

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNE DI ALCAMO
LOCALITÀ MONTELEONE

Oggetto:

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO
AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 25,01 MWp E POTENZA DI IMMISSIONE
22,37 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

Sezione:

SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI

Elaborato:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Nome file stampa:

FV.ALC01.PD.A.09.pdf

Codifica Regionale:

RS06REL0006A0

Scala:

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

FV.ALC01.PD.A.09

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY 8 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16771051006



E-WAY 8 S.R.L.
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 - Roma
G.E./P.Iva 16771051006
PEC: e-way8srl@legalmail.it

Progettazione:

E-WAY 8 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA. 16771051006



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
FV.ALC01.PD.A.09	00	11/2023	F.Pinto	A.Bottone	A.Bottone

E-WAY 8 S.r.l.

Sede legale
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
PEC: e-way8srl@legalmail.it tel. +39 0694414500



**RELAZIONE IDROLOGICO-
IDRAULICA**

CODICE

FV.ALC01.PD.A.09

REVISIONE n.

00

DATA REVISIONE

11/2023

PAGINA

1 di 62

INDICE

1	PREMESSA.....	6
2	INTRODUZIONE	7
3	OPERE DI PROGETTO	9
3.1	Componenti elettriche	10
3.2	Soluzione di connessione alla RTN.....	10
4	LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI.....	11
4.1	Inquadramento delle opere nei territori di competenza dell’Autorità di Bacino.....	11
4.1.1	Compatibilità degli interventi rispetto al Piano Stralcio di distretto per l’Assetto Idrogeologico	13
4.1.1.1	Compatibilità degli interventi rispetto alle Norme Tecniche di Attuazione.....	14
5	INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO	19
6	ANALISI IDROLOGICA.....	21
6.1	Metodo TCEV Sicilia	21
6.1.1	Coefficiente di afflusso	23
6.2	Calcolo delle portate al colmo di piena.....	23
6.3	Modellazione idraulica bidimensionale	26
7	INTERFERENZE IDRAULICHE.....	27
7.1	I.01, I.02 e I.03.....	27
7.1.1	Risoluzione della I.01, I.02 ed I.03	28
7.2	I.04, I.05, I.06 e I.07.....	30
7.2.1	Risoluzione delle interferenze I.04, I.05, I.06 e I.07.....	31
7.3	I.08, I.09 e I.10.....	32
7.3.1	Risoluzione della I.08, I.09 e I.10.....	33
7.4	I.11	34
7.4.1	Risoluzione delle I.11	34

7.5	I.12	36
7.6	Risoluzione della I.12	36
7.7	I.13	40
7.7.1	Risoluzione della I.13	41
7.8	I.14	43
7.8.1	Risoluzione della I.14	43
7.9	I.15	45
7.9.1	Risoluzione della I.15	45
7.10	I.16	48
7.10.1	Risoluzione della I.16	49
7.11	I.17	50
7.11.1	Risoluzione della I.17	51
7.12	I.18	52
7.12.1	Risoluzione della I.18	53
7.13	I.19, I.20 e I.21	54
7.13.1	Risoluzione della I.19, I.20 e I.21	55
8	RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE: TABELLA RIASSUNTIVA	56
9	REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE	57
10	CENNI SUL FENOMENO DELL'EROSIONE	59
11	CONCLUSIONI	61
12	BIBLIOGRAFIA	62

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 - Corografia generale dell'area di impianto e delle opere connesse su ortofoto (Rif. FV.ALC01.PD.E.03).....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2 - Rappresentazione dell'interdistanza tra i tracker.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3 - Inquadramento delle opere di progetto rispetto alla Carta dei bacini idrogeologici e corpi idrici significativi sotterranei (Rif. FV.ALC01.PD.C.10)</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4 - Inquadramento delle opere di progetto rispetto al PAI: Pericolosità geomorfologica (Rif. FV.ALC01.PD.C.07).....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 5 - Inquadramento delle opere di progetto rispetto al PAI: Pericolosità idraulica (Rif. FV.ALC01.PD.C.07)</i>	<i>17</i>
<i>Figura 6 - Sottozone pluviometriche omogenee per il secondo livello di regionalizzazione relativo al metodo VAPI</i>	<i>22</i>
<i>Figura 7 - Rappresentazione dei bacini idrografici per le interferenze I.11 e I.12.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 8 - Rappresentazione del bacino idrografico per l'interferenza I.13.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 9 - Rappresentazione del bacino idrografico per l'interferenza I.15.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 10 - Inquadramento della I.01, I.02 e I.03 su CTR e ortofoto.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 11 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza che prevede il passaggio del cavidotto sopra l'opera di canalizzazione e nel pacchetto stradale (Rif. FV.ALC01.PD.G.02).....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 12 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza che prevede il passaggio del cavidotto sotto l'opera di canalizzazione (Rif. FV.MNR03.PD.G.02).....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 13 - Inquadramento della I.04, I.05, I.06 e I.07 su CTR e ortofoto</i>	<i>30</i>
<i>Figura 14 - Inquadramento della I.08, I.09 e I.10 su CTR e ortofoto.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 15 - Inquadramento delle I.5 su CTR e ortofoto.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 16 - Rappresentazione dell'area inondabile ottenuta dalla modellazione idraulica bidimensionale per la I.11 ...</i>	<i>35</i>
<i>Figura 17 - Inquadramento delle I.12 su CTR e ortofoto.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 18 - Rappresentazione dell'area inondabile ottenuta dalla modellazione idraulica bidimensionale per la I.12 ...</i>	<i>37</i>
<i>Figura 19 - Rappresentazione del tratto di TOC (in giallo) per la I.12.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 20 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza tramite TOC (Rif. FV.ALC01.PD.G.02)</i>	<i>39</i>
<i>Figura 21 - Inquadramento della I.13 su CTR e ortofoto.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 22 - Rappresentazione dell'area inondabile ottenuta dalla modellazione idraulica bidimensionale per la I.13 ...</i>	<i>41</i>
<i>Figura 23 - Rappresentazione del tratto di TOC (in giallo) per la I.13.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 24 - Inquadramento della I.15 su CTR e ortofoto.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 25 - Inquadramento della I.15 su CTR e ortofoto.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 26 - Rappresentazione dell'area inondabile ottenuta dalla modellazione idraulica bidimensionale per la I.15 ...</i>	<i>46</i>
<i>Figura 27 - Rappresentazione del tratto di TOC (in giallo) per la I.15.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 28 - Inquadramento della I.16 su CTR e ortofoto.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 29 - Inquadramento della I.17 su CTR e ortofoto.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 30 - Inquadramento della I.18 su CTR e ortofoto.....</i>	<i>52</i>



**RELAZIONE IDROLOGICO-
IDRAULICA**

CODICE	FV.ALC01.PD.A.09
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	4 di 62

Figura 31 - Inquadramento della l.19, l.20 e l.21 su CTR e ortofoto 54

Figura 32 - Sezione tipo del canale trapezoidale 58



**RELAZIONE IDROLOGICO-
IDRAULICA**

CODICE

FV.ALC01.PD.A.09

REVISIONE n.

00

DATA REVISIONE

11/2023

PAGINA

5 di 62

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 - Coordinate geografiche relative al parco agro-fotovoltaico di progetto (Rif. FV.ALC01.PD.B.01).....</i>	<i>8</i>
<i>Tabella 2 - Elenco delle interferenze idrauliche individuate</i>	<i>19</i>
<i>Tabella 3 - Calcolo delle portate al colmo di piena per le interferenze analizzate.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabella 4 - Coordinate geografiche relative alla I.01.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabella 5 - Coordinate geografiche relative alla I.02.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabella 6 - Coordinate geografiche relative alla I.03.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabella 7 - Coordinate geografiche relative alla I.04.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabella 8 - Coordinate geografiche relative alla I.05.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabella 9 - Coordinate geografiche relative alla I.06.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabella 10 - Coordinate geografiche relative alla I.07.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabella 11 - Coordinate geografiche relative alla I.08.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 11 - Coordinate geografiche relative alla I.09.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 11 - Coordinate geografiche relative alla I.10.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabella 12 - Coordinate geografiche relative alla I.11.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabella 13 - Coordinate geografiche relative alla I.12.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabella 16 - Coordinate geografiche relative alla I.13.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabella 17 - Coordinate geografiche relative alla I.14.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabella 18 - Coordinate geografiche relative alla I.15.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabella 19 - Coordinate geografiche relative alla I.16.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabella 20 - Coordinate geografiche relative alla I.17.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabella 21 - Coordinate geografiche relative alla I.18.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabella 22 - Coordinate geografiche relative alla I.19.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabella 23 - Coordinate geografiche relative alla I.20.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabella 23 - Coordinate geografiche relative alla I.21.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabella 36 - Risoluzione delle interferenze del cavidotto.....</i>	<i>56</i>

1 PREMESSA

IL PRESENTE ELABORATO È RIFERITO AL PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO, SITO IN ALCAMO (TP), LOCALITÀ MONTELEONE.

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza installata pari a 25,01 MWp e una potenza nominale di 22,37 MW e presenta la seguente configurazione:

1. Un generatore fotovoltaico suddiviso in 11 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici bifacciali aventi potenza unitaria pari a 710 Wp cadauno ed installati su strutture ad inseguimento solare mono-assiali (tracker);
2. Una stazione integrata per la conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Una Cabina di Raccolta e Misura;
4. Elettrodotto interno in cavo interrato per l'interconnessione delle Power Station di cui al punto 2, con la Cabina di Raccolta e Misura;
5. Elettrodotto esterno in cavo interrato per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN a 220/36 kV, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Partinico - Partanna";

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way 8 S.R.L., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4 – 00186 Roma (RM), P.IVA 16771051006

2 INTRODUZIONE

L'impianto di progetto è situato in Sicilia, nel Comune di Alcamo (TP), località Monteleone. Il terreno ricade in zona agricola E, ai sensi dello strumento urbanistico vigente PRG del Comune di Alcamo.

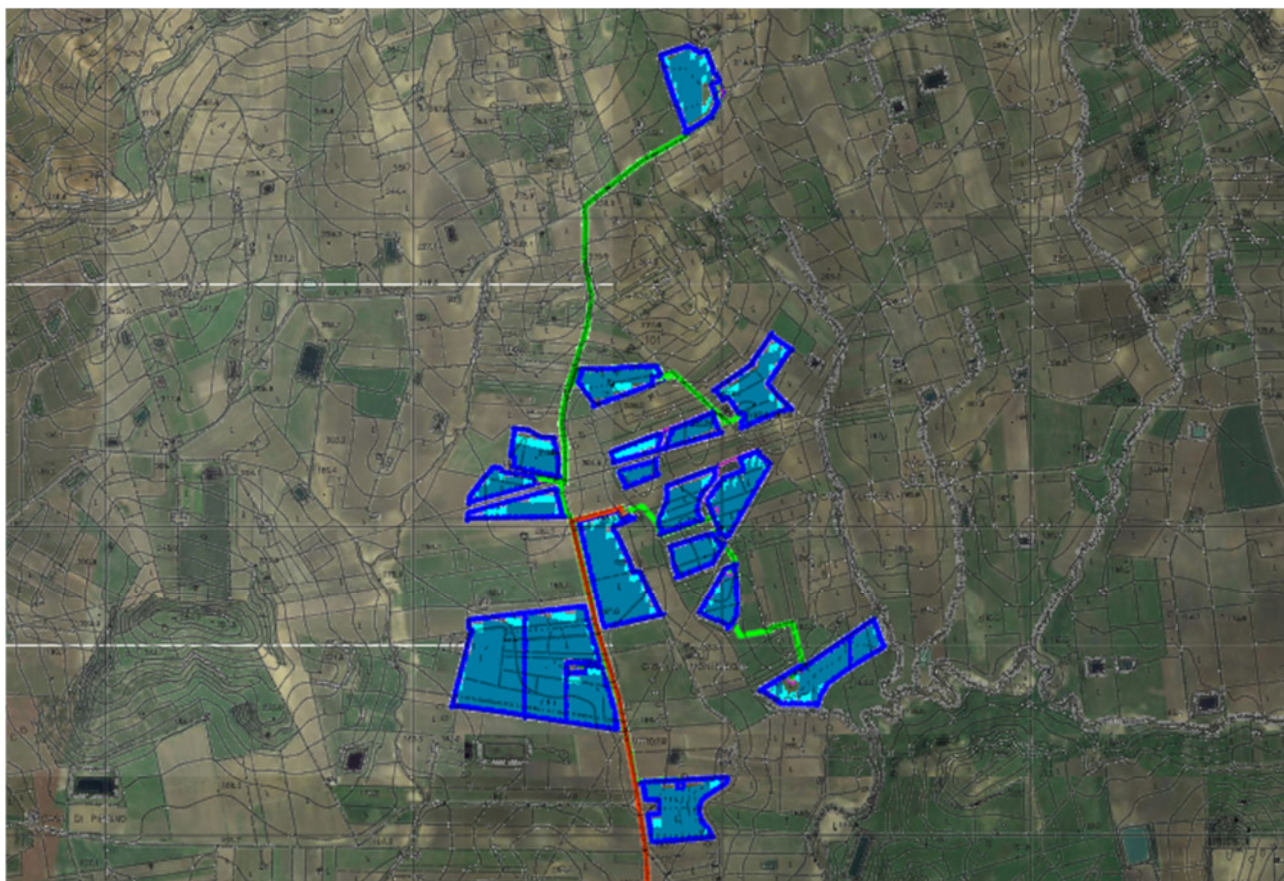


Figura 1 - Corografia generale dell'area di impianto e delle opere connesse su ortofoto (Rif. FV.ALC01.PD.E.03)



**RELAZIONE IDROLOGICO-
IDRAULICA**

CODICE	FV.ALC01.PD.A.09
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	8 di 62

Tabella 1 - Coordinate geografiche relative al parco agro-fotovoltaico di progetto (Rif. FV.ALC01.PD.B.01)

Coordinate Parco Agrovoltaico di progetto - Comune di Alcamo								
ID PARCO	UTM-WGS84 (m) – FUSO 33		UTM-ED 50 (m) – FUSO 33		GAUSS BOAGA (m)		Catasto	Quote altimetriche (s.l.m.m.)
	EST	NORD	EST	NORD	EST	NORD	Comune	
	323642	4198916	323710	4199108	2343650	4198922	ALCAMO	201

L'elenco completo delle particelle interessate dalle opere e delle relative fasce di asservimento è riportato nell'elaborato "FV.ALC01.PD.L.05/06- Piano particellare di asservimento di esproprio grafico e descrittivo" allegato al progetto.

Il presente elaborato vuole analizzare la compatibilità idraulica delle opere di progetto, andando in primis a calcolare le portate di progetto mediante un approccio probabilistico delle precipitazioni, e poi studiando gli eventuali fenomeni di allagamento in corrispondenza delle interferenze con i corpi idrici, che saranno fondamentali ai fini del dimensionamento dei manufatti idraulici.

3 OPERE DI PROGETTO

Il layout d'impianto si costituisce di una serie di elementi frutto delle considerazioni appena fatte, in particolare di:

- strutture tracker sulle quali sono posizionati i moduli fotovoltaici;
- power station;
- cabina di raccolta e misura;
- cavidotto in media tensione (MT);
- fascia di mitigazione con arbusti e alberi;
- strade bianche di progetto;
- recinzione perimetrale.

Nello specifico, sono state disposte le file di tracker con un'interlinea tale da evitare fenomeni di auto-ombreggiamento ed assicurare gli spazi utili alle attività di manutenzione. La distanza scelta tra le strutture dei tracker (pitch) è stata posta pari a 7.5 m, in modo tale da soddisfare anche le esigenze legate ad attività colturali. Il terreno sottostante i moduli, inoltre, sarà soggetto ad attività di sfalcio del manto erboso oltre alle attività di raccolta delle specie vegetali ipotizzate dal piano colturale.

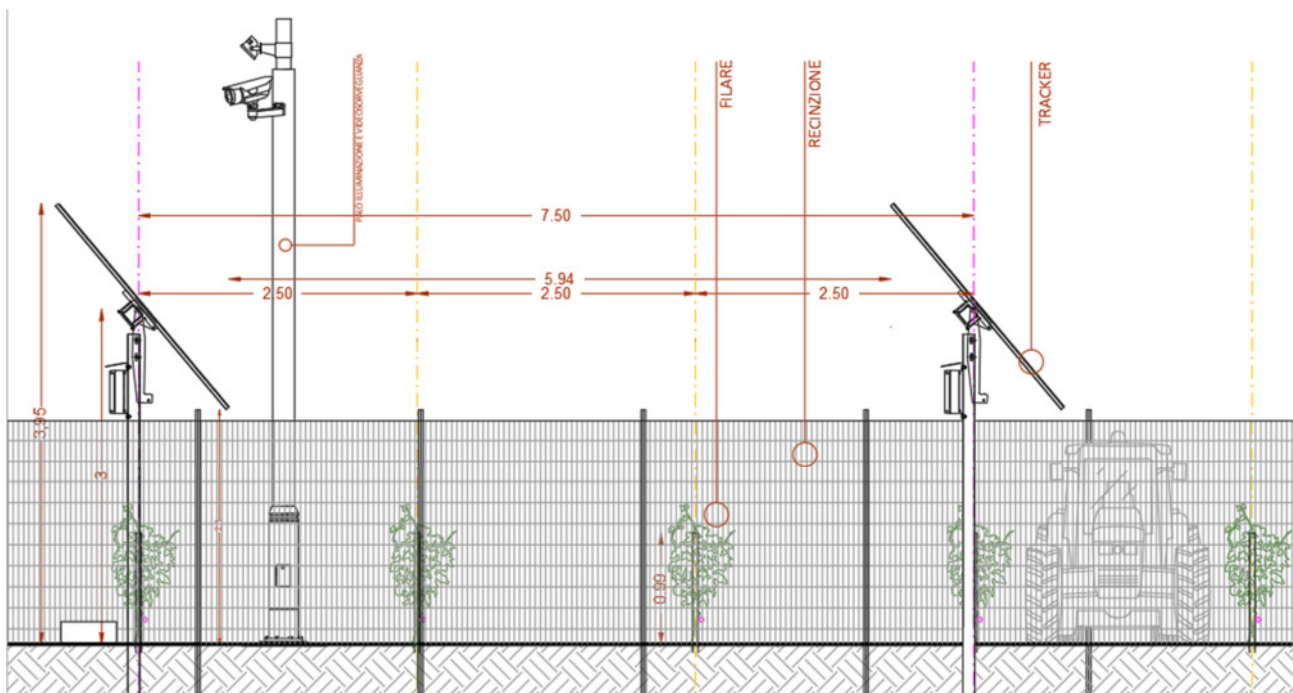


Figura 2 - Rappresentazione dell'interdistanza tra i tracker



RELAZIONE IDROLOGICO- IDRAULICA

CODICE	FV.ALC01.PD.A.09
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	11/2023
PAGINA	10 di 62

3.1 Componenti elettriche

Il parco agrofotovoltaico sarà costituito da moduli bifacciali MySolar, modello Gold N-Type MS710N-HJTGB (o similari) e potenza di 710 Wp cadauno, disposti su inseguitori solari (o tracker) monoassiali N-S. È prevista la suddivisione in sottocampi, per ognuno dei quali è prevista una Power Station con diversi inverter centralizzati al suo interno. Il collegamento delle Power Station avverrà tramite un cavidotto interno che collega i sottocampi in una cabina di raccolta.

3.2 Soluzione di connessione alla RTN

La Soluzione Tecnica Minima Generale di connessione alla RTN (CP 202100462) prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione SE a 220/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220 kV "Partinico – Partanna".



**RELAZIONE IDROLOGICO-
IDRAULICA**

CODICE

FV.ALC01.PD.A.09

REVISIONE n.

00

DATA REVISIONE

11/2023

PAGINA

12 di 62

La forma del bacino idrografico del fiume S. Bartolomeo è sub-circolare, raggiungendo la massima ampiezza nel settore centrale e restringendosi progressivamente nella parte settentrionale, fino a raggiungere qualche centinaio di metri in corrispondenza della foce.

Il Fiume S. Bartolomeo rappresenta la parte terminale del F. Freddo che nasce nel territorio di Calatafimi-Segesta. L'asta principale del Fiume assume il nome di S. Bartolomeo a partire dalla confluenza dei Fiumi Caldo e Freddo, al confine tra i territori comunali di Alcamo, Castellammare del Golfo e Calatafimi, ad una quota di circa 29 m s.l.m. L'altitudine massima del bacino è di circa 825 m s.l.m., quella minima è 0,00 m s.l.m. (alla foce).

Tra gli affluenti principali sono da annoverare: il Fiume Sirignano che confluisce in destra, il Rio Giummarella che confluisce in sinistra e il F. Caldo che confluisce in sinistra e che rappresenta sicuramente il più importante degli affluenti citati.

Il Fiume S. Bartolomeo scorre prevalentemente in direzione NNE-SSO e con andamento meandriforme nella sua parte terminale, indice della maturità evolutiva raggiunta. Il suo reticolo idrografico appare abbastanza gerarchizzato, ma disorganizzato.

L'assetto geomorfologico attuale del bacino e delle aree territoriali ad esso contigue è estremamente vario ed è il risultato di una fase tettonica molto recente. Infatti, l'evoluzione morfologica dell'area si può far risalire alla fine del Pliocene, quando si verificò l'emersione delle falde e delle scaglie impilate durante la fase tettonica compressiva del Mio-Pliocene. La presenza nel territorio in esame di massicci e blocchi isolati è dovuta sia ad una fase tettonica distensiva recente, manifestatasi con faglie dirette a forte rigetto, sia a fenomeni erosivi. I terreni percentualmente più diffusi nel bacino e nelle aree territoriali contigue (più del 70%) sono terreni plastici, appartenenti alle formazioni argillose e argillo-sabbiose. Le fasce pedemontane e collinari caratterizzate da terreni di natura argillosa presentano versanti con forme arrotondate e a debole acclività, modellatisi in seguito a movimenti franosi. I versanti caratterizzati da alternanze di livelli argillosi e arenacei presentano, invece, una morfologia irregolare e complessa, dovuta alle locali variazioni litologiche e strutturali. I terreni in cui affiorano rocce lapidee (carbonatiche e gessose) danno luogo a versanti aspri e scoscesi, con dislivelli di diverse centinaia di metri e ampie fasce di detrito ai loro piedi e fortemente influenzati dall'andamento delle strutture geologiche (stratificazioni, faglie). I processi geomorfologici prevalenti sono quelli termoplastici, con disgregazione fisica delle rocce, e i fenomeni gravitativi tipo crollo. Un fenomeno particolare riscontrato al contatto fra le rocce carbonatiche e i terreni argillosi è quello delle deformazioni gravitative profonde (DGPV), presente nell'area territoriale fra il bacino del Fiume S.

Bartolomeo e Punta Solanto, in prossimità dell'abitato di Scopello, al confine fra il territorio comunale di Castellammare del Golfo e quello di S. Vito lo Capo.

La parte centro-settentrionale del bacino del Fiume S. Bartolomeo è caratterizzata dall'andamento sinuoso del suo fiume omonimo. L'asta principale e i suoi principali affluenti ricadono essenzialmente su terreni di natura prevalentemente argillosa che danno luogo ad un reticolo idrografico di tipo subdendritico; ciò genera un modellamento dei versanti relativamente regolare che si concretizza nella formazione di sponde e versanti pressoché regolari e dalle pendenze relativamente modeste. In questa porzione di territorio l'evoluzione dei versanti è legata all'innesco e all'evoluzione dei fenomeni franosi che si verificano a causa della natura litologica dei terreni affioranti. Nell'area territoriale compresa fra il bacino del Fiume Jato e il bacino del Fiume S. Bartolomeo gli alvei dei corsi d'acqua si sono impostati sui terreni essenzialmente di natura argilloso-sabbiosa e calcarenitica. L'evoluzione degli affioramenti rocciosi presenti nell'estremo settore settentrionale e soprattutto lungo la linea di costa è fortemente condizionata dal verificarsi di fenomeni franosi (crolli e/o ribaltamenti) mentre il settore centrale e meridionale appare piuttosto stabile grazie alla morfologia pressoché pianeggiante dell'area e alla tipologia dei terreni affioranti (terrazzi quaternari).

L'area territoriale compresa fra il bacino del Fiume S. Bartolomeo e Punta Solanto, invece, presenta zone a morfologia piuttosto differenziata. L'area si caratterizza, infatti, soprattutto per la presenza di due dorsali pressoché ortogonali fra loro e con orientazione circa NNO-SSE e SO-NE, nelle quali affiorano terreni di natura litoide; ampie fasce di detrito si ritrovano ai loro piedi, testimoni di processi di disgregazione fisica delle rocce e di fenomeni gravitativi di tipo crollo/ribaltamento. Nell'area sono modesti i terreni prevalentemente argillosi, ciò determina un paesaggio prevalentemente aspro con versanti scoscesi e limitate zone collinari con versanti a debole pendenza nel settore meridionale; mentre, lungo la fascia costiera sono presenti ampie aree sub-pianeggianti legate alla presenza di terrazzi quaternari.

4.1.1 Compatibilità degli interventi rispetto al Piano Stralcio di distretto per l'Assetto Idrogeologico

La regione Sicilia effettua la pianificazione di bacino mediante il Piano per l'Assetto Idrogeologico, strumento fondamentale della politica di assetto territoriale. Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) è stato redatto ai sensi dell'art.17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000.

Il P.A.I. ha tre funzioni principali:

- Funzione conoscitiva: consiste nello studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico e nella ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici, dei vincoli idrologici e dei vincoli paesaggistici;
- Funzione normativa e prescrittiva: il P.A.I. ha l'obiettivo di tutelare le acque e il territorio e di valutare la pericolosità e il rischio idrogeologico, col fine di stabilire vincoli di carattere sia straordinario che ordinario;
- Funzione programmatica: il P.A.I. stabilisce le possibili metodologie di intervento finalizzate alla mitigazione del rischio e valuta l'impegno finanziario occorrente e la distribuzione temporale degli interventi.

L'Assessore per il Territorio e l'Ambiente ha emanato in data 7 marzo 2003 la "Circolare sulla redazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico", attraverso la quale ha stabilito i criteri necessari ad un'efficace corrispondenza di informazioni tra gli Enti Locali e l'Assessorato ai fini della redazione del Piano Stralcio. I Comuni, i consorzi A.S.I., le Province Regionali e gli Enti Parco sono stati invitati a segnalare le situazioni di pericolosità geomorfologica e idraulica presenti sul territorio.

Alla circolare sono state allegate le Linee Guida per la valutazione del rischio idrogeologico. La metodologia di valutazione del rischio si riferisce alla definizione riportata nell'Atto di indirizzo e coordinamento (D.P.C.M. '98) e si basa sull'uso delle rappresentazioni matriciali per la valutazione della magnitudo e la pericolosità di un evento. Combinando la pericolosità con la vulnerabilità degli elementi a rischio, si ottiene la valutazione del rischio secondo i 4 livelli stabiliti dal D.P.C.M.: moderato, medio, elevato e molto elevato.

Le opere di progetto non ricadono in aree caratterizzate da pericolosità idraulica di alcun livello. Col fine di valutare la compatibilità idraulica del progetto, sono state valutate le aree inondabili per un T_R pari a 200 anni.

4.1.1.1 Compatibilità degli interventi rispetto alle Norme Tecniche di Attuazione

Le Norme di Attuazione del P.A.I. sono state sostituite dal DP n. 09/ADB del 06/05/2021 e dal GURS n. 22 del 21/05/2021. Esse stabiliscono le procedure di aggiornamento e revisione del P.A.I. (Art. 6). Il P.A.I. è infatti uno strumento flessibile, che *"può essere aggiornato su proposta di soggetti pubblici o privati a seguito di: a) indagini e studi di approfondimento; b) segnalazioni di nuovi dissesti idrogeologici; c) variazione delle condizioni di pericolosità, derivanti dalla realizzazione e/o completamento di interventi strutturali di mitigazione del rischio idrogeologico"* (Art. 7).

Per quanto riguarda l'area di studio, essa non rientra in zone all'interno delle quali il P.A.I. abbia subito modifiche nel corso degli anni.

All'art. 9 il testo recita: *“La presente normativa interviene, con limiti e prescrizioni che individuano attività consentite e/o vietate in aree individuate a pericolosità dal P.A.I., fatte salve le valutazioni delle Amministrazioni competenti in materia di gestione del rischio”*. Inoltre, per le aree non perimetrate a pericolosità dal P.A.I. (come quella interessata da progetto) la normativa *“interviene con indicazioni metodologiche di carattere generale, ai fini della prevenzione dei fenomeni di dissesto idrogeologico e della tutela dei copi idrici, dei versanti e delle aree costiere”*.

L'art. 5 definisce la fascia fluviale come *“l'area legata alla dinamica di un corso d'acqua, area che pertanto comprende l'attuale alveo e le aree ad esso adiacenti che sono state o che possono essere interessate dalla sua dinamica laterale”*.

Con l'articolo 14 le fasce fluviali vengono distinte in:

- *Fascia fluviale A: area inondata a seguito di piene con tempo di ritorno di 50 anni;*
- *Fascia fluviale B: area inondata a seguito di piene con tempo di ritorno di 100 anni non compresa nella fascia A;*
- *Fascia fluviale C: area inondata a seguito di piene con tempo di ritorno di 300 anni non compresa nelle fasce A e B.*

Le opere di progetto non ricadono in alcuna delle fasce fluviali sopraccitate.

Sempre l'art. 5 dà la definizione di sito di attenzione, il quale è un *“sito che necessita di studi e approfondimenti relativi alle condizioni geomorfologiche e/o idrauliche per la determinazione del relativo livello di pericolosità”*. L'art. 15 stabilisce che *“nei siti di attenzione l'attività edilizia e di trasformazione del territorio è disciplinata secondo quanto specificato per le aree a pericolosità più elevata”*. Gli interventi proposti in questo studio non ricadono in alcun sito d'attenzione.

Gli articoli 26 e 27 indicano cosa è possibile realizzare nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata (P4), elevata (P3), media (P2) e moderata (P1). In particolare, l'articolo 27 stabilisce che *“nelle aree a pericolosità P2 e P1 oltre agli interventi di cui all'art. 26, è consentita (previa verifica di compatibilità) l'attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali e attuativi, e di settore vigenti, correlati da un adeguato studio di compatibilità esteso ad un ambito significativo”*.

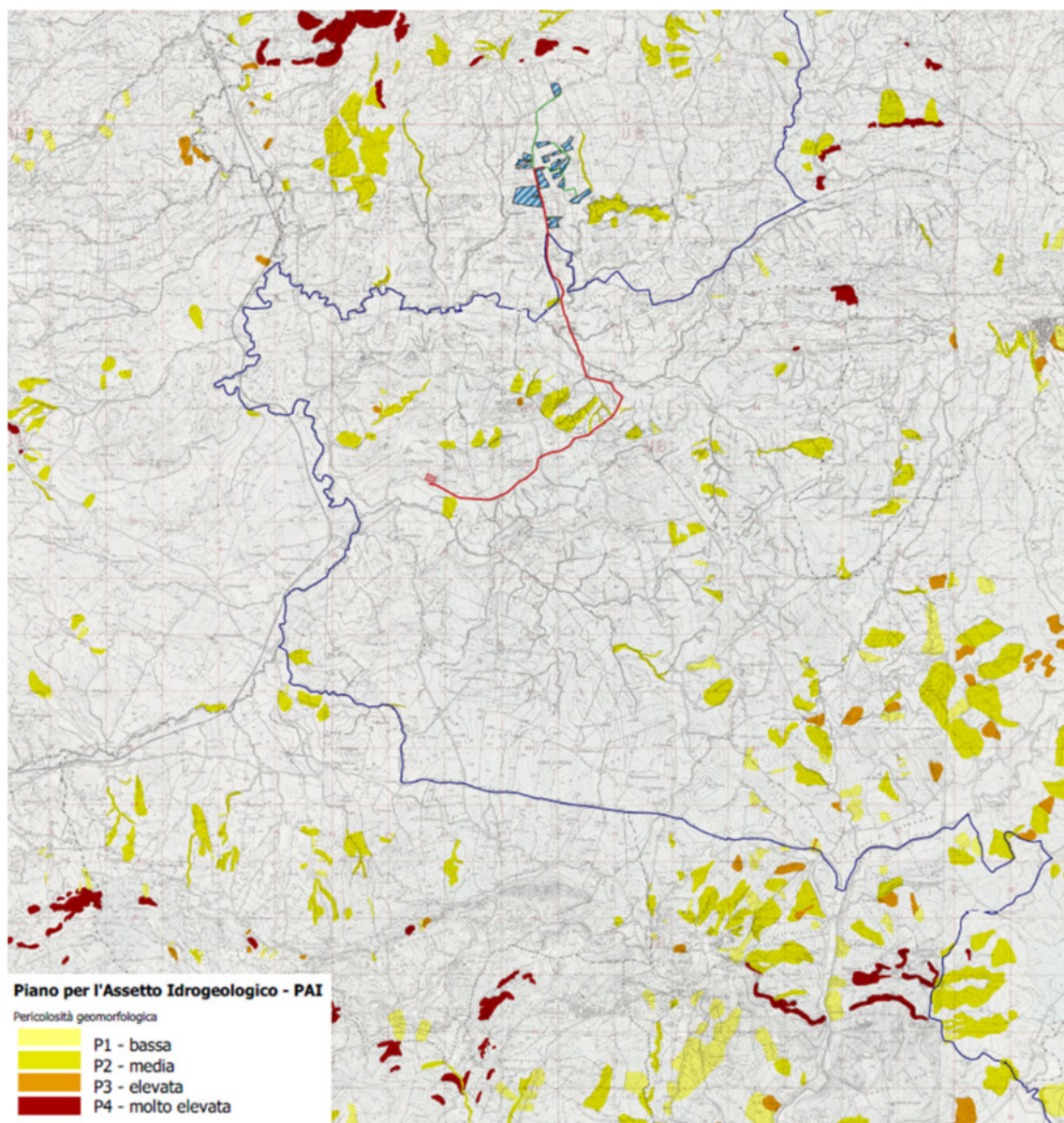


Figura 4 - Inquadramento delle opere di progetto rispetto al PAI: Pericolosità geomorfologica (Rif. FV.ALC01.PD.C.07)

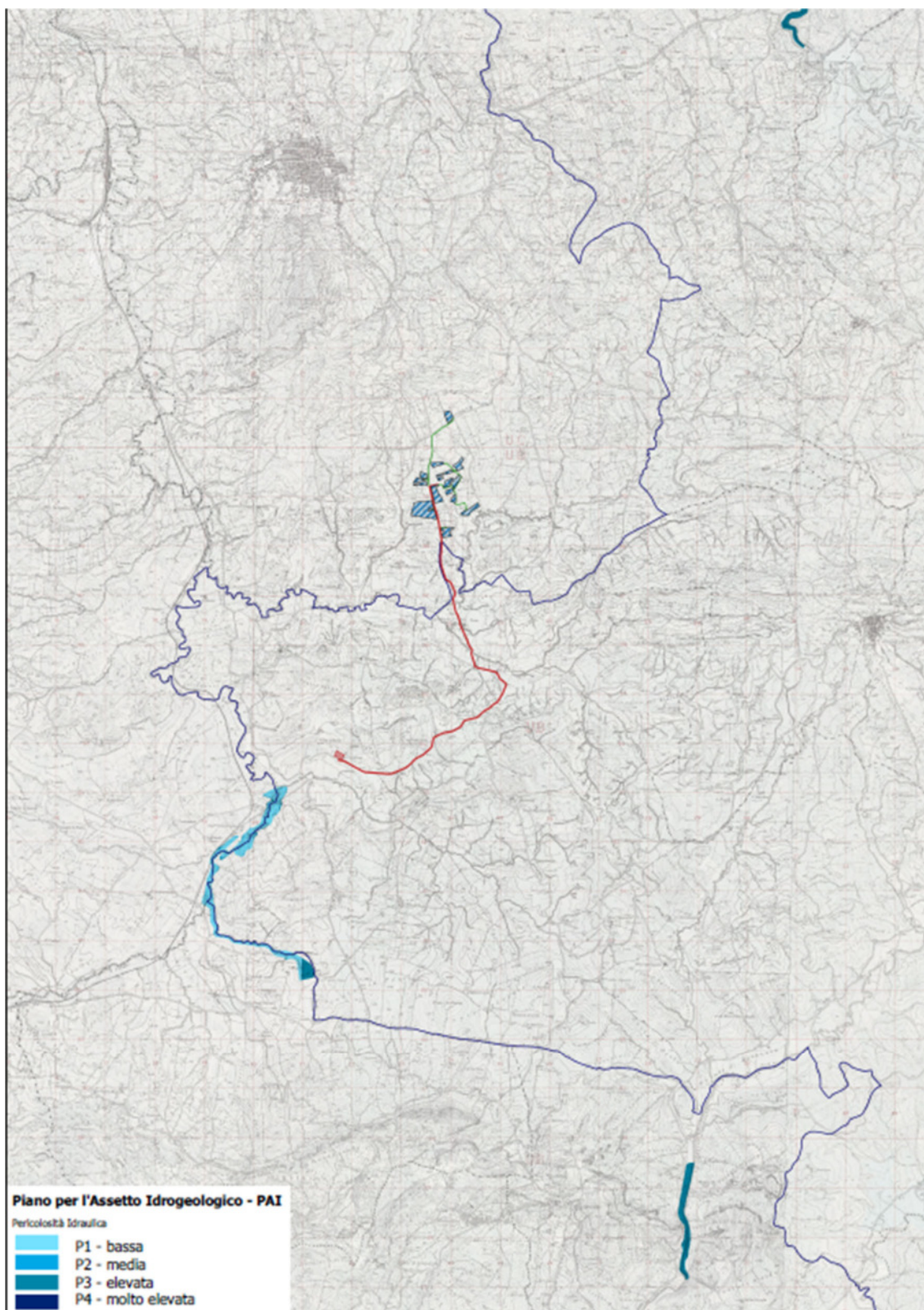


Figura 5 - Inquadramento delle opere di progetto rispetto al PAI: Pericolosità idraulica (Rif. FV.ALC01.PD.C.07)

L'area interessata dal progetto non ricade nelle aree a pericolosità idraulica individuate dal P.A.I. Con questo studio, ci si vuole accertare che le opere di progetto siano compatibili con le indicazioni degli strumenti urbanistici e territoriali vigenti e si vuole verificare la compatibilità idraulica dell'intervento, secondo le modalità indicate nell'Appendice C delle Norme di Attuazione del P.A.I.

L'Appendice C concerne i "Contenuti tecnici degli studi di compatibilità idraulica", la cui redazione e valutazione è considerata poiché, nel caso in esame, lo studio è finalizzato alla verifica della compatibilità di opere e interventi, esistenti o proposti, con le condizioni di pericolosità e di rischio. Secondo quanto stabilito alla lettera C.1. gli studi con la succitata finalità dovranno:

- stimare gli idrogrammi di piena nelle sezioni d'interesse per i tempi di ritorno definiti nella presente appendice;
- definire il moto delle acque nell'alveo e nelle eventuali aree inondate;
- caratterizzare le aree a pericolosità idraulica attraverso l'individuazione dell'estensione dell'inondazione, il tirante idrico e le caratteristiche del deflusso;
- indicare le potenziali conseguenze negative derivanti dalle inondazioni;
- definire e descrivere le interferenze tra le aree a pericolosità di inondazione e le destinazioni urbanistiche, le trasformazioni d'uso del territorio e le opere previste o presenti.

Alla lettera C.2 sono indicate le modalità con cui effettuare la modellazione idrologica:

"Lo studio idrologico deve preliminarmente definire l'area di interesse, il reticolo idrografico naturale e artificiale, le sezioni di interesse e i relativi bacini sottesi. (...) Nei casi in cui le inondazioni non siano causate da esondazioni di corsi d'acqua o apporti diretti di canali di raccolta, bensì da accumulo di acque zenitali e carenza di drenaggio idrico superficiale naturale, sarà necessario utilizzare un modello digitale del terreno ove distribuire i volumi totali di pioggia all'interno dei volumi di accumulo naturali presenti sul suolo, al fine di evidenziare le principali zone di raccolta idrica nell'area di studio e progettare adeguate opere di drenaggio superficiale".

"La stima degli idrogrammi di piena nelle sezioni d'interesse deve essere condotta con metodi probabilistici (...) ed utilizzare metodi (...) indiretti (analisi probabilistica delle precipitazioni e successiva trasformazione afflussi-deflussi). L'analisi probabilistica può essere effettuata anche sulla base di studi di regionalizzazione (ad es. VAPI, TCEV, ecc.) disponibili per il territorio in esame (...)."

“Nel caso di bacini idrografici di limitata estensione (fino a circa 20 km²) si può ricorrere, per la determinazione del valore della portata di massima piena di assegnato tempo di ritorno, all’applicazione di un metodo analitico noto in letteratura come “metodo razionale”.”

Alla lettera C.3 sono indicate le modalità con cui effettuare la modellazione idraulica:

“In considerazione della complessità del fenomeno da studiare e del grado di approfondimento necessario, possono essere utilizzati: (...) modelli di moto vario bidimensionale (2D) e comunque che consentano la valutazione dei tiranti idraulici e delle velocità (...)”

5 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

Sono state riscontrate diverse interferenze tra le opere di progetto e alcune aste fluviali del reticolo idrografico di interesse, descritte nei paragrafi seguenti.

Tabella 2 - Elenco delle interferenze idrauliche individuate

Interferenza	Tipologia d'alveo	Denominazione	Opera interferente
I01	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto esterno
I02	Corso d'acqua rilevato da CTR, gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Sicilia con attraversamento mediante opera d'arte	Affluente fiume Freddo	Cavidotto esterno
I03	Corso d'acqua rilevato da CTR, gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Sicilia con attraversamento mediante opera d'arte	Affluente fiume Freddo	Cavidotto esterno
I04	Corso d'acqua rilevato da CTR, gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Sicilia con attraversamento mediante opera d'arte	Affluente fiume Freddo	Cavidotto esterno
I05	Corso d'acqua rilevato da CTR, gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Sicilia con attraversamento mediante opera d'arte	Affluente fiume Freddo	Cavidotto esterno
I06	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto esterno
I07	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto esterno
I08	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto esterno
I09	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto esterno
I10	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto esterno
I11	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto esterno

Interferenza	Tipologia d'alveo	Denominazione	Opera interferente
I12	Corso d'acqua rilevato da CTR, gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Sicilia con attraversamento mediante opera d'arte	Affluente fiume Sirignano in C.da Fratacchia	Cavidotto esterno
I13	Corso d'acqua rilevato da CTR, gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia e tutelato ai sensi del D.Lgs. 42/2004 sulla Tutela dei Beni Paesaggistici, iscritto nell'Elenco delle Acque Pubbliche della Sicilia, con attraversamento mediante opera d'arte	Fiume Sirignano	Cavidotto esterno
I14	Corso d'acqua rilevato da CTR, gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Sicilia con attraversamento mediante opera d'arte	Affluente fiume Sirignano in C.da Fratacchia	Cavidotto esterno
I15	Corso d'acqua rilevato da CTR, gestito dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia e tutelato ai sensi del D.Lgs. 42/2004 sulla Tutela dei Beni Paesaggistici, iscritto nell'Elenco delle Acque Pubbliche della Sicilia, con attraversamento mediante opera d'arte	Fiume Sirignano in C.da Dagala di Buzzetta	Cavidotto esterno
I16	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto esterno
I17	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto esterno
I18	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto interno
I19	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto interno
I20	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto interno
I21	Corso d'acqua rilevato da foto satellitari con attraversamento mediante opera d'arte	Privo di denominazione	Cavidotto interno

6 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica del progetto Agrovoltaiico in esame è stata condotta utilizzando il Metodo VAPI "Valutazione delle Piene in Sicilia" (Ferro e Cannarozzo, 1993), predisposto in collaborazione tra il CNR e il GNDCl. Tale metodo consente di effettuare un'indagine pluviometrica in modo indiretto per la stima della portata dei corpi idrici per i quali non sono disponibili abbastanza dati pluviometrici. In particolare, il progetto VAPI va ad effettuare una regionalizzazione dei parametri probabilistici per la stima delle portate, che tiene conto di una particolare caratterizzazione geologica dei suoli con Riferimento alla loro capacità di infiltrazione oltre che della copertura boscata.

6.1 Metodo TCEV Sicilia

Il metodo TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) permette di determinare le altezze di pioggia h e le relative intensità i , seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VAPI. La regionalizzazione permette di superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica, spesso costituita da serie storiche di durata limitata e quindi poco attendibile per studi di natura statistica, andando ad individuare una distribuzione temporale dei parametri caratteristici delle precipitazioni in Sicilia. Il modello TCEV tiene conto della differente provenienza degli estremi idrologici, attraverso una funzione data dalla combinazione di due funzioni di tipo Gumbel: la prima assume valori non elevati ma frequenti, la seconda genera eventi più rari ma decisamente più intensi.

Il secondo livello di regionalizzazione ha previsto la suddivisione della Sicilia nelle seguenti tre sottozone:

- sottozona ovest A, delimitata ad est dallo spartiacque del F. Imera Meridionale e del F. Pollina;
- sottozona nord-est B, delimitata dai bacini del F. Pollina ad ovest e del F. Salso-Simeto a sud;
- sottozona sud-est C, delimitata a nord dal bacino del F. Salso-Simeto e ad ovest dallo spartiacque del F. Imera Meridionale.

Per ciascuna sottozona omogenea il metodo VAPI mette a disposizione delle formule che consentono di calcolare il fattore di crescita k_T , che dipendono principalmente dal tempo di ritorno T_r . La formula adoperata è consultabile nel rapporto VAPI, ed è valida per tutti i $T_r \geq 10$ anni ed è valida per la SZO nella quale ricadono le opere di progetto:

$$(SZO C)k_T = 0.5015 - 0.003516d + (0.0003720d^2 + 0.00102d + 1.0101)\ln T$$

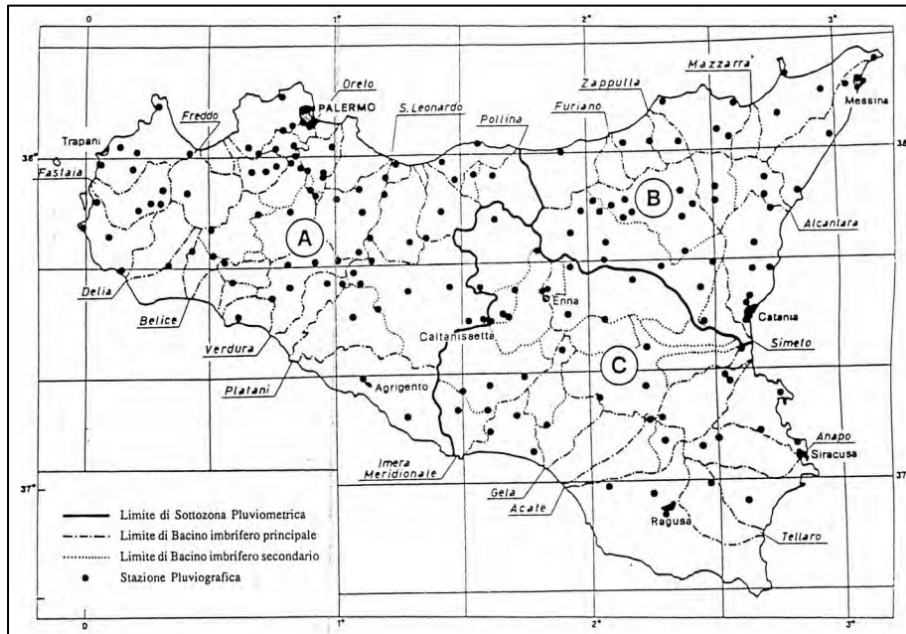


Figura 6 - Sottozone pluviometriche omogenee per il secondo livello di regionalizzazione relativo al metodo VAPI

L'espressione della curva di probabilità pluviometrica è ottenuta dal prodotto tra il fattore di crescita k_T e il valor medio del massimo annuale dell'altezza di pioggia a fissata durata $m[h(d)]$ del modello TCEV, ovvero:

$$h(d) = k_T \cdot m[h(d)]$$

La Sicilia ha adottato una metodologia che distingue il calcolo del valor medio del massimo annuale in base alla durata di precipitazione, suggerendo due differenti formule:

- per $d > 1h$ la formula da adoperare è: $m[h(d)] = a \cdot d^n$
- per $d < 1h$ la formula da adoperare è: $m[h(d)] = 0.208 \cdot m[h(60)] \cdot d^{0.386}$

Per comprendere quale delle due formule adoperare, si è reso necessario calcolare la durata di Riferimento per il calcolo della portata, che per i bacini naturali è rappresentata dal tempo di corrivazione t_c . Il tempo di corrivazione di un bacino rappresenta il tempo impiegato dalla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. La formula per il calcolo del tempo di corrivazione adoperata è quella di Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} \cdot 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m - H_{min}}}$$

Il valore del tempo di corrivazione dipende principalmente dalle caratteristiche topografiche del bacino idrografico, infatti, nella formula si trova la superficie (S), la lunghezza dell'asta principale (L), l'altezza media dell'asta principale (H_m) e l'altezza minima dell'asta principale (H_{min}).

Una volta ottenuta l'altezza di pioggia a durata fissata $h(d)$ è possibile calcolare la portata al colmo di piena mediante il metodo della formula razionale, che consente la valutazione della portata di piena di assegnato tempo di ritorno T mediante la seguente relazione:

$$Q_{Tr} = \frac{\varphi \cdot i_{Tr} \cdot S}{3.6}$$

ove:

- Q_{Tr} è la portata di piena di assegnato tempo di ritorno T_r ed è espressa in m^3/s ;
- φ è il coefficiente di afflusso, adimensionale;
- i_{Tr} è l'intensità critica della precipitazione di assegnato tempo di ritorno (corrispondente al tempo di corrivazione) in mm/h ;
- S è la superficie del bacino idrografico espressa in km^2 .

6.1.1 Coefficiente di afflusso

Il modello afflussi-deflussi adoperato richiede di quantificare le perdite dovute all'infiltrazione con il fine di calcolare la pioggia netta, cioè quella che dà luogo al deflusso. Il coefficiente di afflusso rappresenta il rapporto tra il volume totale di deflusso e il volume totale di pioggia caduto sull'area sottesa ad una data sezione, il suo utilizzo comporta di considerare le perdite proporzionali all'intensità media di pioggia. Secondo quanto indicato dal "Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia", è possibile stimare il coefficiente di deflusso in prima approssimazione come un unico valor medio regionale pari a:

$$\varphi = 0.364$$

6.2 Calcolo delle portate al colmo di piena

Il calcolo delle portate al colmo di piena tiene conto del procedimento appena descritto. La portata di progetto è stata calcolata per un tempo di ritorno pari a 200 anni, in accordo anche a quanto stabilito nel Capitolo 5 delle NTC 2018. Infatti, per ogni bacino idrografico a monte e a valle dell'interferenza è stata calcolata la portata al colmo di piena dalla quale è stato poi ricavato l'idrogramma di piena. Così come definito nel Capitolo precedente, lo studio idrologico e idraulico è stato effettuato solamente per le interferenze ritenute più significative e per le quali la classica modalità di posa del cavidotto non è sufficiente. A tal proposito, sono state individuate n. 18 interferenze complesse da risolvere adoperando la modellazione bidimensionale ed individuando le zone potenzialmente allagabili, così da poter definire il tracciato del cavidotto. Nello specifico, per ciascuna delle 18 interferenze sono stati modellati i bacini idrografici dei corsi d'acqua che vi confluiscono.

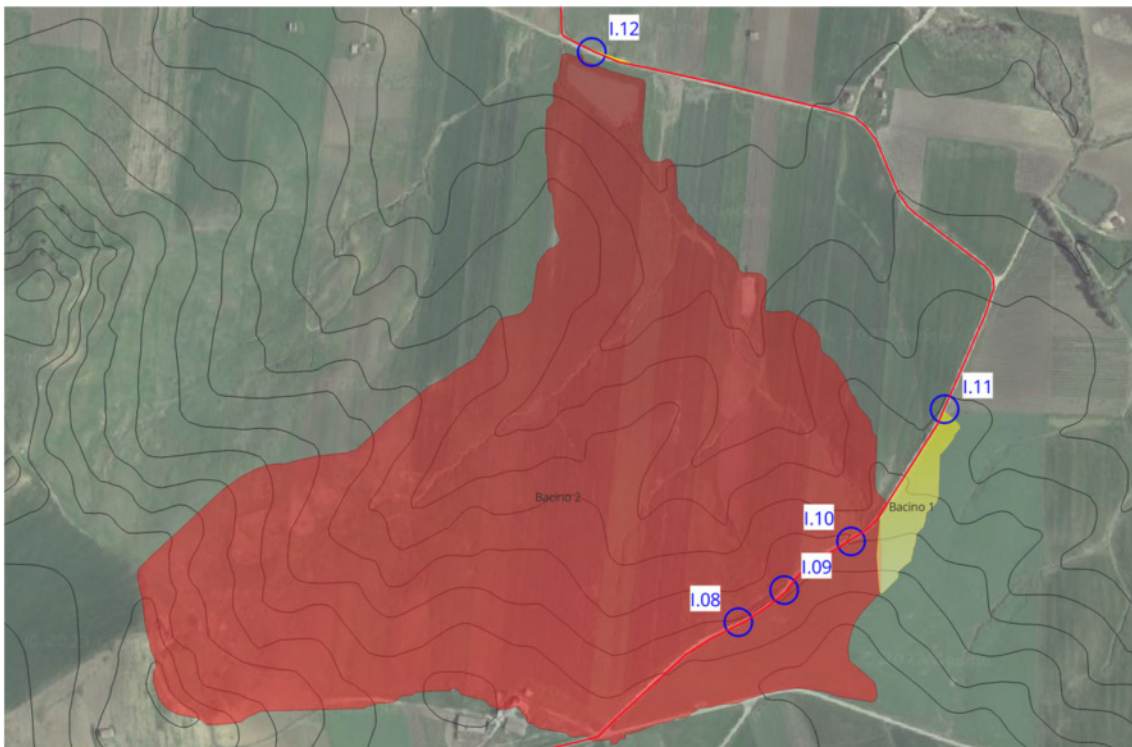


Figura 7 - Rappresentazione dei bacini idrografici per le interferenze I.11 e I.12

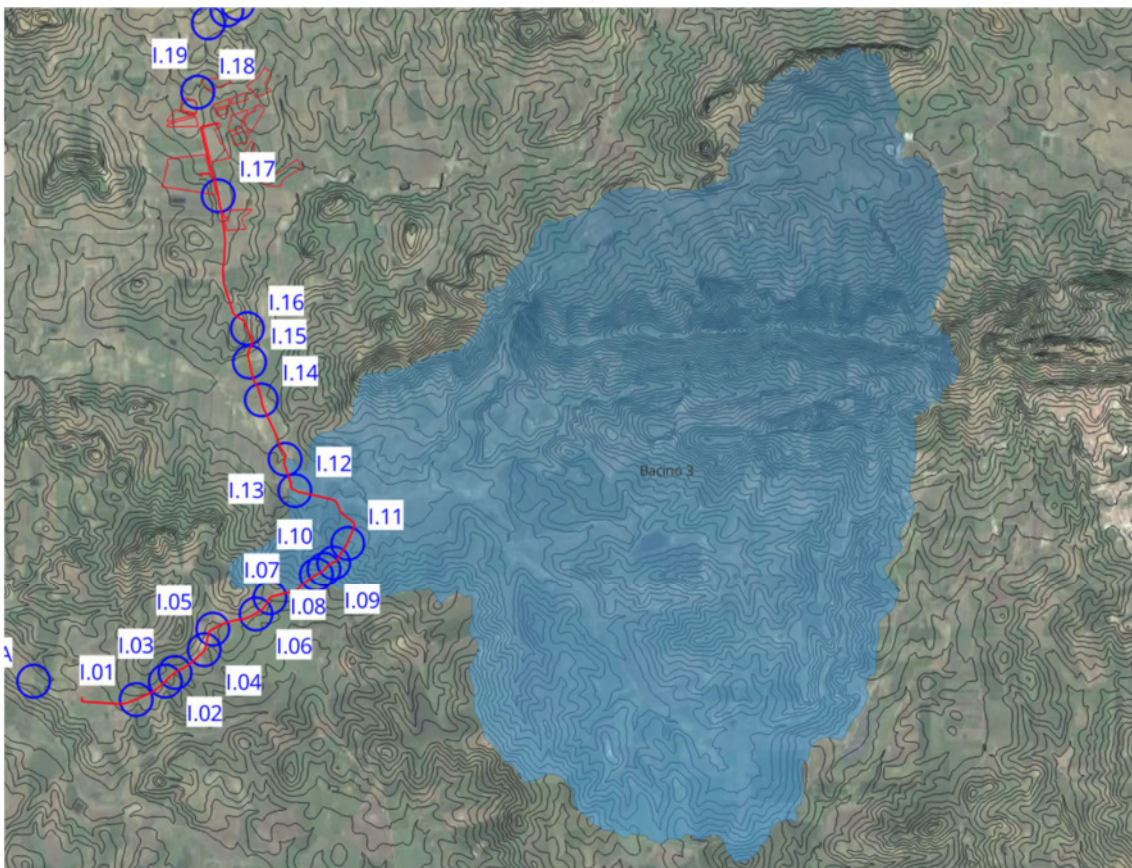


Figura 8 - Rappresentazione del bacino idrografico per l'interferenza I.13

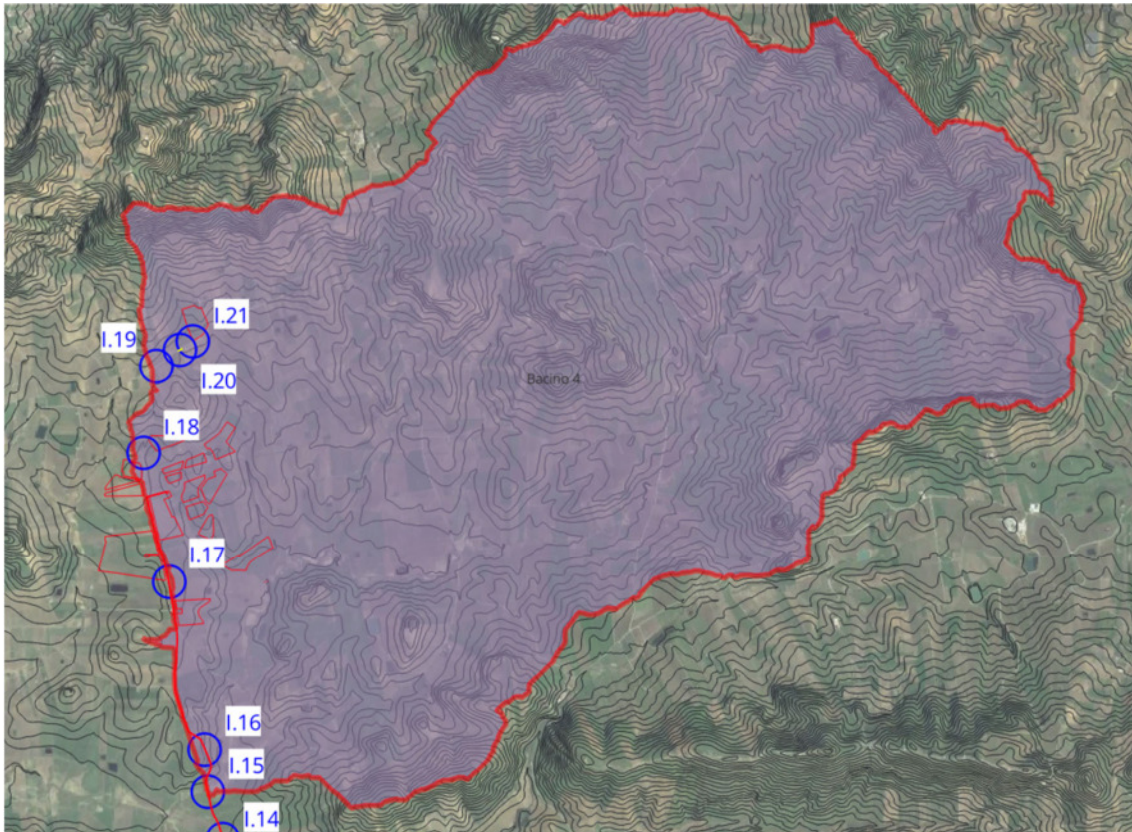


Figura 9 - Rappresentazione del bacino idrografico per l'interferenza I.15

Interferenza	Bacino idrografico afferente
I.11	B.1
I.12	B.2
I.13	B.3
I.15	B.4

Lo studio idrologico ha richiesto un'analisi topografica dei bacini idrografici di riferimento, nello specifico per ciascun bacino è stata individuata la lunghezza dell'asta principale, le quote massime e minime, la quota massima dell'asta principale. Tali dati sono di fondamentale importanza ai fini del calcolo delle portate di piena (così come già indicato nel Paragrafo 6.1), che rappresentano il dato in input per effettuare la modellazione bidimensionale.

Tabella 3 - Calcolo delle portate al colmo di piena per le interferenze analizzate

Interferenza	A totale [m ²]	A totale [km ²]	t _c [h]	ψ	m[h(t _r)] [mm]	T _r	SZO	k _{T=200}	h(t _r ,T)	i(t _r)	Q [m ³ /s]
BACINO 1	11754,00	0,01	0,21	0,364	13,176	200	5,82	4,04	76,69	372,28	0,442
BACINO 2	600314,00	1,35	0,60	0,364	24,002	200	5,82	4,04	139,81	143,52	8,712
BACINO 3	32576105,00	32,58	4,60	0,364	43,711	200	5,87	4,04	256,38	55,69	183,437
BACINO 4	30517123,00	30,52	3,80	0,364	40,594	200	5,85	4,04	237,63	62,52	192,921

6.3 Modellazione idraulica bidimensionale

L'Appendice C concerne i "Contenuti tecnici degli studi di compatibilità idraulica" della GURS 21/05/2021 al punto C.3 definisce le modalità di modellazione idraulica, che nel caso in esame è stata prevista del tipo bidimensionale. Per il progetto in esame è stato utilizzato il codice di calcolo HEC-RAS 6.2, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers. Il codice di calcolo permette l'implementazione di modelli numerico-idraulici di canali naturali ed artificiali e per ricostruire con un accettabile grado di approssimazione la geometria, la dinamica fluviale e la risposta di un corso d'acqua agli interventi in alveo. La geometria dello stato di fatto è stata ricostruita utilizzando un DTM 2x2 m, non disponendo di basi con risoluzione superiore, portando in conto eventuali approssimazioni dei risultati in output dovuti al modello morfologico non del tutto rappresentativo delle condizioni reali.

Il dato output fornito dal software, adoperato nel presente studio di compatibilità, è relativo al parametro "Depth", ossia il valore del tirante idrico corrispondente ad un T_r pari a 200 anni planimetricamente disposto e rappresentato come fascia di allagamento. Tale fascia è fondamentale per individuare la modalità di risoluzione più adeguata dell'interferenza. Le stesse aree inondabili saranno rappresentate nei capitoli successivi, nel momento in cui è analizzata ogni singola interferenza.

7 INTERFERENZE IDRAULICHE

7.1 I.01, I.02 e I.03

Le interferenze I.02, I.03 e I.04 sono dovute all'intersezione tra il cavidotto esterno ed un corso d'acqua rilevato da foto satellitari; in corrispondenza delle stesse, sono presenti opere di canalizzazione delle acque meteoriche.

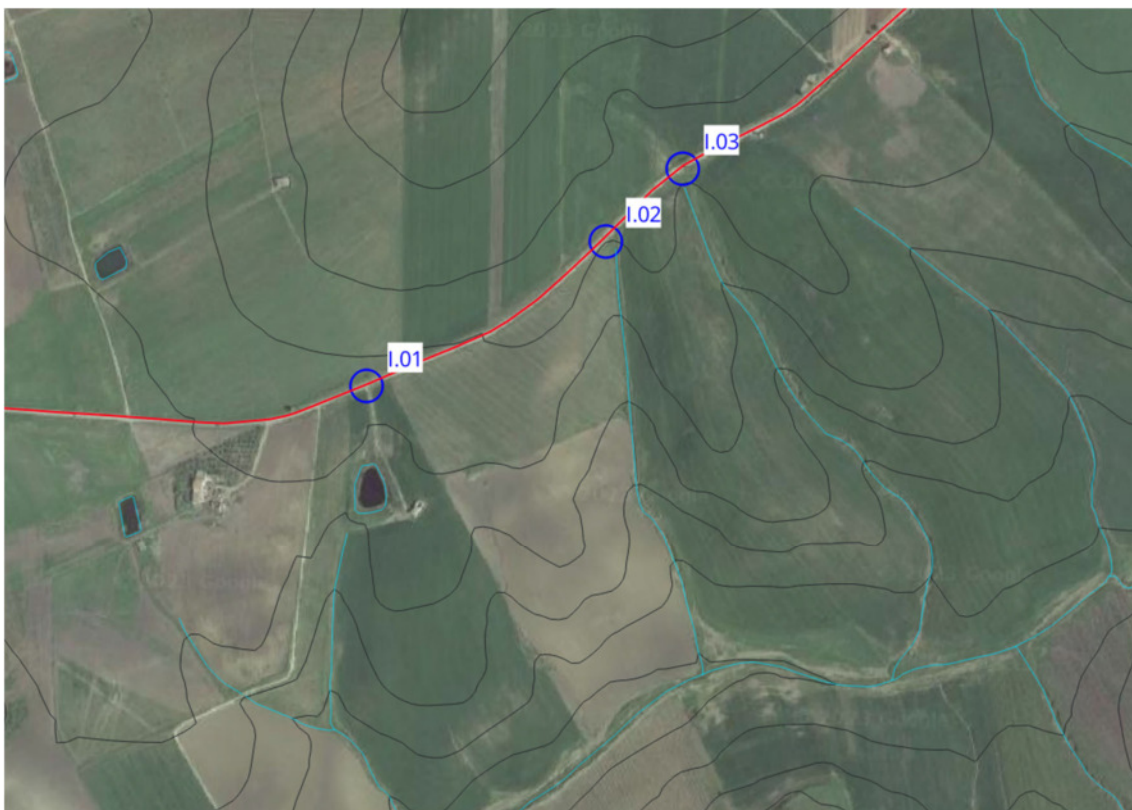


Figura 10 - Inquadramento della I.01, I.02 e I.03 su CTR e ortofoto

Tabella 4 - Coordinate geografiche relative alla I.01

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
322860.57 m	4193233.78 m

Tabella 5 - Coordinate geografiche relative alla I.02

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
323155.70 m	4193412.03 m

Tabella 6 - Coordinate geografiche relative alla I.03

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
323251.67 m	4193501.97 m

Il sopralluogo tecnico non ha consentito di rilevare correttamente l'interferenza a causa della folta vegetazione presente.

7.1.1 Risoluzione della I.01, I.02 ed I.03

Le interferenze in esame rappresentano un canale che consentono il deflusso delle acque meteoriche posto al di sotto del pacchetto stradale. Nello specifico, la risoluzione presenta due potenziali opzioni, che a loro volta dipendono dallo spessore e dalle condizioni del pacchetto stradale. A tal proposito si ha:

- se il pacchetto stradale ha uno spessore che supera i 40 cm (intesi come l'insieme di binder, misto stabilizzato, terreno compattato ecc.) allora il cavidotto potrà essere posizionato al di sopra dell'opera di canalizzazione, ma comunque ad una profondità di almeno 1,20 m, e dunque nel pacchetto stradale. In tal caso il manto stradale sarà temporaneamente scavato per la posa del cavo ed in seguito alle lavorazioni verrà ripristinato;

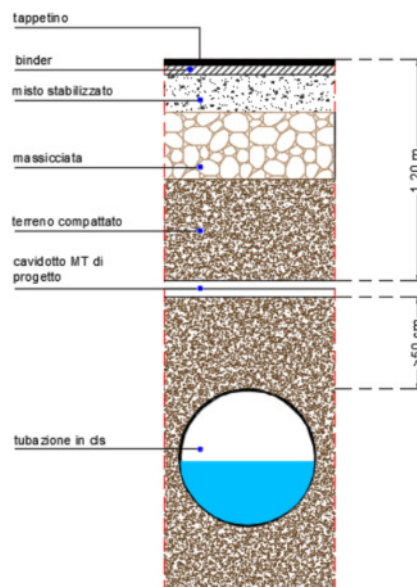


Figura 11 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza che prevede il passaggio del cavidotto sopra l'opera di canalizzazione e nel pacchetto stradale (Rif. FV.ALC0.PD.G.02)

- se il pacchetto stradale ha uno spessore tale da non superare i 40 cm, allora il cavidotto non potrà essere posizionato nel pacchetto stradale, poiché potrebbe inficiare sulla stabilità del cavo oltre che dell'impatto elettromagnetico generato. A tal proposito, dunque, sarà previsto di posizionare il cavo sotto l'opera di regimentazione ad almeno 50 cm di profondità dalla stessa, allo scopo di evitare ogni potenziale fenomeno di infiltrazione delle acque nel cavo.

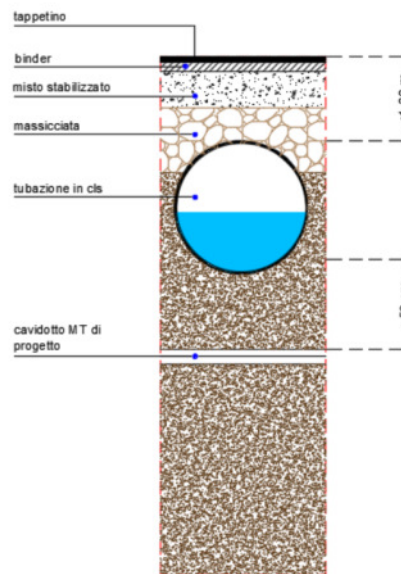


Figura 12 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza che prevede il passaggio del cavidotto sotto l'opera di canalizzazione (Rif. FV.MNR03.PD.G.02)

7.2 I.04, I.05, I.06 e I.07

Le interferenze I.04, I.05, I.06 e I.07 sono dovute all'intersezione tra il cavidotto esterno ed un corso d'acqua rilevato da CTR privo di denominazione, in corrispondenza di tali interferenze sono presenti opere di canalizzazione delle acque meteoriche.



Figura 13 - Inquadramento della I.04, I.05, I.06 e I.07 su CTR e ortofoto

Tabella 7 - Coordinate geografiche relative alla I.04

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
323299.00 m	4193526.11 m

Tabella 8 - Coordinate geografiche relative alla I.05

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
323551.05 m	4193730.93 m

Tabella 9 - Coordinate geografiche relative alla I.06

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
323614.16 m	4193926.95 m

Tabella 10 - Coordinate geografiche relative alla I.07

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
324067.86 m	4194094.74 m

7.2.1 Risoluzione delle interferenze I.04, I.05, I.06 e I.07

Le interferenze in esame rappresentano un canale che consentono il deflusso delle acque meteoriche posto al di sotto del pacchetto stradale. Nello specifico, la risoluzione presenta due potenziali opzioni, che a loro volta dipendono dallo spessore e dalle condizioni del pacchetto stradale. A tal proposito si ha:

- se il pacchetto stradale ha uno spessore che supera i 40 cm (intesi come l'insieme di binder, misto stabilizzato, terreno compattato ecc.) allora il cavidotto potrà essere posizionato al di sopra dell'opera di canalizzazione, ma comunque ad una profondità di almeno 1,20 m, e dunque nel pacchetto stradale. In tal caso il manto stradale sarà temporaneamente scavato per la posa del cavo ed in seguito alle lavorazioni verrà ripristinato (Rif. Figura 10);
- se il pacchetto stradale ha uno spessore tale da non superare i 40 cm, allora il cavidotto non potrà essere posizionato nel pacchetto stradale, poiché potrebbe inficiare sulla stabilità del cavo oltre che dell'impatto elettromagnetico generato. A tal proposito, dunque, sarà previsto di posizionare il cavo sotto l'opera di regimentazione ad almeno 50 cm di profondità dalla stessa, allo scopo di evitare ogni potenziale fenomeno di infiltrazione delle acque nel cavo (Rif. Figura 11).

7.3 I.08, I.09 e I.10

Le interferenze in esame sono dovute all'intersezione tra il cavidotto esterno ed un corso d'acqua rilevato da foto satellitari, in corrispondenza di tale interferenza sono presenti opere per la canalizzazione delle acque meteoriche.



Figura 14 - Inquadramento della I.08, I.09 e I.10 su CTR e ortofoto

Tabella 11 - Coordinate geografiche relative alla I.08

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
324687.90 m	4194500.12 m

Tabella 12 - Coordinate geografiche relative alla I.09

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
324755.59 m	4194548.08 m


	RELAZIONE IDROLOGICO- IDRAULICA	CODICE	FV.ALC01.PD.A.09
		REVISIONE n.	00
		DATA REVISIONE	11/2023
		PAGINA	33 di 62

Tabella 13 - Coordinate geografiche relative alla I.10

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
324856.39 m	4194620.21 m

7.3.1 Risoluzione della I.08, I.09 e I.10

Le interferenze in esame rappresentano un canale che consentono il deflusso delle acque meteoriche posto al di sotto del pacchetto stradale. Nello specifico, la risoluzione presenta due potenziali opzioni, che a loro volta dipendono dallo spessore e dalle condizioni del pacchetto stradale. A tal proposito si ha:

- se il pacchetto stradale ha uno spessore che supera i 40 cm (intesi come l'insieme di binder, misto stabilizzato, terreno compattato ecc.) allora il cavidotto potrà essere posizionato al di sopra dell'opera di canalizzazione, ma comunque ad una profondità di almeno 1,20 m, e dunque nel pacchetto stradale. In tal caso il manto stradale sarà temporaneamente scavato per la posa del cavo ed in seguito alle lavorazioni verrà ripristinato (Rif. Figura 10);
- se il pacchetto stradale ha uno spessore tale da non superare i 40 cm, allora il cavidotto non potrà essere posizionato nel pacchetto stradale, poiché potrebbe inficiare sulla stabilità del cavo oltre che dell'impatto elettromagnetico generato. A tal proposito, dunque, sarà previsto di posizionare il cavo sotto l'opera di regimentazione ad almeno 50 cm di profondità dalla stessa, allo scopo di evitare ogni potenziale fenomeno di infiltrazione delle acque nel cavo (Rif. Figura 11).

7.4 I.11

L'interferenza I.11 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto esterno ed un corso d'acqua rilevato da Ctr e foto satellitari; in corrispondenza della stessa, è presente un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.



Figura 15 - Inquadramento delle I.5 su CTR e ortofoto

Tabella 14 - Coordinate geografiche relative alla I.11

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
324994.86 m	4194816.53 m

7.4.1 Risoluzione delle I.11

Compatibilmente con l'area inondabile ottenuta, si ritiene opportuno risolvere il superamento dell'interferenza attraverso uno scavo in subalveo, di estensione pari a 15 m, al di sotto del fondo alveo del reticolo idrografico esistente, realizzato ad almeno 2 metri di profondità dal letto del corso d'acqua onde evitare eventuali fenomeni di erosione. In tal caso è necessario ripristinare lo stato dei luoghi ante-operam allo scopo di non alterare il regime idrologico-idraulico dell'asta esistente.



Figura 16 - Rappresentazione dell'area inondabile ottenuta dalla modellazione idraulica bidimensionale per la l.11

7.5 I.12

L'interferenza I.12 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto esterno ed un corso d'acqua rilevato da Ctr e foto satellitari. Lo stesso identificato come affluente del Fiume Sirignano, in C. da Fratacchia.



Figura 17 - Inquadramento delle I.12 su CTR e ortofoto

Tabella 15 - Coordinate geografiche relative alla I.12

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
324469.19 m	4195347.71 m

7.6 Risoluzione della I.12

Per la risoluzione dell'interferenza I.12 con il cavidotto esterno si è optato per la realizzazione di una TOC che consente il superamento della stessa. Nello specifico, la lunghezza del tratto di TOC ha richiesto uno studio idraulico bidimensionale mirato alla perimetrazione della fascia di allagamento in corrispondenza di tale tratto. Dunque, sono state calcolate le portate di piena con un tempo di ritorno pari a 200 anni. A

partire da tale dato, tramite l'ausilio del software HEC-RAS è stato modellato il "river", inteso come il fiume di riferimento per l'analisi idraulica. L'output del software ha restituito la "depth", ossia il tirante idrico che defluisce in corrispondenza di tale corso d'acqua.



Figura 18 - Rappresentazione dell'area inondabile ottenuta dalla modellazione idraulica bidimensionale per la I.12



Figura 19 - Rappresentazione del tratto di TOC (in giallo) per la I.12

Compatibilmente con l'area inondabile ottenuta, la larghezza della TOC è stata scelta considerando lo spazio necessario ai pozzetti per la posa del cavidotto tramite trivellazione è risultata pari a 60 m. circa.

La trivellazione orizzontale controllata è una tecnica che prevede la posa del cavidotto lungo un profilo di trivellazione, accuratamente scelto in fase progettuale esecutiva, mediante l'utilizzo di un foro pilota. La tecnica prevede la creazione del foro pilota mediante l'introduzione da un pozzo di ingresso di una colonna di aste con una lancia di perforazione posta in testa, che vengono guidate nella direzione e alla quota di progetto. La testa raggiunge un pozzetto di arrivo dove viene collegata ad un utensile alesatore, che ha la funzione di allargamento del foro, fino ad arrivare ad un diametro pari al 20-30% in più della dimensione del tubo da posare. Al termine delle operazioni, l'area di lavoro viene restituita allo status quo ante, mediante il ripristino dei punti di ingresso e di uscita. Il percorso di trivellazione è stato ipotizzato ad almeno 2 m dal punto più depresso dell'alveo, con degli angoli di inclinazione di circa 25°-30°. Si riporta di seguito un'immagine che rappresenta il tipologico relativo alla risoluzione dell'interferenza.

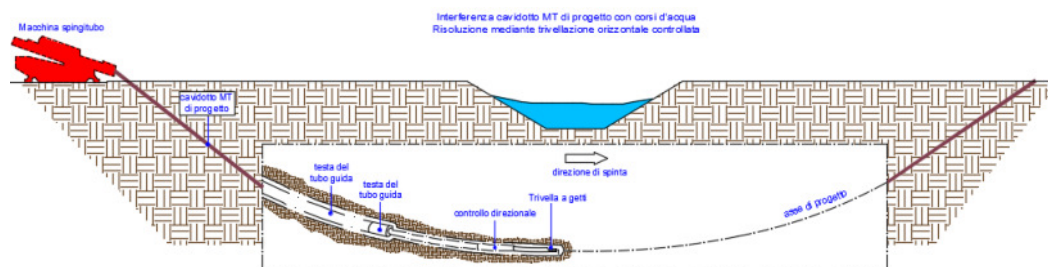


Figura 20 - Schema tipologico di risoluzione dell'interferenza tramite TOC (Rif. FV.ALC01.PD.G.02)

7.7 I.13

L'interferenza I.13 riguarda l'intersezione del tracciato del cavidotto interrato con il Fiume Sirignano, iscritto nell'Elenco delle Acque Pubbliche della Sicilia e tutelato ai sensi del D.Lgs. 42/2004 sulla Tutela dei Beni Paesaggistici con attraversamento mediante opera d'arte. L'asta in esame, in corrispondenza dell'interferenza I.13, non presenta un alveo fortemente inciso e con profondità significative. La presenza di un folto strato vegetativo è sintomo di un regime tipicamente torrentizio, anche se durante sopralluoghi in sito è stata riscontrata la presenza di canneti in prossimità dell'intersezione, ciò comporta la presenza di un sottile d'acqua o quantomeno di terreno saturo.



Figura 21 - Inquadramento della I.13 su CTR e ortofoto

Tabella 16 - Coordinate geografiche relative alla I.13

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
324366.24 m	4195669.30 m

7.7.1 Risoluzione della I.13

In assenza di dati riguardanti la sicurezza strutturale dell'attraversamento stradale in esame e compatibilmente con l'area inondabile ottenuta si è ritenuto necessario risolvere tale interferenza attraverso tecnica T.O.C. realizzata su una distanza tra i fori d'entrata e d'uscita maggiore o uguale all'ampiezza delle aree allagate in riferimento all'evento bicentenario, in tal caso circa 35 m.



Figura 22 - Rappresentazione dell'area inondabile ottenuta dalla modellazione idraulica bidimensionale per la I.13



Figura 23 - Rappresentazione del tratto di TOC (in giallo) per la I.13

7.8 I.14

L'interferenza I.14 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto esterno ed un corso d'acqua rilevato da Ctr e foto satellitari; in corrispondenza della stessa, è presente un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche. L'impiuvio è identificato come affluente del Fiume Sirignano, in C. da Fracacchia.



Figura 24 - Inquadramento della I.15 su CTR e ortofoto

Tabella 17 - Coordinate geografiche relative alla I.14

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
324125.01 m	4196264.61 m

7.8.1 Risoluzione della I.14

L'interferenza in esame è rappresentata da un canale che consente il deflusso delle acque meteoriche posto al di sotto del pacchetto stradale. Nello specifico, la risoluzione presenta due potenziali opzioni, che a loro volta dipendono dallo spessore e dalle condizioni del pacchetto stradale. A tal proposito si ha:

- se il pacchetto stradale ha uno spessore che supera i 40 cm (intesi come l'insieme di binder, misto stabilizzato, terreno compattato ecc.) allora il cavidotto potrà essere posizionato al di sopra dell'opera di canalizzazione, ma comunque ad una profondità di almeno 1,20 m, e dunque

nel pacchetto stradale. In tal caso il manto stradale sarà temporaneamente scavato per la posa del cavo ed in seguito alle lavorazioni verrà ripristinato (Rif. Figura 10);

- se il pacchetto stradale ha uno spessore tale da non superare i 40 cm, allora il cavidotto non potrà essere posizionato nel pacchetto stradale, poiché potrebbe inficiare sulla stabilità del cavo oltre che dell'impatto elettromagnetico generato. A tal proposito, dunque, sarà previsto di posizionare il cavo sotto l'opera di regimentazione ad almeno 50 cm di profondità dalla stessa, allo scopo di evitare ogni potenziale fenomeno di infiltrazione delle acque nel cavo (Rif. Figura 11).

7.9 I.15

L'interferenza I.15 riguarda l'intersezione del tracciato del cavidotto interrato con il Fiume Sirignano in c. da Dagala di Buzzetta, iscritto nell'Elenco delle Acque Pubbliche della Sicilia e tutelato ai sensi del D.Lgs. 42/2004 sulla Tutela dei Beni Paesaggistici con attraversamento mediante opera d'arte. L'asta in esame, in corrispondenza dell'interferenza non presenta un alveo fortemente inciso e con profondità significative. La presenza di un folto strato vegetativo è sintomo di un regime tipicamente torrentizio.



Figura 25 - Inquadramento della I.15 su CTR e ortofoto

Tabella 18 - Coordinate geografiche relative alla I.15

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
324008.66 m	4196641.69 m

7.9.1 Risoluzione della I.15

In assenza di dati riguardanti la sicurezza strutturale dell'attraversamento stradale in esame e compatibilmente con l'area inondabile ottenuta si è ritenuto necessario risolvere tale interferenza

attraverso tecnica T.O.C. realizzata su una distanza tra i fori d'entrata e d'uscita maggiore o uguale all'ampiezza delle aree allagate in riferimento all'evento bicentenario, in tal caso circa 55 m.



Figura 26 - Rappresentazione dell'area inondabile ottenuta dalla modellazione idraulica bidimensionale per la I.15



Figura 27 - Rappresentazione del tratto di TOC (in giallo) per la I.15

7.10 I.16

L'interferenza I.16 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto esterno ed un corso d'acqua rilevato da foto satellitari, in corrispondenza di tale interferenza è presente un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.



Figura 28 - Inquadramento della I.16 su CTR e ortofoto

Tabella 19 - Coordinate geografiche relative alla I.16

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
323982.75 m	4196980.87 m

7.10.1 Risoluzione della I.16

L'interferenza in esame è rappresentata da un canale che consente il deflusso delle acque meteoriche posto al di sotto del pacchetto stradale. Nello specifico, la risoluzione presenta due potenziali opzioni, che a loro volta dipendono dallo spessore e dalle condizioni del pacchetto stradale. A tal proposito si ha:

- se il pacchetto stradale ha uno spessore che supera i 40 cm (intesi come l'insieme di binder, misto stabilizzato, terreno compattato ecc.) allora il cavidotto potrà essere posizionato al di sopra dell'opera di canalizzazione, ma comunque ad una profondità di almeno 1,20 m, e dunque nel pacchetto stradale. In tal caso il manto stradale sarà temporaneamente scavato per la posa del cavo ed in seguito alle lavorazioni verrà ripristinato (Rif. Figura 10);
- se il pacchetto stradale ha uno spessore tale da non superare i 40 cm, allora il cavidotto non potrà essere posizionato nel pacchetto stradale, poiché potrebbe inficiare sulla stabilità del cavo oltre che dell'impatto elettromagnetico generato. A tal proposito, dunque, sarà previsto di posizionare il cavo sotto l'opera di regimentazione ad almeno 50 cm di profondità dalla stessa, allo scopo di evitare ogni potenziale fenomeno di infiltrazione delle acque nel cavo (Rif. Figura 11).

7.11 I.17

L'interferenza I.17 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto esterno ed un corso d'acqua rilevato da foto satellitari, in corrispondenza di tale interferenza è presente un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.



Figura 29 - Inquadramento della I.17 su CTR e ortofoto

Tabella 20 - Coordinate geografiche relative alla I.17

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
323690.41 m	4198329.96 m

7.11.1 Risoluzione della I.17

L'interferenza in esame è rappresentata da un canale che consente il deflusso delle acque meteoriche posto al di sotto del pacchetto stradale. Nello specifico, la risoluzione presenta due potenziali opzioni, che a loro volta dipendono dallo spessore e dalle condizioni del pacchetto stradale. A tal proposito si ha:

- se il pacchetto stradale ha uno spessore che supera i 40 cm (intesi come l'insieme di binder, misto stabilizzato, terreno compattato ecc.) allora il cavidotto potrà essere posizionato al di sopra dell'opera di canalizzazione, ma comunque ad una profondità di almeno 1,20 m, e dunque nel pacchetto stradale. In tal caso il manto stradale sarà temporaneamente scavato per la posa del cavo ed in seguito alle lavorazioni verrà ripristinato (Rif. Figura 10);
- se il pacchetto stradale ha uno spessore tale da non superare i 40 cm, allora il cavidotto non potrà essere posizionato nel pacchetto stradale, poiché potrebbe inficiare sulla stabilità del cavo oltre che dell'impatto elettromagnetico generato. A tal proposito, dunque, sarà previsto di posizionare il cavo sotto l'opera di regimentazione ad almeno 50 cm di profondità dalla stessa, allo scopo di evitare ogni potenziale fenomeno di infiltrazione delle acque nel cavo (Rif. Figura 11).

7.12 I.18

L'interferenza I.18 è dovuta all'intersezione tra il cavidotto ed un corso d'acqua rilevato da foto satellitari, in corrispondenza di tale interferenza è presente un'opera di canalizzazione delle acque meteoriche.



Figura 30 - Inquadramento della I.18 su CTR e ortofoto

Tabella 21 - Coordinate geografiche relative alla I.18

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
323484.75 m	4199369.82 m

7.12.1 Risoluzione della I.18

L'interferenza in esame è rappresentata da un canale che consente il deflusso delle acque meteoriche posto al di sotto del pacchetto stradale. Nello specifico, la risoluzione presenta due potenziali opzioni, che a loro volta dipendono dallo spessore e dalle condizioni del pacchetto stradale. A tal proposito si ha:

- se il pacchetto stradale ha uno spessore che supera i 40 cm (intesi come l'insieme di binder, misto stabilizzato, terreno compattato ecc.) allora il cavidotto potrà essere posizionato al di sopra dell'opera di canalizzazione, ma comunque ad una profondità di almeno 1,20 m, e dunque nel pacchetto stradale. In tal caso il manto stradale sarà temporaneamente scavato per la posa del cavo ed in seguito alle lavorazioni verrà ripristinato (Rif. Figura 10);
- se il pacchetto stradale ha uno spessore tale da non superare i 40 cm, allora il cavidotto non potrà essere posizionato nel pacchetto stradale, poiché potrebbe inficiare sulla stabilità del cavo oltre che dell'impatto elettromagnetico generato. A tal proposito, dunque, sarà previsto di posizionare il cavo sotto l'opera di regimentazione ad almeno 50 cm di profondità dalla stessa, allo scopo di evitare ogni potenziale fenomeno di infiltrazione delle acque nel cavo (Rif. Figura 11).

7.13 I.19, I.20 e I.21

Le interferenze sono dovute all'intersezione tra il cavidotto esterno ed un corso d'acqua rilevato da foto satellitari, in corrispondenza di tale interferenza sono presenti opere di canalizzazione delle acque meteoriche.



Figura 31 - Inquadramento della I.19, I.20 e I.21 su CTR e ortofoto

Tabella 22 - Coordinate geografiche relative alla I.19

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
323593.73 m	4200071.14 m

Tabella 23 - Coordinate geografiche relative alla I.20

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
323779.97 m	4200206.87 m

Tabella 24 - Coordinate geografiche relative alla I.21

Coord. WGS84-Fuso 33	
Est	Nord
323887.64 m	4200267.89 m

7.13.1 Risoluzione della I.19, I.20 e I.21

L'interferenza in esame è rappresentata da un canale che consente il deflusso delle acque meteoriche posto al di sotto del pacchetto stradale. Nello specifico, la risoluzione presenta due potenziali opzioni, che a loro volta dipendono dallo spessore e dalle condizioni del pacchetto stradale. A tal proposito si ha:

- se il pacchetto stradale ha uno spessore che supera i 40 cm (intesi come l'insieme di binder, misto stabilizzato, terreno compattato ecc.) allora il cavidotto potrà essere posizionato al di sopra dell'opera di canalizzazione, ma comunque ad una profondità di almeno 1,20 m, e dunque nel pacchetto stradale. In tal caso il manto stradale sarà temporaneamente scavato per la posa del cavo ed in seguito alle lavorazioni verrà ripristinato (Rif. Figura 10);
- se il pacchetto stradale ha uno spessore tale da non superare i 40 cm, allora il cavidotto non potrà essere posizionato nel pacchetto stradale, poiché potrebbe inficiare sulla stabilità del cavo oltre che dell'impatto elettromagnetico generato. A tal proposito, dunque, sarà previsto di posizionare il cavo sotto l'opera di regimentazione ad almeno 50 cm di profondità dalla stessa, allo scopo di evitare ogni potenziale fenomeno di infiltrazione delle acque nel cavo (Rif. Figura 11).

8 RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE: TABELLA RIASSUNTIVA

Tabella 25 - Risoluzione delle interferenze del cavidotto

INTERFERENZA	RISOLUZIONE
I01	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I02	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I03	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I04	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I05	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I06	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I07	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I08	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I09	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I10	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I11	Scavo in sub-alveo (circa 15 m)
I12	TOC (Trivellazione orizzontale controllata) (circa 60 m)
I13	TOC (Trivellazione orizzontale controllata) (circa 35 m)
I14	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I15	TOC (Trivellazione orizzontale controllata) (circa 55 m)
I16	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I17	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I18	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I19	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I20	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente
I21	Scavo su strada con passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera d'arte esistente

9 REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

La durabilità delle strade nel parco agrolvoltaico è garantita da un efficace sistema idraulico di drenaggio delle acque meteoriche. Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati seguendo due obiettivi:

- garantire l'invarianza idraulica attraverso il mantenimento delle condizioni di "equilibrio idrogeologico" ante operam, le opere di progetto, infatti, determineranno un incremento trascurabile o nullo della portata di piena dei corpi idrici riceventi i deflussi superficiali originati dalle aree interessate dagli interventi;
- garantire un adeguato drenaggio, attraverso la regimentazione e il controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità interna.

Le opere di regimentazione consentono il recapito delle acque meteoriche nei loro impluvi naturali o nelle strade esistenti e impediscono che le stesse possano stazionare nell'area di impianto pregiudicandone l'utilizzo. Nel caso in esame sono stati individuati degli interventi che consentiranno la raccolta e lo smaltimento dell'acqua limitando allo stretto necessario le opere di sbancamento.

Nello specifico saranno realizzati dei canali di raccolta in terra con protezione di materassi di tipo Reno, in grado di convogliare le acque di scorrimento superficiale in punti predisposti al loro raccoglimento, o verso le linee di impluvio. In tal modo si eviterà la formazione di solchi vallivi, che potrebbero generare delle ripercussioni sulla corretta funzionalità dell'impianto.

Il dimensionamento e la verifica del canale perimetrale in terra costituente il fosso di guardia è da condurre secondo l'ipotesi di moto uniforme e attraverso la formula di Chezy:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

dove Q è la portata di Riferimento, in $m^3 s^{-1}$, n è il coefficiente di Manning, A è l'area della sezione bagnata, in m^2 , R è il raggio idraulico, i è la pendenza dell'alveo.

Le dimensioni del canale, realizzato in scavo con sezione trapezoidale, dovranno essere progettate in funzione della portata di progetto, tipicamente Riferita ad un valore del tempo di ritorno pari a 30 anni e con sponde inclinate di circa 26° , ricordando di maggiorare l'altezza massima di un valore del franco, tipicamente assunto come 5 cm. Per quanto riguarda le interferenze con la viabilità interna al sito, questa

non costituisce un particolare ostacolo al sistema di regimentazione, essendo la sede stradale composta da un materiale drenante (opportunamente compattato) in modo da non alterare la permeabilità dei suoli e garantire il transito dei mezzi anche in condizioni di pioggia. Inoltre, si prevede che tali canali perimetrali non impediscano il transito ai mezzi adibiti per l'attività agricola e manutentiva, date le ridotte dimensioni.

Saranno realizzati dei canali in materiale drenante di forma trapezoidale nel terreno seguendo quanto rappresentato negli elaborati "FV.ALC01.PD.G.03.1".

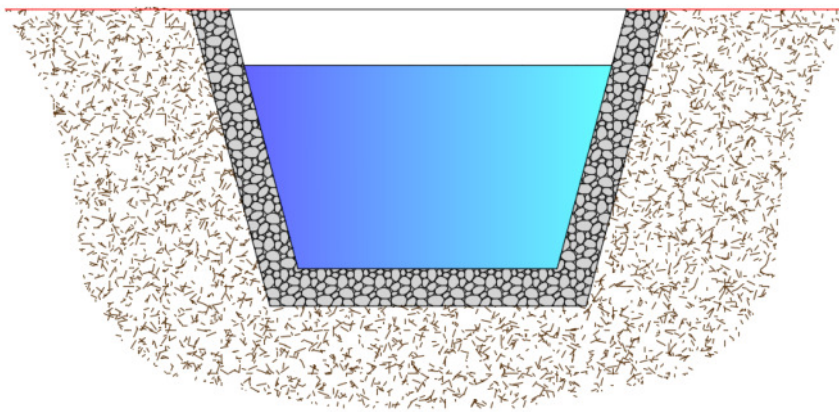


Figura 32 - Sezione tipo del canale trapezoidale

10 CENNI SUL FENOMENO DELL'EROSIONE

Una corrente idrica esercita un'azione di trascinamento sui grani di materiale disposti sul contorno bagnato e, se questi non sono sufficientemente stabili, li sposta erodendo il letto fluviale mobile. L'erosione può provocare l'abbassamento del letto e/o il crollo delle sponde con allargamento e spostamento (migrazione) dell'alveo.

Si distinguono pertanto i seguenti fenomeni:

- erosione locale, dovuta principalmente ad eventi intensi associati a fenomeni di precipitazione eccezionale, essa si esplica in prossimità di singolarità idrauliche, come pile o spalle di ponti, ovvero salti e scivoli che comportano perturbazioni alla corrente, ove la turbolenza risulta particolarmente intensa. Il fenomeno ha un decorso rapidissimo e può portare alla rovina dell'opera in alveo nel corso di una sola piena;
- erosione generalizzata, dovuta alle piene ordinarie, essa si sviluppa quando la portata di sedimento immessa da monte non è sufficiente a saturare la capacità di trasporto della corrente idrica. La saturazione della capacità di trasporto avviene prelevando materiale d'alveo, ossia erodendo il letto, questa può procedere uniformemente o localmente ma in maniera graduale.

Il caso in esame, dove gli attraversamenti delle aree allagabili sono previsti lungo tratti indisturbati dell'alveo in modellamento attivo è da ricondurre all'erosione di tipo generalizzata.

L'erosione generalizzata dell'alveo, conseguente ad uno squilibrio complessivo tra l'apporto di sedimenti che giungono al corso d'acqua e la capacità erosiva della corrente, può essere analizzata con studi a scala di bacino e simulando i fenomeni di erosione e di deposito con modelli matematici. La profondità dell'erosione di un tronco d'alveo per carenza di apporto di materiale solido da monte può, invece, essere studiata in maniera piuttosto semplice per un canale circa prismatico e rettilineo, considerando che la sua sezione si deformerà, approfondendosi e/o allargandosi, fino a che l'azione di trascinamento della corrente non diminuirà al di sotto del valore critico. Valutazioni più speditive consentono di ricavare la profondità di erosione δ come la differenza tra il tirante d'acqua h antecedente all'erosione ed il tirante d'acqua h_e a fenomeno avvenuto:

$$\delta = h_e - h$$

Il tirante d'acqua h_e a fenomeno avvenuto si ricava dalle formule, del tutto empiriche e senza giustificazione teorica, dell'equilibrio dei canali a regine.

- La formula di Blench (1969) propone:

$$h_e = 0,379 q^{2/3} d_{50}^{-1/6} \text{ per sabbia e limo con } 6 \cdot 10^{-5} < d_{50} \text{ (m)} < 0,002 \text{ (1)}$$

$$h_e = 0,692 q^{2/3} d_{50}^{-1/12} \text{ per sabbia e ghiaia con } 0,002 < d_{50} \text{ (m)} \text{ (2)}$$

- La formula di Maza Alvarez ed Echavarria (1973) propone:

$$h_e = 0,365 q^{0,784} d_{50}^{-0,157} \text{ per sabbia e ghiaia con } d_{75} \text{ (m)} < 0,006 \text{ (3)}$$

Per il calcolo di q , intesa come la portata nell'unità di larghezza del canale, si utilizza il tirante e velocità forniti del modello idraulico lungo le sezioni stesse.

La morfologia del letto fluviale e gli effetti su di essa delle opere in alveo sono strettamente legati al trasporto dei sedimenti da parte della corrente per mezzo dei processi di:

- trasporto al fondo, tipico del movimento del materiale più grossolano, che si muove vicino al fondo per scorrimento, rotolamento, saltazione;
- trasporto torbido, che sposta i materiali più fini sospendendoli, per effetto della turbolenza, nel nucleo della corrente.

Parte degli inerti trasportati dalla corrente si ritrova anche nel materiale costituente il fondo del fiume, chiamato materiale di fondo o bed-material load. La portata di bed-material load dipende dalla portata liquida del fiume. Il materiale molto fine – limi e argille – apportato dagli affluenti ovvero eroso dal terreno delle sponde, dopo essere andato in sospensione non ritorna più al fondo nei cui depositi si trova depositato solo in minima parte, tale fenomeno è chiamato wash load. La composizione del letto fluviale si trova così alleggerita dalle parti più fini e quindi la granulometria del fondo risulta maggiore di quella del terreno originario. La portata di wash load dipende dalla quantità di materiali fini apportati dagli affluenti.

11 CONCLUSIONI

Il presente studio di compatibilità idrologico-idraulica ha voluto chiarire le metodologie di risoluzione delle interferenze idrauliche del cavidotto. Nello specifico, ogni singola interferenza è stata studiata in base alla normativa vigente in materia idraulica, le NTA del PAI Sicilia.

Allo scopo, sono state individuate tutte le aree a potenziale pericolosità idraulica, per le quali sono state attuate delle metodologie di risoluzione conformi alla stabilità strutturale e idrogeologica delle strutture di Riferimento.

Inoltre, è stato definito il sistema di regimentazione delle acque meteoriche che dovrà essere approfondito in una fase esecutiva della progettazione, tramite il dimensionamento dei fossi di guardia e l'individuazione planimetrica specifica degli stessi.

Nel complesso il progetto si inserisce in un contesto territoriale non particolarmente critico da un punto di vista idrologico e idraulico, infatti, non sussistono particolari fenomeni erosivi che evidenziano fenomeni di aggravio delle ipotetiche condizioni di allagamento. Inoltre, le infrastrutture interessate dal progetto sono adeguatamente progettate per il deflusso delle acque meteoriche, ciò consente di poter affermare la compatibilità delle opere da un punto di vista idrologico-idraulico.

12 BIBLIOGRAFIA

- Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia, “Valutazione delle piene in Sicilia”, Cannarozzo, M., F. D’Asaro e V. Ferro, CNR-GNDICI, Pubbl. N. 1431, Studio K2., Cava de’ Tirreni (SA), 1993.
- La valutazione delle piene in Italia, Ferrari, E., Versace, P., (a cura di), CNR – Linea 1, Roma (RM), 1994.
- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sicilia e ss.mm.ii., Regione Siciliana, 2001.
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, “Aggiornamento delle Norme tecniche per la costruzioni”, Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti, 2018.