerge che l'area oggetto di intervento ricade all'interno della perimetrazione riportata nello studio del P.A.I., aggiornamento 2023. Un tratto di nuova viabilità interseca aree a pericolosità idraulica Hi4 del FIUME_18969.

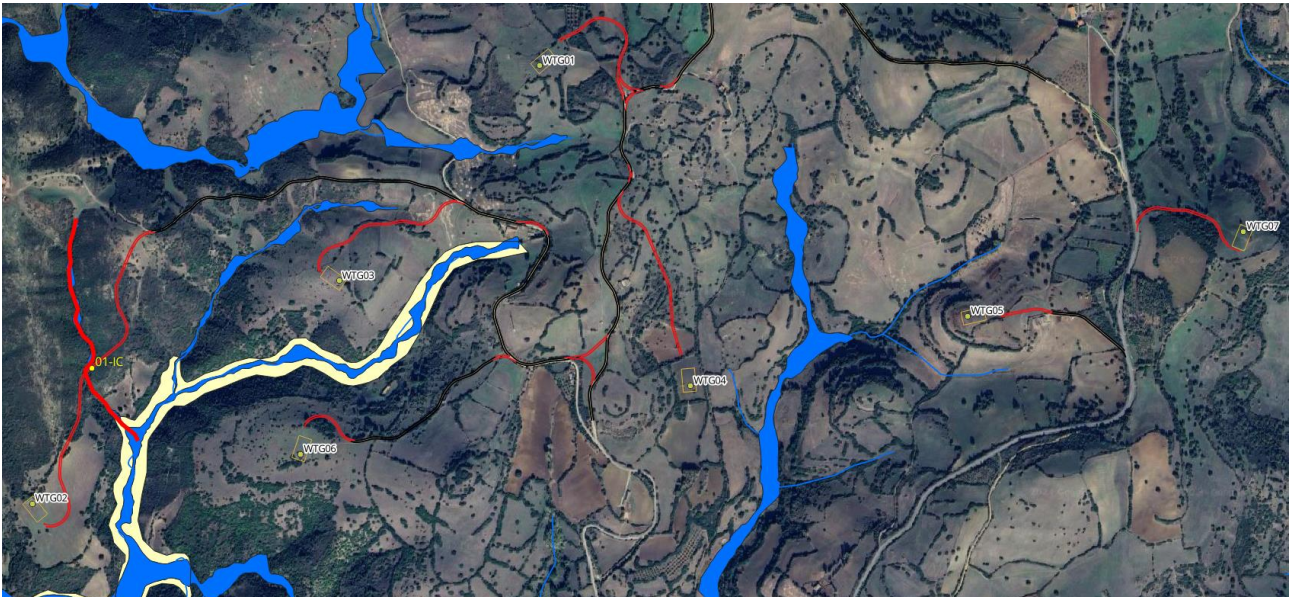




Figura 3.1: Planimetria intersezione impianto in progetto con perimetrazione PAI aggiornamento 2023.

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
		TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 8 di 20

4 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA

La portata è stata stimata simulando, mediante un modello deterministico a fondamento cinematico, il processo di trasformazione afflussi-deflussi che avviene nel bacino idrografico.

Le ipotesi di base del metodo sono:

- la formazione della piena è dovuta esclusivamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione in cui essa è caduta;
- la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna scorre indipendentemente dalle altre;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura.

La portata di massima piena che scaturisce dalle suddette ipotesi è fornita dalla relazione:

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \psi \cdot \frac{h_{T_c}}{T_c} \cdot S \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$



dove:

- T_c = tempo di corrivazione [ore]
- S = superficie del bacino [km²]
- h_{T_c} = pioggia critica di durata T_c [mm]
- Ψ = coefficiente di deflusso.

Lo ietogramma di progetto per la stima del coefficiente di afflusso è di tipo rettangolare, ovvero l'intensità della pioggia si suppone costante durante tutta la durata dell'evento meteorico. Questa ipotesi è applicabile al regime idrologico della Sardegna poiché le piogge presentano prevalentemente breve durata e alta intensità. Le perdite del bacino nella trasformazione afflussi-deflussi verranno pertanto stimate sotto forma di percentuale dell'afflusso meteorico totale, utilizzando il metodo del Curve Number (CN) sviluppato dal Soil Conservation Service nel 1985, e il coefficiente F assumerà un valore nell'intervallo $0 \div 1$.

Il metodo cinematico solitamente ben si adatta alle stime di portata di piena dei piccoli bacini, fra i quali, con un criterio del tutto empirico possono essere classificati i bacini di estensione massima pari a qualche centinaio di Km², mentre per bacini di maggiori dimensioni fornisce risultati che in genere risultano sovrastimati.

Il tempo di corrivazione t_c può essere stimato utilizzando varie formule esistenti in letteratura, ognuna applicabile in misura maggiore o minore a seconda delle caratteristiche del bacino.

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
		TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 9 di 20

In fase progettuale verrà adottato il valore di t_c più idoneo in relazione alle caratteristiche morfometriche del tipo di bacino in esame.

Per la determinazione del tempo di corrivazione T_c sono state utilizzate le formule sotto elencate:

Formule di Ventura:
$$T_c = 0.1272 \left(\frac{S}{i_m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad [\text{ore}]$$

Formula di Giandotti:
$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{(H_m - H_0)}} \quad [\text{ore}]$$



Formula di Viparelli:
$$T_c = \frac{L}{3.6V} \quad [\text{ore}]$$

(dove V è la velocità media di scorrimento è stata imposta pari a 1.5 m/s)

Formula di Pasini:
$$T_c = \frac{0.108(SL)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{i_m}} \quad [\text{ore}]$$

Formula VAPI
$$T_c = 0.212S^{0.231} \left(\frac{H_m}{i_m} \right)^{0.289} \quad [\text{ore}]$$

Il bacino con la sezione di chiusura, in corrispondenza dell'attraversamento in progetto (01-IC) è invediato nella figura di seguito riportata.

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l 09124 Cagliari (CA) PEC: wpdserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
		TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 10 di 20

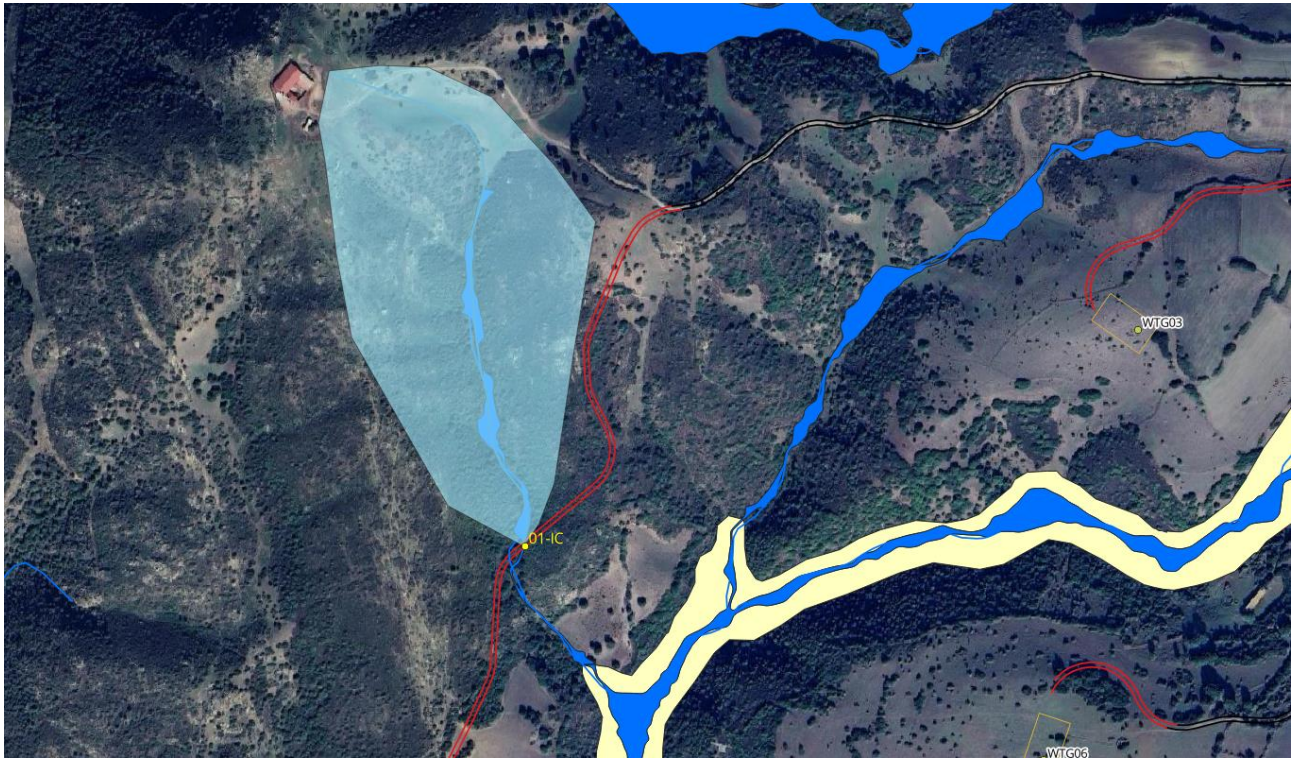




Figura 4.1: Planimetria con individuazione del bacino idrografico dell'attraversamento 01-IC

Le caratteristiche morfologiche dei bacini sono di seguito indicate:

Tabella 4.1: Caratteristiche morfologiche dei bacini

		ATTRAVERS. 01-IC Bacino 1	
Superficie bacino	S=	0.102	Km ²
Altitudine massima	H _{MAX} =	320.000	m s.l.m.
Altitudine minima	H ₀ =	259.700	m s.l.m.
Altitudine media	H _m =	292.600	m s.l.m.
Pendenza media del bacino drenante	i _{VERSANTE} =	12.500	%
Lunghezza asta principale	L=	0.622	km
Pendenza media dell'asta principale	i _m =	0.0970	

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
		TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 11 di 20

I valori ricavati pertanto sono i seguenti:

Tabella 4.2: Tempi di corrivazione dei bacini

TEMPO DI CORRIVAZIONE		
		ATTRAVERS. 01-IC Bacino 1
SCS	[ore]	0.155
Ventura	[ore]	0.130
Giandotti	[ore]	0.482
Viparelli	[ore]	0.115
Pasini	[ore]	0.138
VAPI	[ore]	1.267

Per la determinazione dell'altezza critica è stato utilizzato il tempo di corrivazione ottenuto dalla formula di Viparelli.

4.1 Determinazione dell'altezza di pioggia critica

Per quanto riguarda la determinazione dell'altezza di pioggia critica lorda h_{Tc} da utilizzare per l'applicazione della formula razionale si fa usualmente ricorso alle curve di possibilità pluviometrica ricavate utilizzando la distribuzione TCEV.

La pioggia lorda h viene ricavata dalla nota formula:

$$h(T_p) = a \cdot T_p^n$$

dove:

$$\begin{cases} a = a_1 \cdot a_2 \\ n = n_1 + n_2 \end{cases}$$



COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l 09124 Cagliari (CA) PEC: wdserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
		TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 12 di 20

Tabella 4.3: Curve di possibilità pluviometrica TCEV

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata >1 ora
Sottozona 1	a=0.46420+1.0376*Log (T)	a=0.46420+1.0376*Log (T)
	n=-0.18488+0.22960*Log(T)- 3.3216*10 ⁻² *Log ² (T)	n=-1.0469*10 ⁻² -7.8505*10 ⁻³ * Log (T)
Sottozona 2	a=0.43797+1.0890*Log (T)	a=0.43797+1.0890*Log (T)
	n=-0.18722+0.24862*Log(T)- 3.36305 *10 ⁻² *Log ² (T)	n=-6.3887*10 ⁻³ -4.5420*10 ⁻³ * Log (T)
Sottozona 3	a=0.40926+1.1441*Log (T)	a=0.40926+1.1441*Log (T)
	n=-0.19060+0.264438*Log(T)- 3.8969 *10 ⁻² *Log ² (T)	n=1.4929*10 ⁻² +7.1973*10 ⁻³ * Log (T)

I valori di a1 e n1 si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g data dalla media dei massimi annui di precipitazione giornaliera; tali valori sono stati calcolati per diverse zone della Sardegna secondo la carta delle Isoiete.

$$a_1 = \frac{\mu_g}{0,886 \cdot 24^{n_1}}$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \log \mu_g$$

Per quanto riguarda a2 e n2 si determinano con relazioni differenti per tempi di ritorno TR maggiori o minori di 10 anni, per durate di pioggia Tp maggiori o minori di 1 ora e a seconda delle 3 sottozone omogenee (SZO) in cui è stata suddivisa la Sardegna1.

I bacini dei corsi d'acqua che interessano nei territori dell'intervento in progetto ricadono nella sottozona SZO 1. E' stato considerata una pioggia indice pari a 48.

4.2 Determinazione della pioggia ragguagliata

La determinazione della pioggia ragguagliata è stata condotta secondo la formula proposta dal Department of Environment Water Council (DEWC) nel 1981, applicabile a bacini con area totale 1 [Km²] <A< 100 [Km²], e pertanto applicabile al bacino in esame. È necessaria la stima di un coefficiente r da moltiplicare per l'altezza di pioggia lorda h.



$$r(\tau, A_b) = 1 - f_1 \tau^{-f_2}$$

dove

$$f_1 = 0.0394 A_b^{0.354}$$

$$f_2 = 0.4 - 0.0208 (4.6 - \ln A_b) \quad \text{per} \quad A_b < 20 \text{ [Km}^2\text{]}$$

A_b è l'area del bacino espressa in [Km²];

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l 09124 Cagliari (CA) PEC: wdserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
		TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 13 di 20

τ è la durata della pioggia lorda in ore.

R è il coefficiente di riduzione areale.

Considerata l'estensione dei bacini è stato considerato un coefficiente di ragguglio pari a 1.

4.3 Coefficiente di deflusso

Per la stima delle perdite si è applicato il metodo del Curve Number (CN) indicato dal Soil Conservation Service (SCS, 1975, 1985) considerando la condizione più critica di umidità antecedente del suolo, ovvero corrispondente alla condizione AMC (Antecedent Moisture Condition) di tipo III, indicativa di un suolo saturo. L'uso suolo è stato ricavato dalla carta regionale d'uso del suolo suddivisa in 72 classi, contenute in 4 livelli gerarchici, secondo l'impostazione della Corine Land Cover, società che ha redatto la carta per la Regione Sardegna.

L'altezza $h_{n,r}$ di pioggia netta è stata pertanto calcolata secondo la seguente relazione (SCS):

$$h_{n,r} = \frac{(h_{l,r}(\tau) - I_a)^2}{h_{l,r}(\tau) - I_a + S}$$

dove l'altezza raggugliata delle perdite iniziali I_a ed il parametro S, sono forniti, in mm, dalle seguenti espressioni:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad I_a = 0.2S$$



Per il bacino è stato considerato un Curve Number III pari a 95.

Di seguito si riporta la tabella, riassuntiva dei risultati ottenuti col metodo cinematico:

BACINO ATTRAVERSAMENTO 01-IC (Bacino 1)

Tabella 4.4: Portate di piena Bacino attraversamento 01-IC

Tempo di ritorno	Frattile	Coefficienti metodo TCEV				Pioggia lorda	Pioggia lorda '	Pioggia netta	Coeff. di deflusso	Portata di progetto	contributo unitario
		a1	n1	a2	n2						
[anni]						[mm]	[mm]	[mm]		[m ³ /s]	[m ³ /s]
50	0.980	20.4037	0.3073	2.2271	0.1093	18.468	18.468	7.451	0.403	1.833	17.97
100	0.990	20.4037	0.3073	2.5394	0.1415	19.646	19.646	8.331	0.424	2.050	20.09
200	0.995	20.4037	0.3073	2.8517	0.1676	20.851	20.851	9.254	0.444	2.277	22.32
500	0.998	20.4037	0.3073	3.2647	0.1928	22.601	22.601	10.627	0.470	2.615	25.63

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
		TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 14 di 20

5 VERIFICHE IDRAULICHE

La verifica idraulica dei tratti a pelo libero in progetto è stata effettuata utilizzando la formula di Chezy-Bazin che assume la seguente formula:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad \text{dove:}$$

Q = portata (mc/s);

A = sezione bagnata

C = contorno bagnato

R = raggio idraulico = A/C

i = pendenza del collettore

χ = coefficiente di scabrezza calcolato come segue:

$$\chi = ks \cdot R^{1/6} \quad \text{dove:}$$

ks = coefficiente di Strikler.

Nel caso particolare si è adottato un valore del coefficiente di Strikler pari a 80 per le tubazioni e i manufatti in cemento.

Le verifiche sono state eseguite con la portata con tempo di ritorno 200 anni.



5.1 Deliberazione n. 39 del 17.07.2019

La deliberazione n. 39 del 17.07.2019 del Comitato Istituzionale ha come oggetto: **“Indirizzi applicativi in merito al coordinamento della normativa regionale PAI con il Decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni” e della relativa Circolare Ministeriale 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. per gli aspetti di cui punti 5.1.2.3 e 5.2.1.2 “compatibilità idraulica” per gli attraversamenti stradali e ferroviari denominati “tombini”** e riporta i criteri per il dimensionamento dei manufatti idraulici:

“Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m³/s. L’evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti. La scelta dei materiali deve garantire la resistenza anche ai fenomeni di abrasione e urto causati dai materiali trasportati dalla corrente.

Oltre a quanto previsto per gli attraversamenti dalla Norma, nella Relazione idraulica è opportuno siano considerati anche i seguenti aspetti:



- è da sconsigliare il frazionamento della portata fra più canne, tranne nei casi in cui questo sia

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wdserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
	TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 15 di 20	

fatto per facilitare le procedure di manutenzione, predisponendo allo scopo luci panconabili all'imbocco e allo sbocco e accessi per i mezzi d'opera;

- *sono da evitare andamenti planimetrici non rettilinei e disallineamenti altimetrici del fondo rispetto alla pendenza naturale del corso d'acqua.*
- *per sezioni di area maggiore a 1,5 m² è da garantire la praticabilità del manufatto;*
- *il tombino può funzionare sia in pressione che a superficie libera, evitando in ogni caso il funzionamento intermittente fra i due regimi: nel caso in una o più sezioni il funzionamento sia in pressione, la massima velocità che si realizza all'interno dello stesso tombino non dovrà superare 1,5 m/s;*
- *nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m;*
- *il calcolo idraulico è da sviluppare prendendo in considerazione le condizioni che si realizzano nel tratto del corso d'acqua a valle del tombino;*
- *la tenuta idraulica deve essere garantita per ciascuna sezione dell'intero manufatto per un carico pari al maggiore tra: 0,5 bar rispetto all'estradosso o 1,5 volte la massima pressione d'esercizio;*
- *il massimo rigurgito previsto a monte del tombino deve garantire il rispetto del franco idraulico nel tratto del corso d'acqua a monte;*
- *nel caso sia da temersi l'ostruzione anche parziale del manufatto da parte dei detriti galleggianti trasportati dalla corrente, è da disporre immediatamente a monte una varice presidiata da una griglia che consenta il passaggio di elementi caratterizzati da dimensioni non superiori alla metà della larghezza del tombino; in alternativa il tombino è da dimensionare assumendo che la sezione efficace ai fini del deflusso delle acque sia ridotta almeno alla metà di quella effettiva. È in ogni caso da garantire l'accesso in alveo ai mezzi necessari per le operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria da svolgere dopo gli eventi di piena;*
- *i tratti del corso d'acqua immediatamente prospicienti l'imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione, e opportune soluzioni tecniche sono da adottare per evitare i fenomeni di sifonamento.*

Nel caso il tombino sia opera provvisoria, ovvero a servizio di un cantiere, le precedenti disposizioni possono essere assunte come elementi di riferimento, tenendo opportunamente conto del tempo di utilizzo previsto per l'opera provvisoria stessa.

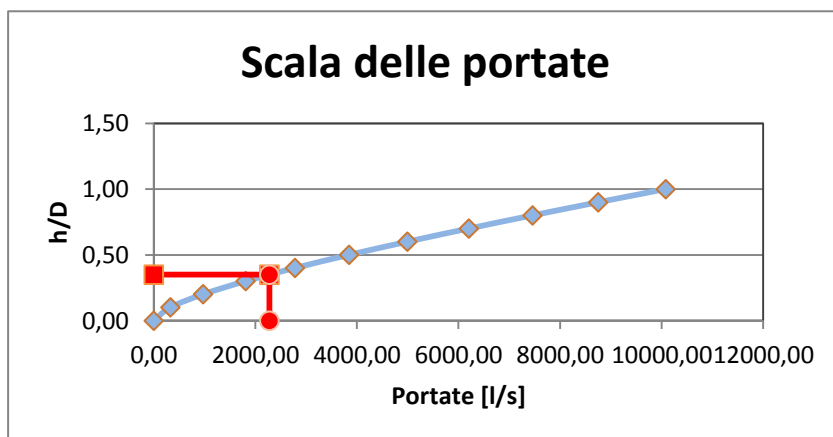
COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wpdserraemesur@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
		TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 16 di 20

5.2 Verifica attraversamento 01-IC

L'attraversamento 01 sarà costituito da un manufatto in cemento, di larghezza interna 2 m e altezza interna 1 m, pendenza longitudinale 0.01 m/m.

Per una portata di 200 anni si determina un livello idrico pari a 35 cm ed un franco idraulico di 65 cm.

01-IC							
Materiale attraversamento				Cemento			
BASE [m]				2			
Coefficiente di scabrezza di Strikler [m^{1/3}/s]				80			
Pendenza [m/m]				0.010			
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.35	0.70	2.70	0.26	63.88	2277.00	3.25	35.00





Legenda:

h: altezza idrica
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
χ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate

h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.20	2.20	0.09	53.64	323.49	1.62	10.00
0.20	0.40	2.40	0.17	59.35	969.13	2.42	20.00
0.30	0.60	2.60	0.23	62.65	1805.90	3.01	30.00
0.40	0.80	2.80	0.29	64.93	2776.31	3.47	40.00
0.50	1.00	3.00	0.33	66.61	3846.00	3.85	50.00
0.60	1.20	3.20	0.38	67.94	4992.20	4.16	60.00
0.70	1.40	3.40	0.41	69.00	6198.94	4.43	70.00
0.80	1.60	3.60	0.44	69.89	7454.55	4.66	80.00
0.90	1.80	3.80	0.47	70.63	8750.28	4.86	90.00
1.00	2.00	4.00	0.50	71.27	10079.37	5.04	100.00

Per una portata di 200 anni si determina un livello idrico pari a 35 cm ed un franco idraulico di 65 cm.

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
 CONSULENZA E PROGETTI	TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 17 di 20	



6 AMMISSIBILITÀ DEGLI INTERVENTI RISPETTO ALLE NORME PAI

Le zone definite dall'intersezione del percorso della nuova viabilità e dei cavidotti con il reticolo idrografico della Regione Sardegna, sono individuati con una pericolosità Hi4 sulla base delle perimetrazioni PAI e dell'articolo 30 ter (Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia) delle norme di attuazione del PAI, con una larghezza della fascia in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto.



Con riferimento alle opere in progetto è di interesse, in particolare, quanto prescritto all'art. 27 comma 3 delle NTA relativamente alla realizzazione di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico. La viabilità di servizio dell'impianto e gli elettrodotti di vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto, in quanto opere connesse alla prevista centrale di produzione di energia rinnovabile, possono ricondursi, infatti, ad opere di interesse pubblico, giacché necessarie per l'utilizzazione di beni (in questo caso l'energia rinnovabile prodotta) da parte della collettività.

Tale principio è stato sancito per la prima volta nell'art. 1 comma 4 della Legge 9 gennaio 1991 (Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia), dove si stabilisce che l'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile (che nella suddetta legge nazionale sono individuate come: sole, vento, energia idraulica, risorse geotermiche, maree, moto ondoso e trasformazione di rifiuti organici o di prodotti vegetali) è considerato di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili e urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche.



Con tali presupposti, le opere in progetto risultano riconducibili alle categorie di intervento, ascrivibili alle tipologie di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico espressamente consentite dal PAI nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata (comma 3), come specificato nel seguente prospetto esplicativo.

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesur1@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
	TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 18 di 20	

Categoria di opere ammesse dalle NTA del PAI nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata (art. 27 c. 3 NTA)	Opera in progetto corrispondente	Presupposti di ammissibilità delle opere
1) interventi di manutenzione straordinaria; (comma b)	Interventi di rifacimento/consolidamento della pavimentazione stradale della viabilità esistente.	<p>In assenza di una definizione normativa per gli interventi di manutenzione straordinaria delle opere stradali (ndr. la definizione riportata all'art. 1 del D.P.R. 380/2001 – Testo unico Edilizia e riferibile esclusivamente agli edifici) può utilmente farsi riferimento alla Deliberazione dell'Autorità di Vigilanza sui contratti pubblici n. 414 del 12/12/2001 legge 109/94 Articoli 2 - Codici 2.2.2 (Fonte Massimario atti ANAC prima dell'entrata in vigore del D.P.R. 163/2006, portale istituzionale www.avcp.it).</p> <p>In base a tale deliberazione, l'attività di manutenzione identifica tutte quelle attività volte ad assicurare il mantenimento dell'efficienza di determinati beni o impianti senza alterarne la destinazione e le caratteristiche strutturali, soprattutto i volumi e le superfici: gli interventi di manutenzione ordinaria riguardano le attività dirette a riparare o a integrare le opere esistenti ed a garantire la funzionalità degli impianti, mentre gli interventi di manutenzione straordinaria riguardano le attività di sostituzione o di rinnovo che incidono su parti strutturali di opere esistenti, sempre senza alterarne la destinazione.</p>

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesusri@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
		TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 19 di 20

<p>2) interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali; (comma e)</p>	<p>Ampliamento di strade rurali esistenti funzionali a consentire l'accesso dei mezzi d'opera presso i siti di installazione degli aerogeneratori.</p>	<p>Gli interventi di collegamento degli aerogeneratori con la viabilità sono non delocalizzabili, avendo un percorso obbligato all'interno delle aree in cui si applicano le NTA del PAI per la diffusa presenza di aree vincolate ed in relazione a fattori morfologici che, necessariamente, hanno orientato le scelte progettuali verso soluzioni a minore impatto.</p> <p>Al fine di consentire l'accesso dei mezzi speciali di trasporto della componentistica delle macchine eoliche e delle gru per il montaggio degli aerogeneratori non sono oggettivamente individuabili alternative tecniche ed economicamente sostenibili alla presenza di una viabilità di servizio; opera questa da utilizzarsi anche ai fini delle operazioni di manutenzione ordinaria e successiva dismissione dell'impianto.</p> <p>In relazione al requisito dell'essenzialità va rilevato come, secondo la corrente interpretazione del diritto, devono ricondursi a servizi pubblici essenziali le prestazioni di rilevante interesse pubblico e generale, destinate alla collettività da soggetti pubblici (Stato, Regioni, Città metropolitane, Province, Comuni, altri enti) o privati; esse sono indefettibili e garantite dallo stesso Stato.</p> <p>L'espressione ricorre, infatti, in materia di disciplina dal diritto di sciopero relativo a tali servizi, all'art. 1 della legge 12 giugno 1990 n. 146. Sotto questo profilo è chiarito in tale legge che l'approvvigionamento di energia può ricondursi a tale fattispecie.</p>
--	--	---

COMMITTENTE WPD Serra e mesu S.r.l. Viale Regina Margherita, 33 c/o Opificio Innova S.r.l. 09124 Cagliari (CA) PEC: wpserraemesusrl@legalmail.it		OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRA E MESU" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO WPD-MG-RC14
	TITOLO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	PAGINA 20 di 20	

<p>3) le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica; (comma g)</p>	<p>Posa nuovo cavidotto di connessione alla RTN e di distribuzione interna.</p>	<p>Gli interventi di posa del nuovo cavidotto di connessione alla RTN e di distribuzione interna presentano un percorso obbligato in quanto vincolati alla viabilità esistente ed in progetto, dai fattori morfologici della zona e dalla diffusa presenza di aree vincolate.</p> <p>La posa di elettrodotti di vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto, in quanto opere connesse alla prevista centrale di produzione di energia rinnovabile, possono ricondursi, ad opere di interesse pubblico, giacché necessarie per l'utilizzazione di beni (in questo caso l'energia rinnovabile prodotta) da parte della collettività.</p>
--	---	--