

COMUNE DI CATANIA
- CITTÀ METROPOLITANA DI CATANIA -

RELAZIONE IDRAULICO – IDROLOGICA INVARIANZA IDRAULICA

Progetto Definitivo

“Progetto di un impianto agro-fotovoltaico per una potenza nominale di 45,4 MWp (33 MW in immissione) integrato da sistema di accumulo da 16,5 MW e relative opere di connessione da realizzarsi in località PASSO MARTINO”

Comm: Ing. Girolamo Gorgone
Data: Marzo 2023



Dott. Geol. Ignazio Giuffrè

Via Mazzini, 9 - 90018 Termini Imerese (PA) Tel. 338.4373063
P. IVA: 04698200823 E Mail – ignazio.giuffre@gmail.com



COMUNE DI CATANIA

- CITTÀ METROPOLITANA DI CATANIA -

RELAZIONE IDRAULICO – IDROLOGICA INVARIANZA IDRAULICA

Progetto definitivo

“Progetto di un impianto agro-fotovoltaico per una potenza nominale di 45,4 MWp (33 MW in immissione) integrato da sistema di accumulo da 16,5 MW e relative opere di connessione da realizzarsi in località PASSO MARTINO”

Premessa

Il presente lavoro costituisce parte integrante di un progetto di un impianto agro-fotovoltaico per una potenza nominale di 45,4 MWp (33 MW in immissione) integrato da sistema di accumulo da 16,5 MW e relative opere di connessione da realizzarsi in località *Passo Martino* su incarico dell’Ing. Girolamo Gorgone, in nome e per conto di *X-ELIO Energy*.

Il presente elaborato è stato redatto per la valutazione dell’invarianza idraulica, in osservanza al D.D.G. 102 del 23/06/2021 del Dipartimento Regionale dell’Urbanistica e dell’Autorità di Bacino.

L’Assessorato Regionale del Territorio e dell’Ambiente, in rispetto di quanto previsto dalla *Direttiva Comunitaria 2007/60/CE* del 27/10/2007, relativa alla



valutazione ed alla gestione dei rischi alluvioni, ha predisposto un quadro di riferimento per la gestione dei fenomeni alluvionali, con la redazione del “*Piano di Gestione del Rischio Alluvioni*” (P.G.R.A.).

Il P.G.R.A. persegue l’obiettivo, così come previsto nell’art. 1 comma 1 della “*Direttiva 2007/60/CE*”, di ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali derivanti dalle stesse alluvioni anche al fine dello sviluppo sostenibile della comunità.

Il P.G.R.A. è stato redatto ai sensi dell’art. 7 del D. Lgs 49/2010 nell’ambito delle attività di pianificazione di cui agli artt. 65, 66, 67 e 68 del D. Lgs. 152/2006, e ss.mm.ii., ed è stato definitivamente approvato con *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 07/03/2019* pubblicato sulla *G.U.R.I. n.198 del 24/08/2019*.

Successivamente, a seguito dell’istituzione dell’Autorità di Bacino Distretto Orografico della Sicilia, è stata emanata la Circolare *prot. n. 6834 del 11/10/2019 – Attuazione delle misure della Pianificazione distrettuale relativa all’applicazione dei principi di invarianza idraulica – indirizzi applicativi*, senza che siano stati però emanate direttive di indirizzo né linee guida tecniche per la redazione dei suddetti studi di invarianza idraulica.

Di recente, con *Decreto 23 giugno 2021 - Principio di Invarianza idrologica ed idraulica – congiunto tra A.R.T.A. e Presidenza – Pubblicato sulla G.U.R.S. parte I n. 30 del 16/07/2021*, nell’*Allegato 2* sono stati emanati gli “*Indirizzi tecnici per la progettazione di misure di invarianza idraulica e idrologica*”.

A tal proposito è importante precisare il significato di alcune definizioni.

Per **invarianza idraulica** si intende il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate o di nuova urbanizzazione nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all’urbanizzazione.

Il concetto di invarianza idraulica deve essere distinto dalla invarianza idrologica e Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile (SUDS). Per **invarianza idrologica** si intende il principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all’urbanizzazione. Per **Sistemi di Drenaggio Urbano**



Sostenibile si intende un sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo “alla sorgente” delle acque meteoriche, e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.

Il lavoro è stato , quindi, articolato sviluppando il seguente schema:

1. inquadramento territoriale ed opere da realizzare;
2. obiettivi;
3. studio idrologico;
4. computo volumi di compensazione per l’invarianza idraulica;
5. descrizione delle opere di laminazione;
6. conclusioni.



1. Inquadramento dell'area

Il lotto di progetto, ricade nella tavoletta *“Villaggio Delfino” Foglio n. 270 Quadrante III Orientamento S.O.* della Carta d'Italia, edita in scala 1:25.000 dall'Istituto Geografico Militare Italiano, mentre la sottostazione elettrica ricade nella tavoletta *“Catania” Foglio n. 270 Quadrante III Orientamento N.O.* della Carta d'Italia, edita in scala 1:25.000, e nelle due carte tecniche regionali C.T.R. 633160, 640040 e 634130 denominate rispettivamente *“Masseria Calatabiano”* e *“Cuccumella”*.

I terreni che compongono l'area in esame, risultano prevalentemente di natura alluvionale, con aspetto tipicamente sub-pianeggiante e non sono evidenti salti di quota di un certo interesse.

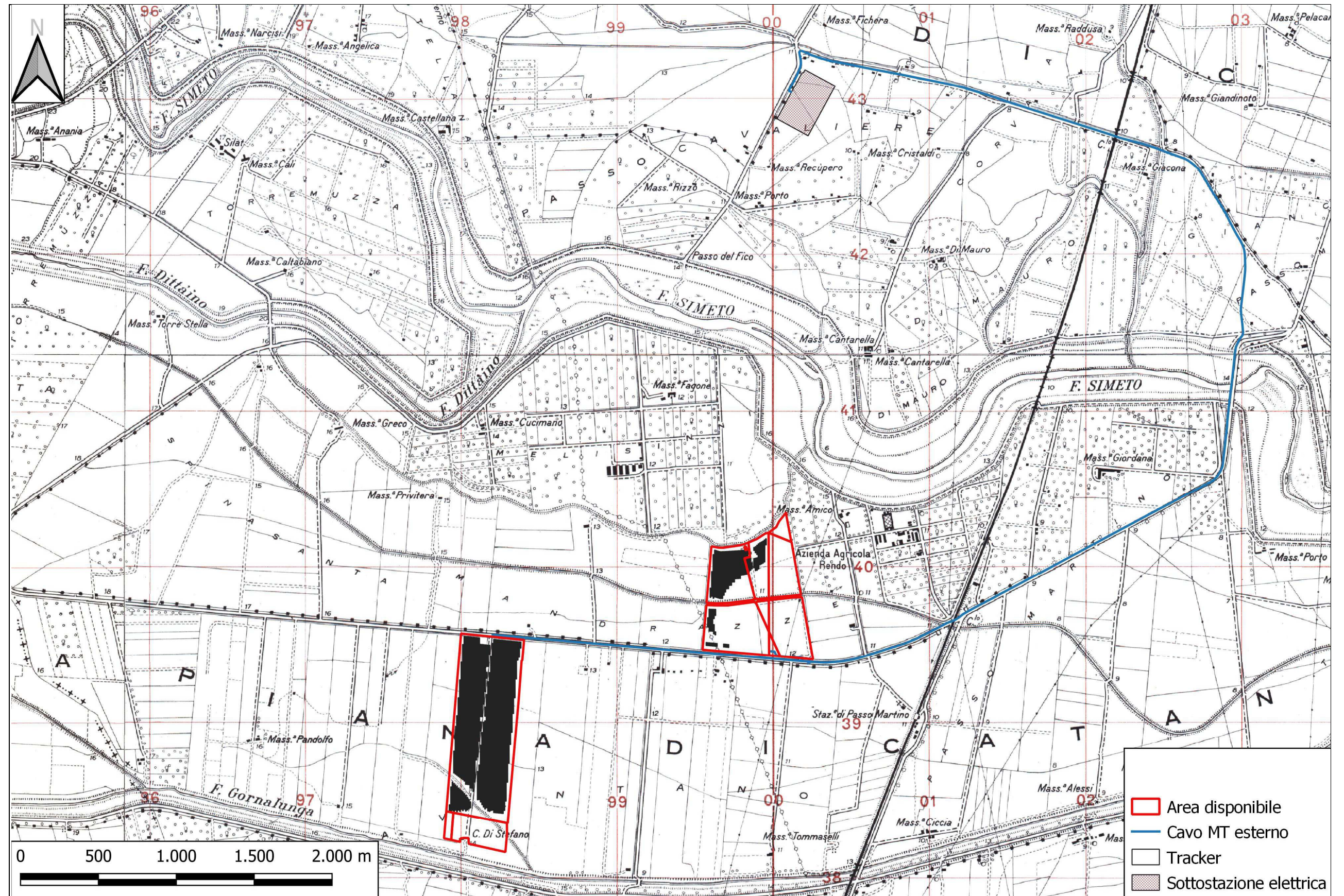
L'area destinata all'impianto agro-fotovoltaico e le opere di connessione ricadono interamente nel comune di Catania. Il tracciato del cavidotto di connessione alla RTN interessa i medesimi territori comunali e dista in linea d'aria circa 4 km dall'impianto.

La superficie complessiva dell'Area disponibile per l'impianto è di poco superiore ai 98 ettari, suddivisa tra circa 53 ettari dell'Area Nord e circa 45 ettari dell'Area Sud.

L'impianto agro-fotovoltaico è facilmente raggiungibile da Catania imboccando in direzione sud la strada statale SS 114 fino allo svincolo sulla SS 194, successivamente imboccando la strada provinciale SP 104 fino all'uscita sulla SC 4 ed in fine percorrendo in direzione ovest la strada provinciale SP 69.

L'area disponibile Nord (N), è prevalentemente adibita a seminativo con marginale presenza di frutteti minori ed ha una superficie totale di circa 53 ettari. L'altimetria nel complesso varia tra 10 ed i 13 m s.l.m. è quindi prettamente pianeggiante con valori nulli di pendenza. All'interno dell'area si ha la presenza di strade interpoderali ed anche un arco idrico di modestissima entità.

L'area disponibile Sud (S), è interamente adibita a seminativo, presenta una morfologia pianeggiante. L'area ha una superficie complessiva di circa 46 ettari. L'altimetria varia tra 13 ed i 16 m s.l.m. risulta anche in questo caso prettamente pianeggiante con valori nulli di pendenza. Assimilabili a valori inferiori all'1%.



Stralcio topografico in scala 1:25.000



Stralcio aerofotogrammetrico area impianto in scala 1:10.000



In particolare, i due appezzamenti di terreno, oggetto di realizzazione degli impianti in questione, ricadono uno nelle immediate vicinanze del torrente “Gornalunga”, e l’altro nelle vicinanze del Fiume “Simeto”, entrambi posizionati nei pressi della cittadella militare di “*Sigonella*”, in territorio comunale di Catania. L’area di progetto, ricade all’interno del Piano per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.), inerente il “*Bacino idrografico del Fiume Simeto (094)*”, redatto dall’Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente, ed approvato con D.P.R.S. n.538 del 20/09/2006, pubblicato sulla G.U.R.S. n° 51 del 03/11/2006.

Entrambi i lotti di progetto, come si evince dal precedente stralcio aerofotogrammetrico, ricadono in una zona a bassa densità edilizia (“E1 – “Case sparse”); il primo posto in destra idraulica del torrente “Gornalunga”, in prossimità della S.P. n. 104 di Catania, nel territorio comunale di Catania, il secondo posizionato in sinistra idraulica rispetto al Fiume “Simeto”.

Di seguito si elencano i dati sintetici sull’impianto impianto agro-fotovoltaico aree nord e sud:

- n. 68790 moduli fotovoltaici montati su tracker monoassiali;
- n. 13 cabine di campo o power stations: ricevono i cavi provenienti dai moduli FV interconnessi convertendo l’energia elettrica da essi prodotta da corrente continua a corrente alternata tramite inverter ed elevando la tensione da bassa a media;
- n. 2 cabine principali di impianto (Main Technical Room – MTR);
- n. 1 cabina MT;
- n. 1 Control room che ospita un locale a ufficio e i servizi igienici per il personale e un locale separato a magazzino;
- n. 34 Container batteria;
- n. 3 magazzini per l’attività agricola;
- viabilità interna di servizio;
- recinzione, cancelli di ingresso, illuminazione di emergenza e sorveglianza;
- fascia di mitigazione



Relativamente alle opere di connessione le principali opere consisteranno in:

- Una linea interrata in tensione (36 kV) per la connessione dell'impianto alla rete elettrica nazionale, della lunghezza di circa 10 km giacente lungo viabilità esistente;
- Un punto di connessione alla RTN ricadente in territorio di Catania, per il collegamento in antenna a 36 kV con la futura stazione di connessione 380/150/36 kV di Pantano d'Arci, previo ampliamento della stessa, e quindi al futuro elettrodotto Paternò-Priolo



LEGENDA					
	Ingresso di impianto		Palo servizi ausiliari		Stringa da 30 moduli
	Recinzione		Cabina ausiliaria		Stringa da 60 moduli
	Piste e piazzali		Power station		
	Fascia di mitigazione		Control room		Fabbricato esistente
	Colture foraggere		Cabina MTR con cabina partenza linea		Alberi
	Erbacee spontanee basse		Cabina MT		Agrumeto
	Seminativo		Zona container accumulo		Siepi aromatiche
	Vegetazione spontanea		Magazzino		Amie



2. Obiettivi

L'Ufficio della Presidenza della Regione Sicilia tramite l'Autorità di Bacino Distretto Idrografico della Sicilia – Servizio 1 – Tutela delle risorse idriche, con la *Circolare prot. n. 6834 del 11/10/2019 - Attuazione delle misure della Pianificazione distrettuale relativa all'applicazione dei principi di invarianza idraulica – indirizzi applicativi*, ed in ultimo con il Decreto 23 giugno 2021 - Principio di Invarianza idrologica ed idraulica, ha stabilito gli indirizzi tecnici per la progettazione di misure di invarianza idrologica ed idraulica.

Nel presente paragrafo, si riferiscono le scelte metodologiche e progettuali adottate per il dimensionamento dei dispositivi atti a garantire l'invarianza idraulica nella trasformazione edilizia in progetto.

Nello specifico, è stato limitato al massimo l'impermeabilizzazione del lotto di progetto attraverso l'inserimento di aree a verde pertinenziali ed aree ad elevata permeabilità per i percorsi stradali e altri accorgimenti che saranno definiti in seguito.

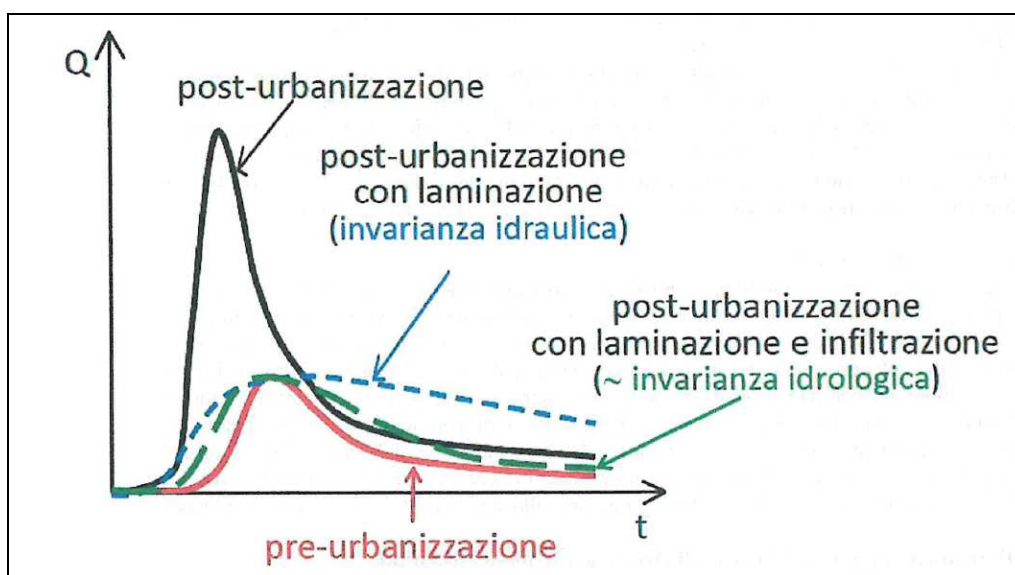
Secondo il principio di invarianza idraulica, le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali non devono risultare maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione. Nelle aree urbanizzate, infatti, l'incremento delle portate legate allo stesso inurbamento, la progressiva eliminazione delle aree di libera esondazione e la conseguente drastica delimitazione degli alvei hanno condotto situazioni di gravi criticità, con decisi incrementi delle frequenze di allagamento e dei conseguenti danni connessi alle cose e alle persone.

Tecnicamente l'invarianza idraulica si ottiene, prevalentemente, con la laminazione dei volumi di piena.

Con il fenomeno della laminazione, dunque, viene effettuato l'attenuazione del colmo della portata di un'onda di piena. Ciò viene effettuato con l'utilizzo di strutture di accumulo, la cui funzione principale è quella di provvedere alla detenzione dei volumi di piena e di rilasciarli in maniera controllata.

Nella figura sotto rappresentata vengono mostrati gli effetti dell'urbanizzazione e della laminazione su un idrogramma.

In particolare, è evidente come l'urbanizzazione (a causa dell'impermeabilizzazione delle superfici) determini un'amplificazione del picco dell'idrogramma. Al contrario la laminazione crea un'attenuazione del picco dell'idrogramma, dal momento che il volume viene rilasciato su un intervallo di tempo maggiore.



Effetti dell'urbanizzazione e della laminazione su un idrogramma

3. Studio idrologico

L'obiettivo dello studio idrologico è quello di stimare l'idrogramma di piena relativo ad una data sezione del corso d'acqua in esame e per fissato tempo di ritorno. In particolare, a causa della mancanza di portate (o altezze idrometriche) registrate, è stato utilizzato un metodo indiretto in cui il legame funzionale $Q = Q(T)$ è stato determinato a partire dall'informazione pluviometrica disponibile per il bacino interessato. L'utilizzo dei metodi indiretti richiede la definizione e la messa a punto di opportuni modelli matematici di tipo deterministico della trasformazione afflussi-deflussi, definiti come modelli di piena. Per il loro utilizzo, è necessario valutare tre elementi fondamentali:

- gli eventi meteorici, che rappresentano i dati di input e vengono dati mediante ietogrammi sintetici di progetto per fissato tempo di ritorno;
- la valutazione delle perdite idrologiche, al fine di calcolare le piogge nette che rappresentano l'aliquota di pioggia lorda che effettivamente determina deflusso;
- il meccanismo di trasferimento dei deflussi alla sezione di interesse con conseguente calcolo della portata di piena.

Nel caso in esame, verrà utilizzato un tempo di ritorno pari a 30 anni.

A causa del deficit di serie storiche di portate (o altezze idrometriche) nel sito in esame gli idrogrammi sono stati ricavati attraverso un metodo indiretto in cui il legame funzionale $Q = Q(T)$ è stato determinato a partire dall'informazione pluviometrica.

Innanzitutto, si è stimata la Curve di Probabilità Pluviometrica (CPP) mediante il metodo GEV (Generalized Extreme Value - Jenkinson, 1955). I relativi parametri per il bacino in esame sono stati ottenuti dallo studio di Forestieri et al. (2018) che fornisce a livello regionale, per 6 sottozone omogenee della Sicilia, i valori dei parametri (K_T , a_{24} ed n) che consentono di ottenere una stima dell'altezza di massima intensità $h_{d,T}$ per fissata durata d e fissato tempo di ritorno T attraverso la relazione di seguito riportata, nell'ipotesi che le precipitazioni seguano la legge di invarianza di scala temporale e adottando la legge di distribuzione GEV:

$$h_{d,T} = K_T a_{24} \left(\frac{d}{24} \right)^n$$

in cui:

- $K_T = a \ln(T) + b$: rappresenta il coefficiente di scala, detto anche coefficiente di crescita regionale. Questo dipende dal tempo di ritorno (T) e dalla zona omogenea di riferimento (a,b), Figura 2;
- d : rappresenta la durata dell'evento, espressa in ore, e posto pari al tempo di corrivazione;
- a_{24} e n : rappresentano due parametri sito-specifici. Per la Sicilia, questi sono stati forniti da Forestieri et al. (2016), mediante mappe in formato raster ottenute dall'interpolazione spaziale dei valori a_{24} ed n rilevati per i siti strumentati, Figura 3.

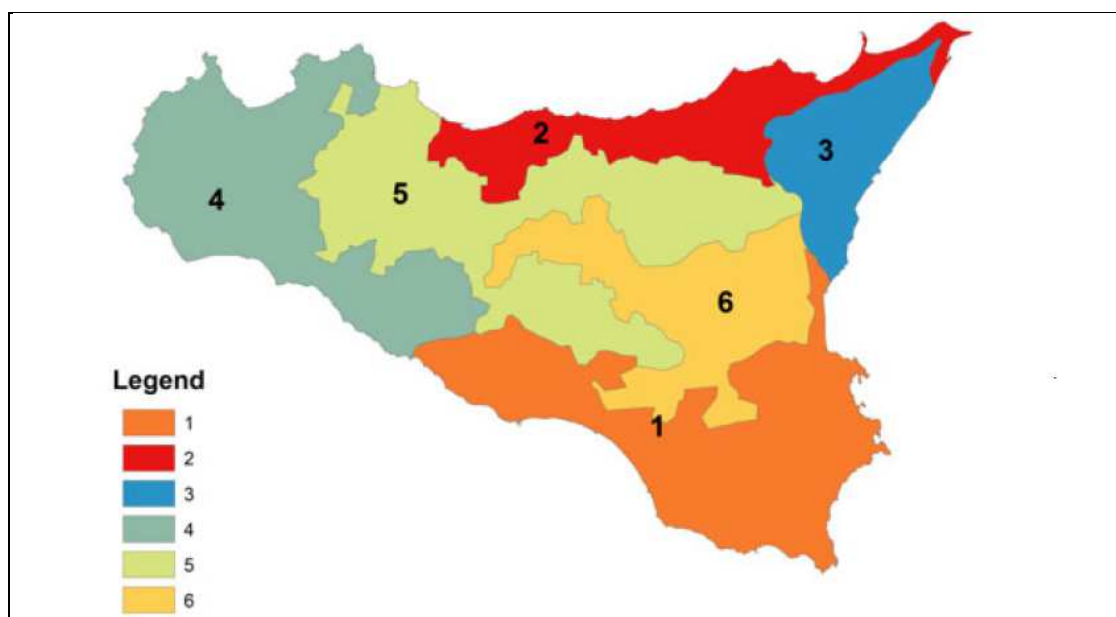


Figura 1 – Zone omogenee Sicilia (primo livello di regionalizzazione)

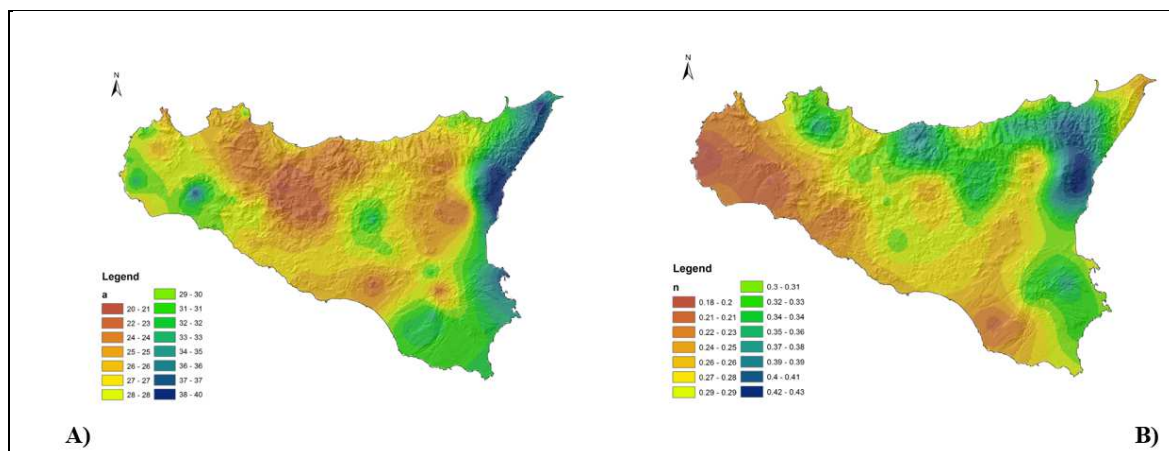


Figura 2 – Valori di a_{24} e n per la Sicilia (Secondo livello di regionalizzazione)

Secondo la regionalizzazione di Forestieri et al. (2016), l'area in studio ricade interamente nella Regione 6, per la quale sono stati identificati i parametri a, b, a_{24}, n . In Figura si riportano le CPP ottenute per i tre diversi tempi di ritorno. Queste sono espresse mediante la classica legge di potenza:

$$h_{d,t} = a d^n$$

nella quale $a = \frac{K_T a_{24}}{24^n}$.

Primo livello di regionalizzazione K_T [anni]			Secondo livello regionalizzazione	
a	b	K_{30}	a_{24}	n
0.5011	0.4545	2.16	29	0.29

Tabella 1 – Regionalizzazione per la determinazione della CPP

Parametri CPP	
a	n
62.61	0.29

Tabella 2 - Parametri CPP

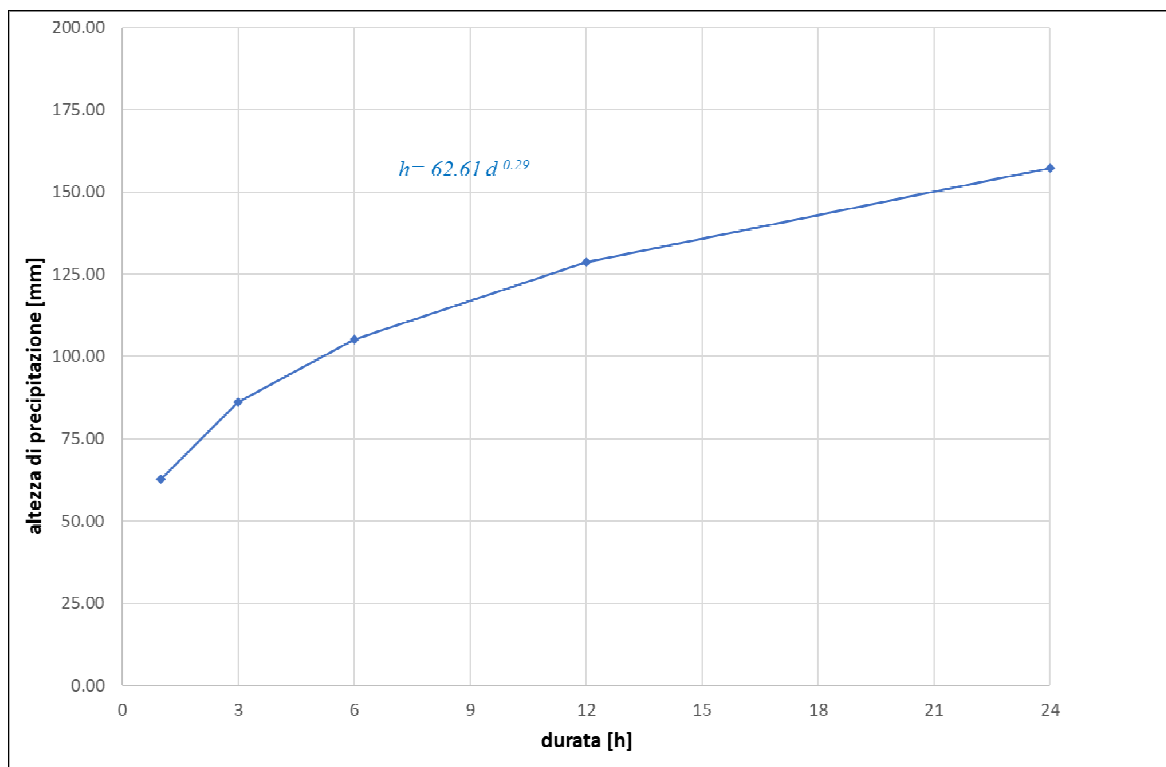


Figura 3 - CPP per T=30 anni

Successivamente è stato necessario calcolare il tempo di corrivazione, ottenuto mediante la relazione di D'Asaro-Agnese:

$$t_c = 0.43 \frac{\sqrt{A}}{v}$$

In cui:

- A: rappresenta l'area della zona degli inseguitori, ossia 0.362km² per il lotto sud e 0.1 km² per il lotto nord;
- v: rappresenta la velocità della corrente supposta pari a 1m/s.

La relazione ha restituito un tempo di corrivazione pari a circa 15 minuti per il lotto sud e circa 8 minuti per il lotto nord.

Dal momento che i parametri della CPP sono costruiti considerando una durata minima dell'evento di pioggia pari ad 1 ora, e la durata dell'evento (posta pari al tempo di corrivazione) è inferiore all'ora è necessario correggere il valore dell'altezza di pioggia tramite la formula di Ferreri-Ferro:



$$h_{tc} = h_{60} d \left(\frac{t_c}{60} \right)^{0.368}$$

Dove:

- h_{60} rappresenta l'altezza di pioggia per una durata dell'evento pari ad 1 ora;
- t_c rappresenta il tempo di corrivazione espresso in minuti

Considerando un tempo di corrivazione pari a 15 minuti per il lotto sud e 8 minuti per il lotto nord, sono stati ottenuti, rispettivamente, i seguenti quantili 30-ennali: 38.07 mm e 30.04 mm.



4. Computo volumi di compensazione per l'invarianza idraulica

Il principio dell'invarianza idraulica, definisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio e/o invaso di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area. Di fatto, l'unico modo di garantire tale principio, è quello di prevedere volumi di stoccaggio temporaneo.

Pertanto, le acque meteoriche che cadono al suolo durante un evento di pioggia devono essere opportunamente raccolte e restituite al loro ciclo naturale, favorendone lo smaltimento in loco attraverso l'infiltrazione naturale nel terreno.

Il progetto è stato sviluppato nell'ottica di minimizzare l'invarianza delle componenti idrologiche - idrauliche, nello specifico, ad esempio la viabilità interna sarà costruita con materiale permeabile in modo da diminuire il naturale deflusso delle acque ed evitare l'effetto barriera

Il volume di laminazione verrà ottenuto mediante il metodo semplificato delle piogge, così come descritto nel punto A.4 del D.D.G. del 23/06/2021.

In particolare, il metodo proposto si prefigge la stima del volume d'invaso necessario per garantire l'invarianza idraulica ricalcando il procedimento esposto nel testo *"Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione"* (CSDU – HOEPLI, Milano, 1997).

La procedura si basa sulla sola curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie tributaria e sulla portata massima, supposta costante, che si vuole avere allo scarico del sistema.

La risposta idrologica del sistema è quindi estremamente semplificata trascurando tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi (Routing): permane unicamente la determinazione della precipitazione efficace (separazione dei deflussi) ottenuta con il metodo del coefficiente di afflusso.

Tale ipotesi semplicistica implica che le portate in ingresso al sistema di invaso siano sovrastimate e di conseguenza, nel caso si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno sovrastimanti e



cautelativi. Per contro, l'ipotesi di portata costante risulta accettabile solo per piccole luci di scarico.

Si presenta ora il metodo e le sue equazioni applicati al caso che si intenda utilizzare la formulazione classica (italiana) a due parametri (a, n) della curva di possibilità pluviometrica:

$$h = a * t^n$$

dove h è l'altezza di pioggia (mm) corrispondente a un evento di durata t.

Da queste posizioni deriva che il volume di pioggia entrante nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere:

$$V_n = S * \varphi * h(t) = S\varphi a t^n$$

Dove φ è il coefficiente di afflusso e S la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso.

Il volume in uscita dal sistema nello stesso intervallo t di tempo sarà invece:

$$V_{OUT} = Q_{IMP} * t = u_{IMP} * t$$

dove Q_{IMP} e u_{IMP} sono rispettivamente la portata e il coefficiente udometrico imposti allo scarico.

Il volume invasato al tempo t sarà allora dato dalla differenza dei volumi in ingresso e in uscita dal sistema:

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = S * \varphi * a * t^n - Q_{IMP} * t$$

Si tratta ora di trovare la durata di pioggia t_{cr} che massimizza il volume invasato V_{max} derivando l'espressione precedente. Analiticamente la condizione di massimo è così espressa:

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S * \varphi * a * n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

e quindi il volume da assegnare al sistema di invaso sarà:

$$V_{max} = S * \varphi * a * \left(\frac{Q_{IMP}}{S * \varphi * a * n} \right)^{\frac{1}{n-1}} - Q_{IMP} \left(\frac{Q_{IMP}}{S * \varphi * a * n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

In cui:

- S è la superficie drenante espressa in [ha];



- a: rappresenta il quantile di pioggia t-ennale per un evento con durata pari al tempo di corrivazione, espresso in [mm]. È ottenuto correggendo la CPP mediante la relazione di Ferreri-Ferro dal momento che il tempo di corrivazione è inferiore all'ora;
- n: è l'esponente della CPP;
- Q_{IMP} è la portata limite ammessa allo scarico espressa in [l/s]. Valore corrispondente ad un coefficiente udometrico pari a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabilizzata dall'intervento di urbanizzazione;
- ϕ : è il coefficiente di deflusso, posto pari a 0.30, così come indicazioni nell'allegato A della DGRV 2948 e nel documento "*criteri e procedure per il rilascio di concessioni, autorizzazioni, pareri, relativi ad interventi interferenti con le opere consorziali, trasformazioni urbanistiche, e sistemazioni idraulico-agrarie*", approvato con Delibera CdA n. 84/C-12 del 27 agosto 2012; aggiornato con Delibera CdA n. 013/C-16 del 25 gennaio 2016;
- V_{MAX} : è il volume di laminazione espresso in [m³], se il primo membro viene moltiplicato per 10 e il secondo membro viene moltiplicato per 3.6.

Si riportano i tabulati di calcolo ottenuti per entrambe le sottozone.

S [ha]	Φ [-]	a [mm]	n	Q_{imp} [l/s]	V [m ³]
36.2	0.3	38.07	0.29	724	1776

Tabella 3 - Volume di laminazione lotto sud

S [ha]	Φ [-]	a [mm]	n	Q_{imp} [l/s]	V [m ³]
10	0.3	30.04	0.29	200	352

Tabella 4 - Volume di laminazione lotto nord

5. Descrizione delle opere di laminazione

Nei punti più a valle di ciascuna sotto area verranno disposte delle vasche di laminazione, garantendo un volume complessivo minimo pari a quello indicato nelle tabelle sovrastanti. Per ciascun lotto ne sono stati ricavati i sottobacini e il volume di laminazione è stato ottenuto proporzionalmente a questi ultimi, in particolare:

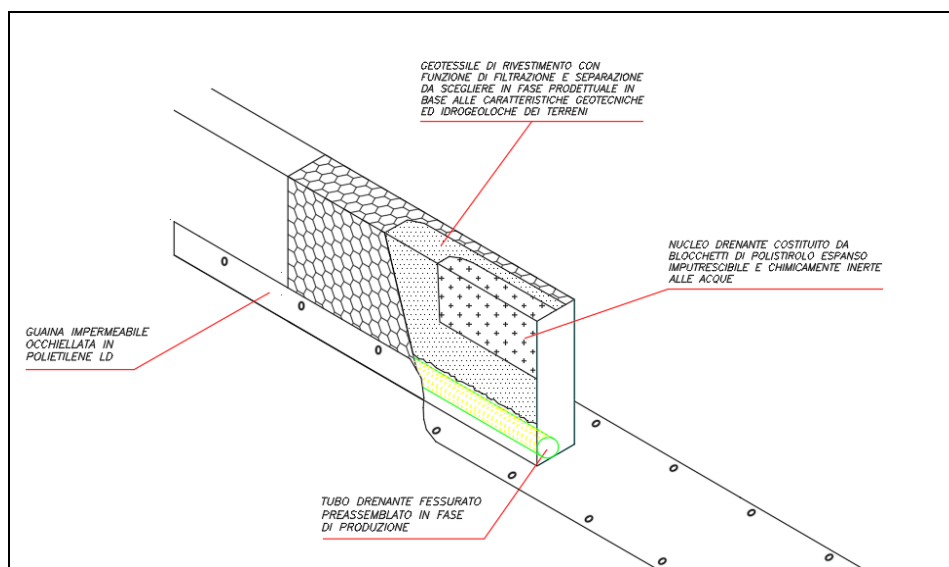
- nel lotto sud sarà realizzata una vasca da 100 m³ e 6 vasche da 300 m³.
- nel lotto sud saranno realizzate 4 vasche da 100 m³.

	S [m ²]	V _{MINIMO} [m ³]	V _{VASCA} [m ³]	N _{VASCA}	V _{Laminazione} [m ³]	ID vasche
Sottozona 1	0.17	834	300	3	900	1, 2, 3
Sottozona 2	0.17	834	300	3	900	4, 5, 6
Sottozona 3	0.02	98	100	1	100	7

Tabella 5 - Caratteristiche di laminazione lotto sud

	S [m ²]	V _{MINIMO} [m ³]	V _{VASCA} [m ³]	N _{VASCA}	V _{Laminazione} [m ³]	ID vasche
Sottozona 1	0.08	281	100	3	300	1, 2, 3
Sottozona 2	0.02	70	100	1	100	4

Il recapito alle vasche di laminazione verrà realizzato mediante l'utilizzo di trincee drenanti prefabbricate poste sulle linee preferenziali di deflusso ad una profondità di 0.80 m dal piano campagna.



Caratteristiche del pannello drenante prefabbricato

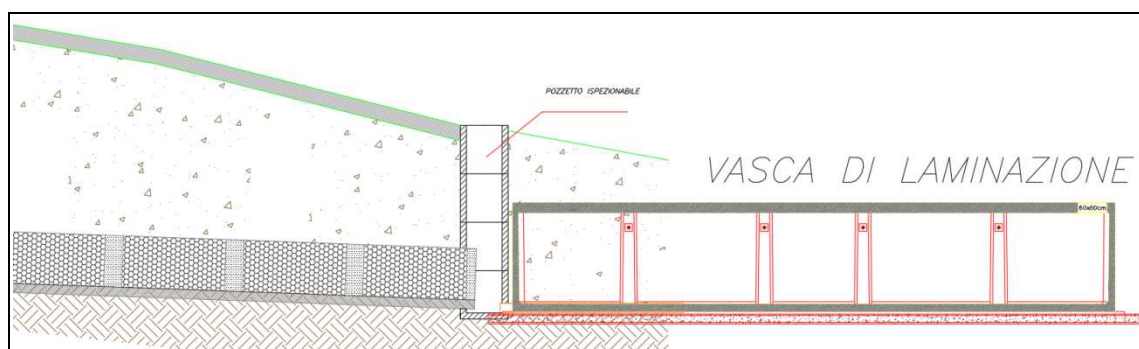


I principali vantaggi nell'utilizzo di una trincea drenante prefabbricata rispetto le classiche trincee drenanti sono:

- riduzione dei volumi di scavo: i pannelli drenanti prefabbricati si assemblano a bordo scavo e vengono successivamente calati nella trincea dall'esterno. Pertanto le operazioni che portano le maestranze in scavo possono considerarsi praticamente nulle; non essendoci quindi la necessità di lavorare con le maestranze dentro lo scavo, gli stessi possono essere ridotti al minimo, in funzione delle condizioni di stabilità dei terreni stessi. tale situazione si riflette su una minore quantità di terreno che dovrà essere movimentata sia in fase di scavo che in fase di riporto. Si può stimare una riduzione dei volumi variabile da circa il 50% a circa i 2/3 di materiali inerti e terrigeni trasportati o movimentati;
- maggiore velocità di posa: i pannelli drenanti prefabbricati possono essere posati, nella maggior parte delle condizioni di terreno e di scavo, alla medesima velocità di avanzamento dell'escavatore nell'apertura della trincea. Dall'esperienza maturata nei 15 anni di utilizzo di tale tecnologia si può affermare che la produttività media anche in condizioni logistiche difficili si attesta circa dai 50 ai 150 metri al giorno (in funzione della stabilità dello scavo e della profondità dello stesso).
- gestione di cantiere: i materiali preassemblati consentono di avere aree di cantiere pulite e sgombrare da grandi quantità di inerti, questo consente di fare a meno di aree di stoccaggio, carico e scarico materiali inerti e terrigeni.
- effetti sulla viabilità di cantiere e del suo intorno: avendo l'opportunità di evitare frequenti passaggi di camion per gli approvvigionamenti si può ovviare ad un gran numero di disagi a carico della viabilità e della popolazione locale. Gli effetti immediati sono la riduzione del traffico pesante sulle strade, l'assenza di strade sporche, fangose e sdruciolevoli in caso di pioggia e polverose col secco e la riduzione degli ammaloramenti del manto stradale dati da passaggi frequenti di camion a pieno carico.
- Ottimizzazione del volume drenante: La necessità di realizzare degli scavi in sicurezza per costruire una trincea tradizionale (si lavora sempre con maestranze

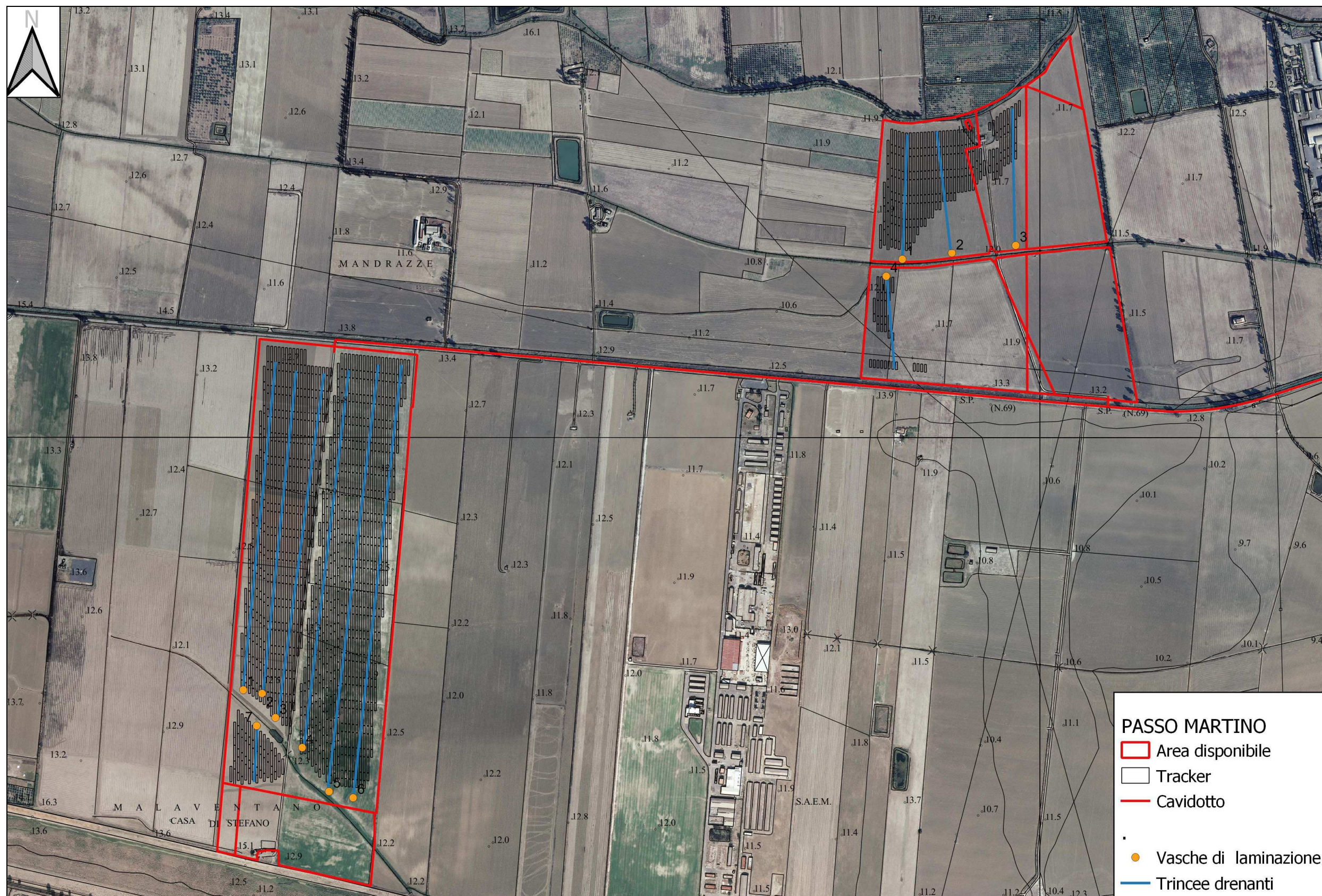
all'interno dello scavo) implica un utilizzo consistente e spropositato in termini di volumi di materiale drenante (pietrame). Spesso quindi si realizzano dei drenaggi con una volumetria di pietrame fortemente ingiustificata e sovradimensionata rispetto all'effettiva quantità di portata idraulica da smaltire. Una ricerca sperimentale quinquennale condotta tra 2009 e 2014 - effettuata in collaborazione con l'Università di Bologna e la Regione Emilia Romagna - ha evidenziato la piena compatibilità in termini di portata idraulica tra una trincea tradizionale ed una trincea prefabbricata con sistema Gabbiodren (trincea tradizionale 1,70mc/ml mentre trincea Gabbiodren 0,30mc/ml), a parità di condizioni idrogeologiche e geomorfologiche (. Ciò consente di affermare che la realizzazione di una trincea Gabbiodren consente di ridurre la quantità di materiale drenante a parità di Efficienza idraulica.

L'acqua stoccata nelle vasche di laminazione verrà smaltita, entro le 48 ore successive all'evento di pioggia, all'interno dell'impluvio naturale posto al confine di valle dell'impianto da realizzare, con pompe di sollevamento a portata minima, tale da non interferire con il drenaggio esistente.



Sezione tipologica sistema di laminazione

In Figura si riportano la planimetria delle opere di laminazione (in cui è possibile notare in nero le trincee drenanti, in azzurro la zona di ubicazione delle vasche di laminazione).



Ortofoto opere di laminazione con indicato le trincee drenanti (in azzurro) e le vasche di laminazione (in giallo)



6. Conclusioni

Nel presente elaborato, in ottemperanza a quanto disposto dalla Circolare prot. n. 6834 del 1/10/2019 – Attuazione delle misure della Pianificazione distrettuale relativa all'applicazione dei principi di invarianza idraulica – indirizzi applicativi, nonché in rispetto di quanto disposto di recente, con Decreto 23 giugno 2021 - Principio di Invarianza idrologica ed idraulica – congiunto tra A.R.T.A. e Presidenza – Pubblicato sulla G.U.R.S. parte I n. 30 del 16/07/2021, è stata eseguito uno studio specialistico riguardo l'invarianza idraulica.

Il principio dell'invarianza idraulica, definisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio e/o invaso di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area. Di fatto, l'unico modo di garantire tale principio, è quello di prevedere volumi di stoccaggio temporaneo.

Pertanto, le acque meteoriche che cadono al suolo durante un evento di pioggia devono essere opportunamente raccolte e restituite al loro ciclo naturale, favorendone lo smaltimento in loco attraverso l'infiltrazione naturale nel terreno.

Il progetto è stato sviluppato nell'ottica di minimizzare l'invarianza delle componenti idrologiche - idrauliche, in particolare si riportano i principali accorgimenti:

- gli impianti verranno installati sul terreno in assenza di pavimentazione, ragione per cui, al di fuori delle aree di impronta dei pilastri di sostegno, non si genera variazione della permeabilità del suolo;
- l'installazione inoltre non prevede il ricorso ad opere in calcestruzzo come plinti o travi di fondazione che potrebbero impermeabilizzare porzioni ulteriori di suolo;
- i trackers, ruotando, comportano una distribuzione delle acque meteoriche che intercettano su una superficie che varia con il grado di rotazione, attenuando i fenomeni di erosione localizzata.

Dai calcoli svolti i volumi da laminare sono pari a circa 1776 m³ per la porzione sud, mentre per quella nord è risultato pari a 352 m³.



Si è previsto quindi di installare una batteria di vasche di laminazione nel punto indicato in planimetria.

Il recapito alle vasche di laminazione avverrà, mediante l'utilizzo di trincee drenanti prefabbricate poste sulle linee preferenziali di deflusso ad una profondità di 0.80 m dal piano campagna.

L'acqua stoccata nelle vasche di laminazione verrà smaltita, entro le 48 ore successive all'evento di pioggia, all'interno dell'impluvio naturale posto al confine di valle dell'impianto da realizzare, con pompe di sollevamento a portata minima, tale da non interferire con il drenaggio esistente.

Termini Imerese, Marzo 2023

