

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNI DI SALEMI MARSALA E TRAPANI

IL COMMITTENTE 	NP Sicilia 2 S.r.l. Via Galleria Passarella, 2 20122 MILANO P.IVA - C.F. 12844470968
--	--

IL PROGETTISTA  	Dott. Ing. Vittorio Maria Randazzo  Dott. Ing. Vincenzo Di Marco 
--	--

TITOLO DEL PROGETTO <u>PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”</u> <u>POTENZA NOMINALE 39,6 MW</u>

DOCUMENTO PROGETTO DEFINITIVO	N° DOCUMENTO NPS2_SAL_D17_REL
--	--

--	--	--	--	--	--	--	--

Relazione di Invarianza Idraulica
--

--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--

Rev	Data	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	22/04/2024		A. R.	V.D.	V.R.

	PARCO EOLICO "CELSO-PESCES"	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 3

	PARCO EOLICO “CELISO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 4

INDICE

ELENCO DELLE FIGURE	5
ELENCO DELLE TABELLE	6
1. PREMESSA	7
2. CONCETTO DI INVARIANZA IDRAULICA	8
3. INTRODUZIONE E RIFERIMENTI NORMATIVI	11
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	12
5. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO MORFOLOGICO DELL'AREA E DELIMITAZIONE DEL BACINO DI COMPETENZA	19
6. STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO DELL'AREA ANTE OPERA E POST OPERA	25
6.1. TORRI 1, 2, 3	28
6.2. TORRI 4,5	29
6.3. TORRE 6	30
7. VIABILITÀ DI CAMPO	32
8. PERCORSO DEL CAVIDOTTO	33
9. CONCLUSIONI	38

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 5

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1 – Ubicazione delle torri eoliche	10
Figura 2 – Inquadramento di dettaglio su cartografia CTR delle WTG 1-5	13
Figura 3 - Inquadramento di dettaglio su cartografia CTR della WTG 6	14
Figura 4 - Inquadramento di dettaglio su cartografia CTR delle aree relative a: Stazione Elettrica (SE- blu), Cabina Utente (CU) e Storage (verde).....	14
Figura 5 – Area individuata per la WTG 1	16
Figura 6 - Area individuata per la WTG 2.....	16
Figura 7 - Area individuata per la WTG 3.....	17
Figura 8 - Area individuata per la WTG 4.....	17
Figura 9 - Area individuata per la WTG 5.....	18
Figura 10 - Area individuata per la WTG 6.....	18
Figura 11 – Sottobacino idrografico in cui ricadono le torri 1,2, 3	20
Figura 12 - Sottobacino idrografico in cui ricadono le torri 4, 5	21
Figura 13 - Sottobacino idrografico in cui ricade la torre 6.....	22
Figura 15 – Tipico attraversamento in TOC	37

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 6

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1 – Classi di Intervento e soglie dimensionali	9
Tabella 2 – Superfici trasformate	9
Tabella 3 - Fogli cartografie IGM e CTR sui quali è inquadrato il progetto	12
Tabella 4 – Particellare relativo alle WTG	12
Tabella 5 – Particellare relativo alla Cabina Utente (CU), al sistema di Storage e alla Stazione Elettrica (SE).....	12
Tabella 6 - Particelle interessate dal passaggio del cavidotto.....	13
Tabella 7 – Coordinate geografiche WGS84 delle WTG	13
Tabella 8 – Vie di comunicazione interessate dal passaggio del cavidotto.....	15
Tabella 9 – Caratteristiche area di studio.....	19
Tabella 10 – Sottobacini considerati	20
Tabella 11 – Caratteristiche bacino torri 1, 2, 3	23
Tabella 12 - Caratteristiche bacino torri 4, 5	23
Tabella 13 - Caratteristiche bacino torre 6	23
Tabella 14 - TABELLA DI KENNESSY (per la < 25).....	26
Tabella 15 - I valori di Ca, Cv e Cp dell’area di studio	27
Tabella 16 – Estensioni superfici torri 1, 2, 3	28
Tabella 17 – Valori di Cd relativi alle varie superfici.....	29
Tabella 17 – Valori di Cd relativi alle varie superfici.....	30
Tabella 18 – Intersezioni idrauliche con relativa tecnica di superamento (fonte: Geoportale Nazionale).....	36

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 7

1. PREMESSA

La presente relazione è stata integrata a seguito di alcuni interventi in variante al progetto del parco eolico di NP Sicilia 2 s.r.l. denominato “CELSO PESCES” sito nei comuni di Salemi (TP) e Marsala (TP), di potenza pari a 36,9 MW. La presentazione dell’istanza di VIA è stata effettuata in data 20/06/2023, con l’avvio della consultazione pubblica in data 28/06/2023 e avente codice di procedura (ID_VIP7ID_MATTM) 9949.

Gli interventi di cui alla presente variante hanno l’obiettivo di ridurre al minimo l’impatto ambientale potenziale generato dall’opera, soprattutto in termini di impatto paesaggistico e di interferenze/cumulo con altri impianti e progetti incidenti sul territorio, mantenendo il pieno rispetto delle normative vigenti in materia ambientale. In estrema sintesi, le modifiche apportate al progetto prevedono:

- ricollocazione dell’aerogeneratore WTG 5;
- ricollocazione della Cabina Utente (CU) e dello Storage.

È stato eseguito uno studio di invarianza idraulica relativamente al progetto di un parco eolico consistente in 6 aerogeneratori previsti nei territori comunali di Salemi e Marsala in provincia di Trapani.

Tale studio si prefissa l’obiettivo di verificare se la realizzazione degli aerogeneratori con relative piazzole e stradelle di collegamento possa determinare una variazione sostanziale del regime di deflusso delle acque piovane e, in caso positivo, indicare gli accorgimenti tecnici da realizzare per eliminare i pericoli connessi con un’eccedenza di ruscellamento, ottenendo così la cosiddetta “invarianza idraulica”.

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 8

2. CONCETTO DI INVARIANZA IDRAULICA

Si definisce invarianza idraulica il principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione (ar.58bis comma 1, lettera a della L.R.Lombardia 12/2005) mentre si definisce invarianza idrologica il principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione (ar.58bis comma 1, lettera a della L.R. Lombardia 12/2005)

Un bacino naturale presenta la caratteristica di lasciare infiltrare una certa quantità di acqua durante gli eventi di piena e di restituire i volumi che non si infiltrano in modo graduale; l'acqua ristagna nelle depressioni superficiali, segue percorsi articolati, si spande in aree normalmente non interessate dal deflusso ed in questo modo le piene hanno un colmo di portata relativamente modesto ed una durata delle portate più lunga.

Quando un bacino subisce un intervento antropico (artificializzazione) i deflussi vengono canalizzati e le superfici regolarizzate; si ha quindi una accelerazione del deflusso stesso con conseguente aumento dei picchi di piena e delle condizioni di rischio idraulico.

L'impermeabilizzazione dei suoli determina un aumento dei volumi che scorrono in superficie, aggravando ulteriormente le possibili criticità; ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli ed aumento della velocità di corrivazione deve essere associato ad azioni correttive volte a mitigarne gli effetti; tali azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione: se la laminazione è attuata in modo da mantenere inalterati i colmi di piena prima e dopo la trasformazione, si parla di invarianza idraulica delle trasformazioni di uso del suolo (Pistocchi, 2001). **“Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un’area che non provochi aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall’area stessa”.**

In Regione Sicilia il principale strumento normativo cui fare riferimento è il DDG 102 ASS.TO REG.LE TERRITORIO E AMBIENTE-DIPARTIMENTO REGIONALE URBANISTICA-

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 9

DIPARTIMENTO REGIONALE DELL'AUTORITA' DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA.

Va, inoltre, considerato il ben noto D.Lgs 152/2006 “Norme in materia di tutela ambientale”, altro punto di riferimento normativo importante è ad esempio il DGR 117/2020 del 24.3.2020 - Regione Lazio - in cui sono contenute le "Linee guida dell'invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali", in particolare il punto 4. DISCIPLINA DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA - soglie dimensionali e volume di invaso.

Esso fa riferimento al D.lgs. 49/2010 “Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni” in cui si valuta la superficie complessiva che a seguito di un progetto subisce una significativa impermeabilizzazione, considerando 4 classi d'intervento secondo la sottostante tabella.

Classi d'intervento	Soglie dimensionali
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiori di 1000 mq
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiori tra 1000 mq e 10000 mq
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione tra 10000 mq e 100000
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione superiori a 100000 mq

Tabella 1 – Classi di Intervento e soglie dimensionali

Nel caso in questione le superfici trasformate possono essere così distinte

Tipologia opera	Superficie (mq)	Numero	Superficie totale (mq)	Grado di permeabilità
Plinto	452,39	6	2714,34	Molto basso
Piazzola definitiva	819,61	6	4917,66	Medio
Stradelle di esercizio	8073,59	1	8073,59	Medio

Tabella 2 – Superfici trasformate

L'intervento previsto può già essere classificato come di “modesta impermeabilizzazione potenziale”. Pertanto, relativamente all'area di studio, è stata eseguita una disamina generale su:

- idrografia;

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”		 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA		22/04/2024	REV.0	Pag. 10

- orografia;
- climatologia;
- geologia.

La bibliografia consultata è stata:

- Piano Assetto Idrogeologico della Sicilia – Regione Siciliana;
- Annali Idrologici – Regione Siciliana.



Figura 1 – Ubicazione delle torri eoliche

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 11

3. INTRODUZIONE E RIFERIMENTI NORMATIVI

L'invarianza idraulica è il principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non sono migliori di quelle preesistenti all'urbanizzazione. Diversamente, l'invarianza idrologica è il principio in base al quale non solo le portate, ma anche i volumi di deflusso meteorico non debbono subire variazioni rispetto a quelle preesistenti.

Alla luce di quanto detto, se un terreno è impermeabilizzato si elimina la quantità d'acqua assorbita dallo stesso e si riduce il tempo di corrivazione, ovvero il tempo che impiega l'acqua a ruscellare verso la sezione di chiusura. Questa particolare condizione genera un aumento importante delle portate defluenti e può portare all'esondazione dei ricettori finali non in grado di contenere la portata aggiuntiva scaricata.

Dal punto di vista legislativo, la normativa impone di perseguire l'invarianza idraulica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la gestione e la separazione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrogeologico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico. Per quanto riguarda la normativa regionale, essa si basa principalmente:

- sul **Pino di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)**, contenente il sistema di gestione dei rischi di alluvioni redatto dall'Assessorato Territorio Ambiente della Regione Siciliana, ai sensi dell'art. 7 del D.lgs. 49/2010 nell'ambito delle attività di pianificazione di cui agli artt. 65-66-67-68 del D.lgs. 152/2006. Il fine ultimo del piano è quello di ridurre gli effetti delle alluvioni sulla salute umana, territorio, beni, ecc. (Art. 1 Comma 1 Direttiva 2007/60/CE);
- sul **D.D.G. n.102 del 23/06/2021**, della Regione Siciliana, riportante le linee guida sulla procedura da seguire per gli studi di invarianza idraulica e idrogeologica.

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 12

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il progetto si identifica all'interno delle seguenti cartografie:

CARTOGRAFIA	Scala	Foglio
IGM	1:50.000	n° 606 – “Alcamo” n° 605 – “Paceco”
CTR	1:10.000	605120 - 605160 - 606130 - 606140

Tabella 3 - Fogli cartografie IGM e CTR sui quali è inquadrato il progetto

Di seguito le particelle sulle quali verranno installati i nuovi aerogeneratori e la stazione elettrica.

ID WTG	Comune	Fg.	Part.
1	SALEMI	10	62
2	SALEMI	11	11
3	SALEMI	8	39-54
4	SALEMI	27	55-245
5	SALEMI	39	125
6	SALEMI	71	4

Tabella 4 – Particellare relativo alle WTG

ID	Comune	Fg.	Part.
CU e STORAGE	SALEMI	292	258
SE	TRAPANI	292	4 – 211 – 129 – 131 – 133 – 216 – 141 – 202 – 203 - 142

Tabella 5 – Particellare relativo alla Cabina Utente (CU), al sistema di Storage e alla Stazione Elettrica (SE)

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 13

I fogli di mappa catastali interessati dal percorso dei cavidotti interrati sono:

Comune	Foglio
Salemi (TP)	8 - 10 - 11 - 27 - 38 - 39 - 40 - 41 - 42
Marsala (TP)	137 - 138 - 189
Trapani (TP)	290 - 291 - 292 - 293 - 294 - 295

Tabella 6 - Particelle interessate dal passaggio del cavidotto

Nella tabella seguente si riportano le coordinate degli aerogeneratori nel sistema di riferimento WGS84.

ID WTG	Est	Nord	Comune
1	301271,09	4188860,17	SALEMI
2	301668,00	4189644,99	SALEMI
3	301806,00	4190163,00	SALEMI
4	300019,00	4190996,00	SALEMI
5	298487,04	4190197,01	SALEMI
6	297670,59	4188028,60	SALEMI

Tabella 7 – Coordinate geografiche WGS84 delle WTG

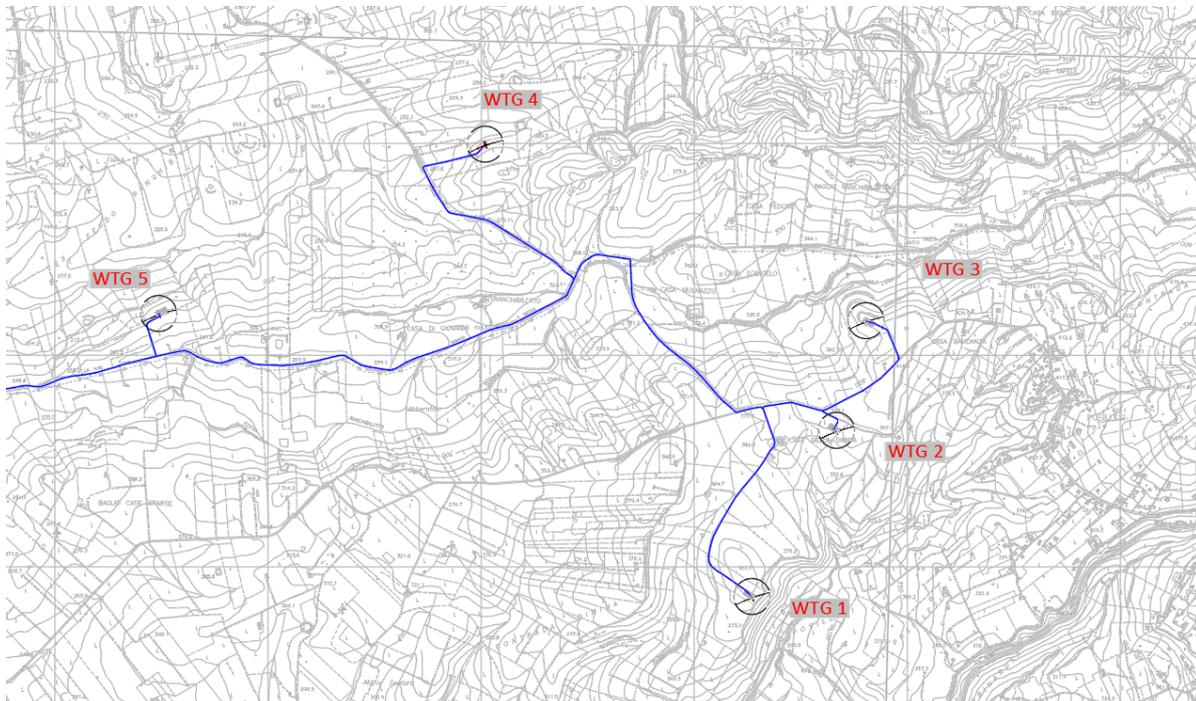


Figura 2 – Inquadramento di dettaglio su cartografia CTR delle WTG 1-5

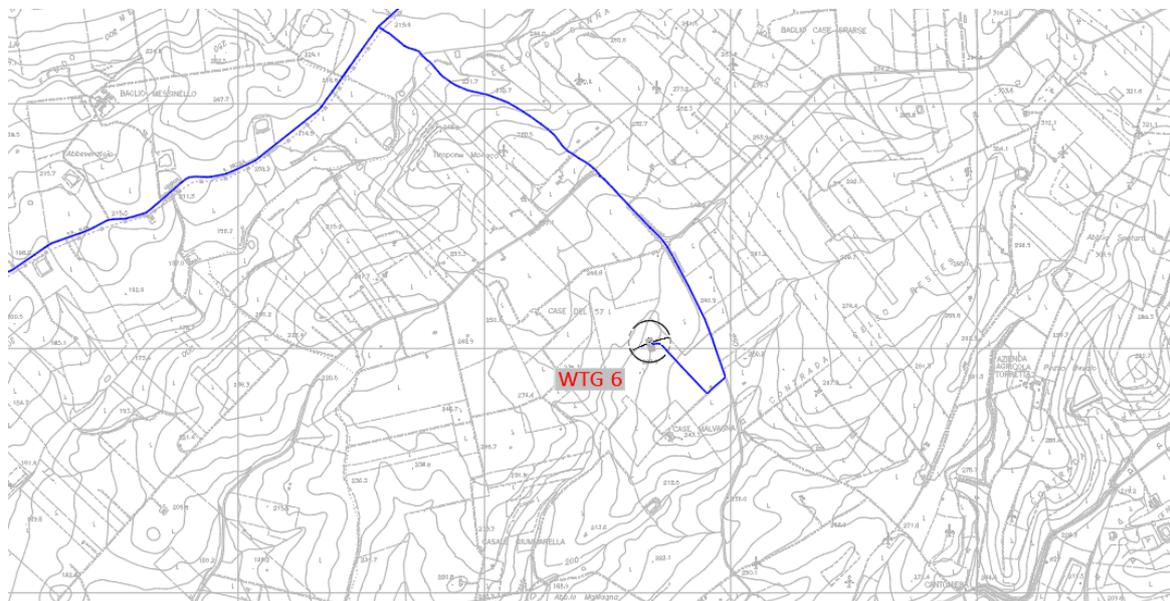


Figura 3 - Inquadramento di dettaglio su cartografia CTR della WTG 6

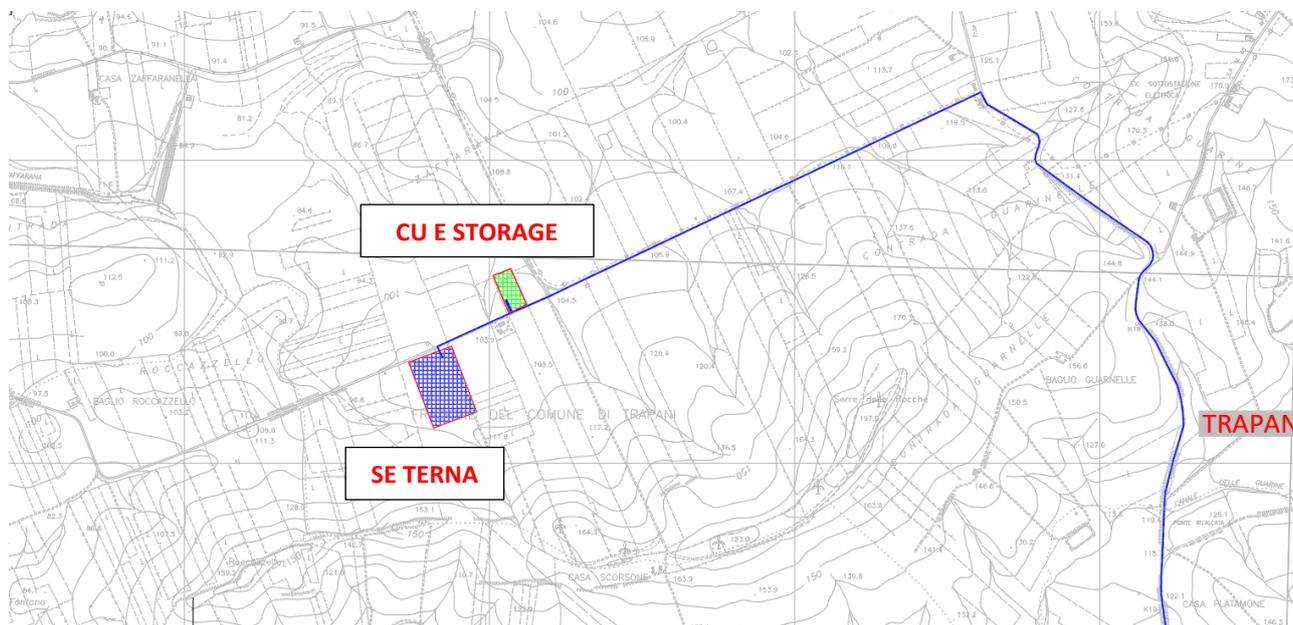


Figura 4 - Inquadramento di dettaglio su cartografia CTR delle aree relative a: Stazione Elettrica (SE- blu), Cabina Utente (CU) e Storage (verde)

Tutti gli aerogeneratori (WTG 1, WTG 2, WTG 3, WTG 4, WTG 5, WTG 6) sono tutti collocati nel comune di Salemi (TP) in c. da Celso Pesces.

	PARCO EOLICO “CELISO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 15

L'area, oggetto di intervento, inoltre, si trova:

- a ovest dal comune di Salemi (TP) a una distanza di ca. 5 km;
- a nord-ovest dal comune di Castelvetro (TP) a una distanza di ca. 15 km;
- a est dal comune di Marsala (TP) a una distanza di ca. 23 km.

L'area del parco eolico e il percorso dei cavidotti a esso relativi sono interessati dalla presenza di diverse strade pubbliche e, in particolare, dalle vie di comunicazione principali presentati nella tabella seguente.

ID Strada	Descrizione
SP69	strada provinciale 69 Sanagia - San Nicola, parzialmente interessata dal percorso del cavidotto
SP8	strada provinciale 8, parzialmente interessata dal percorso del cavidotto

Tabella 8 – Vie di comunicazione interessate dal passaggio del cavidotto

La strada pubblica sopra citata è collegata all'area afferente al parco eolico grazie alla presenza di una fitta rete di strade interpoderali e comunali.

Da un punto di vista morfologico, l'impianto è collocato su un territorio collinare sub-pianeggiante, con pendii generalmente dolci e poco acclivi. Esso è altresì caratterizzato da un'altimetria compresa tra le isoipse di quota 400 m s.l.m. e 220 m s.l.m. in prossimità del comune di Salemi (TP).

Da un punto di vista dell'uso del suolo, l'area prescelta per l'installazione dell'impianto eolico è attualmente utilizzata a seminativo. La zona interessata dalle opere è per gran parte disabitata con la sola presenza di qualche fabbricato isolato e non abitato.

All'interno delle figure successive sono presentate le aree scelte per ospitare gli aerogeneratori che comporranno il Parco Eolico di futura costruzione.

	<p>PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”</p>	 		
	<p>RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA</p>	<p>22/04/2024</p>	<p>REV.0</p>	<p>Pag. 16</p>



Figura 5 – Area individuata per la WTG 1



Figura 6 - Area individuata per la WTG 2

	PARCO EOLICO "CELSO-PESCES"	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 17



Figura 7 - Area individuata per la WTG 3



Figura 8 - Area individuata per la WTG 4

	PARCO EOLICO "CELSO-PESCES"	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 18



Figura 9 - Area individuata per la WTG 5



Figura 10 - Area individuata per la WTG 6

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 19

5. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO MORFOLOGICO DELL'AREA E DELIMITAZIONE DEL BACINO DI COMPETENZA

Dalla consultazione del PAI della Regione Sicilia, l'area di progetto è all'interno del Bacino idrografico del Fiume Birgi (051) - Area territoriale tra il Bacino idrografico del Fiume Birgi e il Bacino idrografico del Fiume Lenzi Balata (050).

Superficie	Kmq 88,4
Provincia	TRAPANI
Recapito in mare	Mare MEDITERRANEO
Invasi artificiali presenti	-
Altitudine massima-minima	162 metri slm-0
Territori comunali interessati	MARSALA, PACECO, TRAPANI

Tabella 9 – Caratteristiche area di studio

Il reticolo idrografico del bacino in questione è costituito da incisioni prevalentemente a carattere torrentizio con direzione prevalente NE-SO, spesso ad andamento parallelo.

La configurazione morfologica, in conseguenza della presenza di formazioni tendenzialmente “soffici” è discretamente blanda e morbida, con versanti di modesta acclività ed ampie linee d'impiuvio: in corrispondenza di formazioni lapidee di più netta tenacia la morfologia si inasprisce e si creano alti morfologici contraddistinti da versanti a maggiore acclività

Per poter valutare in modo metodologicamente corretto l'eventuale alterazione del regime delle acque superficiali prodotta dalla realizzazione delle 6 torri, bisogna suddividere il bacino idrografico complessivo in sottobacini diversi in ciascuno dei quali inserire le torri, tenendo presente che 2 torri anche geograficamente vicine non potranno essere considerate all'intero dello stesso bacino se fra esse è posto uno spartiacque che veicola le acque piovane verso 2 diversi corpi idrici ricettori.

Pertanto, sono stati considerati 3 sottobacini, i quali vengono presentati nella tabella e nelle figure seguenti.

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA		22/04/2024	REV.0

Sottobacino	Perimetro (km)	Superficie (kmq)
Torri 1,2,3	6,29	2
Torri 4,5	6,07	2,35
Torre 6	3,53	0,78

Tabella 10 – Sottobacini considerati

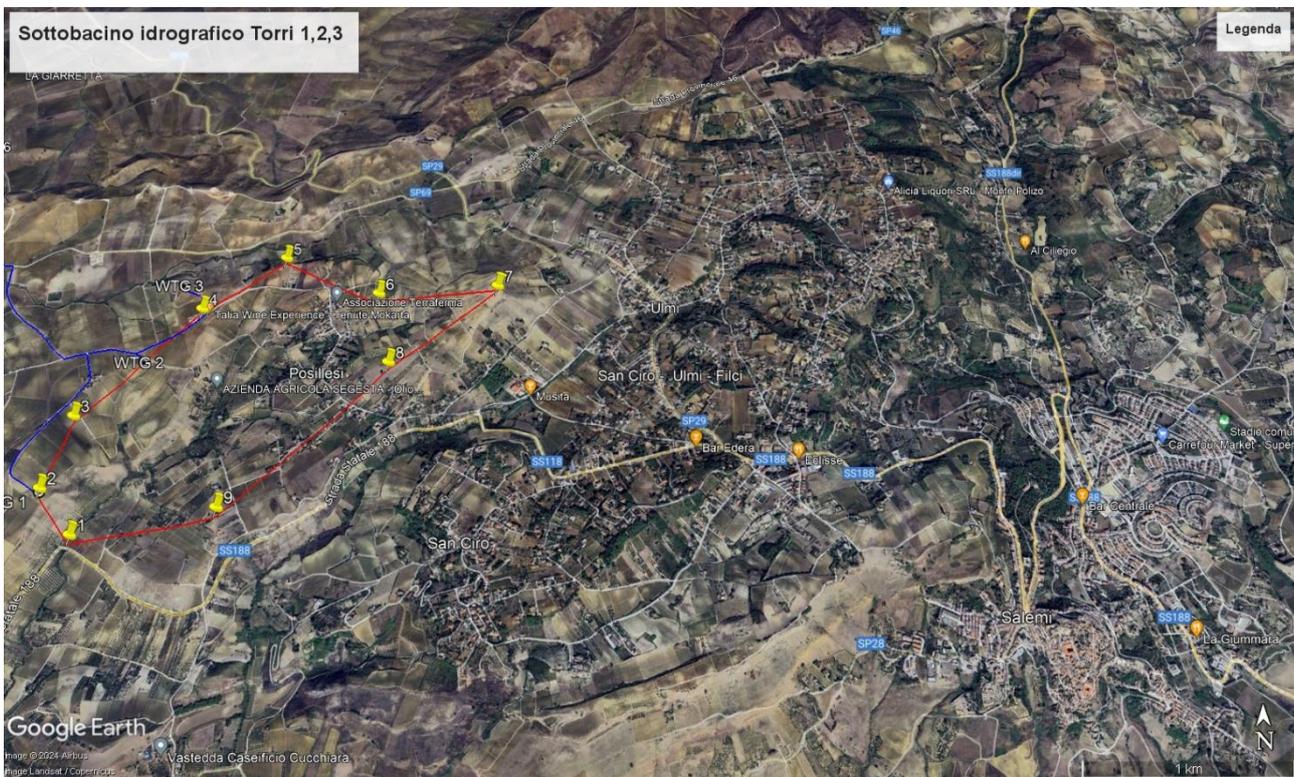


Figura 11 – Sottobacino idrografico in cui ricadono le torri 1, 2, 3



Figura 12 - Sottobacino idrografico in cui ricadono le torri 4, 5



Figura 13 - Sottobacino idrografico in cui ricade la torre 6

Le quote altimetriche delle 6 torri sono: **torre 1: 292 m slm;**

- **Torre 1: 384 m slm;**
- **Torre 2: 389 m slm;**
- **Torre 3: 401 m slm;**
- **Torre 4: 282 m slm;**
- **Torre 5: 248 m slm.**
- **Torre 6: 231 m slm.**

Al bacino relativo alle torri 1,2,3 si possono associare i seguenti dati fondamentali.

Superficie complessiva (A)	kmq.	2
Distanza dalla sezione di chiusura al punto più a monte (L)	km	2,6
Quota massima slm	m	534

	PARCO EOLICO "CELSO-PESCES"	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 23

Quota minima (alla sezione di riferimento)	m	283
Quota media	m	375
Pendenza media	%	9

Tabella 11 – Caratteristiche bacino torri 1, 2, 3

Al bacino relativo alle torri 4,5 si possono associare i seguenti dati fondamentali.

Superficie complessiva (A)	kmq.	2,35
Distanza dalla sezione di chiusura al punto più a monte (L)	km	2,26
Quota massima slm	m	300
Quota minima (alla sezione di riferimento)	m	208
Quota media	m	245
Pendenza media	%	10

Tabella 12 - Caratteristiche bacino torri 4, 5

Al bacino relativo alla torre 6 si possono associare i seguenti dati fondamentali.

Superficie complessiva (A)	kmq.	0,78
Distanza dalla sezione di chiusura al punto più a monte (L)	km	1,37
Quota massima slm	m	258
Quota minima (alla sezione di riferimento)	m	190
Quota media	m	228
Pendenza media	%	5

Tabella 13 - Caratteristiche bacino torre 6

- **Permeabilità:** dalla consultazione della relazione geologica allegata al progetto in corrispondenza delle torri 1,2,3 affiorano terreni costituiti da **calcareniti sabbiose con lenti sabbioso-argillose**, in corrispondenza delle torri 5 e 6 si rileva una **formazione marnoso-arenacea** e in corrispondenza della torre 4 una formazione **argillo-marnoso-siltosa con livelli sabbioso-argillosi**. Pertanto, si può considerare globalmente una permeabilità medio-bassa in ragione della presenza di termini argilloso-marnoso-siltosi che possono essere considerati a scarsa permeabilità, contrapposti alle calcareniti sabbiose che possono essere ragionevolmente ritenute a permeabilità di grado medio.
- **Vegetazione:** dall'osservazione delle foto aeree oltreché dalla consultazione delle Carte dell'uso del suolo del PAI regionale nell'area risultano prevalente colture a

	PARCO EOLICO "CELSO-PESCES"	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 24

vigneto e subordinatamente a seminativo semplice: quindi in generale è predominante una vegetazione non ad alto fusto.

- **Clivometria:** la clivometria delle 3 aree è compresa tra 5% e 10% circa.

	PARCO EOLICO "CELSO-PESCES"	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 25

6. STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO DELL'AREA ANTE OPERA E POST OPERA

Il coefficiente di deflusso Cd è una grandezza idrologica che indica la vocazione che un'area ha di smaltire le precipitazioni piovose, nel sottosuolo per infiltrazione o in superficie per scorrimento: esso è dato dal rapporto tra la quantità d'acqua che scorre in superficie e la pioggia totale $Cd = P_{scorr.}/P_{totale}$ ed è quindi un numero compreso tra 0 e 1

- **Cd = 0** – infiltrazione delle precipitazioni piovose integralmente nel sottosuolo;
- **Cd = 1** – scorrimento delle precipitazioni piovose integralmente in superficie.

Esso dipende essenzialmente da 3 fattori:

- **Cp** = permeabilità dei terreni e quindi capacità di assorbimento delle acque piovane: maggiore è la permeabilità più le acque tenderanno ad infiltrarsi;
- **Ca** = acclività: maggiore è l'acclività più le acque tenderanno a scorrere in superficie,
- **Cv** = presenza di vegetazione: maggiore è la presenza di vegetazione, specie alberi ad alto fusto, maggiore sarà la tendenza all'infiltrazione

Da cui **$Cd = Cp + Ca + Cv$** .

Per il suo calcolo è stato utilizzato il metodo di Kennesy che consiste nell'attribuire un valore numeri ai 3 coefficienti Cp, Ca, Cv, avendo precedentemente determinato il valore di la ovvero l'indice di aridità, che si calcola con la formula:

$$I_a = \frac{(P/T+10) + 12p/t}{2}$$

Dove:

P = precipitazione media annua

	PARCO EOLICO "CELSO-PESCES"	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 26

p = precipitazione del mese più arido

T = temperatura media annua

T = temperatura del mese più piovoso

Dalla consultazione degli Annali idrologici e riferendosi alle stazioni termometriche di di Salemi e marsala per il periodo 1965-1994 i suddetti valori saranno:

$P = 580$ mm;

$p = 0$ mm;

$T = 17^\circ$;

$t = 14^\circ$.

Per cui sostituendo si avrà $la = 11$.

Per la determinazione di C_d si utilizza la sottostante tabella di Kennessy che attribuisce un valore ben preciso a Ca , C_d e C_v sulla base delle caratteristiche di acclività, permeabilità e vegetazione presenti nel sottobacino studiato

Coefficiente	Valori di riferimento	Valore
Ca = acclività	35%	0,22
	10 – 35	0,12
	3,5 – 10	0,01
	< 3,5	0
Cp = permeabilità	Medio bassa	0,21
	Mediocre	0,12
	Buona	0,06
	Elevata	0,03
Cv = vegetazione	Roccia	0,26
	Pascolo	0,17
	Coltivo	0,07
	Bosco	0,03

Tabella 14 - TABELLA DI KENNESSY (per $la < 25$)

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 27

Nell'area i valori di Ca, Cv e Cp sono:

Cp (permeabilità)	Medio-bassa	0,21
Ca (acclività)	3,5-10%	0,01
Cv (tipo di vegetazione)	Coltivo	0,07
Cv		0,29

Tabella 15 - I valori di Ca, Cv e Cp dell'area di studio

Questo rappresenta il Cd ante opera, ovvero allo stato attuale: a questo punto si esegue una verifica sulla base di questo principio ispiratore:

- determinare il Cd ante opera;
- determinare il Cd ponderato post opera che potrebbe essere diverso a causa delle edificazioni che saranno realizzate (plinti di fondazione, piazzole, stradelle di collegamento etc.);
- valutare la variazione che questa differenza potrà produrre nel ruscellamento superficiale delle acque;
- adottare delle misure con lo scopo di mantenere l'invarianza idraulica qualora si prevedesse una sensibile differenza.

Le determinazioni vengono fatte singolarmente per i 3 sottobacini considerati, i cui dati di progetto sono:

- **TORRI 1,2,3**
 - superficie bacino idrografico: 2 kmq;
 - superficie complessiva plinti: $3 \times 452,39 = 1357,17$ mq;
 - superficie complessiva piazzole: $3 \times 819,61 = 2458,83$ mq;
 - superficie complessiva viabilità interna: 3163,83 mq
- **TORRI 4,5**
 - superficie bacino idrografico: 2,35 kmq;

	PARCO EOLICO "CELSO-PESCES"	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 28

- superficie complessiva plinti: $2 \times 452,39 = 904,78$ mq;
- superficie complessiva piazzole: $2 \times 819,61 = 1639,22$ mq;
- superficie complessiva viabilità interna: 2802,92 mq.

➤ **TORRE 6**

- superficie bacino idrografico: 0,78 kmq;
- superficie complessiva plinti: 452,39 mq;
- superficie complessiva piazzole: 1639,22 mq;
- superficie complessiva viabilità interna: mq 2106,85.

I valori di Cd da assegnare alle suddette superfici sono:

- bacino idrografico: Cd = 0,29;
- plinti in cls: Cd = 0,9 (considerando il calcestruzzo quasi impermeabile);
- piazzole in misto di cava: 0,5;
- stradelle in misto di cava: 0,5.

6.1. TORRI 1, 2, 3

La superficie del sottobacino, al netto delle piazzole, plinti e stradelle sarà: mq 2.000.000 – $(1357,17+2458,83+3163,83) = 1993020,17$ mq.

Nella tabella successiva si associano le superfici ai vari Cd

	Estensione mq	Cd
Bacino idrografico	1993020,17	0,29
Plinti	1357,17	0,9
Piazzole	2458,83	0,5
stradelle	3163,83	0,5

Tabella 16 – Estensioni superfici torri 1, 2, 3

$$(1993020,17 \times 0,29) + (1357,17 \times 0,9) + (2458,83 \times 0,5) + (3163,83 \times 0,5)$$

	PARCO EOLICO "CELSO-PESCES"	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 29

Cd ponderato: ----- = **0,29**

2.000.000

Pertanto, si ha:

- **Cd ante opera: 0,29**
- **Cd post opera: 0,29**

6.2. TORRI 4,5

La superficie del sottobacino, al netto delle piazzole, plinti e stradelle sarà: mq 2.350.000 – (904,78+1639,22+2802,92) = 2344653,08 mq.

Nella tabella successiva si associano le superfici ai vari Cd

	Estensione mq	Cd
Bacino idrografico	2344653,08	0,29
Plinti	904,78	0,9
Piazzole	1639,22	0,5
stradelle	2802,92	0,5

Tabella 17 – Valori di Cd relativi alle varie superfici

$$(2344653,08 \times 0,29) + (904,78 \times 0,9) + (1639,22 \times 0,5) + (2802,92 \times 0,5)$$

Il valore di Cd ponderato sarà: ----- = **0,29**

1.000.000

Pertanto, si ha:

- **Cd ante opera: 0,29;**
- **Cd post opera: 0,29.**

6.3. TORRE 6

La superficie del sottobacino, al netto delle piazzole, plinti e stradelle sarà: mq 780.000 – (452,39+819,61+2106,85) = 776621,15 mq.

Nella tabella successiva si associano le superfici ai vari Cd

	Estensione mq	Cd
Bacino idrografico	776621,15	0,29
Plinti	452,39	0,9
Piazzole	819,61	0,5
stradelle	2106,85	0,5

Tabella 18 – Valori di Cd relativi alle varie superfici

$$(776621,15 \times 0,29) + (452,39 \times 0,9) + (819,61 \times 0,5) + (2106,85 \times 0,5)$$

Il valore di Cd ponderato sarà: ----- = **0,29**

780.000

Pertanto, si ha:

- **Cd ante opera: 0,29;**
- **Cd post opera: 0,29.**

Non essendoci alcuna variazione del Cd post opera **si conclude che non si prevede alcun incremento dei volumi di ruscellamento delle acque superficiali** che quindi l'invarianza idraulica dell'area è garantita.

Allo stesso modo l'eventuale portata di massima piena attesa alla sezione considerata non subirà alcuna variazione poiché nella formula utilizzata tutti i parametri in gioco non variano ante e post operam, infatti:

$$Q_{\max} \text{ (m/sec)} = 0,278 \times (SxhxCd)/Tc$$

Dove

S = superficie del bacino (kmq);

	PARCO EOLICO “CELISO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 31

C_d = coefficiente di deflusso (adimensionale);

h = pioggia attesa secondo le curve di probabilità pluviometrica ai vari tempi di ritorno (mm);

T_c = tempo di corrivazione (ore e minuti).

Allo stesso modo, per analogia col sottobacino in cui sussistono le torri da 1 a 4, anche per la torre 5 che sussiste in un sottobacino più piccolo avente analoghe caratteristiche sia morfologiche, che idrologiche, che litologiche, si ritiene che anche per la realizzazione della suddetta torre l'invarianza idraulica è garantita.

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 32

7. VIABILITÀ DI CAMPO

Per agevolare l'accesso dei mezzi alle piazzole degli aerogeneratori, è prevista la realizzazione di collegamenti con le strade vicinali o le trazzere nell'area in cui verrà costruito il parco eolico. La viabilità del progetto si baserà principalmente sulla rete stradale esistente, con eventuali adeguamenti da effettuare se necessari. Inoltre, verrà creata una nuova viabilità per collegare le piazzole di esercizio alle strade adiacenti. Questa nuova viabilità seguirà in parte le linee displuviali (crinali), che non hanno un bacino di drenaggio significativo o, se presente, è molto limitato.

In sintesi, le infrastrutture stradali relative al parco eolico non influenzeranno la formazione dei deflussi nei bacini idrografici né causeranno un aumento della portata nei corpi idrici ricettori.

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 33

8. PERCORSO DEL CAVIDOTTO

Per un maggiore dettaglio sulla risoluzione delle interferenze dei cavidotti relativi al parco eolico in oggetto e i corsi d'acqua presenti sul territorio, si rimanda agli elaborati di progetto *“Risoluzione delle interferenze”* e *“Modalità di risoluzione delle interferenze”*.

Si precisa che la risoluzione delle interferenze dei cavidotti con i corsi d'acqua esistenti consentirà di eliminare l'interessamento diretto con le sezioni idrauliche, rispettando e lasciando inalterati i franchi idraulici previsti, escludendo qualsiasi interferenza con il livello di massima piena del corso d'acqua.

Con riferimento all'intero percorso del cavidotto, dagli aerogeneratori alla Cabina di Consegna, sono state rilevate 43 interferenze di cui 51 sono interferenze idrauliche (Per un maggiore dettaglio si rimanda all'elaborato *“Modalità di Risoluzione delle Interferenze”*). Nella tabella successiva vengono presentate le interferenze idrauliche individuate con la relativa tecnica di risoluzione. Si precisa che la cartografia consultata per tale valutazione è quella resa disponibile alla data di redazione di codesto elaborato su Geoportale Nazionale.

RISOLUZIONE	ID	COORDINATE (UTM WGS84 – FUSO 33)
STAFFATURA LATERALE SULL'IMPALCATO	Int.8	4188639.27 m N
		295725.57 m E
TOC	Int.7	4190324.19 m N
		300710.10 m E
	Int.9	4189743.54 m N
		301584.24 m E
	Int.10	4189759.84 m N
		301318.24 m E
	Int.11	4189883.00 m N
		301051.24 m E
	Int.12	4190266.33 m N
		300717.74 m E
	Int.13	4190423.10 m N
		300701.84 m E
	Int.14	4190465.22 m N
		300516.37 m E
	Int.15	4190397.87 m N
		300457.50 m E
	Int.16	4190352.79 m N
		300434.14 m E
	Int.17	4190520.89 m N
		300231.20 m E
	Int.18	4190649.27 m N
		299989.94 m E
	Int.19	4190261.99 m N
		300362.96 m E
	Int.20	4190243.75 m N
		300329.88 m E
Int.21	4189994.36 m N	
	299713.11 m E	
Int.22	4189998.30 m N	
	299350.03 m E	
Int.23	4189971.60 m N	
	299216.08 m E	
Int.24	4189988.49 m N	
	298442.10 m E	
Int.25	4189202.45 m N	
	296742.77 m E	
Int.26	4188405.00 m N	

RISOLUZIONE	ID	COORDINATE (UTM WGS84 - FUSO 33)
		297748.00 m E
	Int.27	4188807.25 m N
		296118.20 m E
	Int.28	4188636.18 m N
		295721.92 m E
	Int.29	4188411.09 m N
		295210.24 m E
	Int.30	4188293.53 m N
		2950296.03 m E
	Int.31	4188285.64 m N
		295008.98 m E
	Int.32	4188339.05 m N
		294573.89 m E
	Int.33	4188448.88 m N
		294440.23 m E
	Int.34	4188581.98 m N
		294406.84 m E
	Int.35	4188663.66 m N
		294464.31 m E
	Int.36	4188691.88 m N
		294568.50 m E
	Int.37	4188798.55 m N
		294653.09 m E
	Int.38	4188893.78 m N
		294632.17 m E
	Int.39	4189074.48 m N
		294663.25 m E
	Int.40	4189199.37 m N
		294697.39 m E
	Int.41	4190264.11 m N
		294243.13 m E
	Int.42	4190542.19 m N
		2942207.13 m E
	Int.43	4190858.59 m N
		294213.14 m E
	Int.44	4191337.61 m N
		294216.45 m E
	Int.45	4191616.48 m N
		294131.42 m E

	PARCO EOLICO “CELISO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 36

RISOLUZIONE	ID	COORDINATE (UTM WGS84 – FUSO 33)	
	Int.46	4191788.52	m N
		294067.59	m E
	Int.47	4192093.92	m N
		293783.39	m E
	Int.48	4192054.05	m N
		293245.04	m E
	Int.49	4191844.62	m N
		292808.54	m E
	Int.50	4191706.09	m N
		292519.97	m E
	Int.51	4188411.09	m N
		295210.24	m E
	Int.52	4191551.13	m N
		292189.78	m E
	Int.53	4191462.46	m N
		292002.20	m E

Tabella 19 – Intersezioni idrauliche con relativa tecnica di superamento (fonte: Geoportale Nazionale)

Come è possibile vedere nella tabella precedente, le intersezioni con il reticolo idrografico verranno superate mediante l'utilizzo della TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), di cui un esempio è riportato in Figura 14.

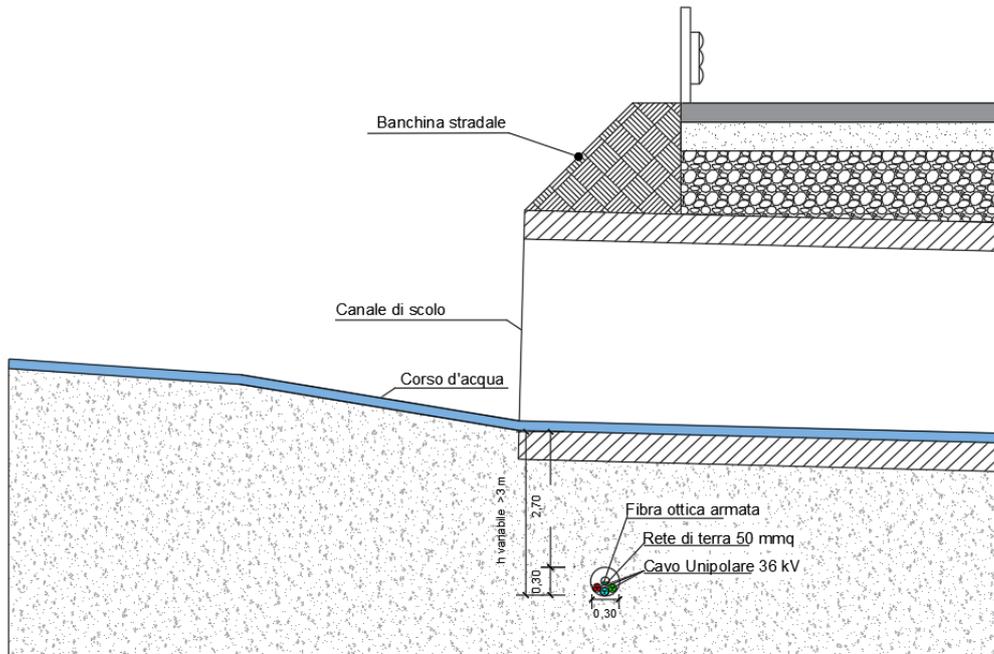


Figura 14 – Tipico attraversamento in TOC

	PARCO EOLICO “CELSO-PESCES”	 		
	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA	22/04/2024	REV.0	Pag. 38

9. CONCLUSIONI

Una volta identificato il bacino idrografico relativo all’area in cui verrà realizzato il parco eolico, sono state individuate alcune interferenze tra il progetto stesso e il reticolo idrografico. Queste interferenze si concentrano principalmente lungo il tracciato del cavidotto e sono dovute agli attraversamenti dei corsi d’acqua. Tuttavia, tali interferenze verranno risolte tramite tecniche di ottimizzazione del tracciato o mediante l’uso di staffaggi lungo i ponti, qualora siano presenti. È importante notare che le opere civili non hanno alcun impatto sul reticolo idrografico.

Come è noto il Cd dipende esclusivamente da litologia, permeabilità e copertura vegetale dell’area (tabella di Kennessy – paragrafo 7) e poiché il Cd post opera non subisce alcun incremento rispetto al Cd ante opera, si conclude che non si prevede alcun incremento dei volumi di ruscellamento delle acque superficiali e che quindi l’invarianza idraulica dell’area è garantita.

Risulta quindi garantita l’invarianza idraulica per il caso in esame. Le interferenze e gli attraversamenti saranno gestiti conformemente al R.D n° 523/1904, alle N. di A. dei PAI e al D.S.G. AIU 2022. In definitiva, si può concludere che il progetto è compatibile con il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, il DPCM 7 marzo 2019, il DSG AIU 2022, il DDG 102 sul principio di invarianza idraulica e con le NTA del PAI.