

Greendream1 S.r.l.

**Impianto agro-fotovoltaico da 79.209,15 kWp *Spiriti-Raso*
opere connesse ed infrastrutture indispensabili per la
connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale**

Comuni di Ramacca e Belpasso (CT)

Progetto Definitivo Impianto di Utenza e di Rete

All. G- Relazione Idrologica-idraulica



Professionista:

Dott. Geol. Michele Ognibene - Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia a
n.3003 Sez. A

Rev. 1 - Luglio 2021



Indice

1	INTRODUZIONE	4
	<i>1.1 Premessa generale</i>	<i>4</i>
	<i>1.2 Oggetto e scopo</i>	<i>4</i>
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3	CENNI SULLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO	14
4	CALCOLO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	15
	<i>4.1 Calcolo dei volumi delle acque da trattare</i>	<i>16</i>
5	TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	17
6	SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	18
7	SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE	18
8	STUDIO IDROLOGICO	19
	<i>8.1 Caratteristiche idrografiche del corpo idrico recettore</i>	<i>19</i>
	<i>8.2 Metodologia dell'analisi idrologica</i>	<i>21</i>
	<i>8.3 Risultati della Simulazione</i>	<i>41</i>
9	STUDIO IDRAULICO	42
	<i>9.1 Metodologia di analisi</i>	<i>42</i>
	<i>9.2 Risultati delle Simulazioni</i>	<i>44</i>
10	CONCLUSIONI	49

- APPENDICE A: Carte della Pericolosità Idraulica P.A.I.
- APPENDICE B: Formule Tempo di Corrivazione
- APPENDICE C: Estratto "Carte del Curve Number Regionale - ARPAS"
- APPENDICE D: Risultati Analisi Idrologica

ALLEGATI:

- Tavole di Progetto n. 10 - 10a - 10b
- Scheda Tecnica Impianto trattamento Acque di Prima Piovvia

Questo documento è di proprietà di Greendream1 S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di Greendream1 S.r.l.

1 INTRODUZIONE

1.1 Premessa generale

La società GREENDREAM1 S.r.l. intende realizzare nel comune di Ramacca (CT) un impianto agro-fotovoltaico per la produzione di energia elettrica della potenza complessiva di 79.209,15 kWp, comprensivo delle relative opere per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), queste ultime ubicate nel Comune di Belpasso (CT).

La connessione alla rete verrà effettuata tramite una Stazione RTN ed i relativi raccordi aerei RTN in entra-esce sulla esistente linea 380 kV “Chiamonte Gulfi – Paternò” (vedi Tavole di progetto allegate in calce Tav.10, Tav.10a e Tav. 10b).

1.2 Oggetto e scopo

Oggetto del presente documento è uno studio idrologico ed idraulico a supporto del progetto per la realizzazione della Stazione Utente, dello Stallo Condiviso, della stazione RTN e dei raccordi aerei RTN; con riferimento alla normativa vigente (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.), per la stazione è stata infatti prevista l’installazione di un impianto per il trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia, proveniente dalle superfici interne, prima che queste vengano immesse nella rete idrografica naturale o nel suolo, allo scopo di ridurre l’impatto ambientale delle stesse.

Lo studio è stato articolato in 3 fasi presentate come di seguito indicato:

- PARTE I: Analisi idraulica riguardante la valutazione ed il trattamento delle acque di prima pioggia della Stazione Utente e dello Stallo Condiviso.
- PARTE II: Studio idrologico per l’individuazione del corpo idrico recettore delle acque di prima pioggia e del suo regime idraulico.
- PARTE III: Analisi idraulica riguardante la valutazione dell’incidenza dello scarico delle acque di prima pioggia (comprendenti anche le acque raccolte e scaricate dalla Stazione RTN), sul corpo idrico recettore.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le opere di connessione verranno realizzate in località *Lenzi di Guerrera*, territorio del comune di Belpasso (CT), in prossimità dell'innesto tra la S.P.106 e la S.P.74ii (Fig.1). Topograficamente l'area ricade a cavallo delle tavolette I.G.M.I, in scala 1:25.000 denominate "Gerbini" (Fog. 269, Quadr. II, Orient. N.E) e "Sigona Grande" (Fog. 269, Quadr. II, Orient. S.E) mentre nella cartografia C.T.R., in scala 1:10.000, è interessata la tavola 633150 denominata "Cinquanta Buche". Le coordinate geografiche centrali del sito (WGS84) sono: Lat. 37°24'58" N; Long. 14°51'13" E.

2.1) Inquadramento idrografico e morfologico dell'area di progetto

Dal punto di vista idrografico l'area di interesse ricade all'interno del bacino idrografico del *Fiume Dittaino*, (Fig. 2), circa 11 km a monte della confluenza con il Fiume Simeto e circa 750 metri a nord della linea di spartiacque con il Fiume Gornalunga.

Il Fiume Dittaino, con uno sviluppo dell'asta principale di oltre 93 km e con un bacino idrografico di circa 959 km², rappresenta uno dei principali corsi d'acqua della Sicilia e idrograficamente costituisce uno dei due principali affluenti (assieme appunto al Fiume Gornalunga) del Fiume Simeto, con il quale si uniscono in prossimità della foce.

Lungo alcuni dei principali affluenti del Dittaino (Torrente Bozzetta e Vallone Sciaгуana) sono stati realizzati degli sbarramenti per la creazione di serbatoi idrici, in virtù dei quali malgrado l'ampio bacino idrografico, il fiume risulta essere percorso dalla corrente idrica in maniera discontinua, generalmente in corrispondenza di prolungati periodi di pioggia. L'area dell'impianto, anche in funzione di un substrato superficiale dotato di una discreta/buona permeabilità, presenta un reticolo idrografico naturale poco sviluppato (Fig. 2) e non risulta interferire con impluvi naturali o artificiali.

Dal punto di vista morfologico l'area di progetto si colloca all'interno di una vasta piana alluvionale (Piana di Catania) caratterizzate da pendenze debolissime, sempre inferiori al 5% (fig.4) e con quote topografiche comprese tra i 30 ed i 40 metri s.l.m. (fig.3).

Questo andamento, tipico delle morfologie delle aree relative alla Piana di Catania, è determinato da vasti affioramenti di terreni pleistocenici e di detriti continentali dovute alle alluvioni attuali e recenti dei fiumi presenti, tra i più importanti della Sicilia.

Le uniche irregolarità della superficie sono dovute a modeste scarpate in corrispondenza delle incisioni dei corsi d'acqua, per lo più incanalamenti irrigui e di drenaggio artificiali. Molto

importante infatti risulta nell'area l'azione antropica che a seguito di una intensa attività agricola ha portato alla realizzazione di frequenti opere di sistemazione dei terreni, con la creazione di numerosi bacini artificiali per uso irriguo e relativi canali di alimentazione.

2.2) Valutazioni idrauliche dell'area di progetto

Sebbene come accennato al paragrafo precedente, il Fiume Dittaino ma anche il Fiume Gornalunga il quale scorre appena 2 km a sud dell'area di progetto, risultino essere percorsi da un flusso idrico significativo solo occasionalmente pur tuttavia data la grande estensione dei due bacini idrografici in caso di piena sono attesi valori di portata molto importanti che nell'area, a causa anche di una morfologia sfavorevole, si vanno a sommare con una portata complessiva prevista nelle analisi del P.A.I. superiore ai 7.000 mc/s (vedi tabelle).

Tabella 4.4 Valori delle portate al colmo di piena (Qt) del fiume Gornalunga, per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni.			
tratto	portate (mc/s)		
	tr=50	tr=100	tr=300
da GO-1 a GO-27	1656	2253	3533
da GO-28 a GO-47	1320	1796	2816
da GO-48 a GO-82	1159	1578	2474

Tabella 4.5 Valori delle portate al colmo di piena (Qt) del fiume Dittaino, per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni.			
tratto	portate (mc/s)		
	tr=50	tr=100	tr=300
da DI-1 a DI-41	1642	2234	3503
da DI-42 a DI-76	1610	2192	3436
da DI-77 a DI-129	1570	2137	3351
da DI-130 a DI-138	1502	2044	3206
da DI-139 a DI-163	1437	1956	3067
da DI-164 a DI-263	1332	1812	2842

Estratto da Relazione di Bacino 094 – Fiume Simeto

In funzione di tali valori gli studi idraulici effettuati dalle autorità competenti hanno portato ad individuare nell'area una diffusa pericolosità e conseguentemente rischio, di natura idraulica.

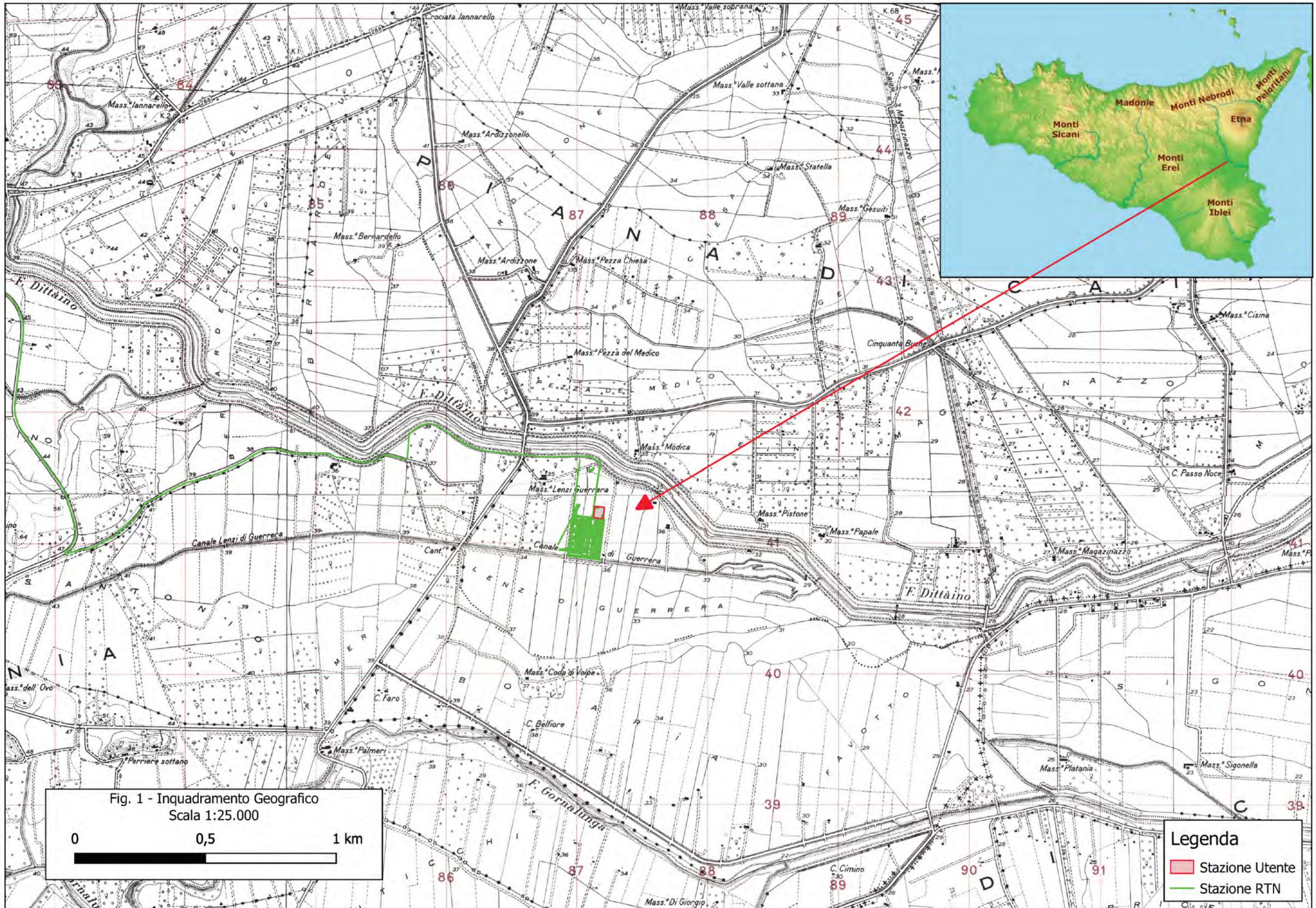
Nello specifico il sito di progetto risulta ricadere in un'area interessata da Pericolosità idraulica di tipo P1 (bassa) e Rischio idraulico R1 (basso) (vedi figg 5 e 6), inoltre l'area è individuata come zona di esondazione a seguito di collasso dello sbarramento Ogliastro; in Appendice A vengono riportate le carte ufficiali del P.A.I. relativamente all'aspetto di pericolosità idraulico dell'area.

Il significato fisico di una pericolosità di tipo P1 è deducibile dalla tabella 7.3 della Relazione Generale del P.A.I. (pag.108), di seguito riportata, la quale per l'area di progetto indica una previsione del battente Idraulico inferiore a 0.3 metri e con velocità presumibili del flusso idrico molto basse in ragione della morfologia del terreno.

Tabella 7.3: Calcolo della pericolosità idraulica secondo la metodologia completa.

Battente Idraulico	Tempo di Ritorno		
	50	100	300
$H < 0.3 \text{ m}$	P1	P1	P1
$0.3 < H < 1 \text{ m}$	P2	P2	P2
$1 < H < 2 \text{ m}$	P4	P3	P2
$H > 2 \text{ m}$	P4	P4	P3

Estratto da Relazione Generale P.A.I. – Paragrafo 7.4



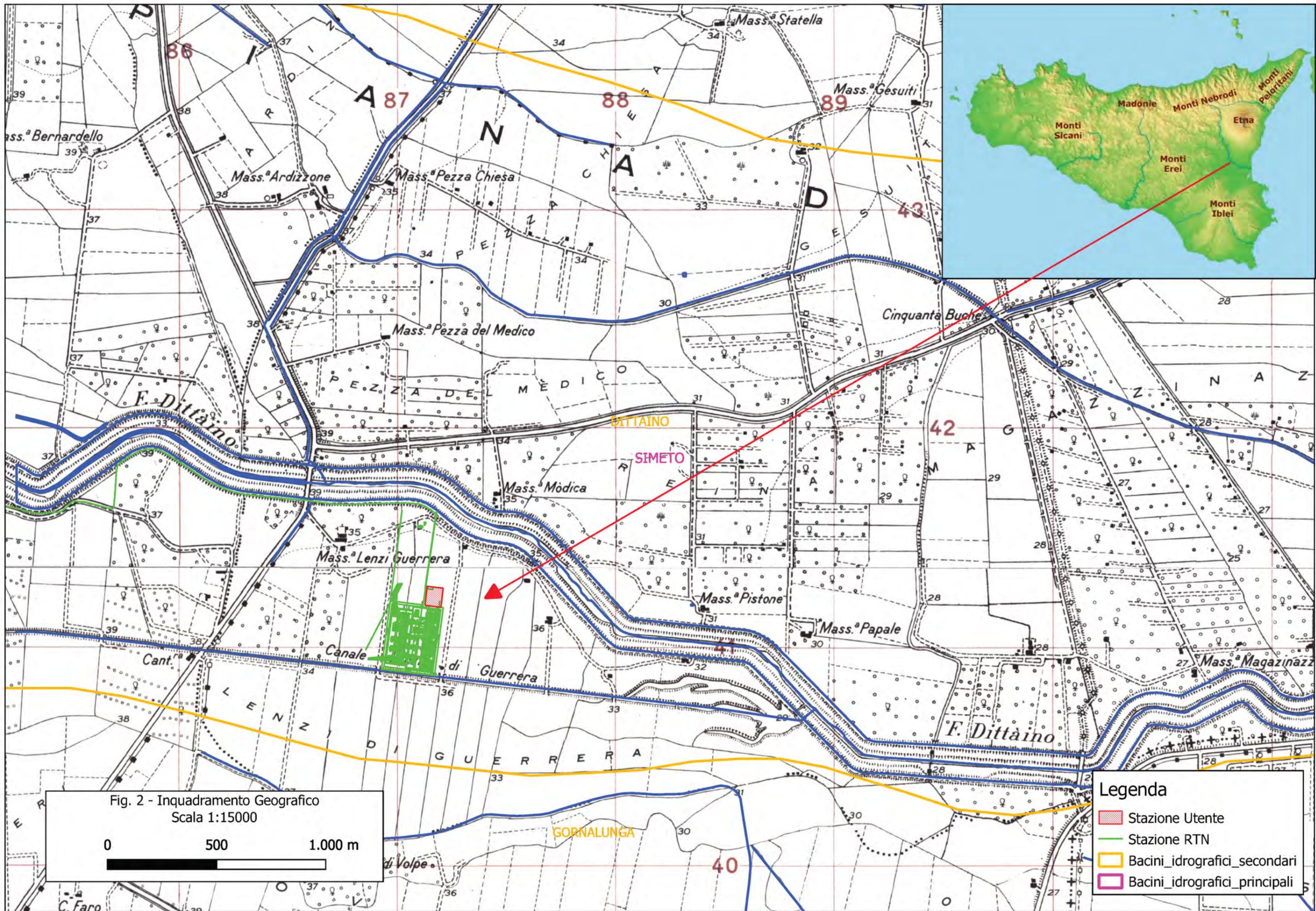
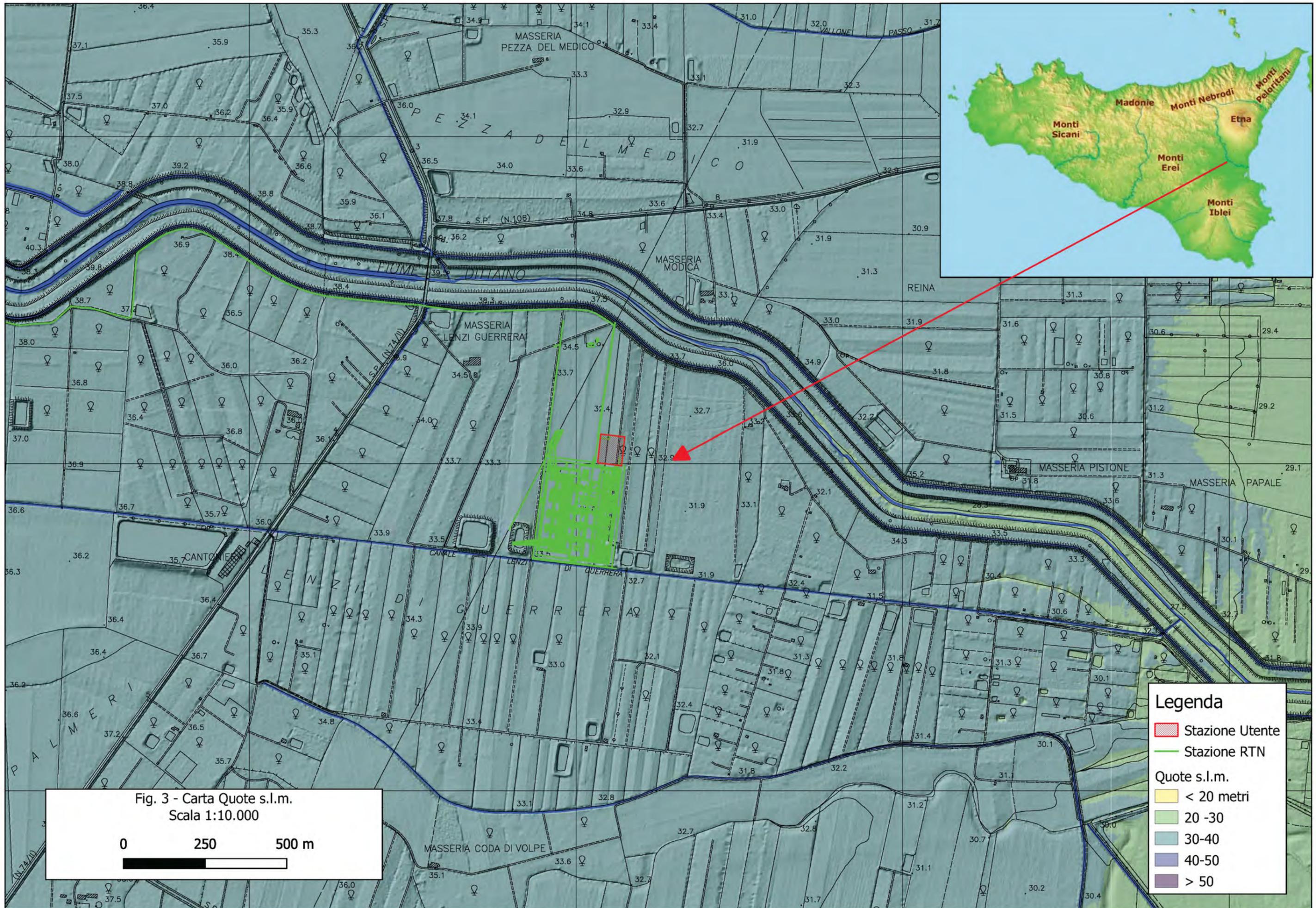


Fig. 2 - Inquadramento Geografico
Scala 1:15000

0 500 1.000 m

Legenda

- Stazione Utente
- Stazione RTN
- Bacini_idrografici_secondari
- Bacini_idrografici_principali



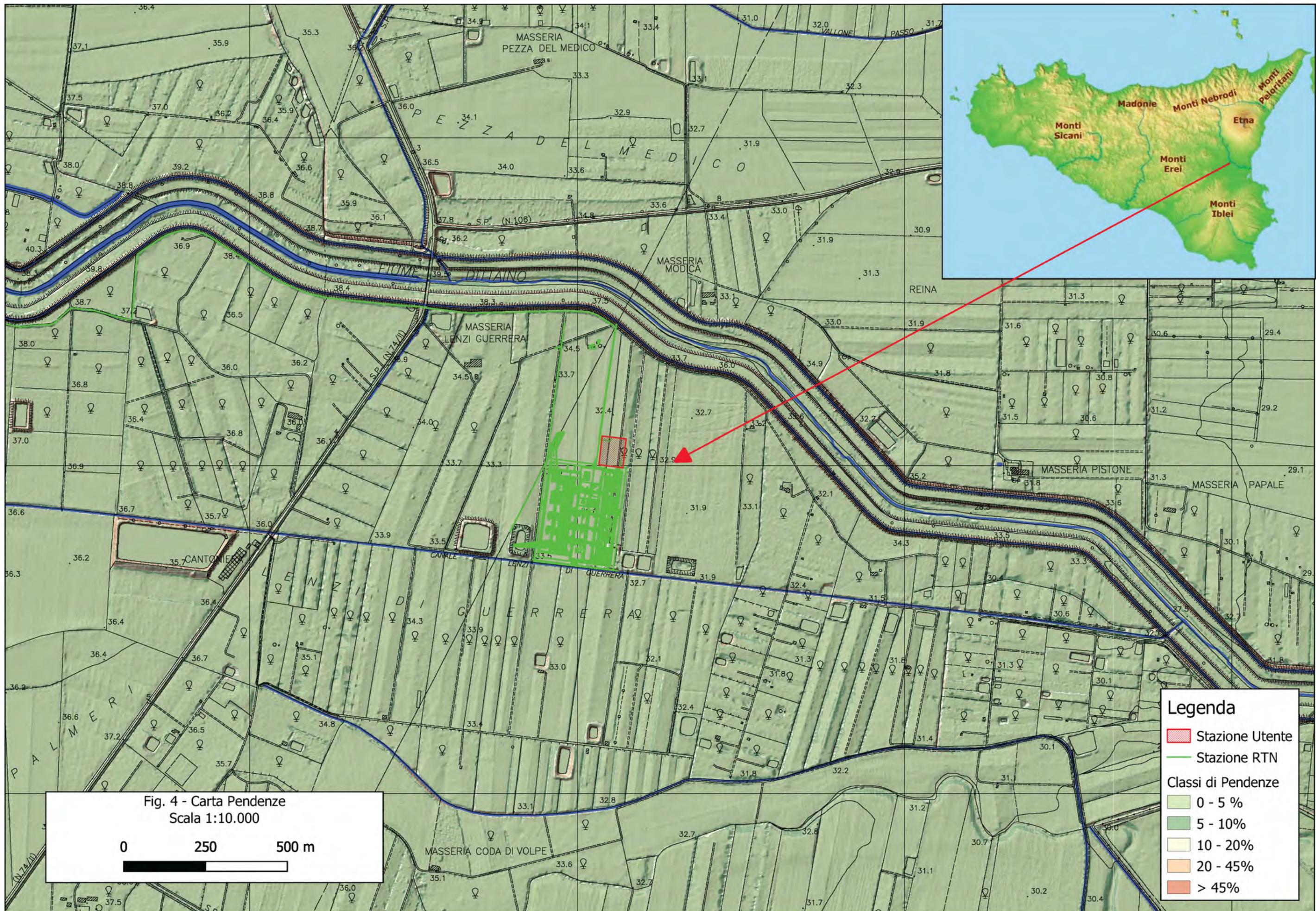


Fig. 4 - Carta Pendenze
Scala 1:10.000

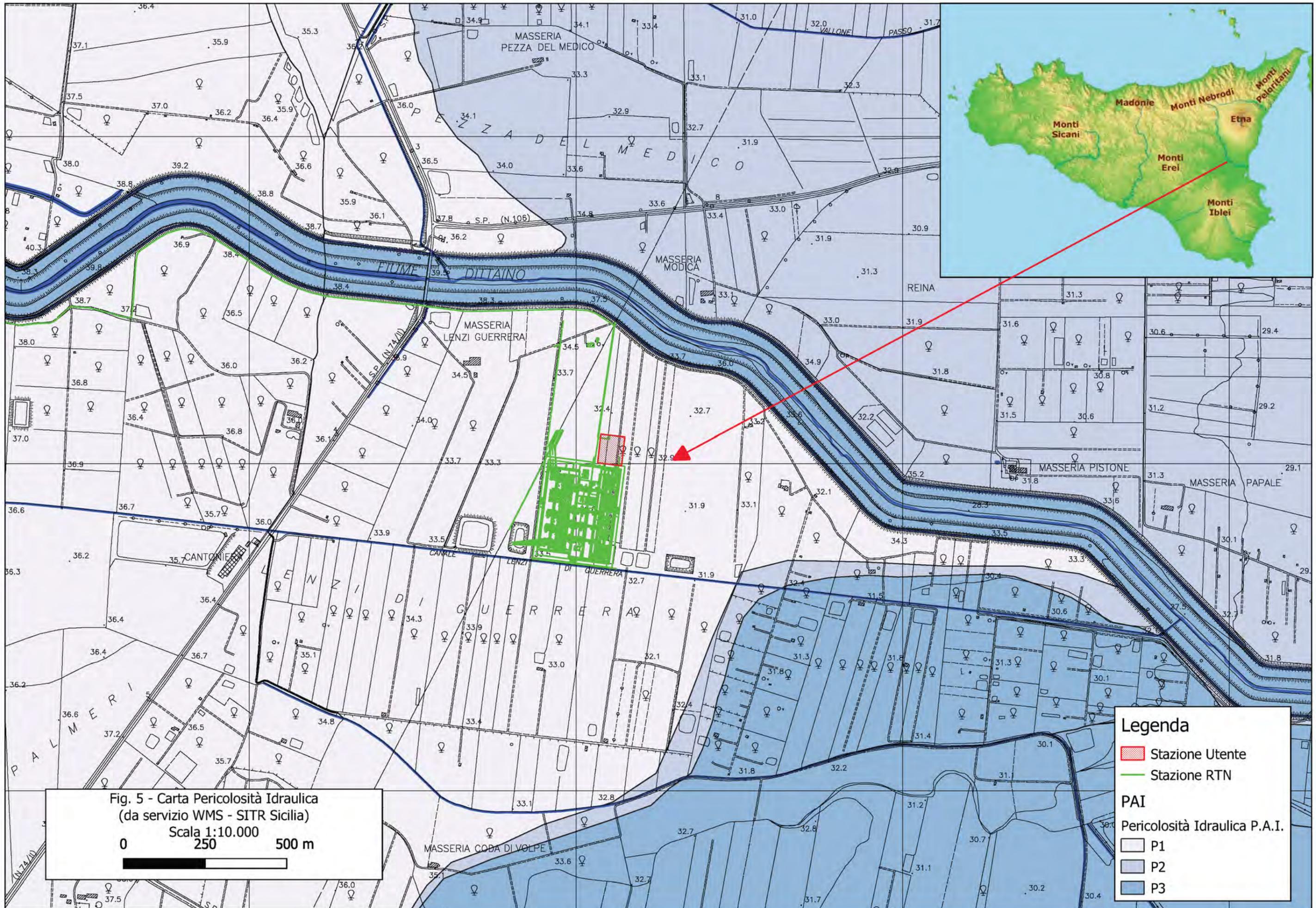
0 250 500 m

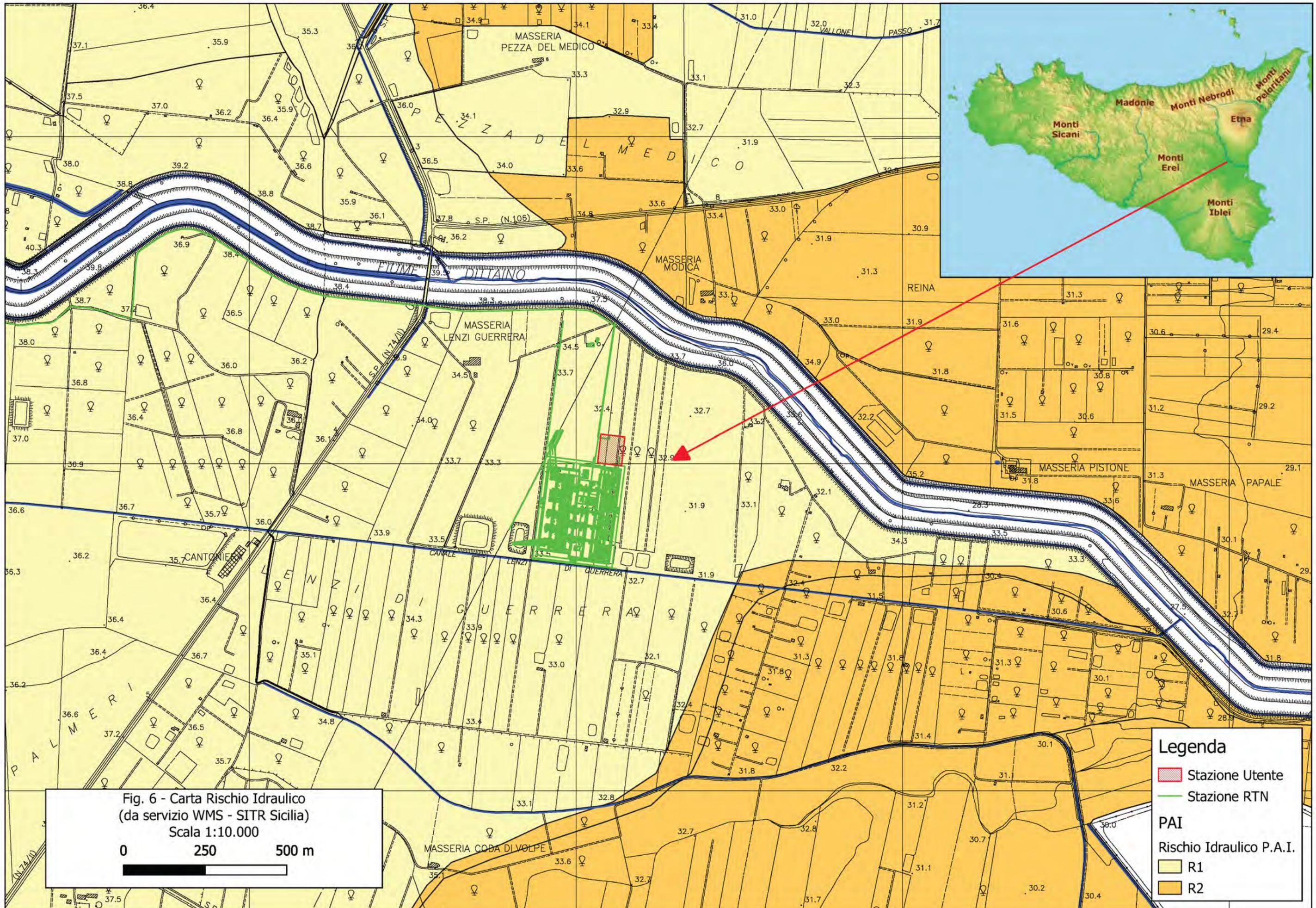
Legenda

- Stazione Utente
- Stazione RTN

Classi di Pendenze

- 0 - 5 %
- 5 - 10%
- 10 - 20%
- 20 - 45%
- > 45%





PARTE I

(valutazione e trattamento acque di prima pioggia)

3 CENNI SULLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La Normativa italiana in materia di tutela delle acque non definisce in modo univoco le acque di dilavamento di superfici stradali o comunque impermeabili e, in generale, possibili fonti di inquinamento.

IL D. Lgs. n.152 del 3 aprile 2006 "Codice dell'Ambiente" nella Parte terza, (Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche) precisa tuttavia che "le acque meteoriche restituite al reticolo idrografico devono rispettare determinati limiti qualitativi e comunque non devono determinare situazioni tali da peggiorare la qualità dei corpi idrici recettori"; in particolare per talune attività, come nel caso di piazzali di attività produttive, è espressamente richiesto dalla Normativa il rispetto della Tabella 3 – All. 5 Parte III D.L. 152/06 relativamente allo scarico in acque superficiali e della Tabella 4 se lo scarico è sul suolo.

Nello specifico l'Art.113 "Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia" del D.L. 152/06 stabilisce che:

1. Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni, previo parere del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, disciplinano e attuano:

a) le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;

b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione.

2. Le acque meteoriche non disciplinate ai sensi del comma precedente non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dalla parte terza del presente decreto.

3. Le regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari ipotesi nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento dalle superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

4. È comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee.

Spetta quindi alle singole Regioni il compito di disciplinare i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne siano canalizzate ed opportunamente trattate e la definizione stessa dei parametri tecnici per la valutazione e quantificazione delle acque di prima pioggia.

Poiché, allo stato attuale, la Regione Sicilia non ha ancora emanato una specifica *Direttiva* concernente le acque di prima pioggia, tenuto conto che comunque si prevede di dotare la sottostazione di un sistema di raccolta, trattamento e smaltimento di tali acque, è stato fatto riferimento a regolamenti già emanati da altre regioni italiane nello specifico:

- Regione Lazio: PTAR con D.C.R. n. 42 del 27/09/07, aggiornato con D.G.R. n. 819 del 28/12/2016

- Regione Emilia-Romagna - Delib. n.2184 27-12-2007 – Delibera 1860/2006 – Delibera 286/2005

- Regione Lombardia: Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne. Regolamento Regionale 24 marzo 2006, N. 4

Nei regolamenti risulta una notevole uniformità nella definizione di acque di prima pioggia, ossia: *sono da intendersi come acque meteoriche di prima pioggia le acque corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio, ai fini del calcolo delle portate si stabilisce che tale valore si verifichi in 15 minuti con un coefficiente di afflusso pari a 1.*

4 CALCOLO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

In relazione alle aree di interesse, nello specifico, verranno realizzati 3 sistemi distinti di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia, uno relativo alla Stazione Utente, uno relativo all'area dello Stallo Condiviso ed uno relativo alla Stazione RTN (Tav. 10).

Con riferimento alla definizione riportata al paragrafo precedente, conosciuta la superficie scolante totale dell'infrastruttura (dove per superficie scolante si intende l'insieme di strade, piazzali, aree di carico e scarico e di ogni altra superficie scoperta resa impermeabile) è possibile calcolare il volume totale delle acque di prima pioggia da trattare. Tale calcolo è stato effettuato

per la Stazione Utente e per lo Stallo condiviso, mentre per la Stazione RTN si è utilizzato un valore stimato, basandosi su progetti simili e con dimensioni comparabili.

Per quanto riguarda il calcolo delle portate della Stazione Utente e dello Stallo Condiviso, l'esame delle tavole di progetto indica:

a) Stazione Utente (Tav. 10a)

- 1410 m² superficie totale interna di cui:
- 890 m² per aree interne alla stazione pavimentate avviate al trattamento
- 130 m² per copertura e marciapiedi dell'edificio della stazione utente, avviate al trattamento
- 390 m² per aree interne stazione utente non pavimentate (ghiaia e/o aree a verde).

Pertanto la superficie scolante effettiva (impermeabile) risulta pari a 1020 m².

b) Stallo condiviso (Tav. 10b)

- 2633 m² superficie totale interna di cui:
- 1350 m² per aree interne pavimentate ed avviate al trattamento
- 31 m² per copertura dell'edificio dello stallo condiviso, avviate al trattamento
- 1252 m² per aree interne allo stallo condiviso non pavimentate (ghiaia e/o aree a verde)

Pertanto la superficie scolante effettiva (impermeabile) risulta pari a 1381 m².

4.1) Calcolo dei volumi delle acque da trattare

In relazione alla definizione riportata al paragrafo 3 il volume delle acque da trattare risulta quindi:

- Stazione Utente **V = 5,10 m³** ($5 \cdot 10^{-3}$ m x 1020 m²)
- Stallo Condiviso **V = 6,90 m³** ($5 \cdot 10^{-3}$ m x 1381 m²)

Tali volumi verranno preventivamente trattati dai rispettivi sistemi di chiarificazione e successivamente all'evento meteorologico scaricati nell'arco di 24 ore con una portata media costante che risulta rispettivamente:

STAZIONE UTENTE: $Q = 5,10/24 = 0,213 \text{ m}^3/\text{h}$, pari a **$Q = 5,90 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$** (0,06 litri/s)

STALLO CONDIVISO: $Q = 6,90/24 = 0,288 \text{ m}^3/\text{h}$, pari a **$Q = 7,99 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$** (0,08 litri/s)

STAZIONE RTN: $Q = 6,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ (valore stimato per un periodo di scarico di 24 ore)

5 TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

In relazione ai volumi calcolati ed alla tipologia di inquinanti potenziali previsti (essenzialmente polveri, oli minerali e residui di erosione di superfici di rivestimento quali bitume, vernici ecc., il tutto in quantità estremamente ridotte) per il trattamento delle acque di prima pioggia verrà utilizzato un impianto modulare tipo il RAIN 32, prodotto dalla EDIL IMPIANTI 2 s.r.l. di Santarcangelo di Romagna (RN) o in alternativa un manufatto conforme; tale impianto nella sua forma completa oltre ad una vasca di raccolta di prima pioggia prevede l'uso di un disoleatore esterno. In calce viene fornita la scheda tecnica completa del sistema RAIN 32.

In tale sistema le acque di prima pioggia provenienti dalle superfici scolanti, ed opportunamente raccolte da un sistema di canalette interne alla sottostazione, verranno convogliate in un pozzetto scolmatore; questo manufatto separerà fisicamente le acque di prima pioggia, potenzialmente inquinate, da quelle di seconda pioggia, pulite e non contaminate e quindi pronte per essere convogliate direttamente al recettore finale.

Le acque di prima pioggia provenienti dallo scolmatore vengono quindi accumulate temporaneamente in una vasca prefabbricata, dove avviene la sedimentazione delle sabbie e dei residui pesanti in generale; la separazione delle acque di prima e di seconda pioggia viene garantita da una valvola antiriflusso a galleggiante in acciaio inox installata all'ingresso della vasca di accumulo. Successivamente, normalmente dopo 48 / 72 ore, per mezzo di una elettropompa sommersa a portata costante, le acque vengono avviate al disoleatore per separazione dei liquidi leggeri e infine direttamente al recettore finale (corso d'acqua, suolo o primo sottosuolo).

Come si evince dalla scheda tecnica il modello modulare RAIN 32 presenta un volume utile interno di 9,0 m³ ed è in grado di trattare superfici scolanti impermeabili fino a 1800 m², pertanto risulta idoneo ai volumi calcolati ed alle superfici di progetto.

A valle del sistema verrà installato un pozzetto di dimensioni idonee per i prelievi di campioni delle acque trattate.

Le acque chiarificate, se con caratteristiche conformi ai limiti di legge, verranno avviate allo smaltimento.

6 SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Per quanto riguarda la tipologia di smaltimento delle acque trattate, i regolamenti regionali consultati indicano come possibile:

- scarico in corpi idrici superficiali (corsi d'acqua).
- scarico sul suolo
- scarico negli strati superficiali del sottosuolo

Il regolamento della Regione Emilia Romagna, indica come preferibili le ultime 2 soluzioni (ovviamente nell'eventualità di terreni permeabili idonei), mentre gli altri regolamenti (Lazio e Lombardia) non evidenziano preferenze.

Nel presente progetto considerati gli esigui volumi da trattare nonché la presenza di un corso d'acqua ubicato proprio in adiacenza alla stazione RTN (Canale Lenzi-Guerrera), è stata preferita la prima tipologia di scarico (Fig. 2 e Tav. 10).

7 SISTEMA SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE DOMESTICHE

Per quanto riguarda, infine, le acque reflue di natura domestica provenienti da eventuali w.c. presenti nell'edificio della stazione utente, data la modesta quantità legata all'uso occasionale, si precisa che il refluo chiarificato, preventivamente trattato con fossa Imhoff, verrà accumulato in una vasca interrata a tenuta stagna realizzata in prefabbricato in c.a. (o in vetroresina) e gestito unitamente ai rifiuti speciali di trattamento delle acque di prima pioggia, e pertanto, non si produrrà alcuno scarico diretto, né in superficie né in sottosuolo di acque reflue di natura domestica.

PARTE II

(studio idrologico del corpo idrico recettore)

In questa seconda parte verrà effettuato uno studio idrologico del corpo idrico recettore dello scarico delle acque di prima pioggia chiarificate, individuato in precedenza, al fine di una valutazione del suo regime idraulico.

8 STUDIO IDROLOGICO

8.1) Caratteristiche idrografiche corpo recettore

Dal punto di vista idrografico, con riferimento alla C.T.R. 2012-2013 il corso d'acqua individuato, il Canale Lenzi Guerrera (o Lenzi di Guerrera) è assimilabile ad un impluvio di ordine 1 (secondo la metodologia di Horton-Strahler) del Fiume Dittaino ossia un impluvio che scorre, senza immissione di altri corsi d'acqua, e confluisce direttamente nel Dittaino.

Nei fatti si tratta di un corso d'acqua che si sviluppa per circa 8 km, grosso modo parallelamente al Fiume Dittaino, con un percorso sostanzialmente rettilineo per gli ultimi 6,5 km e con pareti regolarizzate ad indicare una chiara natura antropica per gran parte del suo sviluppo; in effetti si tratta di un Canale di Bonifica Agraria, gestito dal *Consorzio di Bonifica n. 9 di Catania*.

In figura 7 è delimitato il bacino idrografico sotteso dal canale in corrispondenza della sua confluenza con il Dittaino; con si può notare il drenaggio delle acque superficiali risulta fortemente alterato dai vari canali di sistemazione agraria e dalle opere di arginatura dei due grandi fiumi che delimitano sostanzialmente il sottobacino, il Dittaino a nord ed il Gornalunga a sud.

Fig. 7 - Bacino Idrografico
canale Lenzi Guerrera
Scala 1:20.000

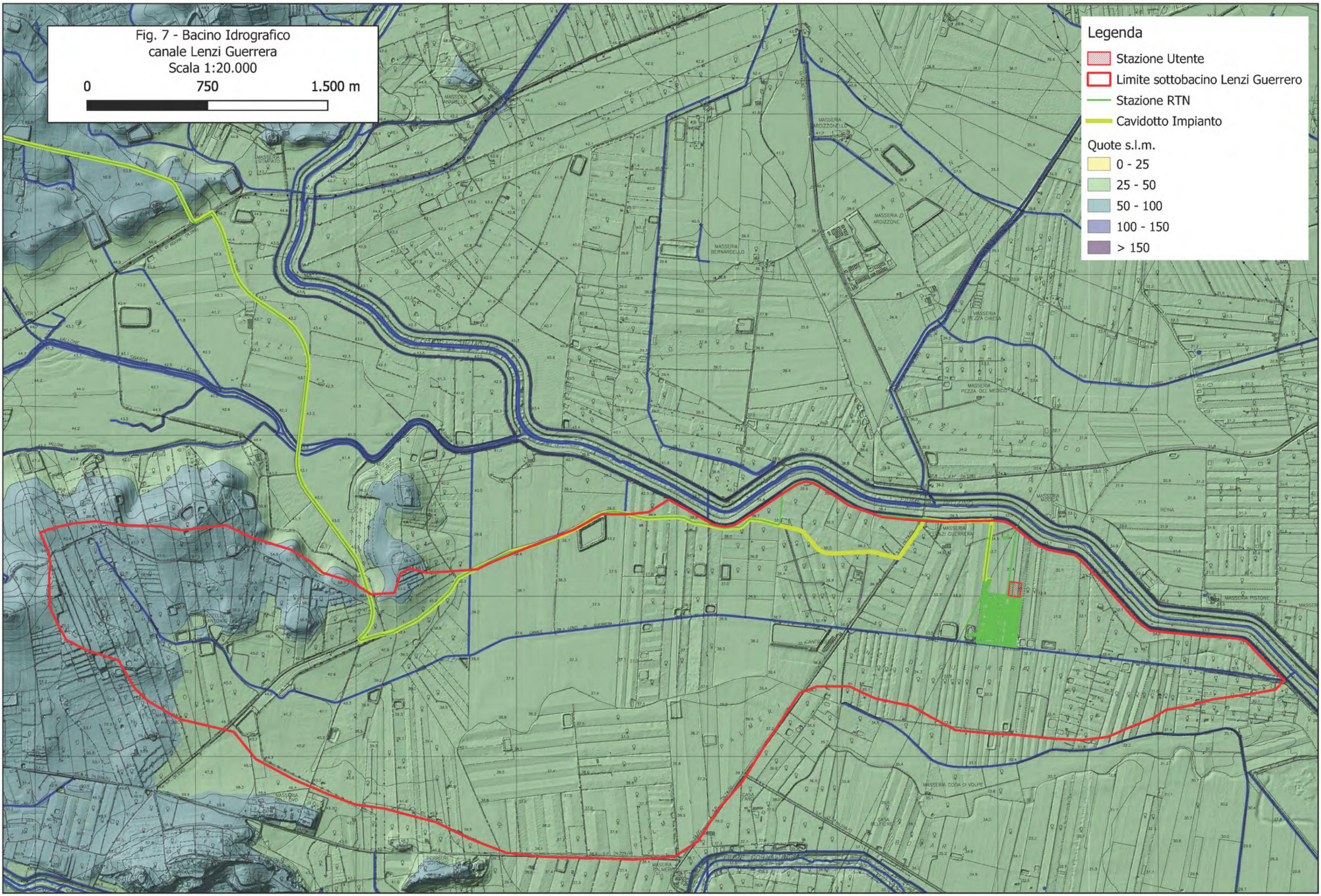
0 750 1.500 m

Legenda

- Stazione Utente
- Limite sottobacino Lenzi Guerrera
- Stazione RTN
- Cavidotto Impianto

Quote s.l.m.

- 0 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- 100 - 150
- > 150



8.2) Metodologia dell'analisi idrologica

L'analisi idrologica di un bacino imbrifero volta alla valutazione della portata di piena massima attesa e dei relativi volumi di acqua, per un dato tempo di ritorno, in una data sezione di un corso d'acqua naturale o di un canale artificiale può essere essenzialmente schematizzata in 2 fasi:

- 1) Stima dell'afflusso idrico globale all'interno del bacino idrografico di interesse.
- 2) Trasformazione dell'afflusso idrico in deflusso.

Fondamentale è in ogni caso la conoscenza preliminare del parametro temporale di riferimento che governa le 2 fasi.

La stima del flusso idrico globale all'interno di un bacino si deduce infatti, a partire dalle curve di probabilità pluviometrica (vedi oltre), in corrispondenza di una determinata durata temporale t e le stesse caratteristiche della portata di piena (portata massima, tempo di picco, volume di deflusso, idrogramma di piena, ecc.) dipendono dal medesimo valore temporale noto come tempo di corrivazione (t_c).

- Stima del Tempo di corrivazione (t_c)

Il tempo di corrivazione t_c , è definibile come "il tempo richiesto ad una singola particella d'acqua per raggiungere, dal punto più distante, la sezione di chiusura del bacino"; sostanzialmente esso indica l'istante nel quale tutto il bacino sotteso dalla sezione di riferimento contribuirà, contemporaneamente, alla formazione del deflusso; se infatti la durata della pioggia t risulta inferiore a t_c le porzioni più distanti del bacino, alla fine della precipitazione (istante t), non avranno ancora contribuito al deflusso nella sezione di chiusura e quando questo avverrà, le zone più vicine alla sezione di chiusura avranno già smesso di contribuire.

Il calcolo del tempo di corrivazione è intrinsecamente oggetto di incertezza; per il calcolo sono infatti disponibili in letteratura numerose formulazioni empiriche ricavate da modelli basati su bacini reali, che tuttavia restituiscono valori anche significativamente diversi per lo stesso bacino. L'applicazione di una formula piuttosto che un'altra è quindi legata, qualora possibile, alla ricerca di una somiglianza tra il bacino in esame e il modello utilizzato. Nello studio qui condotto sono state considerate alcune fra le principali formulazioni comunemente utilizzate in Italia (vedi Appendice B) i cui risultati sono di seguito presentati.

L'analisi morfometrica preliminare, che ha permesso di valutare tutti i parametri necessari per il calcolo del tempo di corrivazione, è stata realizzata mediante diversi algoritmi di calcolo

implementati nel software Q-Gis (r.univar, r.slope.aspect, r.surf.area), usando come base di elaborazione il Modello Digitale del Terreno (DTM) a passo 2 metri della Regione Sicilia (dati LIDAR, volo ATA 2012).

L'analisi morfometrica ha restituito i seguenti risultati:

$S = 9,954 \text{ km}^2$ – superficie del bacino

$h_{\max} = 75,2$ metri s.l.m. – quota massima del bacino

$h_0 = 29,1$ metri s.l.m. – quota sezione di chiusura del bacino

$h_M = 39,9$ metri s.l.m. – altezza media del bacino

$L = 8,372$ km – lunghezza asta principale

$i_a = 0,46 \%$ – pendenza media dell'asta principale

$i_b = 2,76 \%$ – pendenza media del bacino

Utilizzando tali parametri morfometrici sono stati ottenuti i risultati presentati in tabella I; il valore utilizzato è stato infine quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori eliminando, in via cautelativa, le formulazioni di Giandotti e dello SCS palesemente inadatte poiché restituiscono velocità medie di deflusso eccessivamente basse, pertanto risulta:

$t_c = 4,959$ ore (pari a 297,5 minuti).

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>
<i>Formula Giandotti</i>	9,577
<i>Formula Viparelli</i>	2,326*
<i>Formula Ventura</i>	5,917
<i>Formula Pasini</i>	6,955
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	6,777
<i>Formula Pezzoli</i>	6,789
<i>Formula di Kirpich</i>	2,525
<i>Formula SCS</i>	6,288*
<i>Formula di Turazza</i>	3,423

Tab. I: * le formulazioni di Viparelli, Aronica e dello SCS richiedono un parametro non morfometrico, (vedi Appendice B)

- Stima del flusso idrico globale

La portata di massima piena relativa ad un determinato areale, salvo casi eccezionali, è generata dalle precipitazioni meteoriche e la sua entità dipenderà da numerose variabili, che vanno dalla distribuzione stessa della pioggia, nel tempo e nello spazio, alle caratteristiche morfologiche del bacino e della rete idrografica. In siffatte condizioni è praticamente impossibile calcolare la massima portata prevedibile in senso deterministico, bisognerà quindi affrontare il problema nel solo modo possibile, e cioè in termini probabilistici.

La portata di piena va quindi considerata come una variabile casuale la quale, conseguentemente, dovrà essere stimata relativamente ad un livello di probabilità che essa ha di non essere superata o, meglio ancora, relativamente ad un periodo di tempo (detto tempo di ritorno) che intercorre, in media, tra due eventi in cui il valore di tale portata viene superato.

In genere, è possibile ricondurre l'analisi a due tipologie di studio, a seconda del tipo di informazioni di cui si dispone:

a) stima della portata di piena di progetto dall'analisi probabilistica di osservazioni dirette di portata fatte in passato nel sito;

b) stima della portata di piena di progetto attraverso l'analisi probabilistica preliminare delle precipitazioni nel bacino idrografico interessato e la simulazione conseguente del processo della loro trasformazione in deflussi. L'analisi che seguirà, ovviamente, rientra nel secondo caso.

- Metodo TCEV Sicilia

Volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna innanzitutto ricostruire l'evento di pioggia di pari tempo di ritorno, assumendo come vera l'ipotesi che un evento di pioggia di tempo di ritorno T genera un evento di piena con la stessa probabilità di non superamento; in altre parole bisogna definire la curva di probabilità pluviometrica, indicata spesso con l'acronimo c.p.p., per la cui definizione è stato qui utilizzato il metodo TCEV.

Il modello 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 nell'ambito del progetto VA.PI. (Progetto per la Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), che ha avuto come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale.

La regionalizzazione delle piogge mira a superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica (spesso costituita da singole serie di durata limitata e poco attendibili per le elaborazioni statistiche), utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni.

La peculiarità del modello TCEV è quella di tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici, riconducendosi formalmente al prodotto di due funzioni di probabilità del tipo Gumbel. La prima, denominata componente base, assume valori non elevati ma frequenti, mentre la seconda (componente straordinaria) genera eventi più rari ma mediamente più rilevanti ed appartenenti ad una differente fenomenologia meteorologica.

La TCEV rappresenta pertanto la distribuzione del massimo valore di una combinazione di due popolazioni ed ha, quindi, la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (Gumbel, Log-Normale, etc.) riescono a rendere conto.

Per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica si farà riferimento alla procedura descritta nel Progetto VA.PI. Sicilia (Ferro e Cannarozzo, 1993) utilizzando la modellazione introdotta da Conti et al., 2007.

La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola su tre livelli successivi in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni valori statistici.

Nel primo livello di regionalizzazione si ipotizza che il coefficiente di asimmetria teorico G_t delle serie dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata t sia costante per la regione Sicilia. A questo livello la Sicilia viene pertanto ritenuta una zona pluviometrica omogenea ed i valori dei parametri di forma della funzione di probabilità cumulata $F_y(y)$, $\Theta^* = 2.24$ e $\Lambda^* = 0.71$ sono costanti ed indipendenti dalla durata t .

$$F_y(y) = \exp \left[\exp(-y) - \Lambda^* \exp\left(-\frac{y}{\Theta^*}\right) \right] \text{ con } y \geq 0$$

Il secondo livello di regionalizzazione riguarda l'individuazione di sottozone omogenee, interne a quella individuata al primo livello, nelle quali risulti costante, oltre al coefficiente di asimmetria, anche il coefficiente di variazione della legge teorica. Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è stata suddivisa in sei sottozone pluviometriche omogenee, ridotte poi a cinque dato che i valori del parametro Λ_1 delle zone Z0 e Z5 erano praticamente identici:

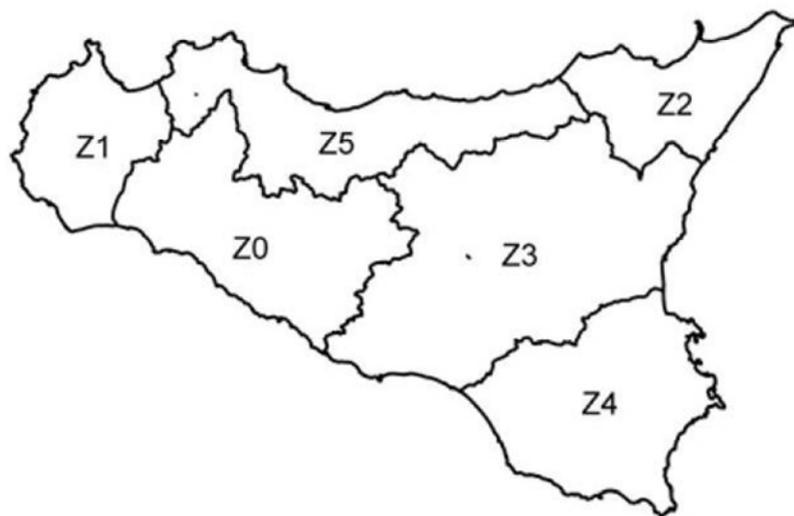


Fig. 8: Iniziale suddivisione in sei sottozone pluviometriche omogenee (Lo conti et al.2007)

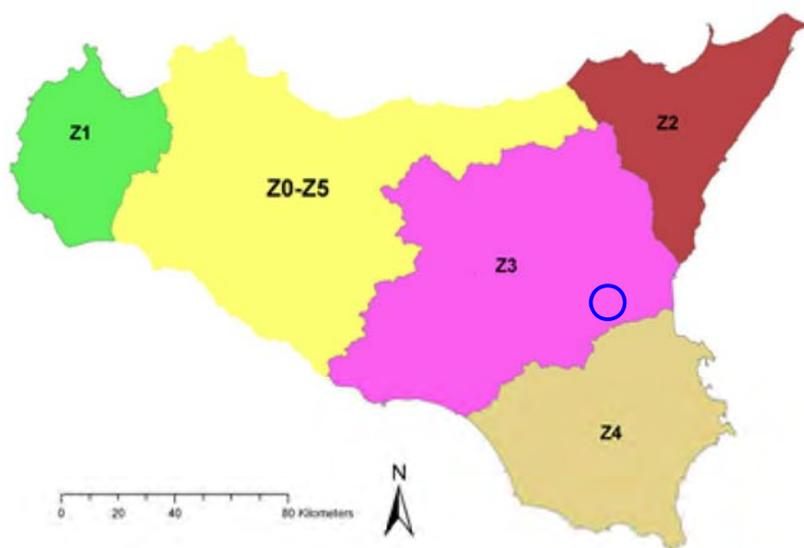


Fig. 9: Sottozone pluviometriche omogenee per la regione Sicilia (Lo conti et al.2007)

A ciascuna sottozona è stato attribuito un valore costante del parametro λ_1 (parametro della TCEV che rappresenta il numero medio di eventi della componente base) indicato con il simbolo Λ_1 in tabella:

	Sottozona					
	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Λ_1	24,429	19,579	17,669	14,517	15,397	24,402

In ogni sottozona la variabile adimensionale K_T , definito fattore di crescita che misura la variabilità degli eventi estremi alle diverse frequenze T (tempi di ritorno) assume la seguente espressione:

$$K_T = a \cdot \ln(T) + b$$

Dove i coefficienti a e b sono definiti in funzione della sottozona di riferimento come da tabella:

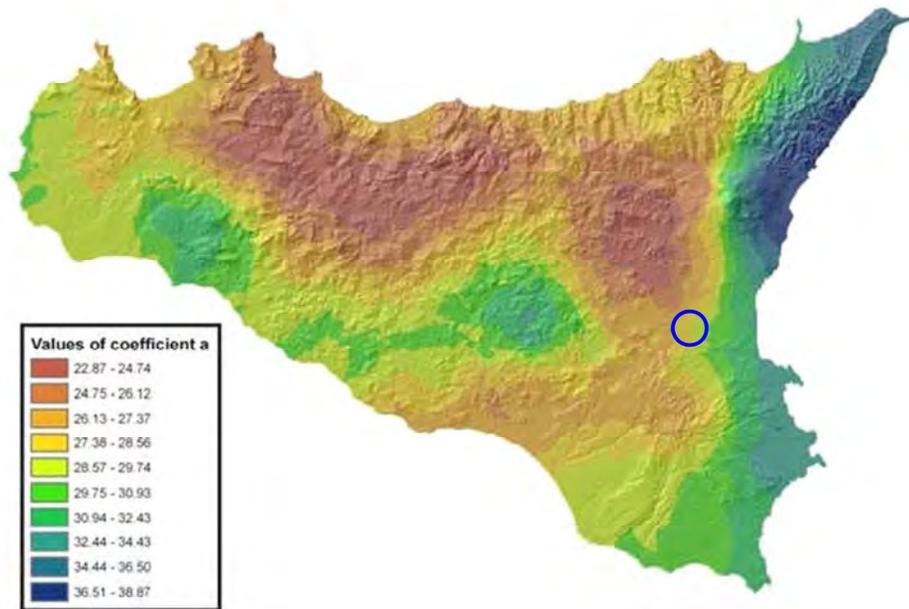
	Sottozona				
	Z0-Z5	Z1	Z2	Z3	Z4
<i>a</i>	0.4485	0.4695	0.4799	0.5011	0.4946
<i>b</i>	0.5117	0.4889	0.4776	0.4545	0.4616

Il terzo livello di regionalizzazione prevede, infine, la ricerca di relazioni regionali tra il parametro centrale della distribuzione di probabilità μ e le grandezze, prevalentemente geografiche (altitudine, distanza dal mare, superficie del bacino idrografico), relative al sito di misura. Pertanto, l'espressione della curva di probabilità pluviometrica sarà:

$h_{t/T} = K_T \cdot \mu(t)$ dove $h_{t/T}$ rappresenta l'altezza di pioggia di assegnata durata t e fissato tempo di ritorno T. Per ciascuna delle 172 stazioni siciliane considerate nel progetto VA.PI., che vantano almeno 10 anni di funzionamento, tra la media campionaria dei valori ed il tempo è stata riconosciuta una legge di regressione del tipo:

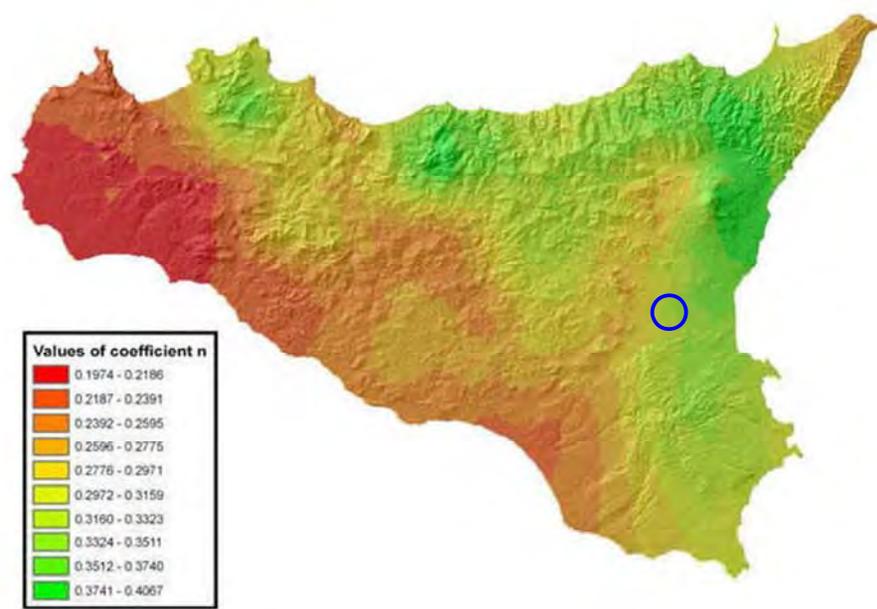
$$\mu(t) = a \cdot t^n$$

Per ogni stazione pluviografica i valori dei coefficienti **a** ed **n** sono tabellati. Per i bacini idrografici sprovvisti di stazioni di misura, i coefficienti a ed n possono essere stimati sulla base della carta delle iso-a e delle iso-n di seguito presentate.



Iso-*a* spatial distribution.

Fig. 10: Carta di distribuzione spaziale del parametro "a" per la regione Sicilia (Lo conti et al.2007)



Iso-*n* spatial distribution.

Fig. 11: Carta di distribuzione spaziale del parametro "n" per la regione Sicilia (Lo conti et al.2007)

- Considerazioni sulle Piogge Brevi

Relativamente alla ricostruzione delle Curve di Probabilità Pluviometrica è infine opportuno osservare che l'analisi degli eventi di pioggia brevi e di quelli lunghi mette in evidenza che essi seguono dinamiche meteorologiche differenti, sicché dai campioni di altezze h_t aventi durata $1 \text{ ora} \leq t \leq 24$ non può essere tratta alcuna informazione inerente agli eventi brevi di durata inferiore ad 1 ora.

La curva di probabilità pluviometrica, costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore, non può essere pertanto estrapolata per valori della durata t inferiore ad un'ora. È stato tuttavia dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia $h_{t,T}$ con t minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia $h_{60,T}$ di durata pari a 60 minuti e pari tempo di ritorno T è relativamente poco dipendente dalla località e dipendente solo dalla durata t espressa in minuti.

Il valore del rapporto, per la regione Sicilia, può essere pertanto espresso utilizzando la formula di Ferreri-Ferro:

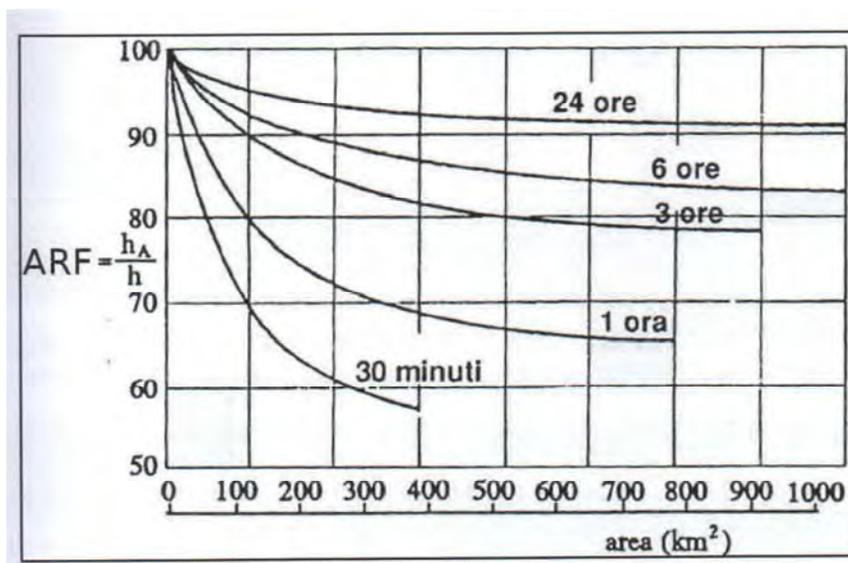
$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^{0.386}$$

opportunamente calibrata da Ferro e Bagarello ("*Rainfall depth-duration relationship for South Italy*", 1996). Nell'ambito del presente studio, laddove sarà necessario valutare altezze critiche di pioggia per intervalli di durata inferiore ad 1, verrà utilizzata l'equazione sopra esposta.

- Coefficiente di distribuzione areale della Pioggia (ARF)

Le altezze di pioggia che derivano dalle C.P.P. sono chiaramente altezze puntuali in quanto derivate da un'analisi statistica puntuale delle stazioni pluviometriche. Poiché dall'analisi dei dati di pioggia si è potuto verificare che la sua distribuzione spaziale non è mai del tutto uniforme per potere derivare a partire da queste altezze di pioggia puntuali una precipitazione distribuita su una certa superficie, pari a quella del bacino investito dall'evento e di una certa durata si può utilizzare un coefficiente areale di riduzione denominata ARF (Areal Reduction Factor).

In letteratura esistono varie espressioni per la valutazione del coefficiente ARF e apposite analisi per la sua determinazione sono state effettuate nell'ambito del già citato progetto VA.PI. riassumibili nella figura seguente:



Dall'analisi si evidenzia come per bacini di ridotte dimensioni ($S < 20 \text{ km}^2$) il valore del coefficiente di riduzione ARF sia prossimo a 1, pertanto nel presente lavoro non è stata considerata alcuna correzione areale.

- Curva di Probabilità Pluviometrica

Utilizzando la metodologia descritta in precedenza, è stata calcolata la *Curva di Probabilità Pluviometrica* di riferimento per l'area in esame; per il calcolo della C.P.P. è stato innanzitutto computato il valore del fattore di crescita K_T come precedentemente definito, considerando che l'impianto ricade nella zona pluviometria Z0-Z5, pertanto:

$$K_T = 0,5011 \cdot \ln(T) + 0.4545$$

Che per i tempi di ritorno considerati risulta:

Tr (anni)	K_T
100	2,762
300	3,313

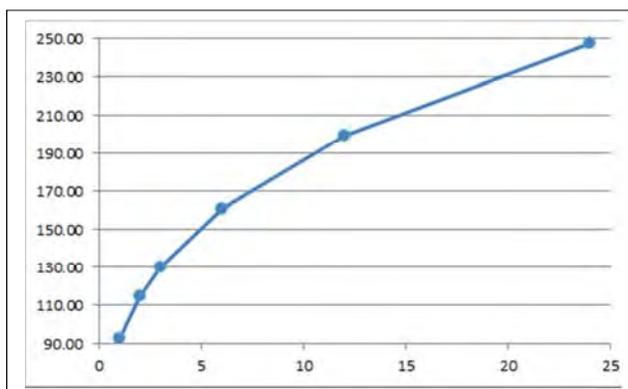
Per quanto riguarda i valori di a ed n da utilizzare nella equazione $\mu(t) = a \cdot t^n$ sono stati usati i valori desunti dalle figg. 10 e 11, nello specifico:

$$a=27,9 \quad n=0,31$$

Utilizzando quindi la sopra citata equazione è stato possibile ricostruire le C.P.P. che per le canoniche durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore risultano:

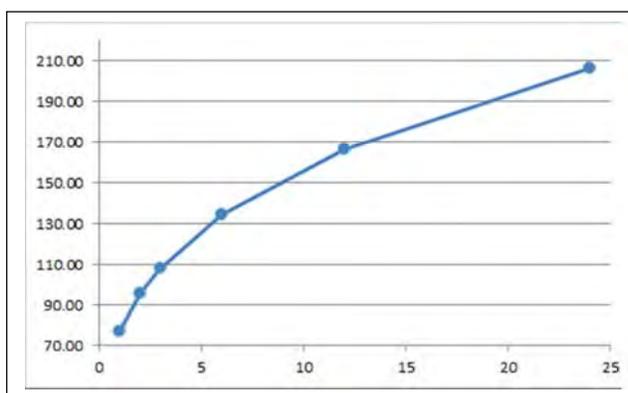
I) C.P.P. con $Tr=100$ anni

t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	77,06
3	108,33
6	134,30
12	166,49
24	206,40



II) C.P.P. con $Tr=300$ anni

t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	92,42
3	129,92
6	161,07
12	199,68
24	247,54



- Trasformazione dell'afflusso idrico in deflusso

Il fenomeno della trasformazione dell'afflusso idrico meteorico in deflusso superficiale all'interno di un bacino idrografico investito da un evento meteorico può essere studiato con vari metodi, in funzione dei dati disponibili e del grado di dettaglio che si intende ottenere. I vari metodi sono essenzialmente riconducibili a 3 tipologie:

- **Concettuali:** il fenomeno viene schematizzato nel dettaglio e scomposto nelle sue varie componenti, per ciascuna delle quali si adotta un modello matematico che simula quanto avviene nella singola componente.

- **Statistici:** consistono in una mera analisi statistica dei deflussi ossia delle portate di piena del bacino (che debbono essere note), che vengono valutate sulla base di equazioni matematiche che possono dipendere anche dalle caratteristiche morfologiche del bacino stesso (ad esempio i metodi di regionalizzazione delle piene usato nel progetto VA.PI.).

- **Formule empiriche:** le portate massime vengono calcolate sulla base di semplici relazioni matematiche tarate su dati sperimentali.

La scelta di una tipologia piuttosto che un'altra viene fatta, ovviamente, sulla base dei dati disponibili ma anche in funzione dei risultati che si intende ottenere, infatti:

Le Formule Empiriche forniscono la Portata massima e il Tempo di picco;

I Metodi statistici forniscono la Portata massima, tempo di picco e volumi;

I Metodi concettuali forniscono tutte le caratteristiche complete della piena;

Nel presente studio il problema è stato trattato con l'utilizzo del Software HEC-HMS il quale si basa esclusivamente sull'utilizzo di metodi concettuali, come sopra definiti.

- Descrizione del Modello HEC-HMS

Il software libero HEC-HMS, Hydrologic Modeling System, è un modello idrologico messo a punto dall'Hydrologic Engineering Center dell'USACE (US Army Corps of Engineers) per l'esecuzione di modellazioni idrologiche sia di bacini idrografici che in ambito urbano.

Al suo interno sono implementate le principali formulazioni utilizzate nella pratica idrologica per il calcolo delle perdite per infiltrazione, del volume di deflusso e per la trasformazione afflussi-deflussi con possibilità di considerare anche il contributo del deflusso di base nonché la propagazione dell'onda di piena nei canali, il contributo di invasi naturali o artificiali ecc.

Il software, in definitiva, permette di descrivere *quantitativamente* la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sulla superficie di un bacino imbrifero e in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i suoi collettori drenanti.

I passaggi procedurali di implementazione del software essenzialmente sono:

- Separazione delle piogge
- Formazione della piena
- Propagazione della piena

Il software permette di usare una notevole moltitudine di metodi per ciascuna delle componenti base presenti; senza entrare nel dettaglio delle basi teoriche che portano agli algoritmi matematici, per le singole componenti verranno di seguito esposti sinteticamente i passaggi necessari per la modellazione, gli input utilizzati, i metodi di calcolo usati e infine verranno presentati i risultati finali della modellazione.

La modellizzazione di un evento prevede i seguenti passaggi:

- I) La modellizzazione del Bacino idrografico, con l'inserimento dei vari elementi idrologici presenti nel bacino (identificazione ed aree dei sottobacini, impluvi, giunzioni tra impluvi, sorgenti, pozzi etc.).
- II) Predisposizione del modello Meteorologico.
- III) Inserimento del metodo di calcolo della pioggia netta (ossia la valutazione della quantità di pioggia che parteciperà al deflusso, al netto delle perdite)
- IV) Metodo per la trasformazione degli afflussi idrici netti in deflusso (ossia il metodo per la valutazione dell'onda di piena)
- V) Eventuale inserimento del metodo per la valutazione di un deflusso di base indipendente dalle piogge (presenza di sorgenti, emissari di invasi naturali o artificiali, ecc.).

I) **Modellizzazione del Bacino idrografico**

La modellizzazione del bacino idrografico in HEC-HMS consiste in un mero inserimento dei vari elementi idrologici presenti nel bacino, ossia identificazione e delimitazione di eventuali sottobacini, impluvi, giunzioni tra impluvi, sorgenti, pozzi, aree serbatoio ecc. (Fig. 12).

La sezione di chiusura del canale oggetto di studio è stata considerata in corrispondenza della confluenza nel Fiume Dittaino, circa 1,7 km a valle del punto di immissione.

Dal punto di vista della modellazione la sezione individuata sottende un unico sottobacino idrografico avente un'estensione areale di 9,954 km² ed un'asta principale che drena il sottobacino (il Canale Lenzi Guerrera) con una lunghezza complessiva di circa 8,37 km.

Il sottobacino è caratterizzato da un uso esclusivamente agricolo, prevalentemente, circa 66%, a frutteti (codice CLC: 222) ed in subordine a *seminativo semplice o colture erbacee estensive* (CLC: 21121); non si ha notizia né sono state rilevate evidenze di sorgenti significative all'interno del sottobacino mentre sono presenti numerosi piccoli laghetti artificiali ad uso agricolo e modeste aree con edifici (Fig.13).

Litologicamente il sottobacino è caratterizzato esclusivamente da *depositi alluvionali quaternari* a prevalente matrice sabbio-limosa (Fig. 14).

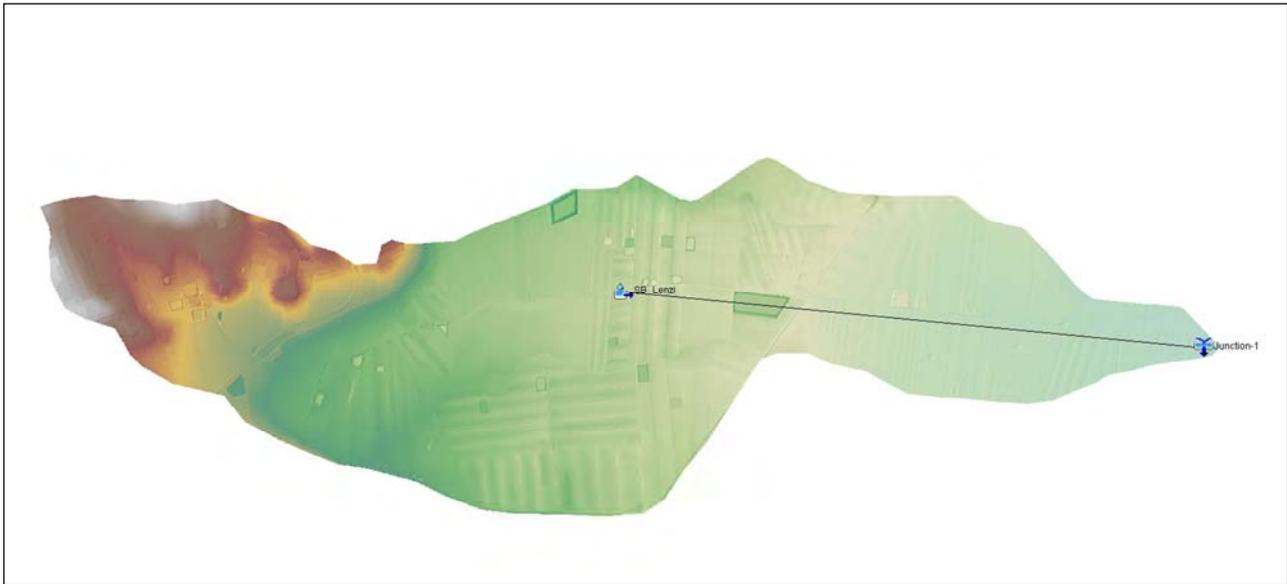
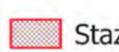


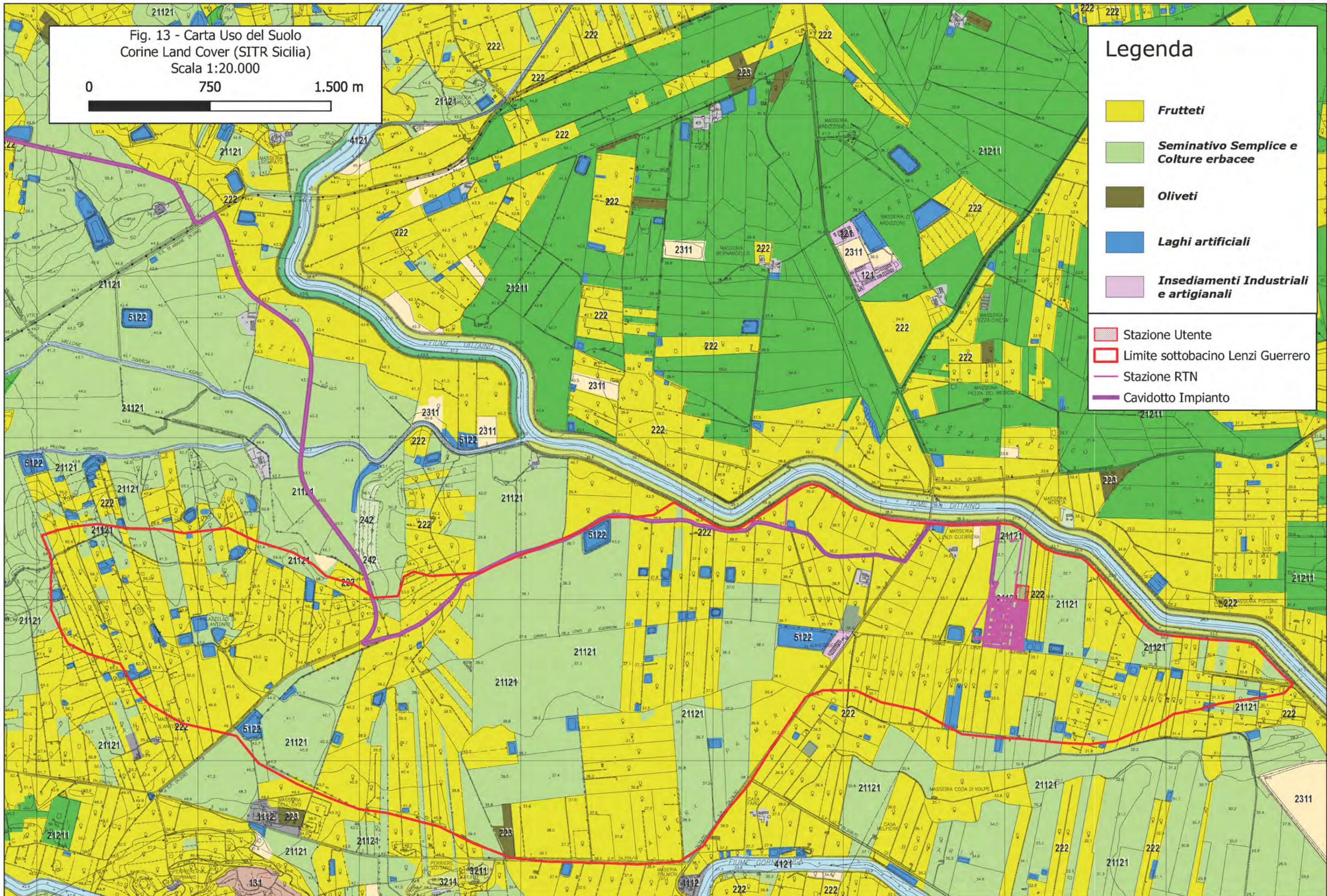
Fig. 12: Modellazione sottobacino in HEC-HMS

Fig. 13 - Carta Uso del Suolo
Corine Land Cover (SITR Sicilia)
Scala 1:20.000

0 750 1.500 m

Legenda

-  **Frutteti**
-  **Seminativo Semplice e Colture erbacee**
-  **Oliveti**
-  **Laghi artificiali**
-  **Insedimenti Industriali e artigianali**
-  **Stazione Utente**
-  **Limite sottobacino Lenzi Guerrero**
-  **Stazione RTN**
-  **Cavidotto Impianto**



II) **Modello Meteorologico**

Consiste nella definizione delle condizioni pluviometriche da utilizzare nelle simulazioni; tra i numerosi metodi implementati nel software è stato utilizzato quello della Curva di Probabilità Pluviometrica (Frequency Storm), per come definita in precedenza.

Un parametro di particolare importanza, richiesto in tale tipologia di simulazione, è la durata dell'evento di pioggia; le varie simulazioni effettuate, indicano infatti che la modellazione risultata sensibile alla variazione di tale parametro.

Nelle semplici formule empiriche di valutazione della portata al colmo che si basano sulla nota Formula Razionale

$$Q = 0,278 \cdot \frac{c \cdot H_{crit} \cdot S}{t_c}$$

si assume l'ipotesi di una durata dell'evento pari al tempo di corrivazione e con intensità costante nel tempo.

Poiché l'utilizzo di una durata temporale dell'evento pari al tempo di corrivazione (4,96 ore), appare comunque congrua con la finalità dello studio, il quale mira alla definizione di portate non in relazione a manufatti da costruire in aree urbane che possono richiedere, in via cautelativa, l'utilizzato di un evento piovoso di maggior durata, nella modellazione qui effettuata, la durata dell'evento di pioggia è stata considerata pari a 6 ore, comunque, superiore al tempo di corrivazione.

I parametri di input richiesti nella modellazione, oltre alla c.p.p., sono riassunti nella tabella seguente

Impianto	Sottobacino idrografico	Durata Evento meteorologico (ore)	Passo Temporale Analisi (minuti)	Durata massima intensità (minuti)	Picco di pioggia
Stazione Utente Belpasso	Canale Lenzi Guerrera	6,0	15,0	60,0	1/3 durata

III) **Metodo di calcolo della pioggia netta**

Per il calcolo della pioggia netta tra i diversi metodi messi a disposizione dal software HEC-HMS è stato utilizzato il Metodo SCS Curve Number (SCS-CN Soil Conservation Service – Curve Number).

Tale metodo, seppur con un approccio semplificato, non solo permette di considerare un tasso di infiltrazione variabile nel tempo ma tiene conto anche della natura litologica del suolo, della

tipologia di copertura (uso del suolo) ed eventualmente delle condizioni di umidità del suolo precedenti all'evento di massima portata. La relazione fondamentale del metodo CN è data dalla:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (I)$$

dove

P_{net} = precipitazione netta cumulata (Altezza di pioggia effettiva al tempo t_c)

P = precipitazione totale cumulata (ossia H critica)

S = massimo volume specifico (in mm) di acqua che il terreno può trattenere in condizione di saturazione

I_a = perdita iniziale

Dalle analisi dei risultati ottenuti dall'SCS su numerosi piccoli bacini sperimentali è stata ottenuta la correlazione empirica $I_a = 0.2 \cdot S$, in funzione della quale la (I) assume la forma:

$$P_{net} = \frac{(P - 0.2 \cdot S)^2}{P + 0.8 \cdot S} \quad (II)$$

Dove, a sua volta il valore S viene ottenuto attraverso l'utilizzo di un parametro intermedio, denominato appunto Curve Number (CN) secondo la relazione:

$$S = \frac{25400 - 254 \cdot CN}{CN} \quad (III)$$

Il CN è di fatto un numero adimensionale che varia da 100 per corpi completamente impermeabili a circa 30 per suoli permeabili con elevati tassi di infiltrazione; esso quindi come accennato in precedenza, è legato alla natura del terreno, al tipo di copertura vegetale ed alle condizioni di umidità antecedenti la precipitazione in esame.

- Natura del terreno

Per quanto riguarda la natura del terreno l'SCS ha individuato quattro tipologie di suolo:

GRUPPO A	Suoli con scarsa potenzialità di deflusso; sabbie o ghiaie profonde con pochissimo limo e/o argilla. Capacità di infiltrazione molto elevata
GRUPPO B	Suoli con moderata potenzialità di deflusso; la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi del gruppo A e con un'aliquota di argilla e limo maggiore. Elevata capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
GRUPPO C	Suoli con potenzialità di deflusso medio-alta; suoli con elevate quantità di argilla e limo. Scarsa capacità di infiltrazione.
GRUPPO D	Suoli con potenzialità di deflusso molto elevata; argille con elevata capacità di rigonfiamento, suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in prossimità della superficie. Scarsa capacità di infiltrazione a saturazione

- Tipo di copertura

In funzione della natura del terreno e del tipo di copertura, derivante dall'uso del suolo, e possibile ottenere il valore del parametro CN (II), in genere da tabelle basate su studi regionali o di bacino, come, a puro titolo di esempio, quella di figura fig. 15.

Tipo di copertura (uso del suolo)	TIPO DI SUOLO			
	A	B	C	D
TERRENO COLTIVATO				
Coltivazioni non curate	72	81	88	91
Coltivazioni ben curate	62	71	78	81
TERRENO DA PASCOLO				
Cattive condizioni	68	79	86	89
Buone condizioni	39	61	74	90
PRATERIE, Buone condizioni	30	58	71	78
TERRENI BOSCOSI O FORESTATI				
Terreno sottile, sottobosco povero, senza foglie	45	66	77	83
Sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
SPAZI APERTI, PRATI RASATI; PARCHI				
Buone condizioni con almeno il 75% area con copertura erbosa	39	61	74	80
Condizioni normali con copertura erbosa intorno al 50% area	49	69	79	84
AREE COMMERCIALI (Impermeabilità 85%)	89	92	94	95
DISTRETTI INDUSTRIALI (Impermeabilità 72%)	81	88	91	93
AREE RESIDENZIALI				
Impermeabilità media	77	85	90	92
65%	61	75	83	87
38%	57	72	81	86
30%	54	70	80	85
25%	51	68	79	84
PARCHEGGI IMPERMEABILIZZATI	98	98	98	98
STRADE				
Pavimentate con cordoli e fognature	98	98	98	98
Inghiaiate o selciate con buche	76	85	89	91
In terra battuta (non Asfaltate)	72	82	87	89

Fig. 15: Tabella tipo natura suolo/copertura per valutazione del CN.

- Condizioni di umidità del suolo precedenti l'evento

Il CSC-CN prevede la classificazione delle condizioni di umidità del suolo precedenti all'evento in 3 categorie, ovvero:

1) AMC I (Antecedent moisture condition), qualora la pioggia nei 5 giorni precedenti sia inferiore a 12.7 mm nella stagione di riposo vegetativo e 35.6 mm nella stagione vegetativa attiva.

2) AMC II, qualora la pioggia nei 5 giorni precedenti sia compresa tra 12.7 e 27.9 mm nella stagione di riposo vegetativo e tra 35.6 e 53.3 mm nella stagione vegetativa attiva.

3) AMC III qualora la pioggia nei 5 giorni precedenti sia maggiore di 27.9 mm nella stagione di riposo e 53.3 mm nella stagione attiva.

I valori del parametro CN per la condizione AMCI sono quelli derivanti dalle tabelle sopra esposte e denominato CN(I); i valori per le condizioni AMC II ed AMC III si ottengono dalle relazioni:

$$AMC(I) = \frac{CN(II)}{2.3 - 0.013 \cdot CN(II)}$$

$$AMC(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057 \cdot CN(II)}$$

Per quanto riguarda il valore del Curve Number utilizzato nella presente modellazione va evidenziato che nella letteratura di riferimento sono presenti varie versioni della tabella di figura 15 con valori, relativamente a voci similari, non sempre univoci. In effetti le originali tabelle dello USDA (United States Department of Agriculture) sono state spesso adattate in funzione di specificità locali (colture agrarie o terreni specifici).

Nel presente studio, non avendo riferimenti ufficiali della Regione Sicilia, ne tanto meno nella relazione specifica di Bacino del P.A.I. relativa al Fiume Simeto (in calce alla Relazione Generale del P.A.I. è presente una carta regionale del CN ma decisamente a scala troppo piccola) è stato effettuato un calcolo del valore di Curve Number utilizzando i valori di riferimento proposti dal *Dipartimento Geologico dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna* (ARPAS) (Carta del Curve Number Regionale), integralmente riportati in Appendice C, in considerazione di una tipologia di copertura vegetale praticamente identica a quella siciliana. Nello stesso estratto dell'Appendice C sono anche riportate le tabelle di riferimento dello USDA.

Pertanto in funzione della natura del terreno e della tipologia di copertura del suolo (Figg. 13 e 14) effettuando una *media pesata* dei valori sotto riportati, per il sottobacino di interesse è stato ottenuto un valore complessivo del **CN pari a 71,7**, rispettivamente:

- Frutteto su suolo di tipo B: 66,5 %, CN = 71;
- Seminativo semplice su suolo di tipo B: 32.7 %, CN =73;
- Oliveto su suolo di tipo B: 0.3 %, CN =71
- Aree Industriali e artigianali su suolo tipo B: 0.5 %, CN=74

Il secondo parametro richiesto per il calcolo della pioggia netta con il Metodo SCS Curve Number è relativo alla determinazione della porzione di bacino "impermeabile" (*Impervious*), ossia aree molto urbanizzate o comunque superfici perfettamente impermeabili (laghi, stagni, ecc.); nella modellazione, considerata la presenza di numerosi invasi artificiali è stato calcolato un 4.6% di superfici impermeabili.

IV) **Metodo di trasformazione**

Per la trasformazione dell'afflusso in onda di piena tra i vari metodi proposti è stato utilizzato l'SCS Unit Hydrograph Method (Metodo dell'Idrogramma Unitario del Soil Conservation Service); tutti i metodi implementati nel software sono comunque riconducibili alla Teoria dell'Idrogramma Unitario.

L'SCS Unit Hydrograph Method come unico parametro richiede l'inserimento del tempo di ritardo di inizio formazione della piena (Lag Time) ricavabile dal tempo di corrivazione come precedentemente definito mediante l'espressione:

$$T_R = 0,6 \cdot T_c$$

Da cui $T_R = 178.5$ minuti

8.3) Risultati della Simulazione

Con riferimento ai tempi di ritorno indicati in precedenza, ossia:

Tr = 100 anni; probabilità evento Moderata

Tr = 300 anni; probabilità evento Bassa

Durata Evento	Portate in m ³ /s		
	Tr=100	Tr=300	
d= 6.0 ore	32,8	44,3	1,21 volte t _c

Tabella II: Portate massime del sottobacino "Canale Lenzi Guerrera" alla sezione di chiusura

Nella tabella II vengono indicate le portate di massima piena per un evento di pioggia della durata di 6 ore, superiore al tempo di corrivazione; in funzione della finalità dello studio e con riferimento alle N.d.A. PAI Sicilia 2021, per i successivi calcoli idraulici sono stati considerati eventi con tempo di ritorno pari a 100 e 300 anni.

Come descritto in precedenza Hec-HMS permette la valutazioni di molteplici parametri ed in particolare consente di valutare l'andamento del deflusso idrico anche dopo il termine dell'evento; nella fattispecie sono state considerate le 16 ore successive all'evento meteorologico per un periodo complessivo di 22 ore. I risultati finali delle simulazioni, sia in forma grafica che tabellare, sono riportate nell'appendice D.

PARTE III

(studio idraulico del corpo idrico recettore)

In questa ultima parte dello studio verranno analizzati gli effetti, dal punto di vista idraulico, che lo scarico delle acque di prima pioggia, calcolate al par. 8, ormai chiarificate, comporterà sul corpo idrico recettore, il *Canale Lenzi Guerrera*, dal punto di vista del regime idraulico e dei tiranti idraulici.

Il calcolo, relativamente alla *Stazione Utente* ed allo *Stallo Condiviso* (PARTE I) hanno indicato un volume totale di acque da smaltire pari a $12,0 \text{ m}^3$ da smaltire nell'arco di 24 ore con una portata costante pari a $0.500 \text{ m}^3/\text{h}$, ovvero $1.39 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ (0,14 litri/s).

Poiché anche l'adiacente Stazione RTN andrà a scaricare le acque di prima pioggia nello stesso canale Lenzi Guerrera (con una propria condotta), ai fini della verifica idraulica, al valore sopra riportato andrà pertanto sommato anche quello della Stazione RTN che, basandosi su progetti simili e con dimensioni comparabili, è stato valutato in $6.0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ (considerato un periodo di scarico pari a 24 ore).

Pertanto la portata totale da verificare risulta:

$$Q_T = 7.4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \text{ (portata di scarico Stazione Utente + Stallo Condiviso + Stazione RTN)}$$

9 STUDIO IDRAULICO

9.1 Metodologia di analisi

Per la modellazione idraulica, sono stati utilizzati i codici di calcolo implementati del software HEC-RAS distribuito dallo U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center (www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/); Hec-RAS, usato nella sua versione 6.0, consente il calcolo di profili idraulici sia in moto permanente che in moto vario ed è utilizzabile in canali naturali o artificiali, anche in ambiente urbano, permettendo modellazioni monodimensionali e bidimensionali o modellazioni combinate 1D -2D.

In funzione delle finalità dello studio, orientato a valutazioni comparative di portata ex-ante ed ex-post, è stata effettuata un'analisi monodimensionale in Moto Permanente.

In questa sede si tralascia la descrizione dei principi teorici e delle equazioni utilizzate nel software per le quali si rimanda ai manuali ufficiali, liberamente scaricabili all'indirizzo web sopra

riportato nella sezione "Documentation", limitandosi ad evidenziare i soli parametri di input utilizzati nel calcolo riguardanti:

- Geometrie dell'area di simulazione
- Coefficienti di scabrezza
- Condizioni a contorno

- Geometria

I dati geometrici di input relativi al terreno, di base, derivano dal *Modello Digitale del Terreno* (DTM) a passo 2 metri della Regione Sicilia (dati LIDAR, volo ATA 2012), integrati dai rilievi diretti di campagna; data la regolarità del canale e le finalità del calcolo (essenzialmente comparativi ex-ante, ex-post un rilievo manuale delle dimensioni reali del canale è risultato sufficiente.

Per la modellazione monodimensionale sono state considerate 22 sezioni di analisi, con un'estensione trasversale di 150 metri ed equidistanti 50 metri, per uno sviluppo complessivo di circa 1127 metri (Fig. 16).

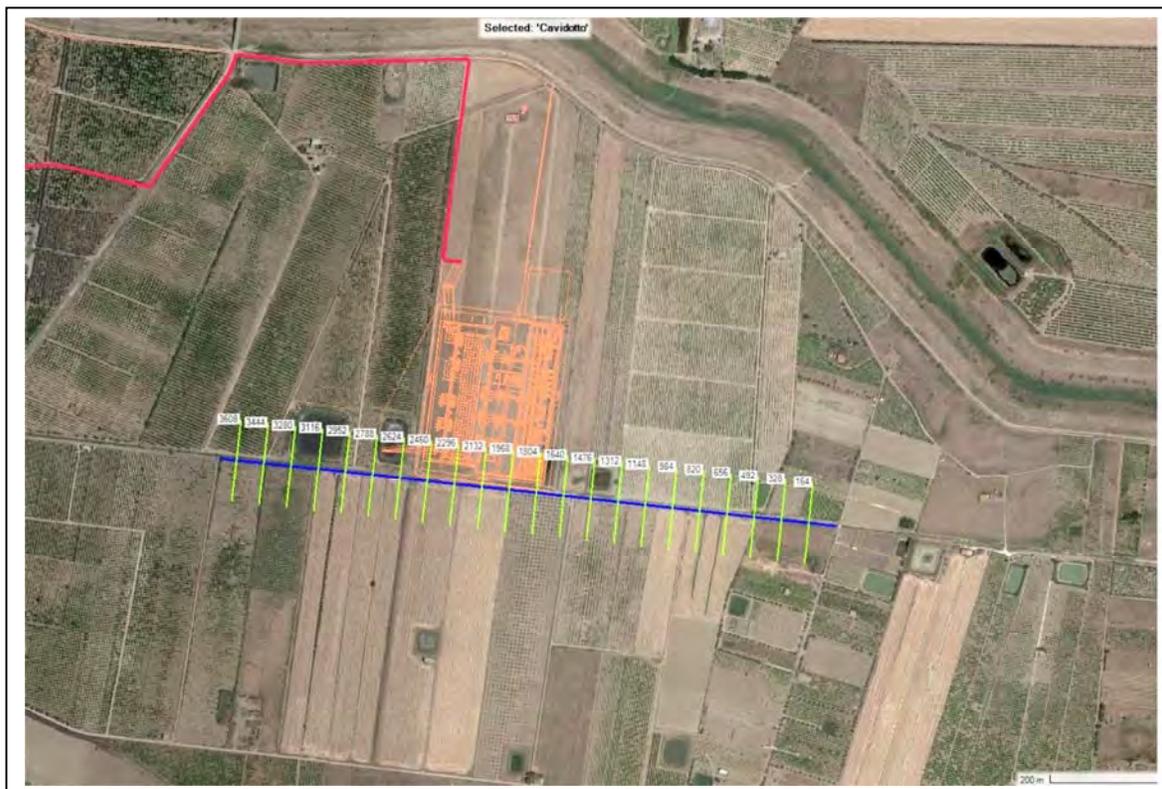


Fig. 16: Schema modellazione idraulica 1D, Canale Lenzi Guerrera

- Coefficienti di scabrezza del suolo

I coefficienti di scabrezza del suolo (coefficienti di Manning) sono stati fissati in funzione della natura del canale e della copertura, rispettivamente in $0,020 \text{ m}^{-1/3} \cdot \text{s}$ per il canale centrale e di $0,035 \text{ m}^{-1/3} \cdot \text{s}$ per le zone golenali.

- Condizioni a contorno e portate di Piena

Per quanto riguarda le condizioni a contorno (Boundary Conditions), necessarie per la simulazione, sia monte che a valle è stata utilizzata la condizione di *Critical Depth*, utilizzando come metodo di computazione il *Parabolic Method* in regime di flusso "Misto"; HEC-RAS modifica automaticamente il regime di flusso (lento o veloce) all'occorrenza.

Le prime analisi sono state condotte in condizione ex-ante, ossia allo stato attuale, utilizzando le portate della *Tabella II* e quindi relativamente a tempi di ritorno pari a 100 anni e 300 anni (in funzione delle indicazioni riportate nelle recenti N.d.A. PAI Sicilia).

Successivamente, per entrambi i tempi di ritorno sono state calcolate le condizioni ex-post ossia considerando la portata di piena maggiorata dallo scarico dell'acqua in corrispondenza dell'evento di massima piena, evento comunque alquanto improbabile poiché le acque verranno rilasciate nei giorni successivi all'evento di pioggia.

Considerata l'entità dell'immissione della portata di scarico ($7,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$) ossia, un valore del tutto trascurabile rispetto alle portate di piena calcolate in precedenza, non erano attese significative variazioni nelle altezze dei tiranti idraulici né, tantomeno, delle velocità di deflusso.

9.2 Risultati delle Simulazioni

Di seguito verranno espone, in forma tabellare comparativa, i risultati delle simulazioni, per i vari tempi di ritorno confrontando le condizioni ex ante con le condizioni ex post , nello specifico vengono riportati:

- Grafico confronto longitudinale ex-ante / ex-post quota del pelo libero dell'acqua
- Grafico confronto longitudinale ex-ante / ex-post velocità media del flusso idrico
- Tabella analitica dei principali parametri idrologici per le varie sezioni.

I) Simulazione con Tr 100 anni

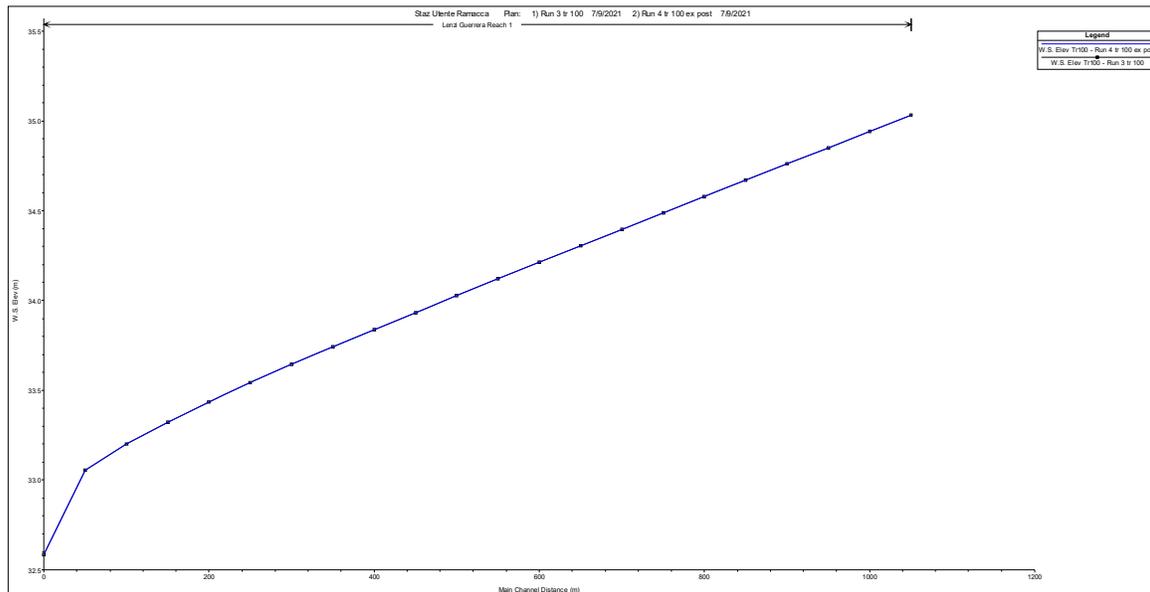


Fig. 17: Confronto longitudinale livello pelo Libero ex ante / ex post; Tr 100 anni

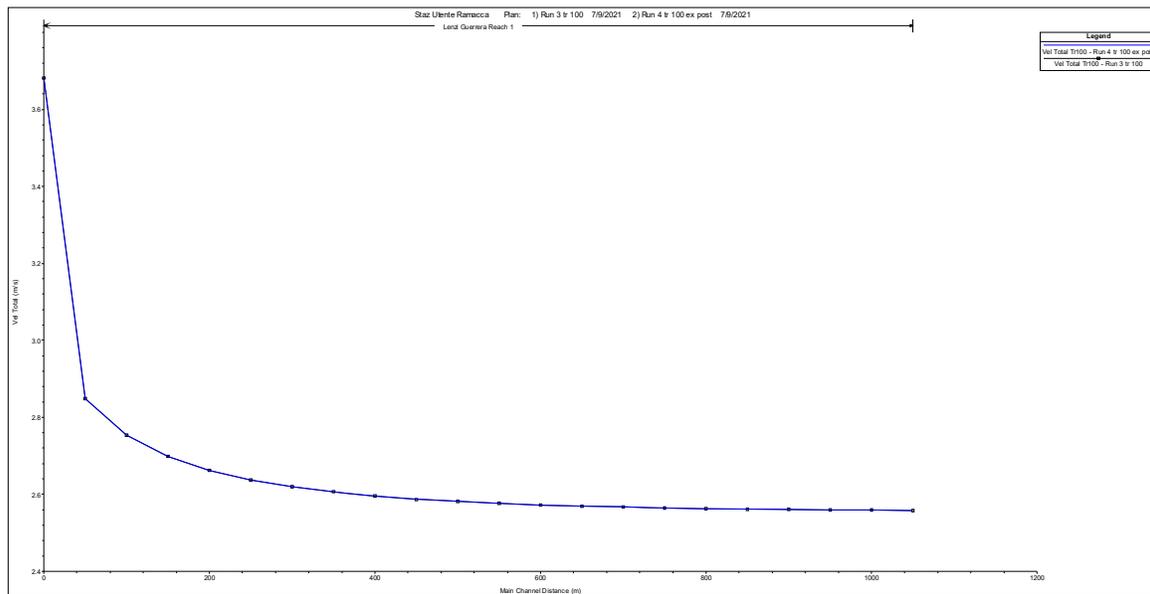


Fig. 18: Confronto longitudinale velocità flusso, ex ante / ex post; Tr 100 anni

HEC-RAS River: Lenzi Guerrera Reach: Reach 1 Profile: Tr100

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	3608	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	32.49	35.03	35.37	0.001803	2.56	12.82	7.58	0.63
Reach 1	3608	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	32.49	35.03	35.37	0.001803	2.56	12.82	7.58	0.63
Reach 1	3444	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	32.40	34.94	35.28	0.001805	2.56	12.82	7.58	0.63
Reach 1	3444	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	32.40	34.94	35.28	0.001805	2.56	12.82	7.58	0.63
Reach 1	3280	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	32.31	34.85	35.19	0.001806	2.56	12.81	7.58	0.63
Reach 1	3280	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	32.31	34.85	35.19	0.001806	2.56	12.81	7.58	0.63
Reach 1	3116	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	32.22	34.76	35.10	0.001808	2.56	12.81	7.58	0.63
Reach 1	3116	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	32.22	34.76	35.10	0.001808	2.56	12.81	7.58	0.63
Reach 1	2952	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	32.13	34.67	35.00	0.001809	2.56	12.80	7.58	0.63
Reach 1	2952	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	32.13	34.67	35.00	0.001809	2.56	12.80	7.58	0.63
Reach 1	2788	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	32.04	34.58	34.91	0.001811	2.56	12.80	7.58	0.63
Reach 1	2788	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	32.04	34.58	34.91	0.001811	2.56	12.80	7.58	0.63
Reach 1	2624	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	31.95	34.49	34.82	0.001815	2.56	12.79	7.58	0.63
Reach 1	2624	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	31.95	34.49	34.82	0.001815	2.56	12.79	7.58	0.63
Reach 1	2460	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	31.86	34.40	34.73	0.001819	2.57	12.78	7.57	0.63
Reach 1	2460	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	31.86	34.40	34.73	0.001819	2.57	12.78	7.57	0.63
Reach 1	2296	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	31.77	34.31	34.64	0.001823	2.57	12.77	7.57	0.63
Reach 1	2296	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	31.77	34.31	34.64	0.001823	2.57	12.77	7.57	0.63
Reach 1	2132	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	31.68	34.21	34.55	0.001829	2.57	12.75	7.57	0.63
Reach 1	2132	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	31.68	34.21	34.55	0.001829	2.57	12.75	7.57	0.63
Reach 1	1968	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	31.59	34.12	34.46	0.001837	2.58	12.73	7.56	0.63
Reach 1	1968	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	31.59	34.12	34.46	0.001837	2.58	12.73	7.56	0.63
Reach 1	1804	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	31.50	34.03	34.37	0.001846	2.58	12.71	7.56	0.64
Reach 1	1804	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	31.50	34.03	34.37	0.001846	2.58	12.71	7.56	0.64
Reach 1	1640	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	31.41	33.93	34.27	0.001858	2.59	12.68	7.55	0.64
Reach 1	1640	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	31.41	33.93	34.27	0.001858	2.59	12.68	7.55	0.64
Reach 1	1476	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	31.32	33.84	34.18	0.001874	2.60	12.64	7.54	0.64
Reach 1	1476	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	31.32	33.84	34.18	0.001874	2.60	12.64	7.54	0.64
Reach 1	1312	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	31.23	33.74	34.09	0.001894	2.61	12.59	7.52	0.64
Reach 1	1312	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	31.23	33.74	34.09	0.001894	2.61	12.59	7.52	0.64
Reach 1	1148	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	31.14	33.64	33.99	0.001920	2.62	12.52	7.51	0.65
Reach 1	1148	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	31.14	33.64	33.99	0.001920	2.62	12.52	7.51	0.65
Reach 1	984	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	31.05	33.54	33.90	0.001955	2.64	12.44	7.48	0.65
Reach 1	984	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	31.05	33.54	33.90	0.001955	2.64	12.44	7.48	0.65
Reach 1	820	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	30.96	33.44	33.80	0.002007	2.66	12.32	7.45	0.66
Reach 1	820	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	30.96	33.44	33.80	0.002007	2.66	12.32	7.45	0.66
Reach 1	656	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	30.87	33.32	33.69	0.002081	2.70	12.15	7.41	0.67
Reach 1	656	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	30.87	33.32	33.69	0.002081	2.70	12.15	7.41	0.67
Reach 1	492	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	30.78	33.20	33.59	0.002195	2.75	11.91	7.34	0.69
Reach 1	492	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	30.78	33.20	33.59	0.002195	2.75	11.91	7.34	0.69
Reach 1	328	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	30.69	33.06	33.47	0.002405	2.85	11.51	7.23	0.72
Reach 1	328	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	30.69	33.06	33.47	0.002405	2.85	11.51	7.23	0.72
Reach 1	164	Tr100	Run 3 tr 100	32.80	30.60	32.59	33.28	0.004791	3.68	8.91	6.47	1.00
Reach 1	164	Tr100	Run 4 tr 100 ex post	32.80	30.60	32.59	33.28	0.004791	3.68	8.91	6.47	1.00

Fig. 19: Tabella comparativa risultati simulazione Tr 100

I) Simulazione con Tr 300 anni

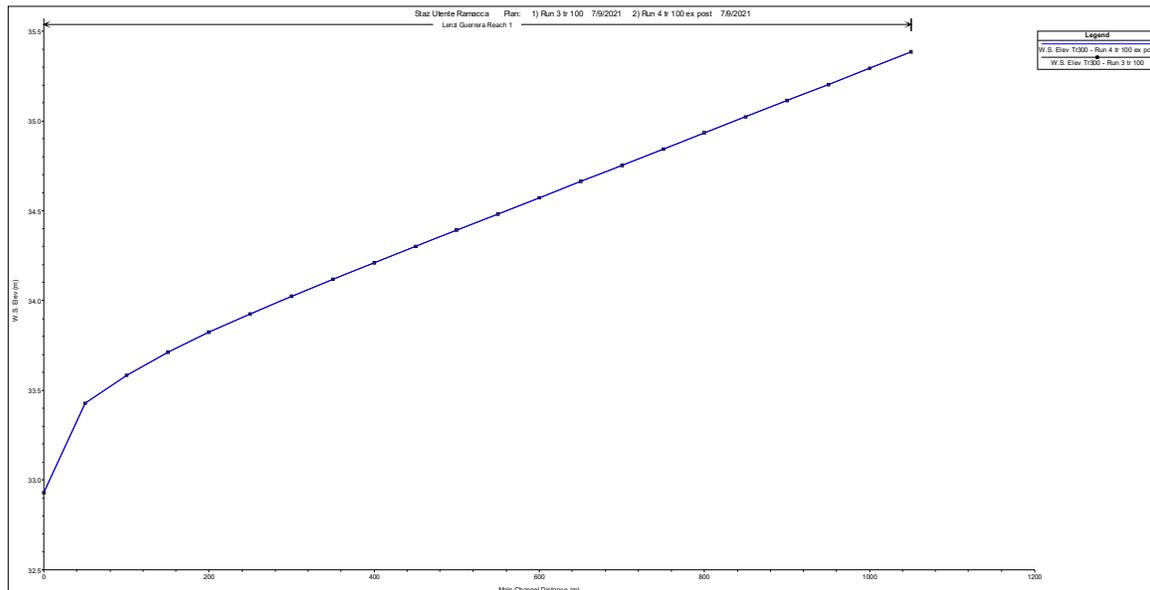


Fig. 20: Confronto longitudinale livello pelo Libero ex ante / ex post; Tr 300 anni

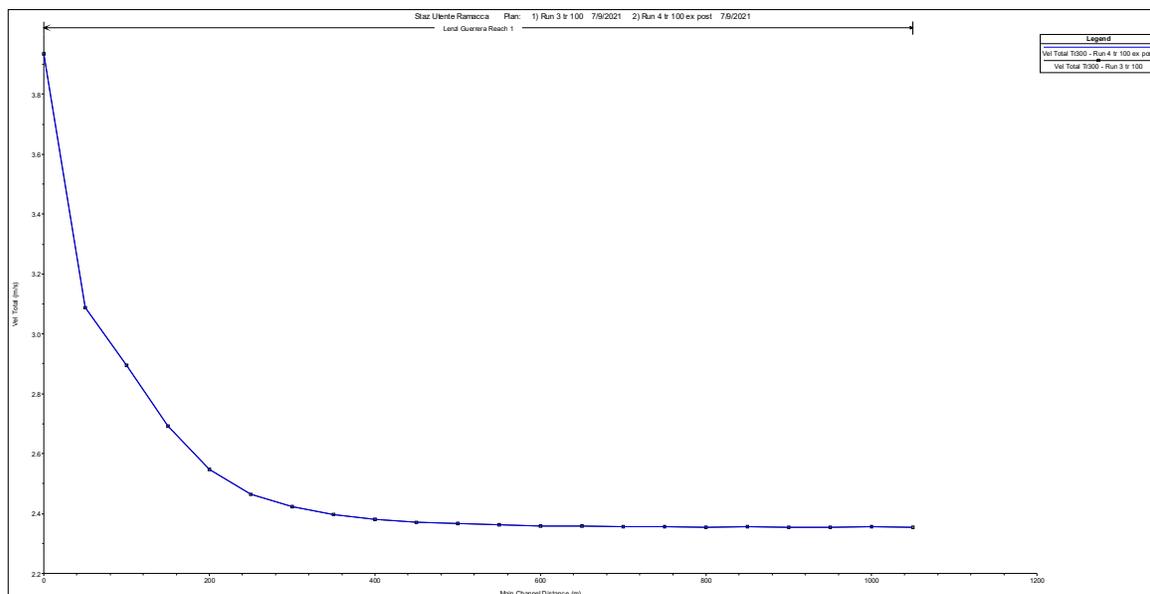


Fig. 21: Confronto longitudinale velocità flusso, ex ante / ex post; Tr 300 anni

HEC-RAS River: Lenzi Guerrera Reach: Reach 1 Profile: Tr300

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)
Reach 1	3608	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	32.48	35.38	35.78	0.001799	2.80	18.81	53.03
Reach 1	3608	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	32.49	35.38	35.78	0.001799	2.80	18.81	53.03
Reach 1	3444	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	32.40	35.29	35.89	0.001800	2.80	18.80	52.99
Reach 1	3444	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	32.40	35.29	35.89	0.001800	2.80	18.80	52.99
Reach 1	3280	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	32.31	35.20	35.80	0.001799	2.80	18.82	53.07
Reach 1	3280	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	32.31	35.20	35.80	0.001799	2.80	18.82	53.08
Reach 1	3116	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	32.22	35.11	35.51	0.001800	2.80	18.81	53.05
Reach 1	3116	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	32.22	35.11	35.51	0.001800	2.80	18.81	53.05
Reach 1	2952	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	32.13	35.02	35.42	0.001800	2.80	18.80	52.98
Reach 1	2952	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	32.13	35.02	35.42	0.001800	2.80	18.80	52.98
Reach 1	2788	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	32.04	34.93	35.33	0.001800	2.80	18.81	53.01
Reach 1	2788	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	32.04	34.93	35.33	0.001800	2.80	18.81	53.01
Reach 1	2624	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	31.95	34.84	35.24	0.001800	2.80	18.81	53.02
Reach 1	2624	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	31.95	34.84	35.24	0.001800	2.80	18.81	53.03
Reach 1	2460	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	31.86	34.75	35.15	0.001801	2.80	18.79	52.95
Reach 1	2460	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	31.86	34.75	35.15	0.001801	2.80	18.79	52.95
Reach 1	2296	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	31.77	34.66	35.06	0.001802	2.80	18.78	52.95
Reach 1	2296	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	31.77	34.66	35.06	0.001802	2.80	18.78	52.95
Reach 1	2132	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	31.68	34.57	34.97	0.001802	2.80	18.78	52.86
Reach 1	2132	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	31.68	34.57	34.97	0.001802	2.80	18.78	52.87
Reach 1	1968	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	31.59	34.48	34.88	0.001804	2.80	18.76	52.72
Reach 1	1968	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	31.59	34.48	34.88	0.001804	2.80	18.76	52.72
Reach 1	1804	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	31.50	34.39	34.79	0.001806	2.80	18.72	52.52
Reach 1	1804	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	31.50	34.39	34.79	0.001806	2.80	18.73	52.53
Reach 1	1640	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	31.41	34.30	34.70	0.001809	2.80	18.69	52.28
Reach 1	1640	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	31.41	34.30	34.70	0.001809	2.80	18.69	52.29
Reach 1	1476	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	31.32	34.21	34.61	0.001815	2.81	18.61	51.82
Reach 1	1476	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	31.32	34.21	34.61	0.001815	2.81	18.61	51.83
Reach 1	1312	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	31.23	34.12	34.52	0.001826	2.81	18.48	51.03
Reach 1	1312	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	31.23	34.12	34.52	0.001826	2.81	18.48	51.03
Reach 1	1148	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	31.14	34.02	34.42	0.001841	2.82	18.28	49.78
Reach 1	1148	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	31.14	34.02	34.42	0.001841	2.82	18.28	49.79
Reach 1	984	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	31.05	33.93	34.33	0.001867	2.84	17.97	47.80
Reach 1	984	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	31.05	33.93	34.33	0.001867	2.84	17.97	47.80
Reach 1	820	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	30.96	33.82	34.24	0.001919	2.86	17.39	43.84
Reach 1	820	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	30.96	33.82	34.24	0.001919	2.86	17.39	43.85
Reach 1	656	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	30.87	33.71	34.14	0.002014	2.91	16.46	36.53
Reach 1	656	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	30.87	33.71	34.14	0.002014	2.91	16.46	36.54
Reach 1	492	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	30.78	33.58	34.03	0.002168	2.98	15.30	24.67
Reach 1	492	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	30.78	33.58	34.03	0.002168	2.98	15.31	24.68
Reach 1	328	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	30.69	33.43	33.91	0.002433	3.09	14.35	7.98
Reach 1	328	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	30.69	33.43	33.91	0.002433	3.09	14.35	7.98
Reach 1	164	Tr300	Run 3 tr 100	44.30	30.60	32.93	33.72	0.004856	3.93	11.26	7.16
Reach 1	164	Tr300	Run 4 tr 100 ex post	44.30	30.60	32.93	33.72	0.004856	3.93	11.26	7.16

Fig. 22: Tabella comparativa risultati simulazione Tr 300

10 CONCLUSIONI

Nell'ambito del progetto che prevede la realizzazione di una *Stazione Utente*, uno *Stallo Condiviso* ed una *Stazione RTN* di prossima realizzazione in località Lenzi Guerrera nel comune di Belpasso (CT), è stato effettuato uno studio di natura idrologica ed idraulica di supporto alla progettazione.

Con riferimento alla normativa vigente, infatti, è prevista l'installazione di tre impianti per il trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia, proveniente dalle superfici interne, prima che queste vengano immesse nella rete idrografica naturale o nel suolo, allo scopo di ridurre l'impatto ambientale delle stesse; scopo dello studio era pertanto:

- Analisi idraulica riguardante la valutazione ed il trattamento delle acque di prima pioggia della stazione
- Studio idrologico per l'individuazione del corpo idrico recettore delle acque di prima pioggia e del suo regime idraulico.
- Analisi idraulica riguardante la valutazione dell'incidenza dello scarico delle acque di prima pioggia sul corpo idrico recettore.

I risultati finali dello studio sono di seguito sinteticamente riepilogati:

- Analisi idraulica preliminare

L'analisi idraulica preliminare ha permesso di valutare il volume delle acque di prima pioggia e di individuare il sistema di trattamento e smaltimento più idoneo, mediante l'individuazione di un corpo idrico recettore superficiale, qui identificato come *Canale Lenzi di Guerrera*.

- Studio Idrologico

Lo studio idrologico, a valle di un inquadramento geologico, morfologico ed idrogeologico dell'area, attraverso la definizione del sottobacino idrografico di interesse, ha permesso di valutare il regime idraulico del corpo idrico recettore nonché le portate di massima piena con tempi di ritorno di 100 e 300 anni.

Le portate di colmo sono state valutate, attraverso modelli matematici, a partire dall'afflusso meteorico previsto per il sottobacino e alla successiva trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi.

Gli afflussi meteorici, della Stazione Utente e dello Stallo Condiviso, sono stati valutati mediante la ricostruzione delle Curve di Probabilità Pluviometrica utilizzando la metodologia TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) messa a punto nell'ambito del progetto VA.PI. Per la Stazione RTN è stata invece usata una stima basata su progetti similari e con dimensioni comparabili.

Per il processo di trasformazione degli afflussi in deflussi è stato utilizzato il Software dell'US Army Corps of Engineers, HEC-HMS.

- Studio Idraulico

Lo studio idraulico del corpo idrico recettore a permesso di valutare l'incidenza dello scarico delle acque di prima pioggia sulla sua portata di massima piena; l'analisi idraulica non ha rilevato alcuna variazione significativa (alla seconda cifra decimale) nelle altezze dei tiranti idraulici né, tanto meno, delle velocità di deflusso.

Palermo, luglio 2021

Ing. Daniele Cavallo

Dott. Geol. Michele Ognibene

Ordine Regionale geologi di Sicilia
3003



APPENDICE A

Carte della Pericolosità Idraulica P.A.I.



Piano Straico di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

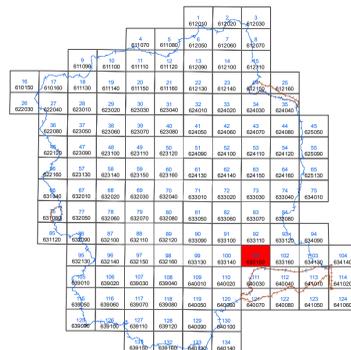
(ART.1 D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L.267/98 e ss. mm.ii.)

Bacino Idrografico del Fiume Simeto(094)
area tra i bacini del Simeto e del S. Leonardo (094A)
Laghi di Pergusa (094B) e Maletto (094C)



CARTA DELLE AREE DI ESONDAZIONE A VALLE DELLA TRAVERSA PONTE BARCA PER COLLOSSO DELLE DIGHE DI ANCIPA E POZZILLO N° 101

COMUNI DI:
BELPASSO-PATERNO-LENTINI-RAMACCA
Scala 1:10.000

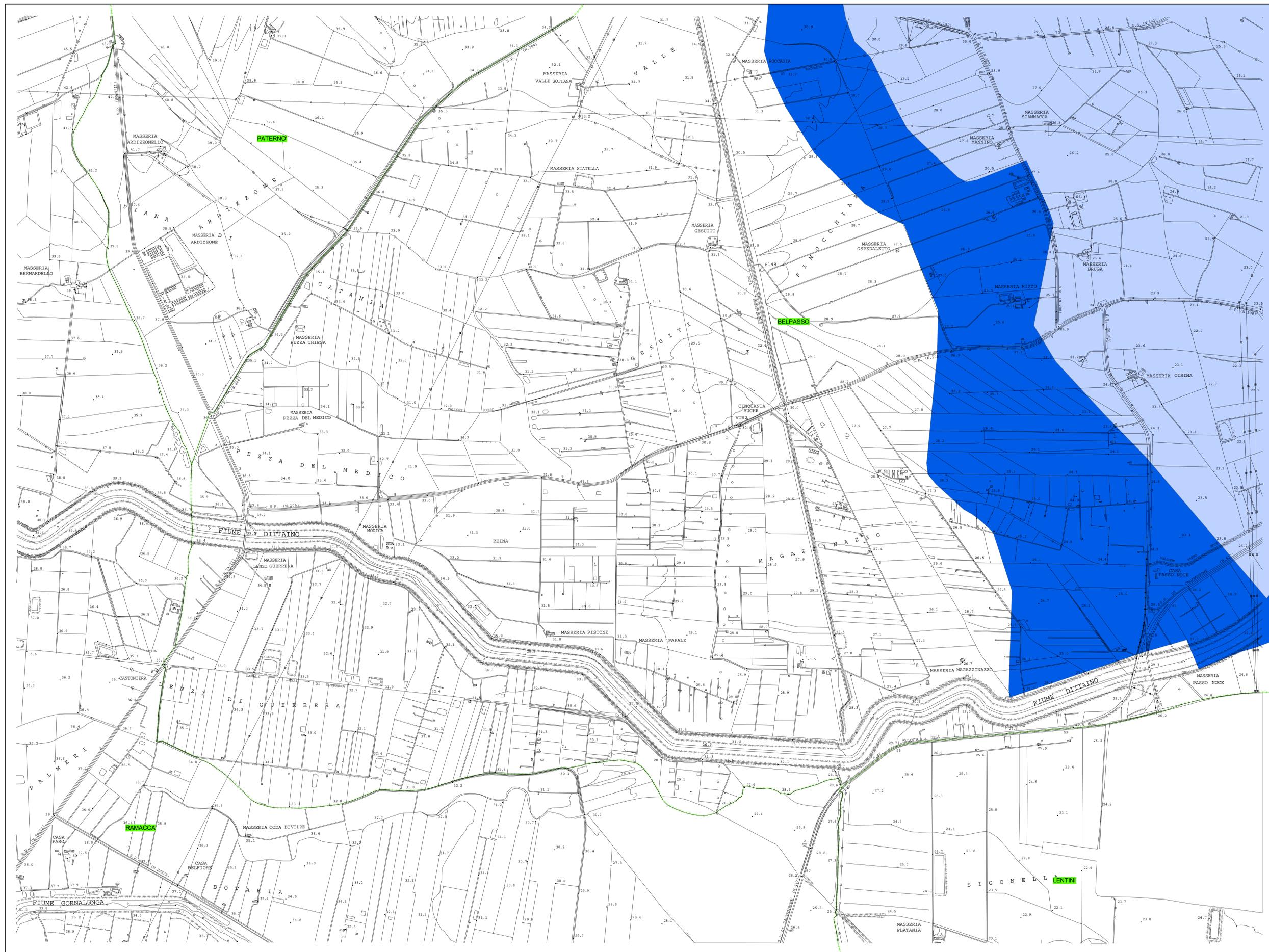


Anno 2005

LEGENDA

- Traversa Ponte Barca
- Area invaso traversa Ponte Barca
- Area di esondazione per collasso della diga Pozzillo
- Area di esondazione per collasso della diga Ancipa

- Limite bacino idrografico
- Limite area intermedia e laghi di Pergusa e Maletto
- Limite comunale



APPENDICE B

Formule Tempo di Corrivazione

FORMULE UTILIZZATE PER LA VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

I) *Formula di Aronica & Paltrinieri* (Giandotti modificata per Piccoli Bacini)

$$t_c = \frac{\frac{1}{Md} \sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H_m}} \quad \text{Aronica \& Paltrinieri}$$

S = area bacino idrografico sotteso dalla sezione di chiusura in km²

L = lunghezza dell'asta principale, a partire dallo spartiacque, in km

H_m = altitudine media del bacino, riferita alla sezione di chiusura h₀; in metri s.l.m.

M e d = costanti numeriche funzione del tipo di utilizzazione del suolo e della permeabilità

(Usati: M = 0,500; d = 1,200)

II) *Formula di Kirpick*

$$t_c = 0.000325 \cdot (L \cdot 1000)^{0.77} \cdot i_b^{-0.385}$$

L [Km] Lunghezza dell'asta principale

i_b [m/m] Pendenza media del bacino idrografico

III) *Formula SCS - CN*

$$t_c = 0.00227 \cdot L^{0.8} \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7} \cdot S^{-0.5} \quad \text{dove}$$

S = pendenza media del bacino in % (ossia compresa tra 0 e 1)

L = lunghezza asta principale in metri

CN = Curve Number del Soil Conservation Service

(Usati: CN=68.4)

IV) *Formula di Pezzoli*

$$t_c = \frac{0.055 \cdot L}{\sqrt{i_a}}$$

L [Km] Lunghezza dell'asta principale

i_a [m/m] Pendenza media dell'asta principale

V) *Formula di Ventura*

$$t_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{i_a}}$$

A [Km²] Area del bacino idrografico

ia[m/m] Pendenza media dell'asta principale

VI) *Formula di Pasini*

$$t_c = \frac{0.108 \cdot \sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{i_a}}$$

A [Km²] Area del bacino idrografico

L [Km] Lunghezza dell'asta principale

ia[m/m] Pendenza media dell'asta principale

VII) *Formula di Viparelli*

$$t_c = \frac{L}{3.6 \cdot V}$$

L [Km] Lunghezza dell'asta principale

V Velocità media di deflusso all'interno dei canali, i valori suggeriti dell'autore sono compresi tra 1,0 e 1.5] m/s

(Usati: $V = 1 \text{ m/s}$)

APPENDICE C

Estratto da "Carte del Curve Number Regionale" - ARPAS Sardegna

1. Creazione della carta regionale del Curve Number

Il presente documento, cogliendo l'occasione offerta dal Dipartimento Geologico dell'ARPAS con la redazione della carta delle permeabilità dei substrati della Regione Sardegna, propone l'adeguamento della carta regionale del Curve Number (CN) adottata nell'ambito del Piano Stralcio Fasce Fluviali (PSFF) della Regione Sardegna (adottato con delibera n° 2 del 17/12/2015) e che risale ai primi anni del 2000. In particolare, di seguito viene descritta la metodologia adottata per la creazione della carta del CN della Regione Sardegna in scala 1:25.000 in ambiente GIS in formato vettoriale e in formato raster. Per la creazione di tale mappa sono state utilizzate la mappa di uso del suolo Corine Land Cover 2008 in scala 1:25.000 relativa alla Sardegna e disponibile nel geoportale della Regione Sardegna (<http://www.sardegna.geoportale.it/index.php?xsl=2420&s=40&v=9&c=14480&es=6603&na=1&n=100&esp=1&tb=14401>), e la mappa delle permeabilità dei substrati (anche essa in scala 1:25.000) sviluppata e prodotta dal Dipartimento Geologico dell'ARPAS.

Il CN è un parametro dell'equazione del modello di formazione di deflusso superficiale SCS-CN (Soil Conservation Service - Curve Number) sviluppato dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) del Natural Resources Conservation Service. Il CN teoricamente può variare tra 0 e 100: valori alti del parametro CN rappresentano le caratteristiche di assorbimento di superfici poco permeabili, mentre valori bassi indicano terreni ad alta permeabilità. Il CN è funzione della tipologia di uso-copertura del suolo, della tipologia geo-pedologica del suolo e delle condizioni di umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico. La procedura prevede che si determini dapprima un valore di Curve Number CN_{II} riferito alle condizioni medie di umidità del suolo, ovvero condizioni AMC (Antecedent Moisture Condition) di tipo II, che successivamente deve essere eventualmente incrementato o ridotto con formule ad hoc nel caso in cui il suolo sia inizialmente molto umido (AMC di tipo III) o asciutto (AMC di tipo I). La valutazione della condizione AMC viene effettuata confrontando la precipitazione avvenuta nei cinque giorni precedenti con dei valori soglia specifici per la stagione vegetativa e di riposo, per cui si rimanda alla bibliografia. Questo documento tratta e descrive la determinazione del CN_{II} per l'intero territorio della Regione Sardegna.

Per riprodurre la mappa del CN_{II} a scala regionale sono state utilizzate le tabelle dell'USDA che associano a ciascuna tipologia di uso del suolo (ossia copertura vegetale e grado di antropizzazione) i valori del CN_{II} funzione anche dalle caratteristiche idrologiche del suolo, in relazione alla maggiore o minore permeabilità del substrato (tipi idrologici A-B-C-D). Nelle Tabelle 1-3 si riportano i valori caratteristici di taratura del CN_{II} proposti dall'USDA (1986, 2004), il cui valore si ottiene per incrocio delle caratteristiche di uso prevalente del suolo e delle caratteristiche idrologiche del suolo, secondo i 4 tipi idrologici A-B-C-D a permeabilità decrescente.

Valori CN_{II} nelle zone urbanizzate						
Tipo di uso del suolo	Copertura	A	B	C	D	
spazi aperti (parchi, cimiteri, campo da golf, prato all'inglese)	manto erboso <50%	68	79	86	89	
	manto erboso tra 50 e 75 %	49	69	79	84	
	manto erboso >75%	39	61	74	80	
aree impermeabili: parcheggi, tetti, autostrade etc.	-	98	98	98	98	
strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	-	98	98	98	98	
	strade asfaltate	-	83	89	92	93
	strade con letto in ghiaia	-	76	85	89	91
	strade battute in terra	-	72	82	87	89
deserti naturali permeabili in aree urbane	-	63	77	85	88	
deserti artificiali impermeabili in aree urbane	-	96	96	96	96	
zone commerciali e di business	area impermeabile 85%	89	92	94	95	
zone industriali	area impermeabile 72%	81	88	91	93	
zone residenziali, lotti fino a 500 m ²	area impermeabile 65%	77	85	90	92	
zone residenziali, lotti di 500-1000 m ²	area impermeabile 38%	61	75	83	87	
zone residenziali, lotti di 1000-1500 m ²	area impermeabile 30%	57	72	81	86	
zone residenziali, lotti di 1500-2000 m ²	area impermeabile 25%	54	70	80	85	
zone residenziali, lotti di 2000-5000 m ²	area impermeabile 20%	51	68	79	84	
zone residenziali, lotti di 5000-10000 m ²	area impermeabile 12%	46	65	77	82	
zona di nuova espansione urbana	-	77	86	91	94	

Tabella 1. Valori caratteristici di CN_{II} nelle zone urbanizzate (USDA, 1986, 2004).



In particolare, il tipo idrologico A è relativo a suoli ad elevata infiltrazione, con strati da sabbiosi (o di loess profondi) a siltosi aggregati (diametro 0,002-0,05 mm), il tipo idrologico B è relativo a suoli con infiltrazione moderata, tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana, quali limi sabbiosi. Il tipo idrologico C è relativo a suoli con infiltrazione lenta, tessitura fine, come le argille limose con deboli strati di limo sabbioso; infine, il tipo idrologico D comprende argille plastiche e compatte con infiltrazione molto lenta.

Valori CN _{II} nelle zone rurali						
Tipologia di coltivazione	Trattamento	Condizioni idrologiche cattive/buone	A	B	C	D
incolto, a maggese, a riposo	maggese nudo o arato a rittochino	-	77	86	91	94
	maggese residuo (almeno il 5%) (CR)	cattive	76	85	90	93
		buone	74	83	88	90
filari di coltivazione	filari di coltivazioni a rittochino (SR)	cattive	72	81	88	91
		buone	67	78	85	89
	SR + CR	cattive	71	80	87	90
		buone	64	75	82	85
	filari di coltivazioni per traverso (C)	cattive	70	79	84	88
		buone	65	75	82	86
	C+CR	cattive	69	78	83	87
		buone	64	74	81	85
	filari di coltivazioni per traverso e terrazzati (C&T)	cattive	66	74	80	82
		buone	62	71	78	81
	C&T + CR	cattive	65	73	79	81
		buone	61	70	77	80
cereali	cereali a rittochino (SR)	cattive	65	76	84	88
		buone	63	75	83	87
	SR+CR	cattive	64	75	83	86
		buone	60	72	80	84
	cereali per traverso (C)	cattive	63	74	82	85
		buone	61	73	81	84
	C+CR	cattive	62	73	81	84
		buone	60	72	80	83
	cereali per traverso e terrazzati (C&T)	cattive	61	72	79	82
		buone	59	70	78	81
	C&T + CR	cattive	60	71	78	81
		buone	58	69	77	80
leguminose a semi ravvicinati o diffusi o prato a rotazione	leguminose o prato a rotazione a rittochino (SR)	cattive	66	77	85	89
		buone	58	72	81	85
	leguminose o prato a rotazione per traverso (C)	cattive	64	75	83	85
		buone	55	69	78	83
	leguminose o prato a rotazione per traverso e terrazzamento (C&T)	cattive	63	73	80	83
		buone	51	67	76	80

Tabella 2. Valori caratteristici di CN_{II} nelle zone rurali (USDA, 1986, 2004).



Valori CN _{II} in altre zone rurali					
Zone umide					
Copertura vegetale	Condizioni idrologiche cattive/discrete/buone	A	B	C	D
pascolo, prati, o foraggio continuo o ad intervalli per pascolo	cattive	68	79	86	89
	discrete	49	69	79	84
	buone	39	61	74	80
prato protetto dal pascolo e soggetto a fienagione	-	30	58	71	78
sterpaglia	cattive	48	67	77	83
	discrete	35	56	70	77
	buone	30	48	65	73
combinazione di bosco e prato (es. frutteto)	cattive	57	73	82	86
	discrete	43	65	76	82
	buone	32	58	72	79
bosco	cattive	45	66	77	83
	discrete	36	60	73	79
	buone	30	55	70	77
proprietà agricola-edifici, stradine, viottoli d'accesso e lotti circostanti	-	59	74	82	86
Zone aride e semiaride					
manto erboso, erba infestante	cattive	-	80	87	93
	discrete	-	71	81	89
	buone	-	62	74	85
macchia boschiva: quercia, pioppo, mogano, acero	cattive	-	66	74	79
	discrete	-	48	57	63
	buone	-	30	41	48
ginepro, pino e sottobosco	cattive	-	75	85	89
	discrete	-	58	73	80
	buone	-	41	61	71
macchia arbustiva	cattive	-	67	80	85
	discrete	-	51	63	70
	buone	-	35	47	55
arbusti desertici	cattive	63	77	85	88
	discrete	55	72	81	86
	buone	49	68	79	84

Tabella 3. Valori caratteristici di CN_{II} in altre zone rurali (USDA, 1986, 2004).

In Figura 1 viene riportata la carta dell'uso del suolo Corine Land Cover 2008 relativa al territorio regionale con in legenda i codici relativi a ciascuna classe di uso del suolo (il lettore può fare riferimento alle Tabelle 4a-b per associare a ciascun codice la classe di uso del suolo).

Classi di uso del suolo della Corine Land Cover 2008		CN _{II}			
		A	B	C	D
1111	tessuto residenziale compatto e denso	77	85	90	92
1112	tessuto residenziale rado	61	75	83	87
1121	tessuto residenziale rado e nucleiforme	61	75	83	87
1122	fabbricati rurali	59	74	82	86
1211	insediamenti industriali-artigianali e commerciali e spazi annessi	89	92	94	95
1212	insediamenti di grandi impianti di servizi	81	88	91	93
1221	reti stradali e spazi accessori	98	98	98	98
1222	reti ferroviarie e spazi annessi	98	98	98	98
1223	grandi impianti di concentrazione e smistamento merci	98	98	98	98
1224	impianti a servizio delle reti di distribuzione	98	98	98	98
123	aree portuali	98	98	98	98
124	aree aereoportuali ed eliporti	98	98	98	98
131	aree estrattive	76	85	89	91
1321	Discariche	76	85	89	91
1322	depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	76	85	89	91
133	Cantieri	76	85	89	91
141	aree verdi urbane	39	61	74	80
1421	aree ricreative e sportive	49	69	79	84
1422	aree archeologiche	68	79	86	89
143	Cimiteri	68	79	86	89
2111	seminativi in aree non irrigue	61	73	81	84
2112	prati artificiali	68	79	86	89
2121	seminativi semplici e colture orticole a pieno campo	63	73	80	83
2122	Risaie	96	96	96	96
2123	Vivai	68	79	86	89
2124	colture in serra	68	79	86	89
221	Vigneti	66	74	80	82
222	frutteti e frutti minori	62	71	78	81
223	Oliveti	62	71	78	81
231	prati stabili	30	58	71	78
2411	colture temporanee associate all'olivo	62	71	78	81
2412	colture temporanee associate al vigneto	66	74	80	82
2413	colture temporanee associate ad altre colture permanenti	64	73	79	82
242	sistemi colturali e particellari complessi	64	73	79	82
243	aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	64	73	79	82
244	aree agroforestali	64	73	79	82
3111	boschi di latifoglie	36	60	73	79
31121	pioppetti, saliceti, eucalitteti ecc. anche in formazioni miste	36	60	73	79
31122	Sugherete	36	60	73	79
31123	castagneti da frutta	36	60	73	79
31124	altri tipi di latifoglio	36	60	73	79
3121	boschi di conifere	45	66	77	83
3122	arboricoltura con essenze forestali di conifere	45	66	77	83
313	boschi misti di conifere e latifoglie	36	60	73	79
321	aree a pascolo naturale	49	69	79	84
3221	cespuglieti e arbusteti	35	56	70	77
3222	formazioni di ripa non arborea	35	56	70	77
3231	macchia mediterranea	35	56	70	77
3232	Gariga	35	56	70	77
3241	aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione: ricoloniz. naturale	43	65	76	82
3242	aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione: ricoloniz. artificiale	43	65	76	82

Tabella 4a. Classi di uso del suolo della Corine Land Cover 2008 con associati i valori di CN_{II} per i 4 tipi idrologici A-B-C-D (parte prima).



Classi di uso del suolo della Corine Land Cover 2008		CN _{II}			
		A	B	C	D
3311	spiagge di ampiezza superiore a 25 m	49	68	79	84
3312	aree dunali non coperte da vegetazione di ampiezza superiore a 25 m	49	68	79	84
3313	aree dunali coperte da vegetazione di ampiezza superiore a 25 m	49	68	79	84
3315	letti di torrenti di ampiezza superiore a 25 m	98	98	98	98
332	pareti rocciose e falesie	76	85	89	91
333	aree con vegetazione rada >5% e <40%	63	77	85	88
411	paludi interne	98	98	98	98
421	paludi salmastre	98	98	98	98
422	Saline	98	98	98	98
423	zone intertidali (zona del litorale che dipende dalle maree)	98	98	98	98
5111	fiumi, torrenti, fossi	98	98	98	98
5112	canali e idrovie	98	98	98	98
5121	bacini naturali	98	98	98	98
5122	bacini artificiali	98	98	98	98
5211	lagune, laghi e stagni costieri a produzione ittica naturale	98	98	98	98
5212	acquacolture in lagune, laghi e stagni costieri	98	98	98	98
5213	estuari e delta	98	98	98	98
5231	aree marine a produzione ittica naturale	98	98	98	98
5232	acquacolture in mare libero	98	98	98	98
523	Mare	98	98	98	98

Tabella 4b. Classi di uso del suolo della Corine Land Cover 2008 con associati i valori di CN_{II} per i 4 tipi idrologici A-B-C-D (parte seconda).

Per determinare il tipo idrologico A-B-C-D è stata utilizzata la carta delle permeabilità dei substrati a scala regionale prodotta dal Dipartimento Geologico dell'ARPAS (in attesa di pubblicazione). La Carta di unità delle terre e di capacità d'uso dei suoli a scala 1:50.000 del Progetto CUT prodotta dalle Agenzie Agris e Laore e dalle Università di Cagliari e Sassari è relativa soltanto a 4 aree pilota (Pula-Capoterra, Muravera-Castiadas, Arzana e Nurra) che coprono una piccolissima parte della regione Sardegna. Pertanto non è stato possibile utilizzarla in attesa di disporre di una carta a scala regionale.

La carta delle permeabilità dei substrati della Sardegna in scala 1:25.000, portata a termine agli inizi del 2018 dal Dipartimento Geologico dell'ARPAS, è in parte derivata dalla carta litologica e in parte ottenuta dalle informazioni presenti nella cartografia geologica regionale ufficiale GeoPPR del 2008 (scala 1:25.000) integrando con le conoscenze geologiche e di campagna.

Si riassume di seguito brevemente come si è operato per ottenere la carta litologica: le rocce della Sardegna sono state suddivise in tre grandi classi: rocce magmatiche, rocce metamorfiche, rocce sedimentarie. Le tre classi sono state suddivise in otto sottoclassi (livello 1) di maggior dettaglio distinguendo al loro interno famiglie di rocce raggruppate per affinità (livello 2).

Il lavoro di assegnazione delle categorie di permeabilità è stato fatto sul livello di dettaglio 2 della carta litologica. Tuttavia, per quanto riguarda un gran numero di terreni, si è ripartiti dalle formazioni presenti nella cartografia ufficiale GeoPPR del 2008 reperibile su Sardegna Geoportale della Regione. Inoltre, poichè per la produzione della carta litologica sono stati integrati aggiornamenti successivi, derivati dal CARG (Cartografia Geologica e Geotematica, Ispra - Foglio 443 Tempio, in approvazione per la stampa) e dalla "Carta Graniti Nord Sardegna" del 2013 (Foglio 426 "Isola Rossa" e Foglio 427 "Luogosanto"), anche le litologie ricadenti in queste aree sono state trattate in dettaglio ripartendo dal dato geologico.

Per ottenere la carta delle permeabilità dei substrati, le rocce della Sardegna sono state suddivise in 5 classi di permeabilità: Alta permeabilità (AP), Medio Alta permeabilità (MAP), Media permeabilità (MP), Medio Bassa permeabilità (MBP), Bassa permeabilità (BP). All'interno di ciascuna sottoclasse, sono state distinte ulteriormente le tipologie di permeabilità per porosità, fatturazione e carsismo ottenendo 15 classi di permeabilità con le varie combinazioni dei dati.



APPENDICE D

Risultati Analisi Idrologica (Hec-HMS)

Risultati Elaborazione Idrologica HEC-HMS

1) Simulazione Tr = 100 anni (*Sottobacino Lenzi Guerrera*)

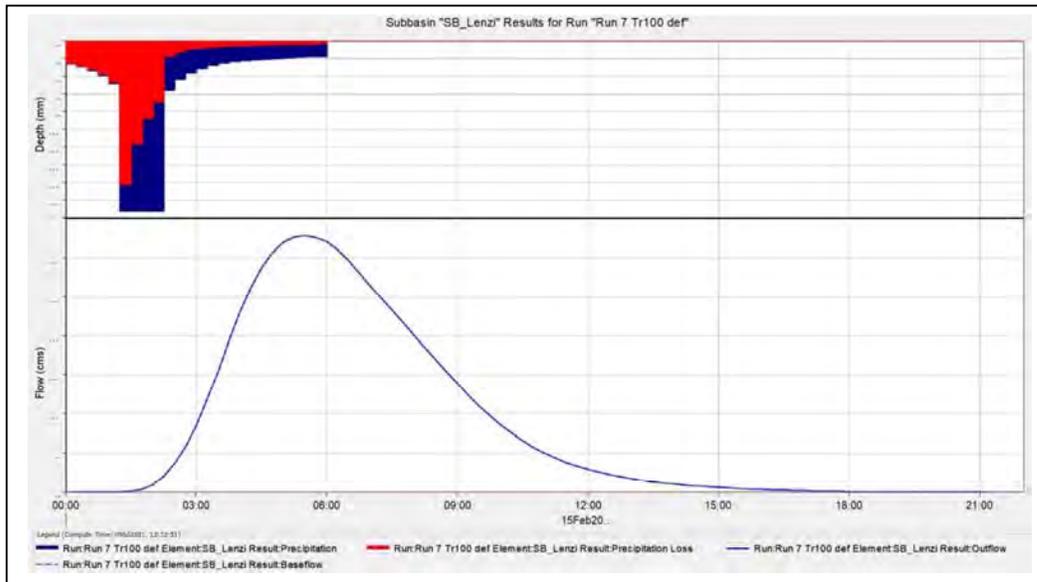


Fig. 1 Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 100 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
15-Feb-21	0:00				0	0	0
15-Feb-21	0:15	2.58	2.46	0.12	0	0	0
15-Feb-21	0:30	2.88	2.75	0.13	0	0	0
15-Feb-21	0:45	3.29	3.14	0.15	0	0	0
15-Feb-21	1:00	3.88	3.7	0.18	0	0	0
15-Feb-21	1:15	4.8	4.58	0.22	0.1	0	0.1
15-Feb-21	1:30	19.26	16.12	3.15	0.2	0	0.2
15-Feb-21	1:45	19.27	11.61	7.66	0.4	0	0.4
15-Feb-21	2:00	19.27	8.73	10.54	1	0	1
15-Feb-21	2:15	19.26	6.8	12.46	2.1	0	2.1
15-Feb-21	2:30	5.52	1.68	3.84	3.7	0	3.7
15-Feb-21	2:45	4.28	1.23	3.04	5.8	0	5.8
15-Feb-21	3:00	3.55	0.98	2.57	8.5	0	8.5
15-Feb-21	3:15	3.07	0.82	2.25	11.8	0	11.8
15-Feb-21	3:30	2.72	0.7	2.02	15.6	0	15.6
15-Feb-21	3:45	2.46	0.62	1.84	19.5	0	19.5
15-Feb-21	4:00	2.35	0.58	1.77	23.1	0	23.1
15-Feb-21	4:15	2.25	0.54	1.71	26.2	0	26.2
15-Feb-21	4:30	2.16	0.51	1.65	28.7	0	28.7
15-Feb-21	4:45	2.08	0.48	1.6	30.6	0	30.6
15-Feb-21	5:00	2	0.45	1.55	31.9	0	31.9
15-Feb-21	5:15	1.93	0.43	1.51	32.6	0	32.6
15-Feb-21	5:30	1.87	0.41	1.46	32.8	0	32.8

15-Feb-21	5:45	1.81	0.39	1.43	32.6	0	32.6
15-Feb-21	6:00	1.76	0.37	1.39	32	0	32
15-Feb-21	6:15	0	0	0	31	0	31
15-Feb-21	6:30	0	0	0	29.7	0	29.7
15-Feb-21	6:45	0	0	0	28.1	0	28.1
15-Feb-21	7:00	0	0	0	26.4	0	26.4
15-Feb-21	7:15	0	0	0	24.8	0	24.8
15-Feb-21	7:30	0	0	0	23.2	0	23.2
15-Feb-21	7:45	0	0	0	21.7	0	21.7
15-Feb-21	8:00	0	0	0	20.1	0	20.1
15-Feb-21	8:15	0	0	0	18.5	0	18.5
15-Feb-21	8:30	0	0	0	16.9	0	16.9
15-Feb-21	8:45	0	0	0	15.4	0	15.4
15-Feb-21	9:00	0	0	0	13.8	0	13.8
15-Feb-21	9:15	0	0	0	12.4	0	12.4
15-Feb-21	9:30	0	0	0	11	0	11
15-Feb-21	9:45	0	0	0	9.7	0	9.7
15-Feb-21	10:00	0	0	0	8.6	0	8.6
15-Feb-21	10:15	0	0	0	7.5	0	7.5
15-Feb-21	10:30	0	0	0	6.6	0	6.6
15-Feb-21	10:45	0	0	0	5.7	0	5.7
15-Feb-21	11:00	0	0	0	5	0	5
15-Feb-21	11:15	0	0	0	4.4	0	4.4
15-Feb-21	11:30	0	0	0	3.8	0	3.8
15-Feb-21	11:45	0	0	0	3.4	0	3.4
15-Feb-21	12:00	0	0	0	3	0	3
15-Feb-21	12:15	0	0	0	2.6	0	2.6
15-Feb-21	12:30	0	0	0	2.3	0	2.3
15-Feb-21	12:45	0	0	0	2	0	2
15-Feb-21	13:00	0	0	0	1.8	0	1.8
15-Feb-21	13:15	0	0	0	1.5	0	1.5
15-Feb-21	13:30	0	0	0	1.3	0	1.3
15-Feb-21	13:45	0	0	0	1.2	0	1.2
15-Feb-21	14:00	0	0	0	1	0	1
15-Feb-21	14:15	0	0	0	0.9	0	0.9
15-Feb-21	14:30	0	0	0	0.8	0	0.8
15-Feb-21	14:45	0	0	0	0.7	0	0.7
15-Feb-21	15:00	0	0	0	0.6	0	0.6
15-Feb-21	15:15	0	0	0	0.5	0	0.5
15-Feb-21	15:30	0	0	0	0.5	0	0.5
15-Feb-21	15:45	0	0	0	0.4	0	0.4
15-Feb-21	16:00	0	0	0	0.4	0	0.4
15-Feb-21	16:15	0	0	0	0.3	0	0.3
15-Feb-21	16:30	0	0	0	0.3	0	0.3
15-Feb-21	16:45	0	0	0	0.2	0	0.2
15-Feb-21	17:00	0	0	0	0.2	0	0.2
15-Feb-21	17:15	0	0	0	0.1	0	0.1
15-Feb-21	17:30	0	0	0	0.1	0	0.1
15-Feb-21	17:45	0	0	0	0.1	0	0.1
15-Feb-21	18:00	0	0	0	0.1	0	0.1
15-Feb-21	18:15	0	0	0	0.1	0	0.1
15-Feb-21	18:30	0	0	0	0.1	0	0.1
15-Feb-21	18:45	0	0	0	0	0	0
15-Feb-21	19:00	0	0	0	0	0	0

Tab I: dettagli analitici della piena con Tr 100 anni

2) Simulazione con $Tr = 300$ anni (*Sottobacino Lenzi Guerrera*)

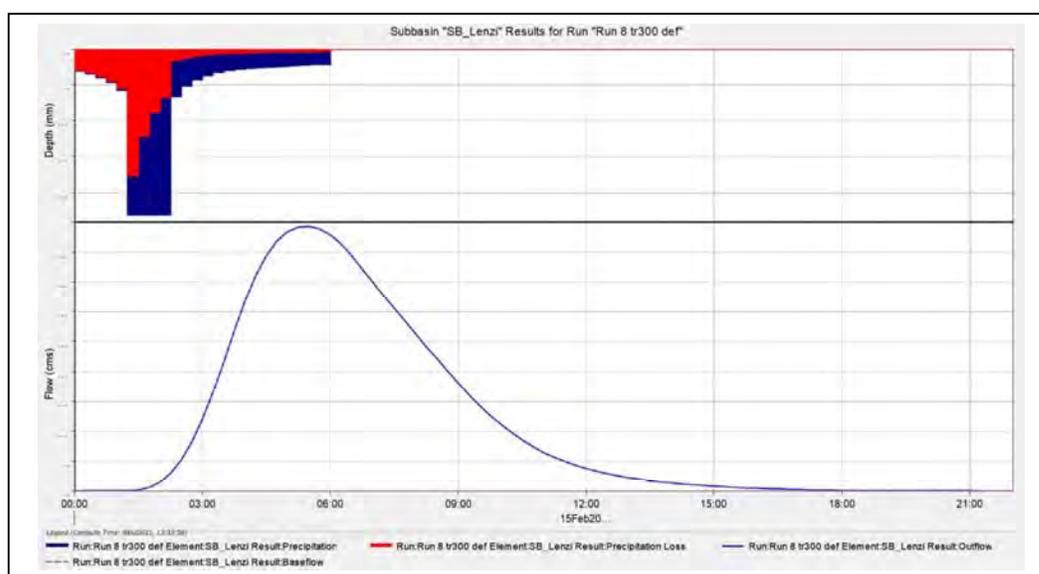


Fig. 2 Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 300 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
15-Feb-21	0:00				0	0	0
15-Feb-21	0:15	3.1	2.95	0.14	0	0	0
15-Feb-21	0:30	3.46	3.3	0.16	0	0	0
15-Feb-21	0:45	3.94	3.76	0.18	0	0	0
15-Feb-21	1:00	4.65	4.43	0.21	0	0	0
15-Feb-21	1:15	5.76	5.49	0.27	0.1	0	0.1
15-Feb-21	1:30	23.1	17.64	5.46	0.2	0	0.2
15-Feb-21	1:45	23.11	12.11	11	0.6	0	0.6
15-Feb-21	2:00	23.11	8.82	14.28	1.5	0	1.5
15-Feb-21	2:15	23.11	6.72	16.39	3	0	3
15-Feb-21	2:30	6.62	1.64	4.98	5.3	0	5.3
15-Feb-21	2:45	5.13	1.2	3.93	8.2	0	8.2
15-Feb-21	3:00	4.26	0.95	3.31	12	0	12
15-Feb-21	3:15	3.68	0.79	2.89	16.6	0	16.6
15-Feb-21	3:30	3.26	0.68	2.59	21.7	0	21.7
15-Feb-21	3:45	2.95	0.59	2.35	27	0	27
15-Feb-21	4:00	2.81	0.55	2.26	31.9	0	31.9
15-Feb-21	4:15	2.7	0.52	2.18	36.1	0	36.1
15-Feb-21	4:30	2.59	0.48	2.1	39.4	0	39.4
15-Feb-21	4:45	2.49	0.46	2.03	41.8	0	41.8
15-Feb-21	5:00	2.4	0.43	1.97	43.4	0	43.4
15-Feb-21	5:15	2.32	0.41	1.91	44.2	0	44.2
15-Feb-21	5:30	2.25	0.39	1.86	44.3	0	44.3

15-Feb-21	5:45	2.18	0.37	1.81	43.8	0	43.8
15-Feb-21	6:00	2.11	0.35	1.76	42.9	0	42.9
15-Feb-21	6:15	0	0	0	41.4	0	41.4
15-Feb-21	6:30	0	0	0	39.4	0	39.4
15-Feb-21	6:45	0	0	0	37.2	0	37.2
15-Feb-21	7:00	0	0	0	34.8	0	34.8
15-Feb-21	7:15	0	0	0	32.6	0	32.6
15-Feb-21	7:30	0	0	0	30.6	0	30.6
15-Feb-21	7:45	0	0	0	28.4	0	28.4
15-Feb-21	8:00	0	0	0	26.3	0	26.3
15-Feb-21	8:15	0	0	0	24.2	0	24.2
15-Feb-21	8:30	0	0	0	22.1	0	22.1
15-Feb-21	8:45	0	0	0	20.1	0	20.1
15-Feb-21	9:00	0	0	0	18.1	0	18.1
15-Feb-21	9:15	0	0	0	16.1	0	16.1
15-Feb-21	9:30	0	0	0	14.3	0	14.3
15-Feb-21	9:45	0	0	0	12.7	0	12.7
15-Feb-21	10:00	0	0	0	11.2	0	11.2
15-Feb-21	10:15	0	0	0	9.8	0	9.8
15-Feb-21	10:30	0	0	0	8.5	0	8.5
15-Feb-21	10:45	0	0	0	7.5	0	7.5
15-Feb-21	11:00	0	0	0	6.5	0	6.5
15-Feb-21	11:15	0	0	0	5.7	0	5.7
15-Feb-21	11:30	0	0	0	5	0	5
15-Feb-21	11:45	0	0	0	4.4	0	4.4
15-Feb-21	12:00	0	0	0	3.9	0	3.9
15-Feb-21	12:15	0	0	0	3.4	0	3.4
15-Feb-21	12:30	0	0	0	3	0	3
15-Feb-21	12:45	0	0	0	2.6	0	2.6
15-Feb-21	13:00	0	0	0	2.3	0	2.3
15-Feb-21	13:15	0	0	0	2	0	2
15-Feb-21	13:30	0	0	0	1.8	0	1.8
15-Feb-21	13:45	0	0	0	1.5	0	1.5
15-Feb-21	14:00	0	0	0	1.4	0	1.4
15-Feb-21	14:15	0	0	0	1.2	0	1.2
15-Feb-21	14:30	0	0	0	1	0	1
15-Feb-21	14:45	0	0	0	0.9	0	0.9
15-Feb-21	15:00	0	0	0	0.8	0	0.8
15-Feb-21	15:15	0	0	0	0.7	0	0.7
15-Feb-21	15:30	0	0	0	0.6	0	0.6
15-Feb-21	15:45	0	0	0	0.5	0	0.5
15-Feb-21	16:00	0	0	0	0.5	0	0.5
15-Feb-21	16:15	0	0	0	0.4	0	0.4
15-Feb-21	16:30	0	0	0	0.3	0	0.3
15-Feb-21	16:45	0	0	0	0.3	0	0.3
15-Feb-21	17:00	0	0	0	0.2	0	0.2
15-Feb-21	17:15	0	0	0	0.2	0	0.2
15-Feb-21	17:30	0	0	0	0.1	0	0.1
15-Feb-21	17:45	0	0	0	0.1	0	0.1
15-Feb-21	18:00	0	0	0	0.1	0	0.1
15-Feb-21	18:15	0	0	0	0.1	0	0.1
15-Feb-21	18:30	0	0	0	0.1	0	0.1
15-Feb-21	18:45	0	0	0	0.1	0	0.1
15-Feb-21	19:00	0	0	0	0	0	0

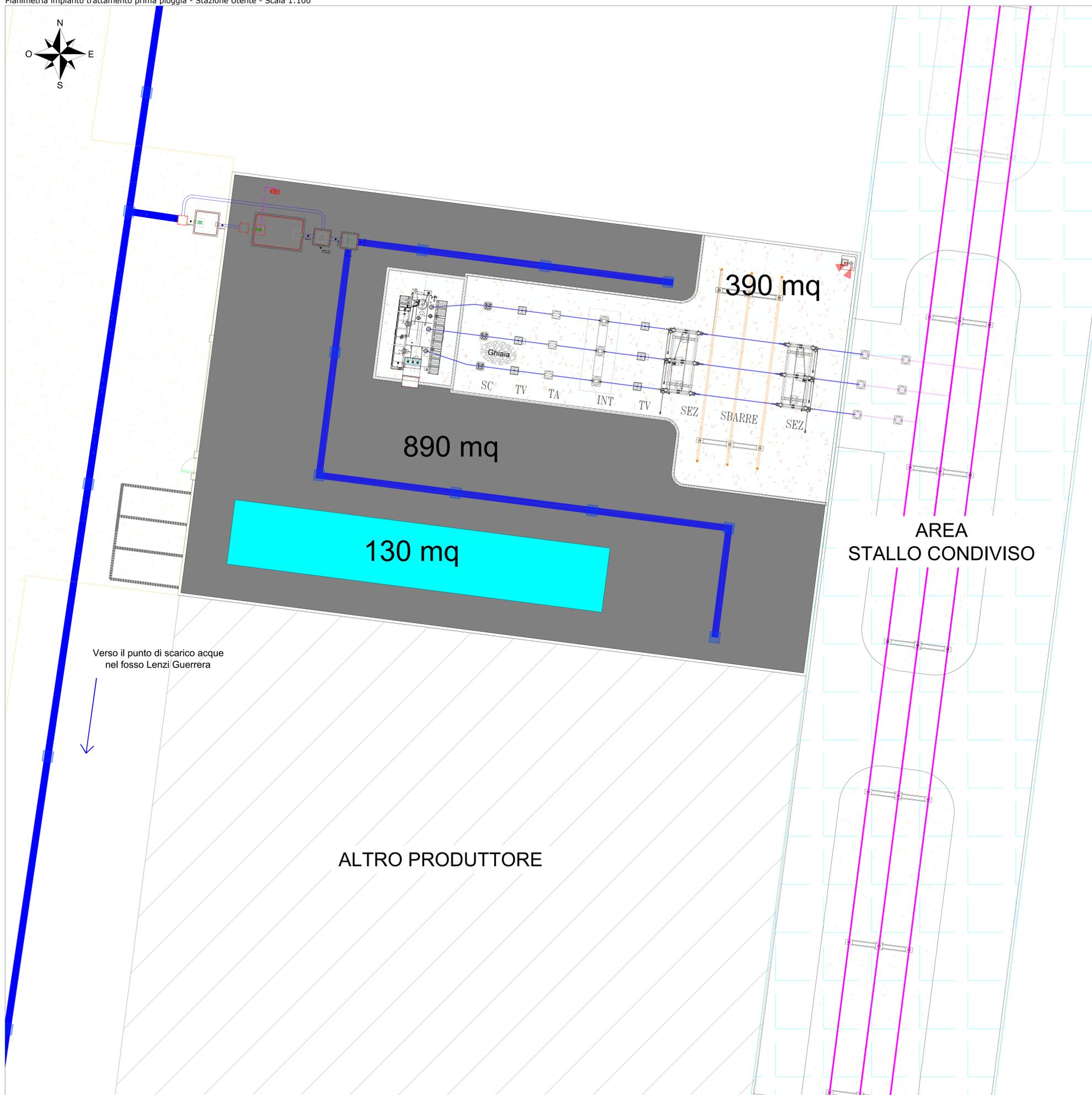
Tab II: dettagli analitici della piena con Tr 300 anni



LEGENDA

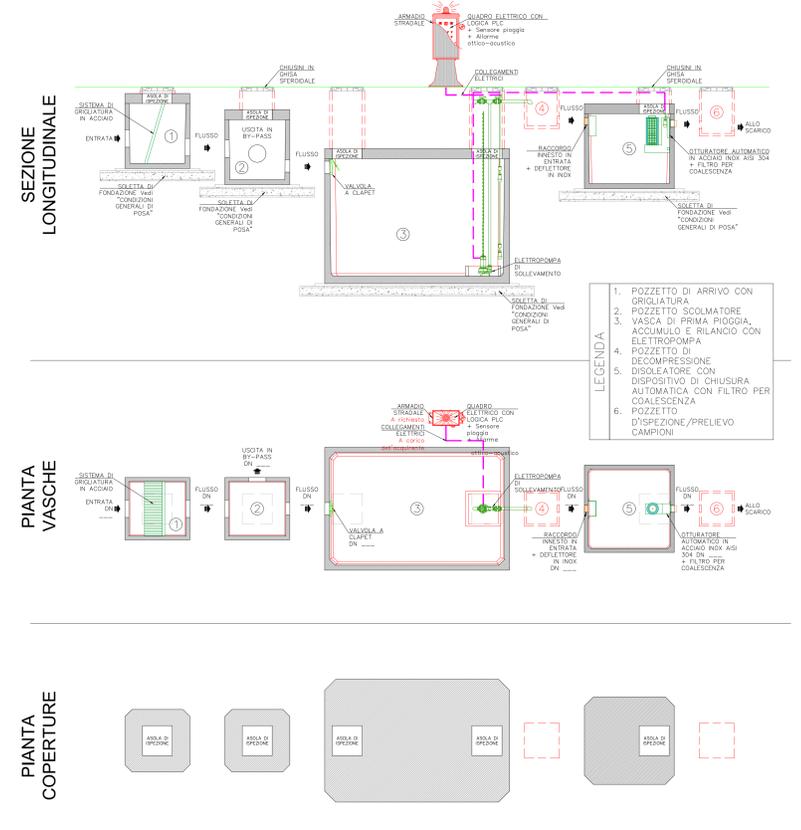
- Cavidotto MT 30kV
- ▨ Stazione RTN 380/150kV
- ▨ Stazione Utente 150/30kV
- ▨ Sistema sbarre di collegamento a 150 kV
- ▨ Area altro produttore
- Nuovo raccordo SX 380kV
- Nuovo raccordo DX 380kV
- Linea aerea esistente 380 kV
- Tratta aerea da smantellare

COMMITTENTE Greendream1 S.r.l. <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-top: 5px;">wood.</div>		STUDIO DI PROGETTAZIONE	
0	Lug-21	EMESSO PER ITER AUTORIZZATIVO	DC FP AB
REV.	DATE	DESCRIPTION	BY CHD APP.
REVISIONS			
Impianto agro-fotovoltaico "Spiriti-Raso" da 82107,2 kWp (65000 kW in immissione) ed opere connesse Comuni di Ramacca e Belpasso (CT)		APPROVED FOR CONSTRUCTION	
DWG. REV.	DATE	SIGNATURE	
ORDER N°		SUPPLIER	
PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO DI UTENZA		CONTRACT N° 0-BD-1010 A/B	
SUBPROJECT CODE:		THIS DWG. SUPERSEDED BY	
OBJECT: Tav.10		SCALE	
Inquadramento generale su ortofoto: sistema trattamento acque prima pioggia - Impianto di Utenza		1:2000	
Questo documento è di proprietà di Greendream1 S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di Greendream1 S.r.l.		THIS DWG. SUPERSEDES	REV.
CAD FILE NAME:	FWD DWG N°	SHEET	0
	OF	A1	



- Area pavimentata interna Stazione Utente - Acque confluiscono in vasca prima pioggia
- Coperture edifici Stazione Utente - Acque confluiscono in vasca prima pioggia
- Aree interne stazioni non pavimentate (ghiaia e/o aree a verde)

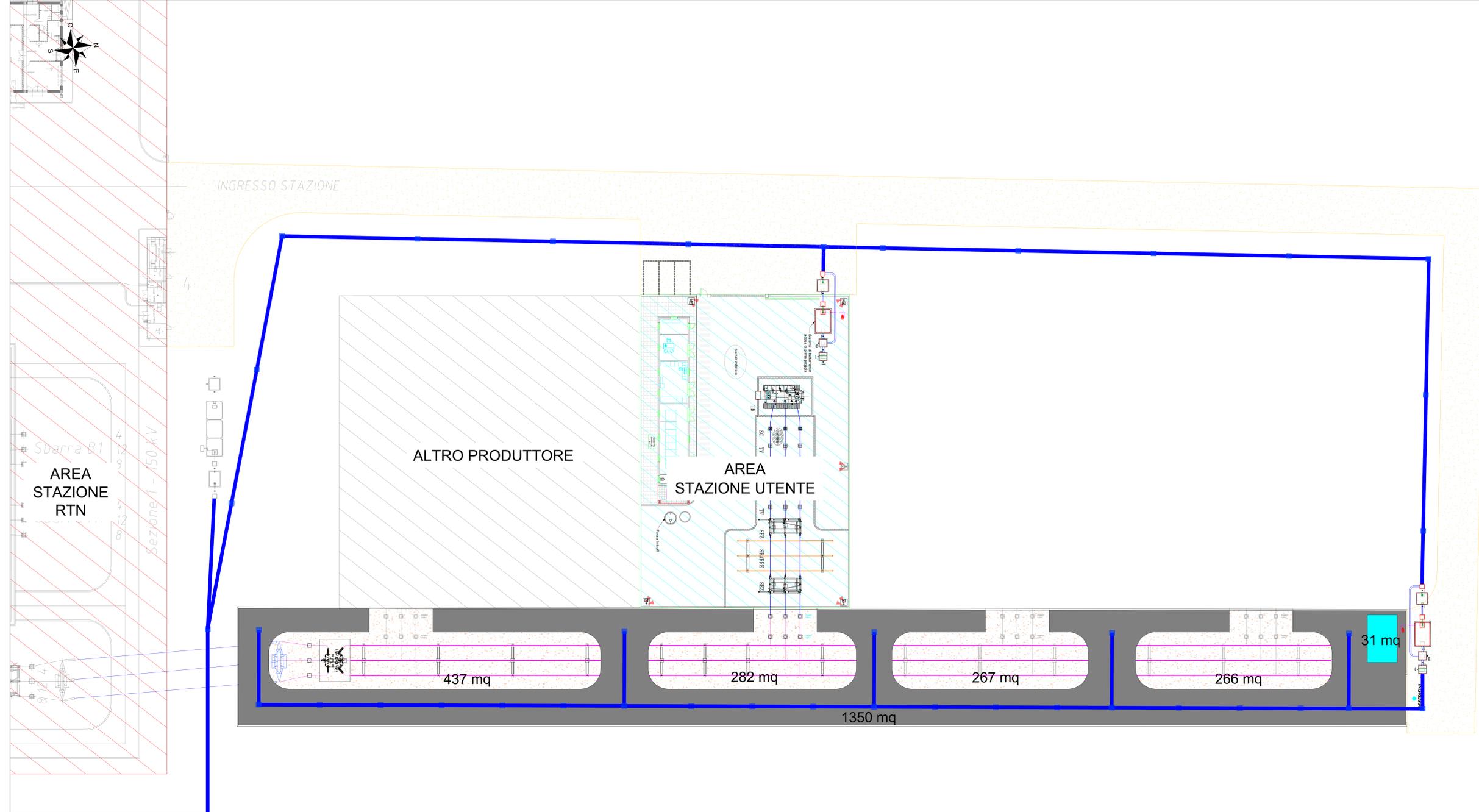
AREA STAZIONE UTENTE - scala 1:50
IMPIANTO DI PRIMA PIOGGIA CON DISOLEATORE ESTERNO



Verso il punto di scarico acque nel fosso Lenzi Guerrera

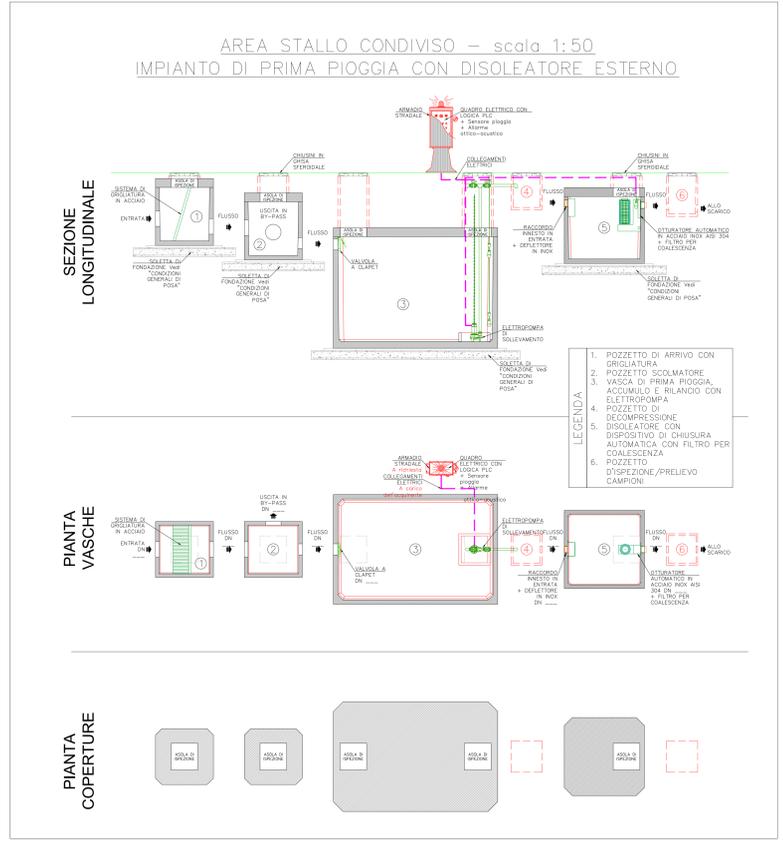
ALTRO PRODUTTORE

COMITENTE Greendream1 S.r.l.		STUDIO DI PROGETTAZIONE	
wood.			
Q	Lwp-21	EMESSO PER ITER AUTORIZZATIVO	SC IP AB
REV	DATE	DESCRIPTION	BY CHD APP
REVISIONS			
Impianto agro-fotovoltaico "Spiriti-Raso" da 82107,2 kWp (65000 kW in immissione) ed opere connesse		APPROVED FOR CONSTRUCTION	
Comuni di Ramacca e Belpasso (CT)		DWG. REV.	DATE
PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO DI UTENZA		SIGNATURE	ORDER N°
Tav. 10a Sistema trattamento acque prima pioggia Stazione Utente		SUPPLIER	CONTRACT N°
Questo documento è di proprietà di Greendream1 S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di Greendream1 S.r.l.		SUBPROJECT CODE:	0-80-1010 A/B
CAD FILE NAME:		THIS DWG. SUPERSEDES	SCALE 1:200 1:50
		FW DWG. N°	REV. 0
		SHEET	0
		OF	AG



← Verso il punto di scarico acque nel fosso Lenzi Guerrera

- Area pavimentata interna Stallo Condiviso - Acque confluiscono in vasca prima pioggia
- Coperture edifici Stallo Condiviso - Acque confluiscono in vasca prima pioggia
- Aree interne stazioni non pavimentate (ghiaia e/o aree a verde)



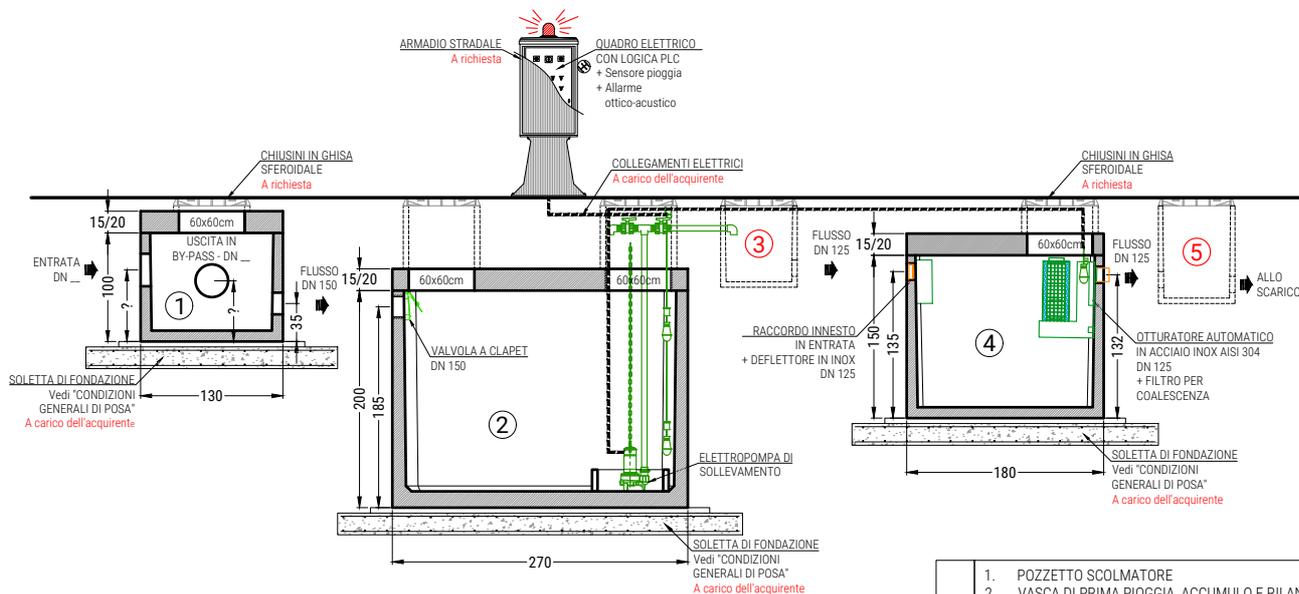
COMMITENTE Greendream1 S.r.l.		STUDIO DI PROGETTAZIONE wood.																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">D</td> <td style="width: 50%;">21</td> <td style="width: 50%;">EMESSO PER ITER AUTORIZZATIVO</td> <td style="width: 50%;">DC</td> <td style="width: 50%;">FP</td> <td style="width: 50%;">AB</td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DATE</td> <td>DESCRIPTION</td> <td>BY</td> <td>CHKD</td> <td>APP.</td> </tr> </table>		D	21	EMESSO PER ITER AUTORIZZATIVO	DC	FP	AB	REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD	APP.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">REVISIONS</td> <td colspan="2">APPROVED FOR CONSTRUCTION</td> </tr> <tr> <td>DWG. REV.</td> <td>DATE</td> <td>SIGNATURE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DESIGN N°</td> <td></td> <td>SUPPLIER</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">CONTRACT N°</td> <td colspan="2">0-80-1010 A/B</td> </tr> </table>		REVISIONS		APPROVED FOR CONSTRUCTION		DWG. REV.	DATE	SIGNATURE		DESIGN N°		SUPPLIER		CONTRACT N°		0-80-1010 A/B	
D	21	EMESSO PER ITER AUTORIZZATIVO	DC	FP	AB																										
REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD	APP.																										
REVISIONS		APPROVED FOR CONSTRUCTION																													
DWG. REV.	DATE	SIGNATURE																													
DESIGN N°		SUPPLIER																													
CONTRACT N°		0-80-1010 A/B																													
Impianto agro-fotovoltaico "Spiriti-Raso" da 82107,2 kWp (65000 kW in immissione) ed opere connesse Comuni di Ramacca e Belpasso (CT) PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO DI UTENZA		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>OBJECT:</td> <td>Tav.10b</td> <td>SCALE:</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sistema trattamento acque prima pioggia</td> <td>TRG DWG. SUPERSEDEN</td> <td>1:200</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Stallo Condiviso</td> <td>TRG DWG. SUPERSEDEN</td> <td>1:50</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <small>Questo documento è di proprietà di Greendream1 S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto integralmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere soggetto a specifico autorizzazione da parte di Greendream1 S.r.l.</small> </td> <td>DWG. N°</td> <td>REV</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CAD FILE NAME:</td> <td>SHEET</td> <td>OF</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td></td> <td>AD</td> </tr> </table>		OBJECT:	Tav.10b	SCALE:			Sistema trattamento acque prima pioggia	TRG DWG. SUPERSEDEN	1:200		Stallo Condiviso	TRG DWG. SUPERSEDEN	1:50	<small>Questo documento è di proprietà di Greendream1 S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto integralmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere soggetto a specifico autorizzazione da parte di Greendream1 S.r.l.</small>		DWG. N°	REV	CAD FILE NAME:		SHEET	OF				AD				
OBJECT:	Tav.10b	SCALE:																													
	Sistema trattamento acque prima pioggia	TRG DWG. SUPERSEDEN	1:200																												
	Stallo Condiviso	TRG DWG. SUPERSEDEN	1:50																												
<small>Questo documento è di proprietà di Greendream1 S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto integralmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere soggetto a specifico autorizzazione da parte di Greendream1 S.r.l.</small>		DWG. N°	REV																												
CAD FILE NAME:		SHEET	OF																												
			AD																												



RAIN32 - IMPIANTO DI PRIMA PIOGGIA CON DISOLEATORE ESTERNO

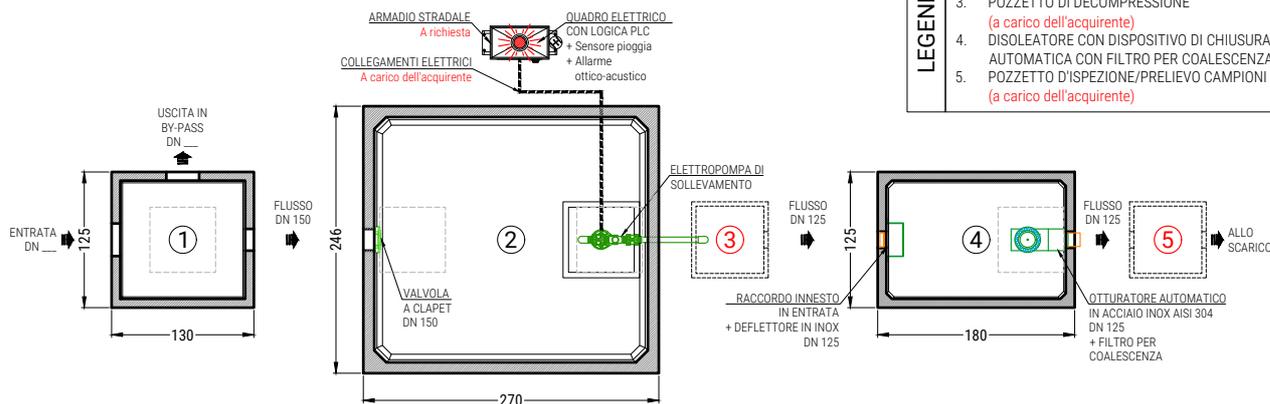
Sup. 1.800 mq - Vol. Utile PP= 9,0 mc

SEZIONE LONGITUDINALE

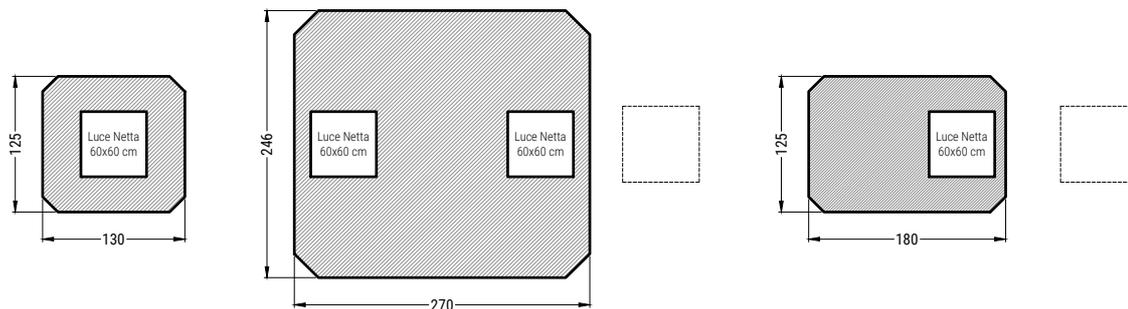


- LEGENDA**
1. POZZETTO SCOLMATORE
 2. VASCA DI PRIMA PIOGGIA, ACCUMULO E RILANCIO CON ELETTROPOMPA
 3. POZZETTO DI DECOMPRESSIONE (a carico dell'acquedante)
 4. DISOLEATORE CON DISPOSITIVO DI CHIUSURA AUTOMATICA CON FILTRO PER COALESCENZA
 5. POZZETTO D'ISPEZIONE/PRElieVO CAMPIONI (a carico dell'acquedante)

PIANTA VASCHE



PIANTA COPERTURE



SCHEDA TECNICA

N.B.: Le dimensioni e i materiali qui utilizzati sono riferiti a manufatti da installare entroterra

DESCRIZIONI TECNICHE							PESO		
SUP. SERVITA (mq)	VOLUME UTILE P.P. (mc)	DISOL. NS (lt/sec)	ELEMENTI	DIMENSIONI ESTERNE (cm)			VASCA (q)	COPERTURA (q)	
				Larghezza	Lunghezza	Altezza		h 15 cm	h 20 cm
1.800	9,0	2	SCOLM1	125	130	100	14,7	6,1	8,1
			VASCA P.P.	246	270	200	78,3	24,7	33,0
			DISCE2C-FC	125	180	150	24,6	8,4	11,2

Disegnato da EDIL IMPIANTI 2 S.r.l.	Disegnatore	Controllato da
--	-------------	----------------

Per lo scavo occorre maggiorare le misure di circa 50/100 cm
Sui pesi l'Edil Impianti 2 S.r.l. si riserva una tolleranza del ± 5%

Questo disegno non può essere riprodotto o reso noto a terzi o aziende concorrenti senza la nostra autorizzazione

Rif.
RAIN32

N.B.
Disegno non in scala

Data
//___