

Spett.le COMUNE DI TRAPANI  
TERZO SETTORE

All'attenzione del R.D.P. Arch. D'Angelo Salvatore

II sottoscritto MARIO FRANCESCO NOVARA nato a ERICE il 06/01/1976, residente in via GIOVAN BATTISTA FARDELLA n. 396, 91100 TRAPANI, C.F.: NVRMFR76A06D423V; P.IVA: 02431950811; cell.: 338 8322845; e-mail: mario.geo.novara@gmail.com; pec: mario.novara@pec.epap.it; in qualità di geologo libero professionista, incaricato da codesta Amministrazione comunale, con determina dirigenziale n. 2483 dal 15/07/2022, per la redazione degli studi geologici ed indagini geognostiche e studio di verifica della compatibilità idraulica, propedeutici alla variante urbanistica al vigente P.R.G. del fondo sito in Trapani, Villa Rosina estesa mq. 960 circa, censita al N.C.T., foglio di mappa n. 20, particella 504, CIG: Z213700F1F

Trasmette

- Studio di compatibilità idrogeologica
- TAVOLA 5 - Carata delle prescrizioni ed indicazioni esecutive - scala 1/2000;
- TAVOLA 6 - Relazione delle prove sismiche.

Cordiali saluti.

\_\_\_\_\_Mario Novara\_\_\_\_\_

GEOLOGO

Via G.B. Fardella 396 - 91100 Trapani

cell.:3388322845 e-mail: mario.geo.novara@gmail.com -

PEC:mario.novara@pec.epap.it

P.Iva 02431950811 - C.F.: NVRMFR76A06D423V

AVVISO DI RISERVATEZZA

Le informazioni contenute in questo messaggio sono riservate e confidenziali ed è vietata la diffusione in qualunque modo eseguita. Qualora Lei non fosse la persona a cui il presente messaggio è destinato, La invitiamo ad eliminarlo e a non leggerlo, dandocene gentilmente comunicazione. Per qualsiasi informazione si prega di contattare Mario Novara all'indirizzo mario.geo.novara@gmail.com Rif. D.L. 196/2003

Comune di Trapani  
Libero Consorzio comunale di Trapani

## .: RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA .:

Ai sensi del D. A. 120 del 14/07/21

## TAVOLA 5

## OGGETTO:

Variante urbanistica di un lotto di terreno sito in Trapani, Villa Rosina estesa mq. 960 circa, censita al N.C.T. foglio di mappa n. 20, particella 504, CIG: Z213700F1F

Il Committente  
Comune di TrapaniIl Geologo  
Mario Francesco Novara

## Allegati

- TAVOLA 1 - Carta geologica - scala 1/2000;
- TAVOLA 2 - Sezione geologica - scala 1/2000;
- TAVOLA 3 - Carta geomorfologica - scala 1/2000;
- TAVOLA 4 - Carta litotecnica - scala 1/2000;
- TAVOLA 5 - Carata delle prescrizioni ed indicazioni esecutive - scala 1/2000;
- TAVOLA 6 - Relazione delle prove sismiche.



## Legenda

Il sito in studio, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali, con spessori di pochi metri, potrebbe rientrare nello scenario 10 dell'allegato F, ovvero, "area posta in sedimenti alluvionali, fini e in presenza di falda".

Tale situazione potrebbe produrre delle variazioni della risposta sismica. Si possono infatti verificare localizzazioni dell'energia sismica incidente con conseguente esaltazione dell'ampiezza delle onde. Analoghi fenomeni si possono avere alla superficie dei depositi alluvionali per effetto della riflessione multipla e di interferenza delle onde sismiche entro il deposito stesso.

Le condizioni idrogeologiche riscontrate nel sottosuolo non sembrano creare elementi ostativi per la realizzazione delle opere di progetto. Si ravvisa, comunque, che nello strato alluvionale della copertura è presente la falda freatica di tipo libero, limitata alla base dalle argille del substrato, e con livello piezometrico che si attesta tra i 3 e 4 m dal p.c.. La presenza della falda comporta significative variazioni delle caratteristiche geomeccaniche delle rocce serbatoio o del substrato e possono determinare risposte sismiche locali differenziate.

CARATA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE  
SCALA 1/2000

Comune di Trapani  
Libero Consorzio comunale di Trapani

## ∴ RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA ∴

Ai sensi del D. A. 120 del 14/07/21

# TAVOLA 6

### OGGETTO:

Variante urbanistica di un lotto di terreno sito in Trapani, Villa Rosina estesa mq. 960 circa, censita al N.C.T. foglio di mappa n. 20, particella 504, CIG: Z213700F1F

Il Committente  
Comune di Trapani

Il Geologo  
Mario Francesco Novara

### Allegati

- TAVOLA 1 - Carta geologica - scala 1/2000;
- TAVOLA 2 - Sezione geologica - scala 1/2000;
- TAVOLA 3 - Carta geomorfologica - scala 1/2000;
- TAVOLA 4 - Carta litotecnica - scala 1/2000;
- TAVOLA 5 - Carata delle prescrizioni ed indicazioni esecutive - scala 1/2000;
- TAVOLA 6 - Relazione delle prove sismiche.

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2. INDAGINE SISMICA</b>	<b>2</b>
2.1. PREMESSA	2
2.2. METODO MASW	2
2.3. STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI ACQUISIZIONE	3
2.4. SOFTWARE DI ELABORAZIONE ED ANALISI	3
2.5. INTERPRETAZIONE DATI	4
2.6. CALCOLO DELLA VELOCITÀ EQUIVALENTE DELLE ONDE S ( $V_{S,EQ}$ )	7
2.7. CALCOLO PARAMETRI ELASTICI	7

## 1. PREMESSA

Il Comune di Trapani (P. IVA 80003210314), nella persona della **Dirigente Canale Vincenza**, e del Responsabile del Procedimento **D'Angelo Salvatore** del servizio Urbanistica del 3° Settore, domiciliato, per la carica, in Via Libica n. 12, ha conferito, con determina n. 2483 del 15/07/2022, al sottoscritto **Dott. Geol. Mario Francesco Novara**, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia, n. 2870 sez. A, l'incarico per lo studio geologico per la «*Variante urbanistica di un lotto di terreno sito in Trapani, Villa Rosina estesa mq. 960 circa, censita al N.C.T., foglio di mappa n. 20, particella 504, CIG: Z213700F1F*», l'incarico di consulente tecnico - geologico per lo studio dei terreni inerenti alle opere da eseguire, di cui in progetto, così com'è previsto dal D. A. 120 del 14/07/21 Studi Geologici Per La Redazione Di Strumenti Urbanistici, e secondo le disposizioni del D. M. del 17/01/18 (Testo unico sulle costruzioni).

## 2. INDAGINE SISMICA

### 2.1. PREMESSA

Lo scopo dell'indagine sismica MASW è ricostruire, per il sito di progetto, un modello monodimensionale di velocità delle onde S, al fine di stimare gli effetti sismici di sito e definire l'azione sismica di progetto. Il modello di velocità delle onde S consente infatti di conoscere l'incidenza delle locali condizioni stratigrafiche e correggere la pericolosità sismica di base (amplificazioni di natura litologica) (O.P.C.M. 3274 e ss.mm.ii; D.M. 14.09.2005; D.M. 14.01.2008).

### 2.2. METODO MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), messo a punto nel 1999 dai ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999), è una tecnica di indagine non invasiva per la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs studiando, attraverso un array lineari di sensori, le caratteristiche di propagazione e dispersione delle onde di Rayleigh.

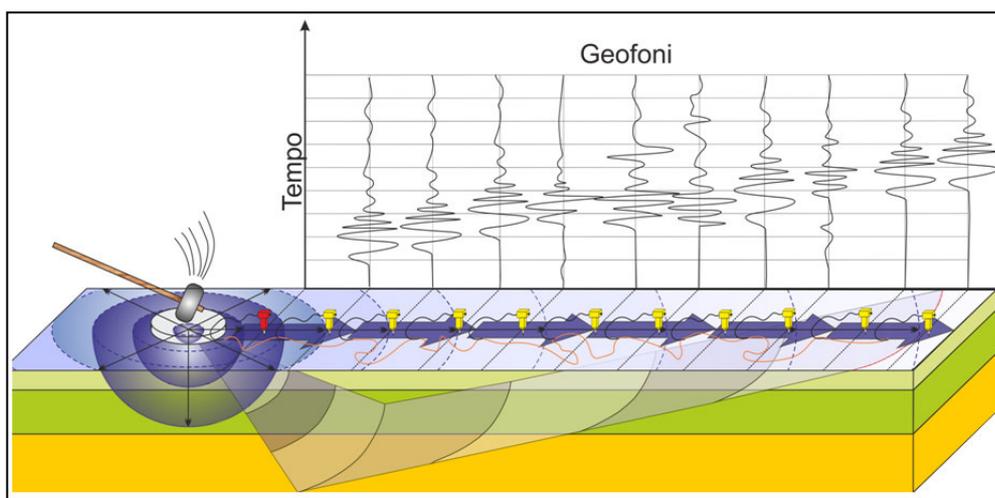


Figura 1: Array per acquisizione MASW

Nelle prospezioni sismiche per le quali si utilizzano le onde di tipo P, la maggior parte dell'energia sismica totale generata si propaga come onde superficiali di tipo Rayleigh. Ipotizzando una variazione di ve-

locità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente in frequenza di queste onde è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) e quindi da una diversa lunghezza d'onda. Questa proprietà si chiama dispersione e può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Per ottenere un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), dall'analisi della modalità di propagazione delle onde di Rayleigh bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a rifrazione. La procedura MASW si realizza attraverso una fase di acquisizione dei dati sperimentali, di successiva elaborazione ed Estrazione della curva di dispersione sperimentale, si conclude con l'inversione della curva di dispersione e la stima dei parametri del modello verticale di velocità  $V_s$ .

### 2.3. STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI ACQUISIZIONE

Per l'acquisizione dei dati sperimentali MASW (Figura 4) è stato utilizzato un sismografo ECHO 12/24



della Ambrogeo, accoppiato a 18 geofoni verticali da 4,5 Hz, mentre per l'energizzazione è stata utilizzata una massa battente da 10 Kg con un piattello metallico per l'accoppiamento con il terreno.

Figura 2 Foto strumentazione utilizzata

Di seguito in tabella vengono riportati i parametri scelti per l'acquisizione dei dati sperimentali:

PARAMETRI D'ACQUISIZIONE				
Numero di ricevitori 24	Distanza intergeofonica 2 m	Finestra di acquisizione 1,00 s	Distanza shot / 1° geofono -8, -4, -2, +48, +50, +52 (m)	Sampling 0,956 ms

### 2.4. SOFTWARE DI ELABORAZIONE ED ANALISI

I dati sperimentali sono stati analizzati con il software GEOPSY, l'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "phase velocity-frequency (c-f)" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica.

Le curve di dispersione sperimentali, ottenute dal picking dei massimi di densità spettrale, sono state invertite utilizzando il software DINVER, questo software risolve il problema inverso attraverso il Neighbourhood Algorithm, appartenente alla classe degli algoritmi genetici, ed utilizza una tecnica di discretizzazione del mezzo a strati omogenei piani e paralleli.

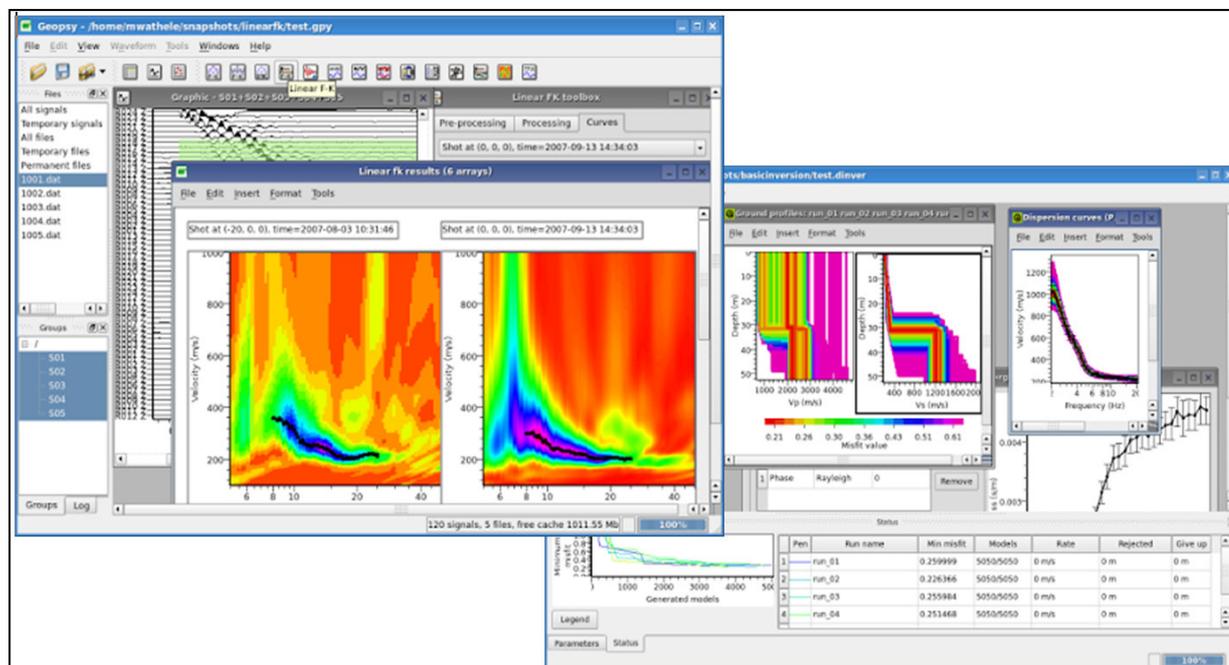


Figura 3 software open-source Geopsy e dinver (Wathelet M. et ali.)

## 2.5. INTERPRETAZIONE DATI

Sullo spettro di velocità normalizzato di Figura 5 è possibile distinguere il modo fondamentale di propagazione delle onde di Rayleigh, dominante rispettivamente nell'intervallo di frequenza 5 - 35 Hz e 20-40Hz.

Dall'inversione delle curve di dispersione sperimentali, sono stati ottenuti i modelli verticali di velocità delle onde S e P di Figura 6, il modello che presenta il miglior accordo (minima deviazione standard) tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione calcolata come risposta del modello sintetico (Figura 7) è caratterizzato da un misfit del 1,60% circa e la Tabella 1 ne riassume i principali parametri fisici.

MODELLO				
Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Spessore (m)	Profondità tetto (m)
1	582	283	2,50	0,00
2	570	345	18,50	-2,50
3	835	518	>9,00	21,00

Tabella 1: Modello 1D verticale di velocità delle onde S.

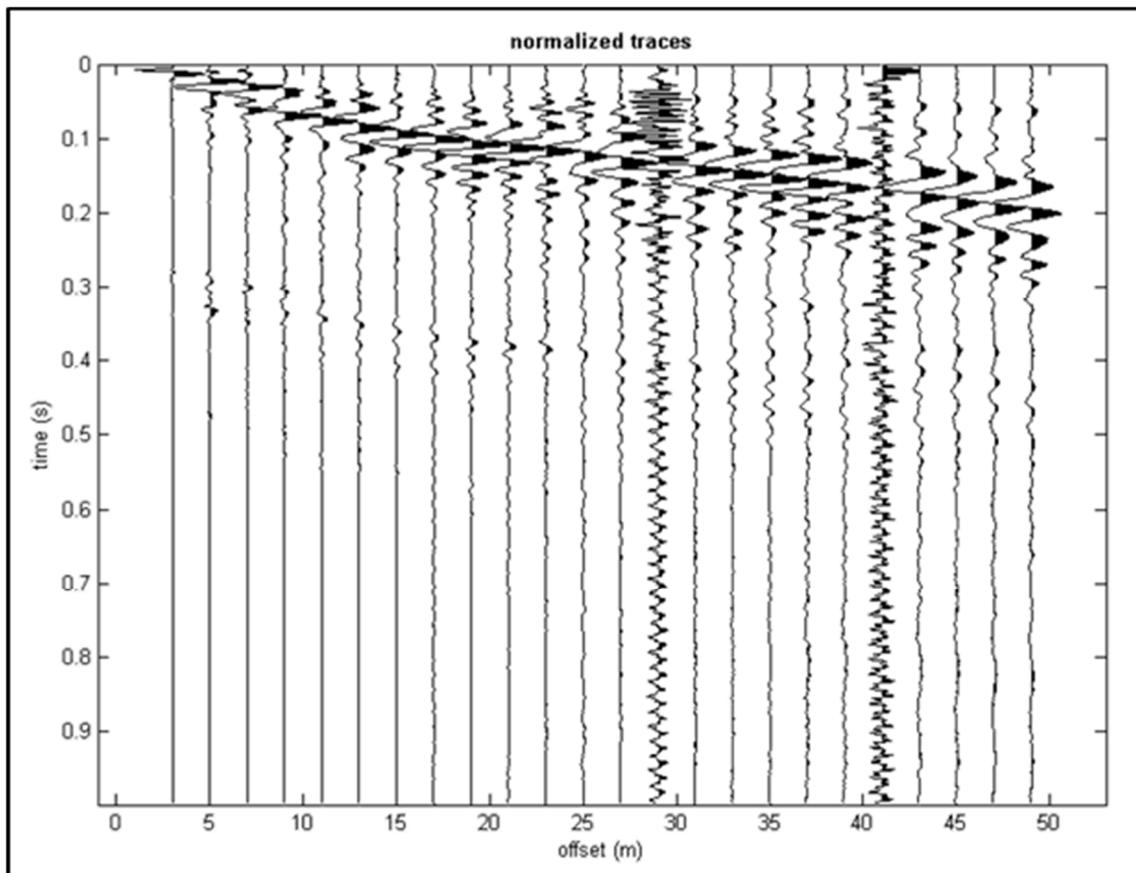


Figura 4: Tracce sperimentali

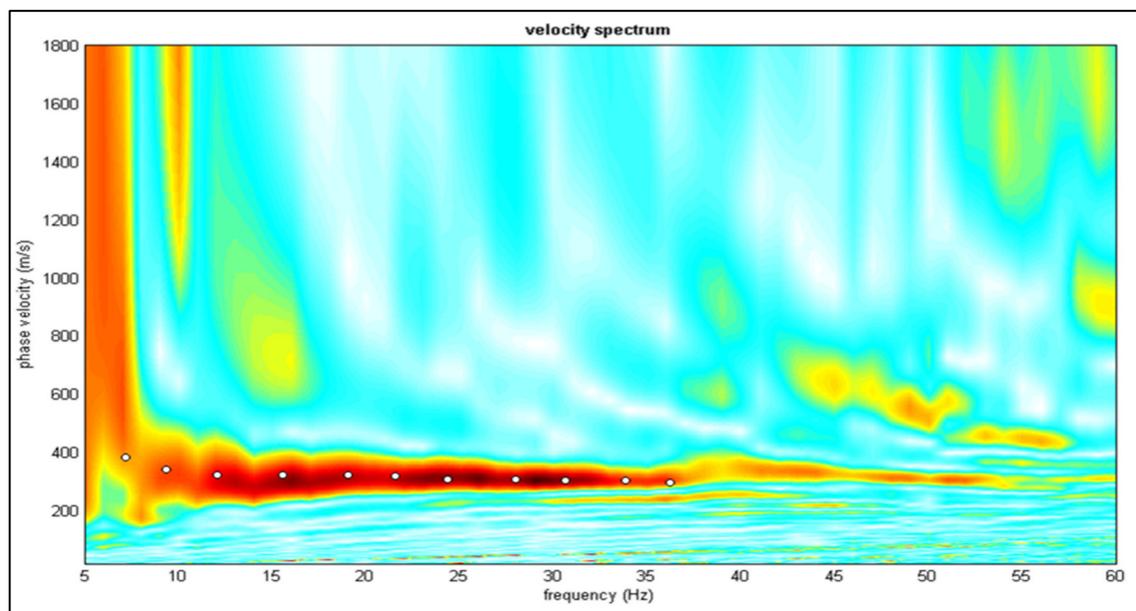


Figura 5: Spettro di velocità con picking della curva di dispersione sperimentale

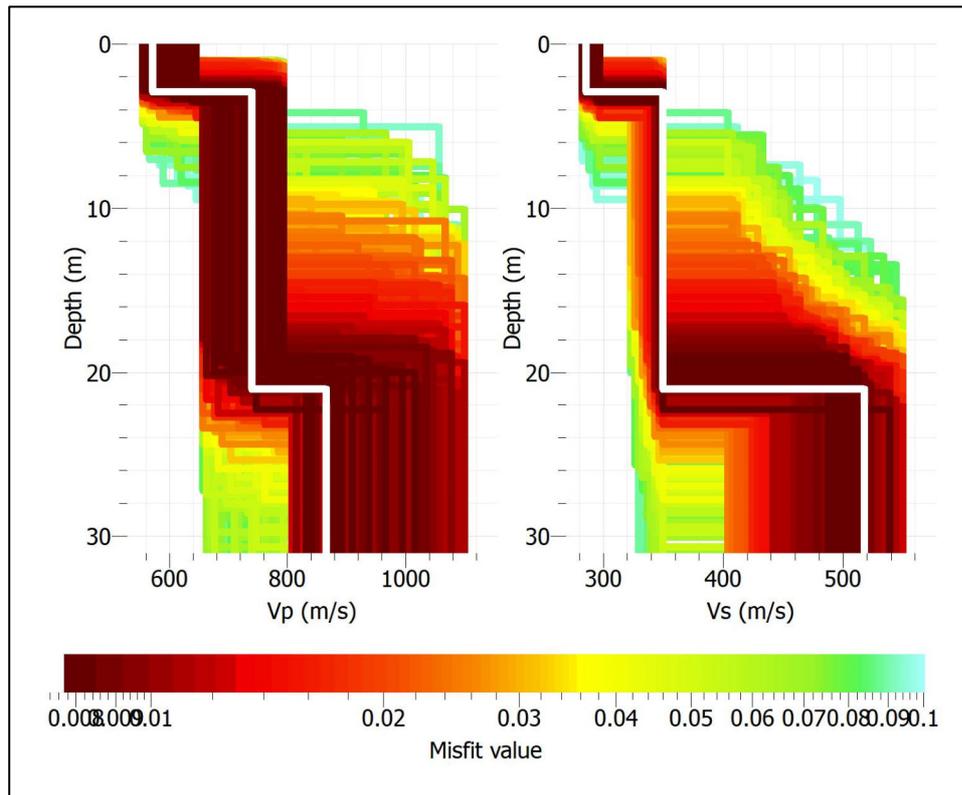


Figura 6: modelli 1D di velocità delle onde S e P (misfit max 10%) in bianco il best model.

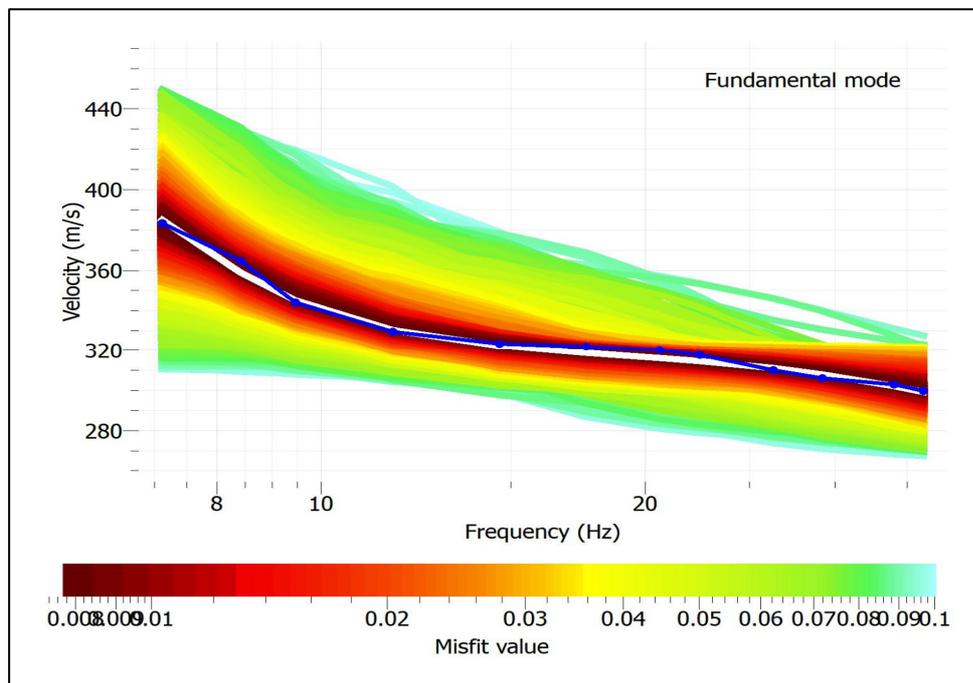


Figura 7: Confronto tra le Curve di dispersione sperimentali (curve blu) e le curve di dispersione calcolate (misfit max 10%), in bianco la curva di best fit.

**2.6. CALCOLO DELLA VELOCITÀ EQUIVALENTE DELLE ONDE S ( $V_{S,eq}$ )**

Per il calcolo della  $V_{S,eq}$  si fa riferimento all'espressione 3.2.1, definita al paragrafo 3.2.2 del D.M. 17.01.2018

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^n H_i/V_i}$$

Dove:

- $H$  è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s. Poiché il modello di velocità delle onde S ricavato dall'indagine sismica MASW, presenta profondità  $H$  del substrato di circa 10 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  viene definita dal parametro  $V_{S10}$ , ottenuto ponendo  $H=10$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.
- $H_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente, lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo,  $N$  rappresenta il numero di strati presenti.

Quindi utilizzando l'espressione 3.2.2 e considerando il modello sismico monodimensionale descritto in Tabella 1, il quale presenta una profondità del substrato  $>30$  m, si ottiene:

$$V_{S,eq} = 30/0,08 = 376 \text{ m/s}$$

Che corrisponde ad una categoria di sottosuolo di tipo **B**:

Categoria	Descrizione delle categorie di sottosuolo
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Tabella 3.2.II (N.T.C. 2018) - Categorie di sottosuolo

**2.7. CALCOLO PARAMETRI ELASTICI**

Sulla base dei valori di velocità delle onde S stimati dall'indagine MASW, dei valori di densità dei terreni indagati ricavati dalla letteratura e nell'ipotesi di comportamento di tipo elastico-lineare (bassi livelli di deformazione) dei terreni, è possibile sfruttare le leggi della teoria dell'elasticità e stimare i seguenti parametri:

Modulo di taglio ( $G$ ); Modulo di elasticità dinamico ( $E_d$ ); Coefficiente di Poisson ( $\nu$ ) (estrapolato da letteratura tecnico-scientifica); Rigidità sismica ( $R$ ).

Strati	S	$V_s$	$V_p$	G	$E_d$	$\nu$	R
	(m)	(m/s <sup>2</sup> )	(m/s <sup>2</sup> )	(MPa)	(MPa)		(KN/m <sup>3</sup> )*m/s <sup>2</sup>
<b>1</b>	2,50	283	582	130	351	0,35	4528
<b>2</b>	18,50	345	570	242	587	0,21	6900
<b>3</b>	indefinito	518	835	601	1428	0,19	11396



**Figura 8: Documentazione fotografica**

**Trapani; 26/09/2022**

**Il Geologo**

**Dr, Mario Francesco Novara**

(Ordine regionale dei Geologi di Sicilia n, 2870 sez, A)

Comune di Trapani  
Libero Consorzio comunale di Trapani

## ∴ STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA ∴

OGGETTO:

Variante urbanistica di un lotto di terreno sito in Trapani, Villa Rosina estesa mq. 960 circa, censita al N.C.T. foglio di mappa n. 20, particella 504, CIG: Z213700F1F

Il Committente  
Comune di Trapani

Il Geologo  
Mario Francesco Novara

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL LAVORO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E RIDEFINIZIONE URBANISTICA</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>STATO DEI LUOGHI</b>	<b>4</b>
<b>4.1</b>	<b>ASSETTO GEOLOGICO</b>	<b>4</b>
4.1.1	STRATIGRAFICA DEL SITO	5
<b>4.2</b>	<b>ASSETTO GEOMORFOLOGICO</b>	<b>6</b>
<b>4.3</b>	<b>ASSETTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO</b>	<b>6</b>
<b>4.4</b>	<b>STUDIO IDROGEOLOGICO</b>	<b>8</b>
4.4.1	IDENTIFICAZIONE CARTOGRAFICA DEL BACINO IDROGRAFICO	8
4.4.2	ELEMENTI CLIMATICI	9
4.4.3	BILANCIO IDROLOGICO	12
<b>5</b>	<b>ESTREMI IDROLOGICI</b>	<b>13</b>
<b>5.1</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL BACINO</b>	<b>13</b>
<b>5.2</b>	<b>PORTATE AL COLMO DI PIENA</b>	<b>14</b>
<b>5.3</b>	<b>CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA</b>	<b>15</b>
<b>5.4</b>	<b>PORTATA AL COLMO DI PIENA MEDIANTE IL METODO CN</b>	<b>16</b>
<b>5.5</b>	<b>ANALISI DELLA RIDEFINIZIONE URBANISTICA</b>	<b>16</b>
<b>5.6</b>	<b>MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>17</b>

## ELABORATI:

- ✓ Stralcio del P.A.I. pericolosità e rischio geomorfologico – scala 1/10000;
- ✓ Stralcio del P.A.I. dissesti- scala 1/10000;
- ✓ Stralcio del P.A.I. carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione – scala 1/10000;
- ✓ Stralcio del P.A.I. carta del rischio idraulico per fenomeni di esondazione – scala 1/10000;
- ✓ Stralcio del P.A.I. dissesti- scala 1/10000;
- ✓ Stralcio aerofotogrammetrico – scala 1/25 000;
- ✓ Stralcio aerofotogrammetrico – scala 1/10 000;
- ✓ Stralcio del P.R.G. vigente – scala 1/2000;
- ✓ Foto satellitare – scala 1/1000;
- ✓ Stralcio Catastale- Scala 1:2000
- ✓ Planimetria del lotto con ubicazione indagini – scala 1/1000;
- ✓ Stralcio della Mappa delle Aree a potenziale rischio significativo di alluvione (APSFR);
- ✓ Stralcio della Mappa del Rischio di Alluvioni.

## 1 PREMESSA

Il **Comune di Trapani** (P. IVA 80003210314), nella persona della **Dirigente Canale Vincenza**, e del Responsabile del Procedimento **D'Angelo Salvatore** del servizio Urbanistica del 3° Settore, domiciliato, per la carica, in Via Libica n. 12, ha conferito, con determina n. 2483 del 15/07/2022, al sottoscritto **Dott. Geol. Mario Francesco Novara**, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia, n. 2870 sez. A, l'incarico per la redazione dello studio di compatibilità idraulica (invarianza idraulica e idrologica), di cui all'art. 22, comma 6, lett. d) della L.R. 13/08/2020 con le modalità fissate dal D.A. n. 117 del 07/07/2021 per la «*Variante urbanistica di un lotto di terreno sito in Trapani, Villa Rosina estesa mq. 960 circa, censita al N.C.T., foglio di mappa n. 20, particella 504, CIG: Z213700F1F*».

## 2 SCOPO DEL LAVORO

Lo studio redatto ai sensi della L.R. n.19 del 13/08/2020 e relative circolari esplicative (D.D.G. n. 102 del 23/06/21 e D.A. n. 117 del 07/07/21- appendice C) e "commisurato all'entità e dimensione dell'intervento stesso ed alle effettive problematiche dell'area di intervento e di un suo congruo intorno" sarà articolato tenendo conto dei seguenti descrittori:

1-descrizione della ridefinizione urbanistica: individuazione e descrizione degli interventi urbanistici oggetto variante;

2-stato dei luoghi: caratteristiche geomorfologiche, geologiche; idrografia ed idrogeologia; indicazioni dei valori di permeabilità dei terreni; evidenziazione delle aree a criticità geologica od idraulica;

3-analisi della ridefinizione urbanistica in funzione delle caratteristiche del territorio:

valutazione delle trasformazioni delle superfici delle aree interessate in termini di impermeabilizzazione; verifica di eventuali criticità idrauliche locali, di pericolosità idraulica e rischio;

4-indicazioni di misure compensative e/o di mitigazione del rischio.

La peculiarità dell'area, nonché dell'intervento in questa fase, il livello di approfondimento

tecnico ai sensi del D.A. n. 117 del 07/07/21- appendice C - C5, sarà il "livello base", in quanto ricade al di fuori delle aree sondabili della cartografia PAI ed è posta a distanze tali dal Fiume Birgi da non essere minimamente interessata da potenziali fenomeni di inondazione/allagamento e quindi non è soggetta a pericolosità idrauliche.

## 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E RIDEFINIZIONE URBANISTICA

I luoghi risultano inquadrati nella Carta d'Italia in scala 1:25.000 nel foglio n. 248 (quadrante III, orientamento S.O. e denominato "Trapani"), nella Carta Tecnica Regionale in scala 1: 10.000 sezione n. 592150, denominata "Trapani" della cartografia Ufficiale redatta dall'I.G.M.I.

**Le coordinate del sito:**

ED50	WGS84
latitudine: 38,007205°	latitudine: 38,006137°
longitudine: 12,557905°	longitudine: 12,557031°

L'immobile è censito nel N.C.T. del comune di Trapani al foglio di mappa n. 20 particella 504, ed è esteso circa 960 m<sup>2</sup> (<1000m<sup>2</sup>).

Il lotto in esame a seguito della decadenza dei vincoli dallo strumento urbanistico attualmente in vigore nel comune di Trapani (P.R.G.) ricade in zona bianca. Il comune di Trapani deve procedere alla rideterminazione urbanistica ridestinando il lotto a "Spazio pubblico a verde di progetto" e "viabilità di progetto".

## 4 STATO DEI LUOGHI

L'analisi eseguita in questo capitolo volge alla determinazione della invarianza idraulica.

### 4.1 ASSETTO GEOLOGICO

Il rilevamento geologico e le conoscenze in merito dello scrivente hanno permesso di definire, con un adeguato grado di attendibilità, le caratteristiche litostratigrafiche e tettoniche dei litotipi ricadenti all'interno dell'area indagata, il tutto in funzione delle finalità di studio, così come previsto dal § 6.2.1. NTC 18 (Caratterizzazione e modellazione geologica del sito).

Le litologie affioranti nel sito oggetto di studio e nelle aree limitrofe si inquadrano nel contesto geologico dei Monti di Trapani che costituiscono il segmento esterno della catena Appenninico-Maghrebide. In particolare, nel settore in studio affiorano terreni carbonatici e terreni argillosi appartenenti alle successioni delle unità stratigrafiche derivate dalle deformazioni del complesso Panormide e del complesso Trapanese, le prime sovrapposte alle seconde secondo una superficie di sovrascorrimento ad andamento sub-orizzontale. Gli sforzi compressivi, imputabili alla fase tettonica mio-pliocenica, hanno generato una struttura anticlinale con asse NNE-SSW, successivamente smembrata dalla tettonica plio-pleistocenica in grandi blocchi che hanno subito sollevamenti differenziali.

Nella zona di studio in particolare, si rilevano affioramenti di terreni flyschoidi o paraflyschoidi a prevalente matrice argillosa, di età compresa tra l'Eocene e il Miocene ricoperti dai sedimenti attuali.

Nel dettaglio si riscontrano, i depositi delle successioni mesocenozeiche, che includono le Successioni del dominio Prepanormidie, rappresentate dalle **argille marnose, calcari ed arenarie glauconitiche di Monte Luziano** sormontate dai sedimenti del **sintema di Capo Plaia**.

- ✓ La **Formazione delle argille marnose, calcari ed arenarie glauconitiche di Monte Luziano** che è divisa in due unità di associazione di litofacies che vengono definite principalmente sulla base della prevalenza delle facies clastico-carbonatiche o di quelle clastico-terrigene.

La facies clastico carbonatica è rappresentata da marne, calcari, biocalcareni ed arenarie glauconitiche, calcilutiti con intercalazioni di arenarie, banchi di calcareniti e calciruditi glauconifere e bioclastiche.

La facies clastico-detritica è rappresentata da arenarie, argille sabbiose, quarzosiltiti glauconitiche e calcareniti bioclastiche torbiditiche arenarie fini e grossolane fino a sabbie argillose con grandi molluschi, progressivamente più ricche in glauconite verso l'alto, con intercalazioni di calcareniti e calciruditi molto glauconifere..

Nel loro insieme i depositi raggiungono una potenza di oltre 300 m. L'ambiente deposizionale è compreso tra la piattaforma esterna e la base della scarpata.

Il contenuto fossilifero costituito da rari foraminiferi planctonici è indicativo dell'intervallo Oligocene Superiore-Miocene Medio (Langhiano).

- ✓ Il **Sistema Di Capo Plaia** è rappresentato da: detrito di falda costituito da ciottoli a spigoli vivi eterometrici e poligenici; da limi sabbiosi fluviali grigiastri con faune miste di gasteropodi polmonati e lamellibranchi; livelli sabbioso-ghiaiosi, ghiaie, sabbie e limi eluviali e colluviali variamente frammentati, spesso pedogenizzati; depositi di spiaggia e di cordone litorale; depositi lacustri, depositi fluvio-palustri e palustri; sabbie eoliche recenti distribuite lungo la costa tra Trapani e Marsala; ghiaie e sabbie costiere. A luoghi ripetuti paleosuoli.

Il limite inferiore è rappresentato da superfici di inconformità su depositi più antichi. Limite superiore è l'attuale superficie topografica. Ambiente continentale e costiero.

L'età è compresa fra la parte terminale del Pleistocene superiore e l'Olocene.

#### 4.1.1 STRATIGRAFICA DEL SITO

Le caratteristiche litostratigrafiche del sito sono state individuate oltre che con il rilievo geologico, sufficientemente esteso in modo da superare i limiti imposti dal grado di urbanizzazione dei luoghi che impedisce la verifica diretta dei litotipi ivi presenti, anche con l'ausilio dall'indagine sismica Masw.

I litotipi presenti in situ sono rappresentati da:

##### Copertura:

- **Coltre di copertura alluvionale superficiale** costituito da circa 80% di frazione fina corrispondente a limo, limo argilloso e limo sabbioso, a composizione marnosa, e il restante 20% da frammenti lapidei carbonatici, arrotondati di origine alluvionale, di dimensione eterogenea, che va dalla sabbia grossa ai ciottoli. Il litotipo si presenta asciutto e privo di consistenza, il colore grigio scuro. Quest'orizzonte dello spessore medio di circa 1,50 m si rileva da 0,00 a -1,50 m dal piano di campagna;
- **Coltre di copertura alluvionale:** costituito da circa 80% di frazione fina corrispondente a limo, limo argilloso e limo sabbioso, e il restante 20% da frammenti lapidei arrotondati di origine alluvionale, di dimensione eterogenea, che va dalla sabbia grossa ai ciottoli. Il litotipo si presenta asciutto e poco consistente, debolmente plastico alla pressione delle dita, poco umido di colore marrone, marrone chiaro. Lo spessore medio è di circa 8 m.

##### Substrato

- **Substrato alterato:** Argilla limosa con componente marnosa, moderatamente consistente, bassa plasticità, asciutta. Il colore è marrone chiaro con sfumature grigio chiare. Lo spessore medio è di 2,4 m;

- **Substrato argilloso:** Argilla e argilla marnosa, molto consistente con la tipica struttura pseudoscagliettata, il colore è grigio scuro. Secondo i dati di letteratura lo spessore è di circa 300 m e si rileva mediamente dai -9 ai -13 m dal piano di campagna in poi.

#### 4.2 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

L'area interessata dalle opere in progetto, si trova nel territorio comunale di Trapani, nel quartiere di Villa Rosina in via Fedra, tra la via Vulcano e via Elettra, ad una quota di circa 12 m s.l.m..

L'area investigata è urbanizzata. Il suolo è adibito a viabilità e a civile abitazione, che ne determinano una medio-alta densità urbana.

Tale zona è sub-pianeggiante, con pendenze trascurabili comprese tra 0 e 5°, e sempre minori di 10°, questo aspetto è indiscutibilmente attribuibile all'attività peneplanativa del mare che ha modellato l'area in un ampio terrazzo che si spinge molto nell'entroterra.

Su tale modellamento si è aggiunto anche quello fluviale che conferisce alla zona un andamento quasi pianeggiante.

In particolare, l'erosione ed il successivo deposito dei materiali alluvionali hanno ulteriormente contribuito ad esaltare la morfologia dell'area, colmando eventuali depressioni della morfologia originaria.

Il modellamento antropico, che si esprime principalmente con la costruzione di edifici e di infrastrutture di servizio (strade, cunette, piazzali asfaltati, ecc.) appare influire soprattutto sull'originario deflusso delle acque superficiali, facilitando il ruscellamento.

Per il resto la morfologia generale dei luoghi rilevati, non propone problematiche particolari, risultando pianeggiante e priva di quei meccanismi morfogenetici che possono pregiudicare le attuali condizioni di equilibrio.

Non si ravvisano forme particolari di dissesto legate alla gravità e alle precipitazioni, come si evince dal piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (P.A.I.), del bacino idrografico del Fiume Lenzi-Baiata (049) nelle carte, dei dissesti, della pericolosità e del rischio geomorfologico, della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione, del rischio idraulico per fenomeni di esondazione, redatte ai sensi dell'Art. 1 del D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L. 267/98 e SS. MM. II., aggiornato al 2010, del dipartimento regionale dell'ambiente, servizio 3 "assetto del territorio e difesa del suolo" dell'Assessorato Territorio e Ambiente della regione siciliana.

L'area indagata e il lotto in esame non presentano livelli di pericolosità geomorfologica di tipo P1, P2, P3 e P4, e quindi non presenta livelli di rischio geomorfologico del tipo R1, R2, R3 ed R4, e non ricade entro siti d'attenzione.

L'area non è ricade in aree SIC e ZPS.

#### 4.3 ASSETTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

L'idrografia e l'idrogeologia di un territorio sono in stretta relazione ai litotipi presenti e alle loro caratteristiche fisico-chimiche.

La morfologia del versante, l'azione antropica (presenza di strade, centri urbani, lavorazioni agricole meccanizzate, etc.) e la composizione dei litotipi in posto, permettono la formazione di una rete idrografica adeguata alle condizioni di bassa energia dettate dall'ambiente circostante. Inoltre, rivestono una certa importanza le opere di urbanizzazione che hanno migliorato le condizioni di deflusso delle precipitazioni (cunette, canali, ecc.).

L'idrografia del luogo è caratterizzata dalla presenza dell'asta fluviale principale del Torrente Lenzi, che dista circa 850 m dal lotto, in cui confluiscono impluvi appena accentuati e canali.

Le acque meteoriche che precipitano sul lotto in esame per lo più tendono ad infiltrarsi nei litotipi della copertura fino a raggiungere il contatto con le argille del substrato argilloso.

La realtà geologica descritta nei precedenti capitoli consente la formazione di accumuli idrici sotterranei. La preponderanza di sedimenti pseudocoessivi facilita l'infiltrazione, la raccolta e la veicolazione in profondità dei tributari meteorici e quindi la creazione di falde sotterranee.

La successione di orizzonti individuata mette in evidenza condizioni di permeabilità che vanno riducendosi procedendo verso il basso sino ad annullarsi in corrispondenza del substrato argilloso.

Nella coltre superficiale, seppur contraddistinta da matrice pseudo-coesiva, i processi di alterazione e rimaneggiamento nonché la presenza localizzata di livelli più grossolani ed il modesto grado di consolidamento, hanno originato dal punto di vista idraulico le condizioni per l'infiltrazione e la raccolta di acque meteoriche.

Si tratta di un circuito idrico sotterraneo omogeneamente distribuito in senso areale e degno di interesse idrogeologico. Tale circuito, del tipo confinato ai livelli granulari o ai livelli più alterati, è limitato inferiormente dalle argille del substrato argilloso. Queste essendo impermeabili fungono da superficie inferiore per l'accumulo idrico determinando, con il loro andamento, le zone preferenziali di raccolta e la direzione del deflusso sotterraneo qui intuitivamente diretto verso fondo valle.

Nell'area indagata sono presenti dei pozzi con livello piezometrico che si attesta tra i 3 e i 4 m dal piano di campagna.

Nell'area, inoltre, non si rilevano sorgenti, emergenze e punti d'acqua veri e propri.

I litotipi rilevati, dal punto di vista idrogeologico costituiscono due unità idrogeologiche, denominate rispettivamente: Unità Superficiale (**US**) e Unità Profonda (**UP**), e relative rispettivamente ai terreni di copertura e al substrato, le cui caratteristiche di permeabilità e porosità sono elencate nei seguenti schemi:

#### ✦ Unità Superficiale (US):

Si sviluppa dal piano di campagna fino alla profondità di circa 8/10m; risulta costituito da limo, limo sabbioso e limo argilloso con frammenti lapidei arrotondati di origine alluvionale, di dimensione eterogenea, che va dalla sabbia grossa ai ciottoli che a luoghi prevalgono sulla frazione fine. Il grado di permeabilità varia da buono a basso, con valori del coefficiente di permeabilità, sia verticale che orizzontale (K), variabile da  $10^{-1}$  m/s a  $10^{-7}$  m/s. La porosità è media e il grado di drenaggio è medio.

**Caratteristiche idrogeologiche di riferimento:**

✚ Tipo di permeabilità	Per porosità
✚ Grado di porosità	Medio
✚ Coeff. di permeabilità relativa	$10^{-1} > K > 10^{-7}$ m/s
✚ Drenaggio	Medio

**✘ Unità Profonda (UP):**

Si sviluppa da circa 8/10 m in poi; risulta costituito da argille e argille marnose. Presenta complessivamente una bassa porosità, e valori del coefficiente di permeabilità, sia verticale che orizzontale (K),  $< 10^{-9}$  m/s, un grado di drenaggio basso.

**Caratteristiche idrogeologiche di riferimento:**

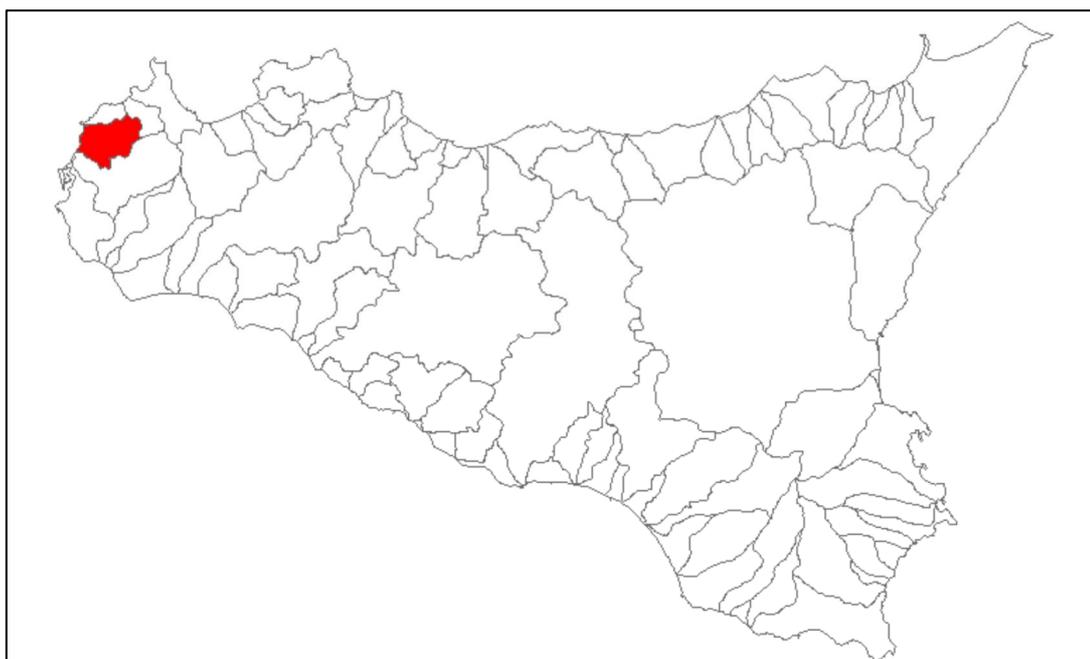
✚ Tipo di permeabilità	Per porosità
✚ Grado di porosità	Basso
✚ Coeff. di permeabilità relativa	$K < 10^{-9}$ m/s
✚ Drenaggio	Basso

**4.4 STUDIO IDROGEOLOGICO****4.4.1 IDENTIFICAZIONE CARTOGRAFICA DEL BACINO IDROGRAFICO**

Il bacino idrografico in cui rientra il lotto in esame è quello del Fiume Lenzi.

Il bacino del Fiume Lenzi si sviluppa interamente nel territorio della Provincia di Trapani con una estensione di circa 65,6 km<sup>2</sup>.

Esso comprende i territori comunali di Trapani, Erice, Valderice, Paceco e Buseto Palizzolo.



**Figura 1 Ubicazione bacino idrografico del Fiume Lenzi****4.4.2 ELEMENTI CLIMATICI**

Al fine di individuare le caratteristiche climatiche che contraddistinguono la zona in esame sono stati considerati gli elementi climatici *temperatura e piovosità*.

In particolare, il regime termico e pluviometrico dell'area è stato ricavato analizzando i dati registrati presso la stazione termo-pluviometrica di Trapani e pubblicati sul sito dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia: <https://www.regione.sicilia.it/istituzioni/regione/strutture-regionali/presidenza-regione/autorita-bacino-distretto-idrografico-sicilia/annali-idrologici>.

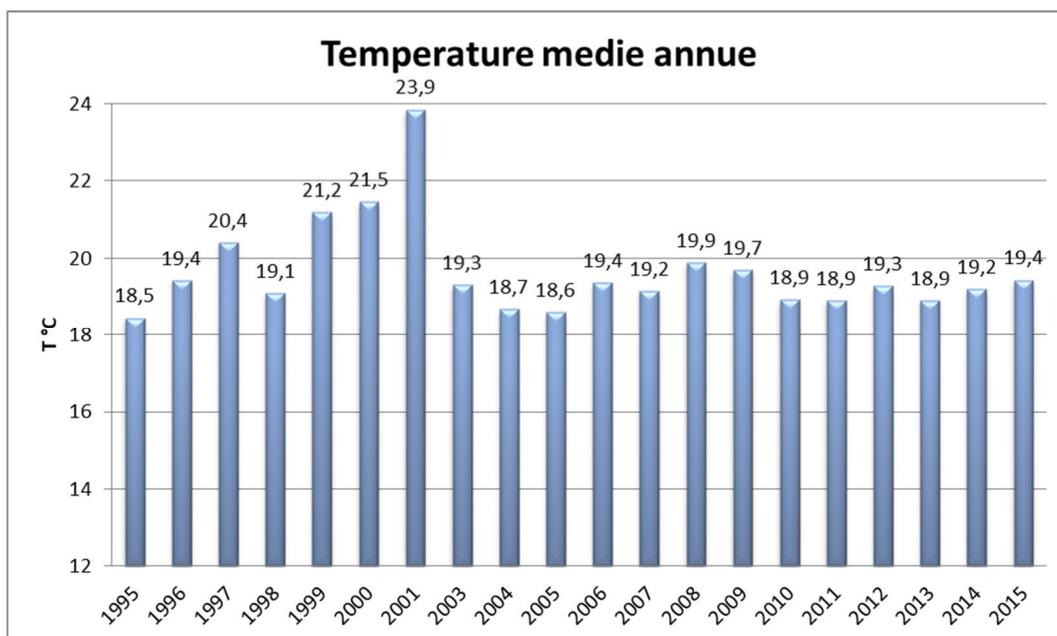
**4.4.2.1 Regime Termico**

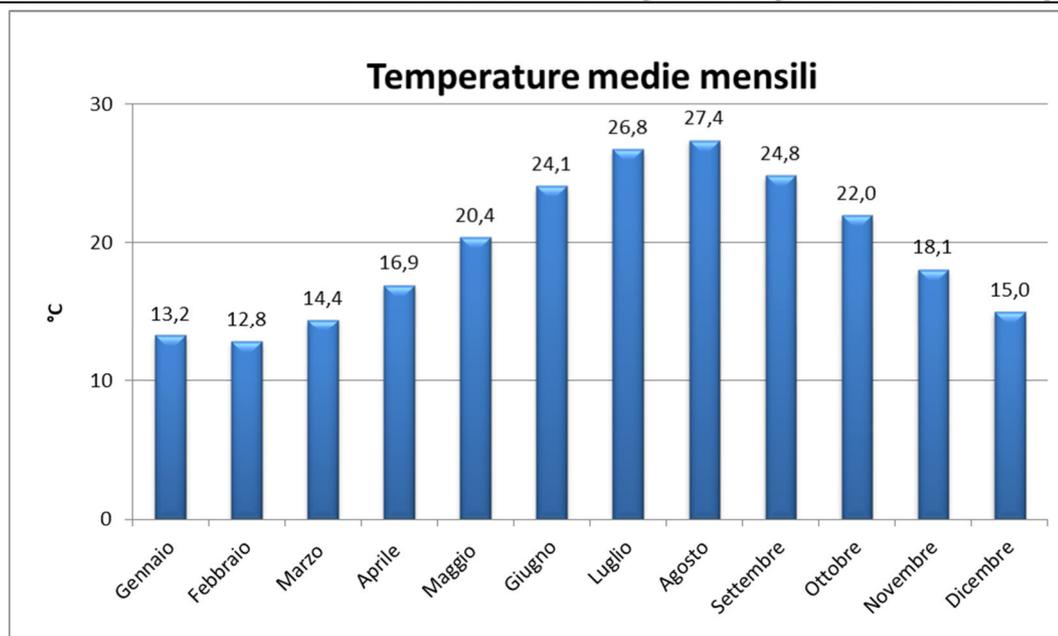
Prendendo in considerazione i dati rilevati nel periodo compreso tra il 1995 ed il 2015 e confrontando i valori relativi alle escursioni termiche annuali e quelle mensili, il territorio in esame mostra un andamento termico piuttosto regolare.

L'analisi dei dati mostra che nei mesi più caldi, cioè quelli estivi (luglio e agosto), la temperatura media è pari a 27,1 °C e si raggiungono temperature massime di circa 31,2 °C; invece, nel mese più freddo (febbraio) la temperatura media è pari a 12,8 °C e i valori minimi si attestano intorno a pochi gradi centigradi sopra lo zero.

**La temperatura media annua dell'intero territorio in esame è pari a 19,7 °C.**

Di seguito vengono riportati i diagrammi relativi alle temperature medie annuali, medie mensili e medie stagionali, relative al periodo di riferimento.





#### 4.4.2.2 Regime Pluviometrico

L'analisi del regime pluviometrico è stata effettuata attraverso gli annali idrologici pubblicati dalla Regione Siciliana; in particolare, si sono presi in considerazione i dati inerenti al periodo 1995-2015 e registrati dalla stazione di Trapani.

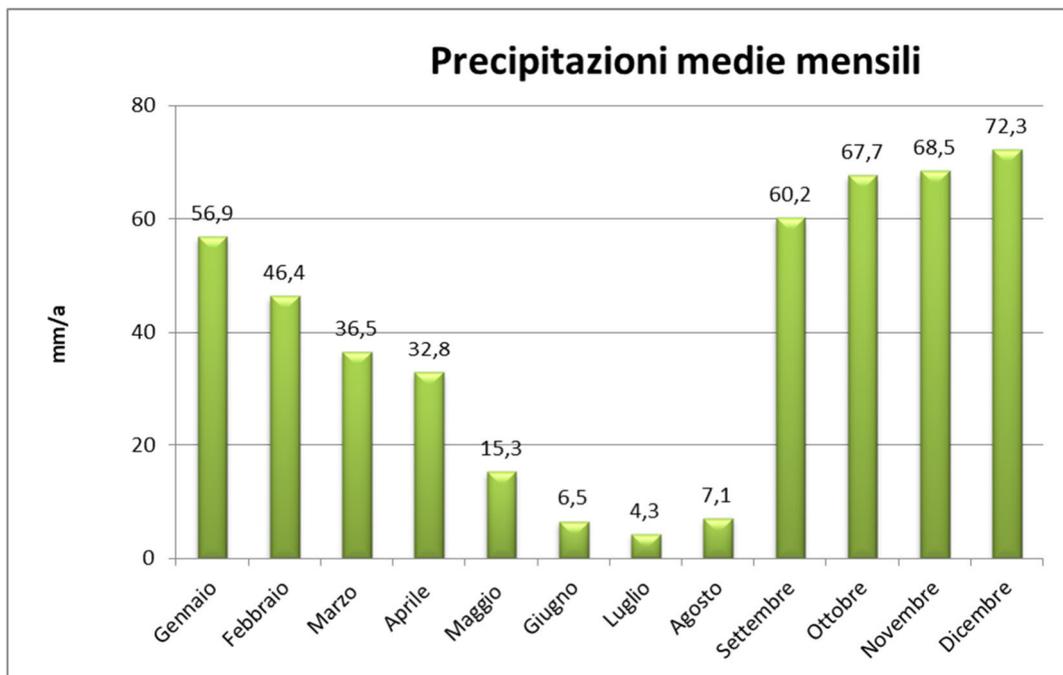
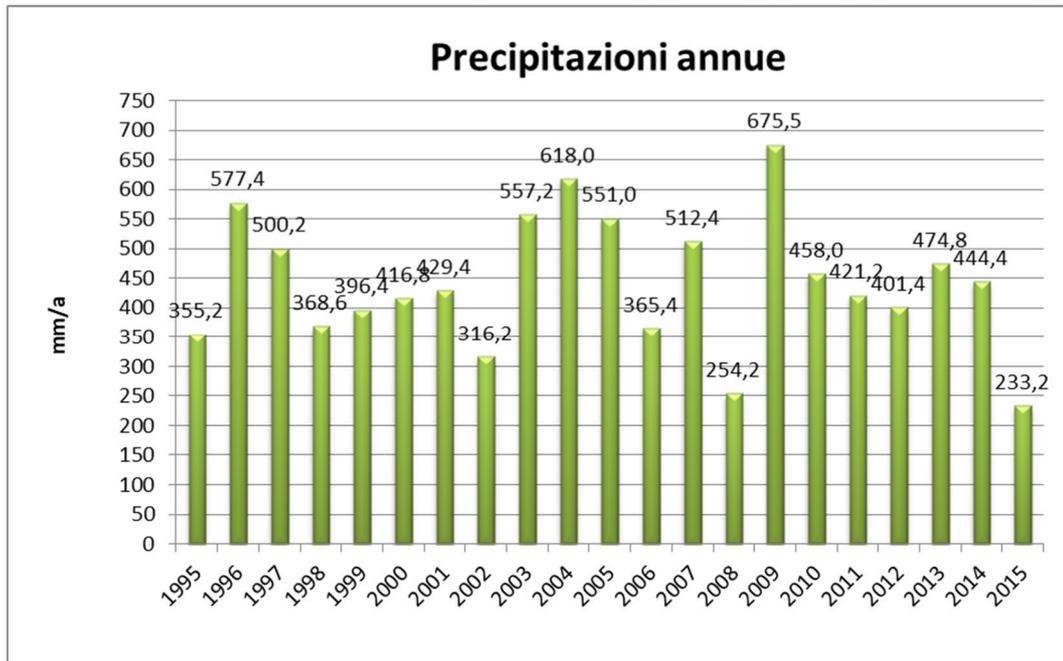
Dalle analisi effettuate si evince che nel periodo suddetto il valore di **piovosità media annua è pari a circa 444,1 mm.**

Inoltre, nello stesso periodo considerato, l'anno più piovoso è risultato il 2009 nel quale si sono registrati 675,5 mm di pioggia; l'anno meno piovoso, invece, è stato il 2015, con appena 233,2 mm.

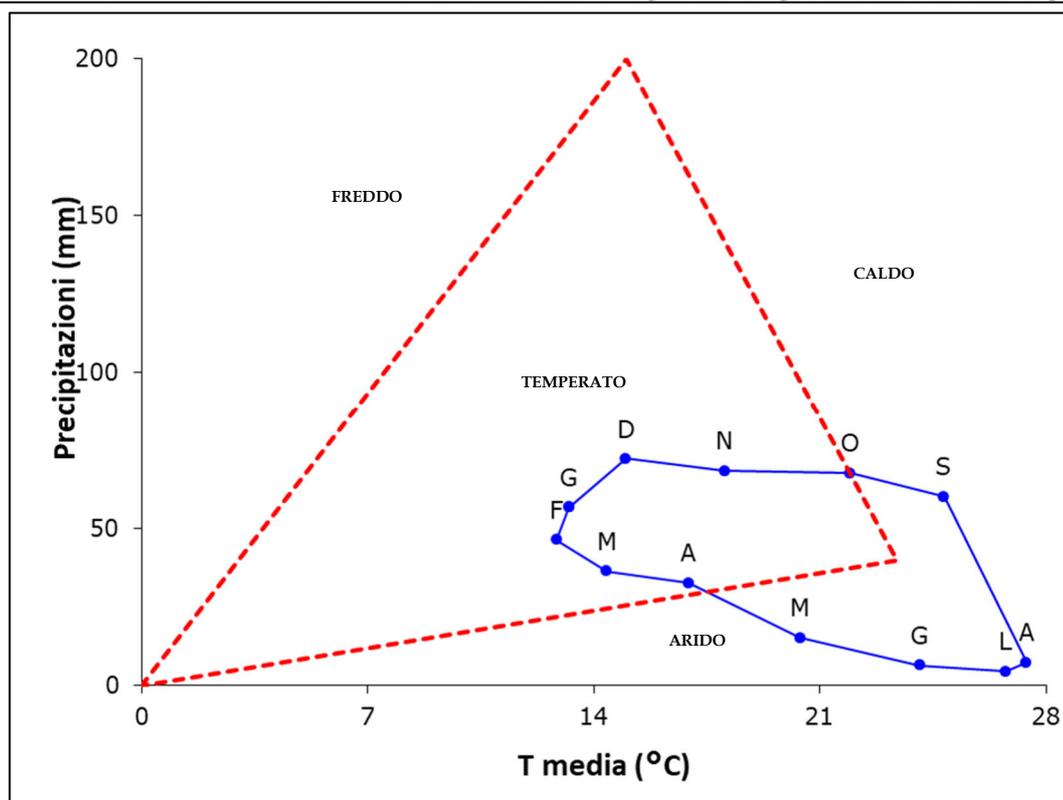
Il mese più piovoso relativo al periodo considerato è quello di dicembre, e il mese più piovoso è stato settembre 2009 che ha fatto registrare ben 214,1 mm di pioggia.

In generale, nell'arco di ogni singolo anno, i giorni più piovosi ricadono nel semestre autunno-inverno e, in particolare, nell'intervallo temporale settembre-febbraio mentre le precipitazioni diventano decisamente di scarsa entità nel periodo compreso tra maggio e agosto.

Di seguito vengono riportati i diagrammi relativi alle precipitazioni medie annue, medie mensili e medie stagionali relative al periodo di riferimento.



In definitiva, i caratteri pluviometrici riportati delineano un clima di tipo *temperato-arido*, caratterizzato da precipitazioni concentrate nel periodo autunnale-invernale e quasi assenti in quello estivo, come si evince dai climogrammi di Peguy mostrati di seguito.



#### 4.4.3 BILANCIO IDROLOGICO

I dati precedentemente riportati vanno rideterminati sulla base delle condizioni ambientali che caratterizzano il bacino imbrifero, condizioni che vanno rimandate principalmente all'altitudine, alla morfologia, alla litologia ed all'esposizione.

Tutti questi fattori rientrano a pieno titolo nel ciclo idrogeologico influenzando l'evapotraspirazione, l'infiltrazione efficace ed il deflusso.

Con riferimento alla bibliografia di settore e a precedenti esperienze professionali eseguite in aree adiacenti, tenuto conto delle dimensioni del bacino imbrifero, si è proceduto al calcolo del bilancio idrologico considerando la seguente equazione:

$$P = E_R + R + I \quad (1)$$

Dove:

**P** = precipitazione (in mm/a);

**E<sub>r</sub>** = evapotraspirazione reale (in mm/a);

**R** = ruscellamento superficiale (in mm/a);

**I** = quantitativi d'acqua di infiltrazione efficace (in mm/a).

Il valore di precipitazione media (P) e di temperatura media (T) sono stati ricavati nei paragrafi precedenti.

L'evapotraspirazione reale viene calcolata dalla formula di Turc, adattata da Santoro (1970) per la Sicilia mediante la correzione opportuna del parametro "L" in relazione al potere evaporante dell'atmosfera.

Pertanto, l'espressione che consente il calcolo di E<sub>r</sub> è data da:

$$E_{tr} = \frac{P}{\sqrt{0,9 + (P^2/L^2)}}$$

Il parametro "L" è dato da:  $L = 583 - (10 \cdot T) + 0,05 \cdot T^3$  dove T è la temperatura media  $L = 763,48$ .

Nota la precipitazione e l'evapotraspirazione reale e considerando che il ruscellamento è pari a circa il 16% delle precipitazioni, è possibile dall'espressione (1) ricavare l'infiltrazione  $I_e = 268,02$  mm/a.

P Precipitazioni (mm/a)	R Ruscellamento (mm/a)	E <sub>tr</sub> Evapotraspirazione (mm/a)	I <sub>e</sub> Infiltrazione efficace (mm/a)
444,10	71,06	70,25	302,79

$$D = R + I_e = 71,06 + 302,79 = 373,85 \text{ mm/a} \quad (\text{deflusso idrico globale})$$

c.i.p. =  $(I_p/D_p) \cdot 100 = (302,79/373,85) \cdot 100 = 80,99$  % (coefficiente di infiltrazione potenziale, valore tabellato in funzione dei diversi tipi litologici)

## 5 ESTREMI IDROLOGICI

In base al rapporto Va.Pi. Nazionale (2001) nell'ambito della progettazione di opere idrauliche, della pianificazione e prevenzione del rischio idrogeologico, è utile definire, anche per una valutazione speditiva, le portate di progetto con assegnato periodo di ritorno e la curva di possibilità pluviometrica riferita alla zona selezionata. Ciò è possibile:

- raccogliendo le informazioni pluviometriche relative al territorio;
- individuando i parametri di distribuzione Two Component Extreme Value (TCEV) adottate nei rapporti Va.Pi.;
- indicando le zone e sottozone omogenee e compartimento del bacino idrografico.

Successivamente mediante il foglio di calcolo **AUTOIDRO** è possibile:

- calcolare della portata al colmo di piena per assegnato periodo di ritorno;
- calcolare le curve di possibilità pluviometrica per assegnato periodo di ritorno;
- stimare della portata al colmo di piena mediante un metodo semplificato afflussi/deflussi che utilizza il metodo CN come legge di infiltrazione.

Gli estremi idrologici si stimati sulla base delle caratteristiche morfometriche del bacino oggetto di studio e per un tempo di ritorno di 50 anni **T=50**.

### 5.1 CARATTERISTICHE DEL BACINO

Sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)	Sicilia (SZO A)
Area di studio (3° livello di regionalizzazione)	Tra S. Bartolomeo e Birgi - Trapani (Cod. 52)
Area del bacino	A = 65,6 km <sup>2</sup>
Quota media	Z = 154,68 m s.l.m.
Durata dell'evento di pioggia	d = 2,41 ore
Tempo di corrivazione Giandotti	T <sub>c</sub> = 5,6 ore

**5.2 PORTATE AL COLMO DI PIENA**

Caratteristiche Bacino	
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)	Sicilia (SZO A) <input type="button" value="ESEGUI"/>
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)	Sicilia - intero territorio <input type="button" value="APRI IMMAGINE SZO"/>
Definire l'area, la quota e la lunghezza dell'asta principale del bacino idrografico	Note
A (Kmq) =	65,5 kmq
Z (m s.l.m.) =	154,68 m s.l.m.
L <sub>ap</sub> (Km) =	15,714 Km
Calcolo del tempo di corrivazione	
$T_c[1] = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L_{ap}}{0.8\sqrt{Z}}$ Formula di Giandotti	$T_c[2] = 0.35\sqrt{A}$
T <sub>c</sub> [2] (ore) =	3
Calcolo del fattore di crescita	
APRI PARAMETRI DISTRIBUZIONE	$T = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\gamma K_T} - \Lambda_2 \Lambda_1^{1/\alpha} e^{-\gamma K_T / \alpha})}$ Valida per tutti i compartimenti $T = \frac{1}{1 - \exp\left\{-\left[1 - \frac{k}{\alpha}(K_T - \epsilon)\right]^{1/k}\right\}}$ Valida solo per Italia Nord Occidentale
T (anni)	50
K <sub>T</sub>	2,93
T (anni)	5    10    30    50    100    200    300    500    1000
K <sub>T</sub>	1,43    1,88    2,60    2,93    3,38    3,83    4,09    4,41    4,86
Piena media annua	
Definire il metodo di calcolo della piena indice	Metodo della regressione empirica
Calcolo del coefficiente di piena/afflusso/deflusso	
$C_{(T)}^{(*)}[1] = C_{(T),1}^{(*)} \frac{A_1}{A} + C_{(T),2}^{(*)} \frac{A_2}{A}$	$C^*[2] = 0.09 + 0.47(1 - p.p.)$
	$\Psi = \frac{9.25}{p.p.}$
Parametri	
Calcolo del tempo di ritardo	
$T_r[1] = \frac{C_{(T),1}^{(*)} \cdot A_1}{C_{(T)}^{(*)} \cdot A} \cdot \frac{1.25\sqrt{A_1}}{3.6 \cdot c_1} + \frac{C_{(T),2}^{(*)} \cdot A_2}{C_{(T)}^{(*)} \cdot A} \cdot \frac{1.25\sqrt{A_2}}{3.6 \cdot c_2}$	$T_r[2] = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1 + S)^{0.13}$
	$T_r[3] = 0.344\sqrt{A}$
Parametri	
Calcolo della piena indice	
Parametri	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$
	3,090    0,736    0,000
m(Q) = $\alpha \cdot A^\beta + \gamma =$	67,10 mc/s
Portate al Colmo di Piena	
T (anni)	50
Q (mc/s)	196,69
T (anni)	5    10    30    50    100    200    300    500    1000
Q (mc/s)	95,82    126,29    174,47    196,69    226,73    256,66    274,16    296,18    326,04

**5.3 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA**

Caratteristiche Bacino	
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)	Sicilia (SZO A)
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)	I tre S. BARI COLUMBO e BIRGI - Trapani (Cod.SZ)
Definire l'area e la quota del bacino idrografico	
A (Kmq) =	65,6 kmq
Z (m s.l.m.) =	154,68 m s.l.m.

**ESEGUI**

**APRI IMMAGINE SZO**

---

**Calcolo del fattore di crescita**

d (ore) = 5,62

**APRI PARAMETRI DISTRIBUZIONE**

$$T = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta K_T} - \Lambda_2 \Lambda_1^{1/\theta} e^{-\eta K_T / \theta})}$$

Valida per tutti i compartimenti

$$T = \frac{1}{1 - \exp\left\{-\left[1 - \frac{k}{\alpha}(K_T - \epsilon)\right]^{1/k}\right\}}$$

Valida solo per Italia Nord Occidentale

T (anni)	50
K <sub>T</sub> (6 ore)	2,16

T (anni)	2	5	10	30	50	100	200	300	500	1000
K <sub>T</sub> (6 ore)	0,91	1,25	1,51	1,94	2,16	2,48	2,82	3,02	3,27	3,62

---

**Calcolo della pioggia indice**

Parametri	a (mm/ora)	n
	24,90	0,284

m(h<sub>d</sub>) = a · d<sup>n</sup> = 40,63 mm

---

**Calcolo del fattore di riduzione areale**

$$ARF [1] = 1 - e^{(-1.1d^{1/4})} + e^{(-1.1d^{1/4} - 0.01A)}$$

$$ARF [2] = 1 - (1 - e^{(-c_1 A)}) \cdot e^{(-c_2 d^{c_3})}$$

$$ARF [3] = a + (1 - a) \cdot e^{(-b \cdot A)}$$

Parametri	
ARF [1]	0,91

---

**Massima altezza di pioggia annuale**

T (anni)	50
h <sub>d</sub> (T,d) (mm)	80,18

T (anni)	2	5	10	30	50	100	200	300	500	1000
h <sub>d</sub> (T,d) (mm)	33,83	46,42	55,76	71,93	80,18	92,01	104,35	111,72	121,09	133,92

---

**Curva di possibilità pluviometrica**

d (ore)	0	1	3	6	9	12	15	18	21	24
m[h <sub>d</sub> ] (mm)	0,00	24,90	34,01	41,40	46,44	50,39	53,69	56,54	59,06	61,34

**Curva di possibilità pluviometrica**

## 5.4 PORTATA AL COLMO DI PIENA MEDIANTE IL METODO CN

Caratteristiche Bacino			
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)		Sicilia (SZO A)	ESEGUI
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)		Ira S. BARTOLOMEO e BIRGI - Trapani (Cod.52)	APRI IMMAGINE SZO
A (Kmq) =	65,6	kmq	
CN =	85	TABELLA CN	
i <sub>m</sub> (%) =	0,0217	%	
L <sub>ap</sub> (Km) =	16	km	
Z (m s.l.m.) =	154,68	m s.l.m.	
Calcolo del coefficiente di assorbimento (Curve Number)			
S (mm)	44,82	$S(\text{mm}) = \left( \frac{1000}{\text{CN}} - 10 \right) \cdot 25,4$	
Calcolo del tempo di ritardo			
t <sub>r</sub> (ore)	8,80	$T_r = 0,26 \cdot L_{ap}^{0,82} \cdot i_{media}^{-0,20} \cdot (1 + S)^{0,13}$	
Calcolo del fattore di crescita			
T (anni)	50		
K <sub>T</sub> (6 ore)	2,16		
Calcolo della pioggia indice			
Parametri	a (mm/ora)	n(z)	
	24,90	0,284	
m(h <sub>tr</sub> ) = a · t <sub>r</sub> <sup>n(z)</sup> =	46,15	mm	
Calcolo del fattore di riduzione areale			
ARF[1] = 1 - e <sup>(-1.1d<sup>1/4</sup>)</sup> + e <sup>(-1.1d<sup>1/4</sup>-0.01A)</sup>		ARF [2] = 1 - (1 - e <sup>(-c<sub>1</sub> · A)</sup> ) · e <sup>(-c<sub>2</sub> · d<sup>c<sub>3</sub>)</sup></sup>	
ARF [3] = a + (1 - a) · e <sup>(-b · A)</sup>			
Parametri			
ARF [1]	0,93		
Massima altezza di pioggia annuale			
T (anni)	50		
h <sub>T</sub> (T,t <sub>T</sub> ) (mm)	92,67		
Intensità di precipitazione			
i(T,t <sub>T</sub> ) (mm/ora)	10,53		
Calcolo del runoff superficiale			
R <sub>s</sub> =	54,51	$R_s = \frac{(h_{tr} - 0.2S)^2}{h_{tr} + 0.8S}$	
Coefficiente di laminazione			
ε =	0,70		
Portata al colmo di piena			
Q (m <sup>3</sup> /s) =	79,00		

## 5.5 ANALISI DELLA RIDEFINIZIONE URBANISTICA

La ridefinizione urbanistica dell'area in oggetto non è supportata da un progetto per tanto non è possibile valutare il volume di compensazione.

La stima viene fatta tenendo conto delle indicazioni del D.D.G. n. 102 del 23/06/21 voce A - A.1.

L'area soggetta a ridefinizione urbanistica ha una superficie inferiore ai 10.000 m<sup>2</sup>, è, pertanto che vi si possono applicare i requisiti minimi per la realizzazione di sistemi di raccolta, infiltrazione e/o laminazione delle acque piovane. Il volume complessivo di tali sistemi "non potrà essere inferiore a 500 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante impermeabile interna alle suddette zone, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a verde e non compattate".

Nel caso di modesti interventi di ristrutturazione, demolizione e ricostruzione o rifacimento di pavimentazione, per una superficie inferiore a 1000 m<sup>2</sup>, che comportino incremento di superficie coperta e/o impermeabilizzata, si farà ricorso all'installazione di pozzi perdenti per un volume di 5 m<sup>3</sup> per ogni 100 m<sup>2</sup> di superficie da verificare, preliminarmente, mediante un test di infiltrazione in situ.

Il coefficiente di deflusso per la definizione idrologica è 0,3 (aree permeabili), in caso di intervento di trasformazione bisognerà tenere conto dell'effetto del rimodellamento delle superfici e gli effetti di una variazione di permeabilità per compattazione.

## 5.6 MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

La nuova destinazione urbanistica a "Spazio pubblico a verde di progetto" e "viabilità di progetto".

prevede la limitata impermeabilizzazione delle aree destinate a viabilità il cui potenziale di alterazione dell'equilibrio morfologico e/o idraulico è trascurabile, così come l'invarianza idrologica prodotta.

Tuttavia, eventuali interventi (nei limiti dei parametri urbanistici già descritti) potranno essere realizzati a condizione che vengano rispettate le seguenti prescrizioni:

- ✓ pavimentazioni di superfici di grandi dimensioni dovranno essere realizzate con materiali drenanti e/o comunque prevedere opere di compensazione;
- ✓ interventi che comportino impermeabilizzazioni e quindi riduzione delle superfici permeabili dovranno essere accompagnati da adeguate soluzioni progettuali di compensazione finalizzati a mantenere ed incrementare la capacità di infiltrazione dei suoli, secondo "Tipologie costruttive per la realizzazione dei Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile (SUDS)";
- ✓ per eventuali strade di collegamento dovrà essere assicurata la continuità del deflusso delle acque;
- ✓ eventuali interventi di demolizione di porzioni di fabbricato esistenti dovranno prevedere il ripristino delle condizioni di porosità dei terreni e deflusso superficiale delle acque;
- ✓ l'area non è servita da pubblica fognatura, eventuali impianti di smaltimento dei reflui dovranno tenere conto delle caratteristiche granulometriche dei terreni e della falda;
- ✓ la progettazione di singoli interventi dovrà prevedere, sulla base di una dettagliata analisi dello stato di fatto, la ricostituzione di qualsiasi collegamento con fossati e scoli di vario tipo eventualmente esistenti, che non dovranno subire interclusioni o comunque perdere la loro preesistente funzione.

## 6 CONCLUSIONI

La presente relazione, supportata da una campagna d'indagine geognostico-geofisica, ha consentito di valutare le condizioni geologiche e soprattutto idrogeologico del suolo e del sottosuolo dell'area interessata

dalla «Variante urbanistica di un lotto di terreno sito in Trapani, Villa Rosina estesa mq. 960 circa, censita al N.C.T., foglio di mappa n. 20, particella 504, CIG: Z213700F1F».

Nel lotto indagato, la cui superficie è inferiore ai 1000 m<sup>2</sup>, non è previsto alcun progetto il che non compromette l'attuale configurazione.

Le trasformazioni proposte dall'amministrazione comunale sono di piccola entità o trascurabili e garantiscono la sicurezza della popolazione, la protezione delle infrastrutture, la salvaguarda delle attività economiche e la tutela dell'ambiente.

L'area in studio non risulta soggetta a dissesti idraulici anche potenziali, non si può, quindi, indicare e valutare il livello di pericolosità.

Nel lotto e nell'immediato intorno non si ravvisano forme particolari di dissesto legate alla gravità e alle precipitazioni, come si evince dal piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (P.A.I.), del bacino idrografico del Fiume Lenzi-Baiata (049) nelle carte, dei dissesti, della pericolosità e del rischio geomorfologico, della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione, del rischio idraulico per fenomeni di esondazione, redatte ai sensi dell'Art. 1 del D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L. 267/98 e SS. MM. II., aggiornato al 2010, del dipartimento regionale dell'ambiente, servizio 3 "assetto del territorio e difesa del suolo" dell'Assessorato Territorio e Ambiente della regione siciliana.

L'area indagata e il lotto in esame non presentano livelli di pericolosità geomorfologica di tipo P1, P2, P3 e P4, e quindi non presenta livelli di rischio geomorfologico del tipo R1, R2, R3 ed R4, e non ricade entro siti d'attenzione.

L'area non è interessata da aree SIC E ZPS.

Secondo la classificazione sismica della Regione Siciliana, il Comune di Trapani rientra in zona 2, con valori di "ag" (Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni) compresi tra 0,15 e 0,25 (0,15 < ag < 0,25).

Le condizioni idrogeologiche riscontrate nel sottosuolo mostrano che nello strato alluvionale della copertura è presente la falda freatica di tipo libero, limitata alla base dalle argille del substrato, e con livello piezometrico che si attesta tra i 3 e 4 m dal piano di campagna. La presenza della falda comporta significative variazioni delle caratteristiche geomeccaniche delle rocce serbatoio o del substrato e possono determinare risposte sismiche locali differenziate.

Nel lotto e nell'immediato intorno non ci sono corsi d'acqua o canalizzazioni che possano determinare problemi legati all'esondazione, l'area si può considerare priva di potenziali pericolosità idrauliche.

Per eventuali interventi successivi alla ridefinizione urbanistica si dovrà tenere conto delle seguenti prescrizioni:

- pavimentazioni di superfici di grandi dimensioni (ad es. parcheggi) dovranno essere realizzate con materiali drenanti e/o comunque prevedere opere di compensazione;
- interventi che comportino impermeabilizzazioni e quindi riduzione delle superfici permeabili dovranno essere accompagnati da adeguate soluzioni progettuali di compensazione finalizzati a man-

tenere ed incrementare la capacità di infiltrazione dei suoli, secondo “Tipologie costruttive per la realizzazione dei Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile (SUDS)”;

- per eventuali strade di collegamento dovrà essere assicurata la continuità del deflusso delle acque verso le porzioni più depresse;
- eventuali interventi di demolizione di porzioni di fabbricato esistenti dovranno prevedere il ripristino delle condizioni di porosità dei terreni e deflusso superficiale delle acque;
- l’area non è servita da pubblica fognatura, eventuali impianti di smaltimento dei reflui dovranno tenere conto delle caratteristiche granulometriche dei terreni e della falda;
- la progettazione di singoli interventi dovrà prevedere, sulla base di una dettagliata analisi dello stato di fatto, la ricostituzione di qualsiasi collegamento con fossati e scoli di vario tipo eventualmente esistenti, che non dovranno subire interclusioni o comunque perdere la loro preesistente funzione.

Per quanto fin qui riportato l’area si ritiene stabile a basso rischio sismico, compatibile idraulicamente con l’equilibrio idrogeologico dell’intorno, idonea alla ridefinizione urbanistica, a suscettività d’uso non condizionata.

Trapani; 21/10/2022

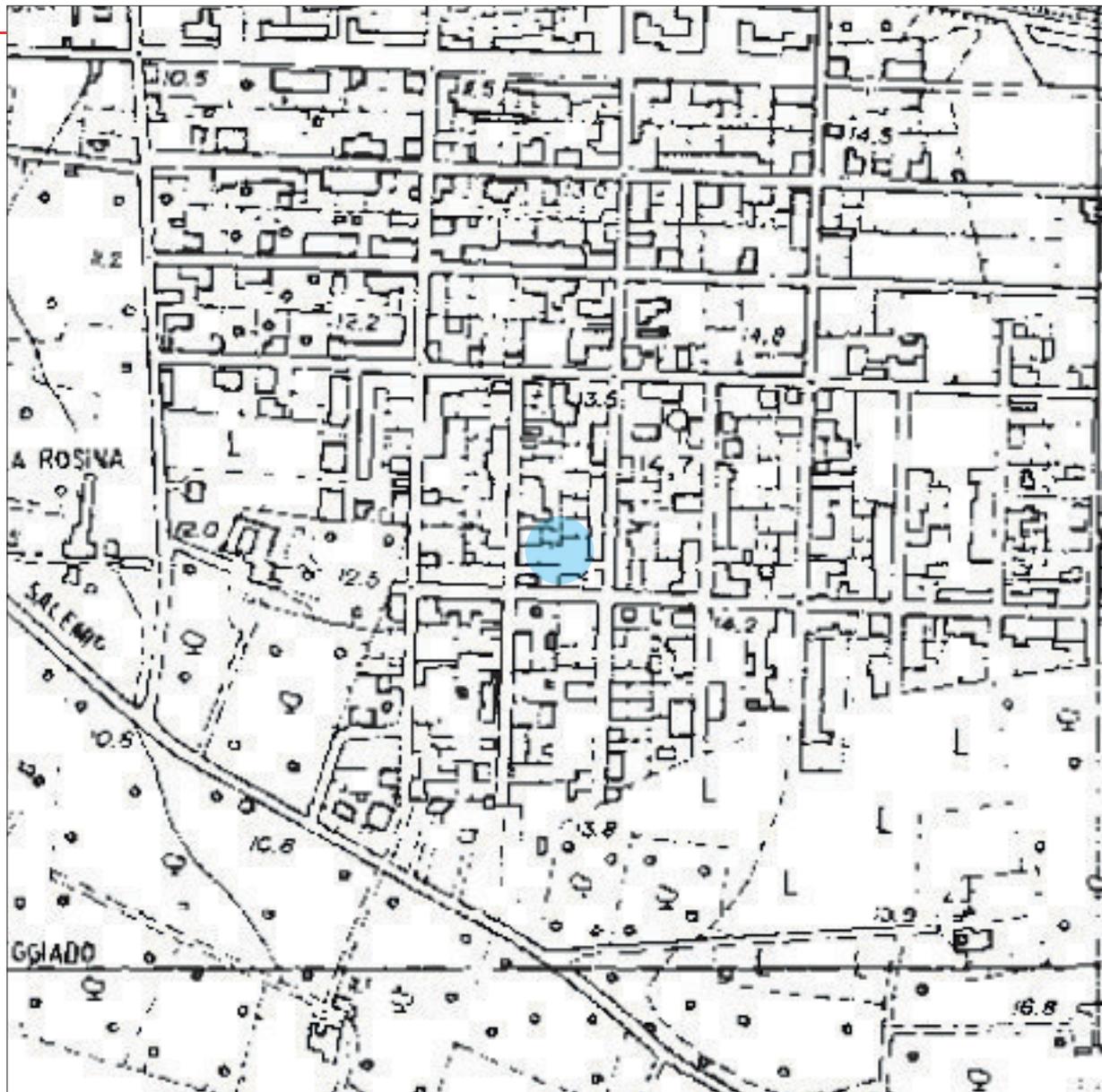
Il Geologo

Dott. Mario Francesco Novara

(Ordine regionale dei Geologi di Sicilia n. 2870 sez. A)

# ELABORATI

# STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO - Scala 1/10000



REPUBBLICA ITALIANA



**Regione Siciliana**  
**Assessorato Territorio e Ambiente**  
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

## Piano Stralcio 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 Lenzi - Baiata

 Ubicazione lotto

#### LIVELLI DI PERICOLOSITA'

-  P0 basso
-  P1 moderato
-  P2 medio
-  P3 elevato
-  P4 molto elevato
-  Sito d'attenzione

#### LIVELLI DI RISCHIO

-  R1 moderato
-  R2 medio
-  R3 elevato
-  R4 molto elevato

Geol. Novara Mario Francesco  
Committente Comune di Trapani

STRALCIO DELLA CARTA DEI DISSESTI  
Scala 1/10000



REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio 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  
Lenzi - Baiata**

 Ubicazione lotto

**FENOMENI FRANOSI**

-  Crollo e/o ribaltamento
-  Colamento rapido
-  Sprofondamento
-  Scorrimento
-  Frana complessa
-  Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
-  Colamento lento
-  Area a franosità diffusa
-  Deformazione superficiale lenta
-  Calanco
-  Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

**STATO DI ATTIVITA'**

-  Attivo
-  Inattivo
-  Quiescente
-  Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Geol. Novara Mario Francesco  
Committente Comune di Trapani

# STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE Scala 1/10000



REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO REGIONALE DELL'AMBIENTE  
Servizio 3 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

**Piano Stralcio 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 Lenzi-Baiata (049)

- 1° Aggiornamento "Parziale"

 Ubicazione lotto



P1 Pericolosità bassa



P2 Pericolosità moderata



P3 Pericolosità alta

Geol. Novara Mario Francesco  
Committente Comune di Trapani

STRALCIO DELLA CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO PER FENOMENI  
DI ESONDAZIONE Scala 1/10000



REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO REGIONALE DELL'AMBIENTE  
Servizio 3 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

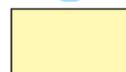
Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 e ss. mm. ii.)

- Bacino Idrografico del Fiume Lenzi-Baiata (049)

- 1° Aggiornamento "Parziale"

Ubicazione lotto



R1 Rischio moderato



R2 Rischio medio



R3 Rischio elevato



R4 Rischio molto elevato

Geol. Novara Mario Francesco  
Committente Comune di Trapani

# AEROFOTOGRAMMETRIA

Scala 1/25 000

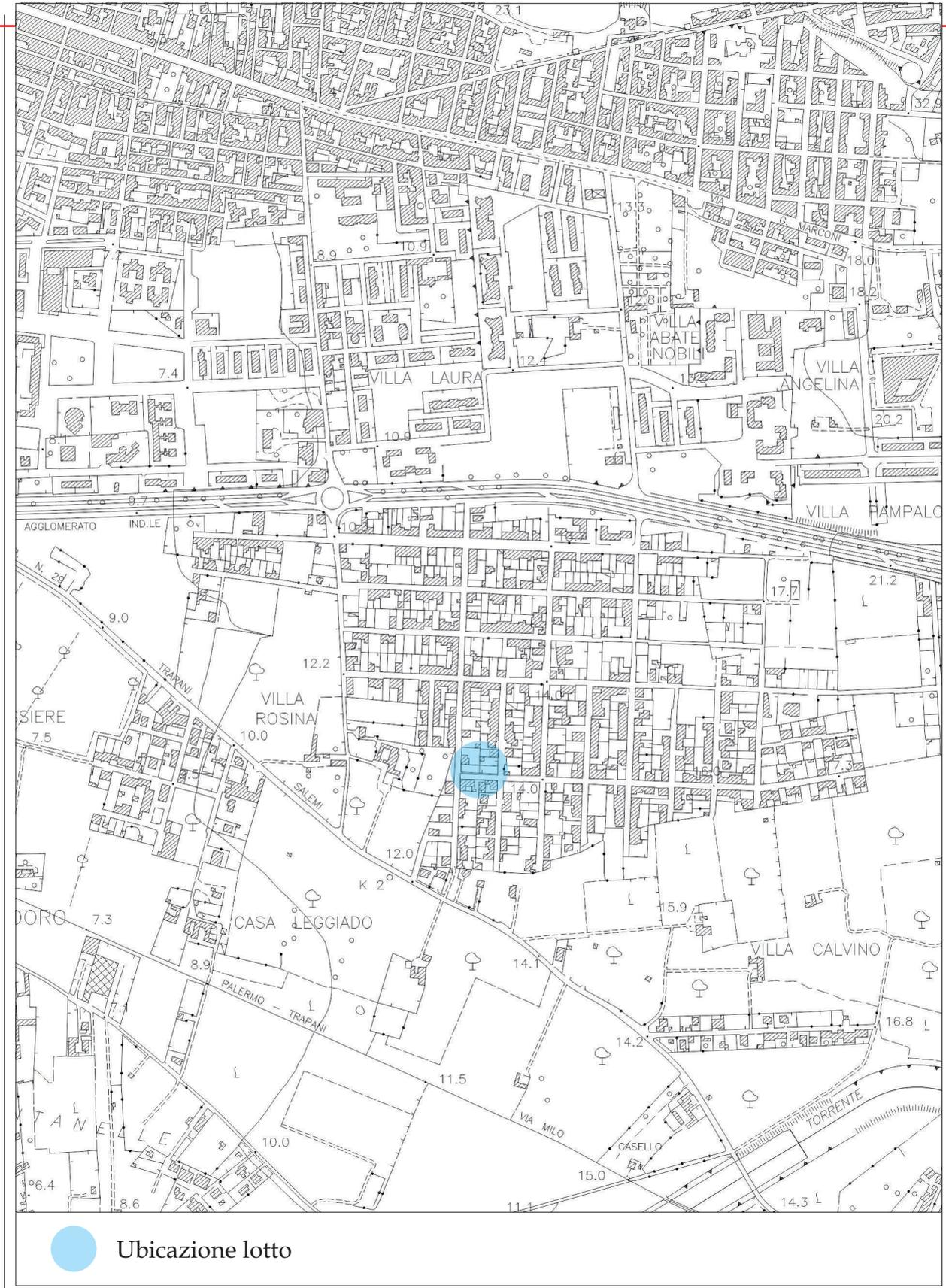


Ubicazione lotto

Geol. Novara Mario Francesco  
Committente Comune di Trapani

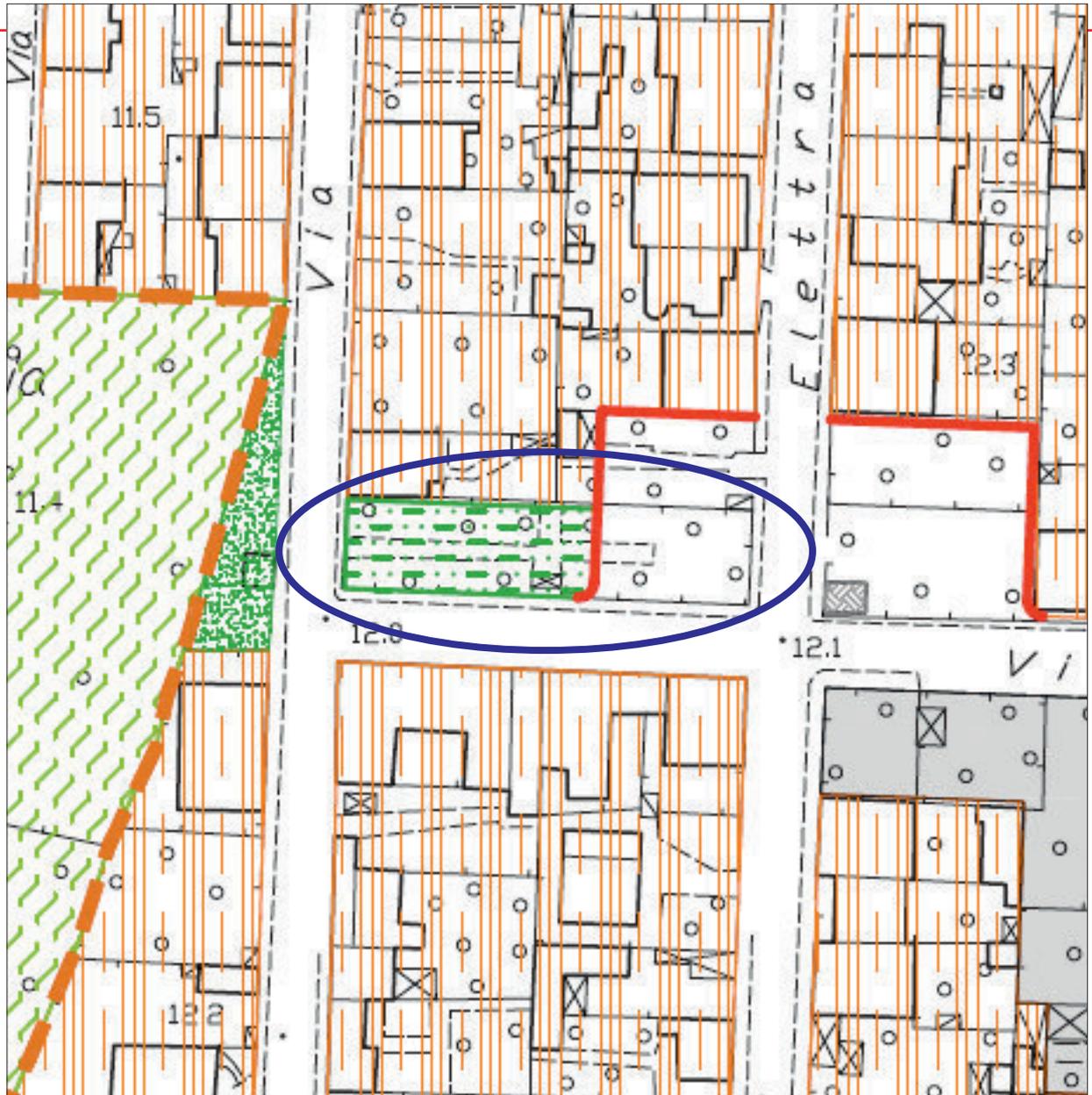
# AEROFOTOGRAMMETRIA

Scala 1/10 000



Geol. Novara Mario Francesco  
Committente Comune di Trapani

STRALCIO DEL PRG  
Scala 1/2000



Legenda



Lotto in esame



**Fv - spazi pubblici a verde di progetto**



Viabilità di progetto

FOTO SATELLITARE  
Scala 1/1000



 Ubicazione lotto

Geol. Novara Mario Francesco  
Committente Comune di Trapani

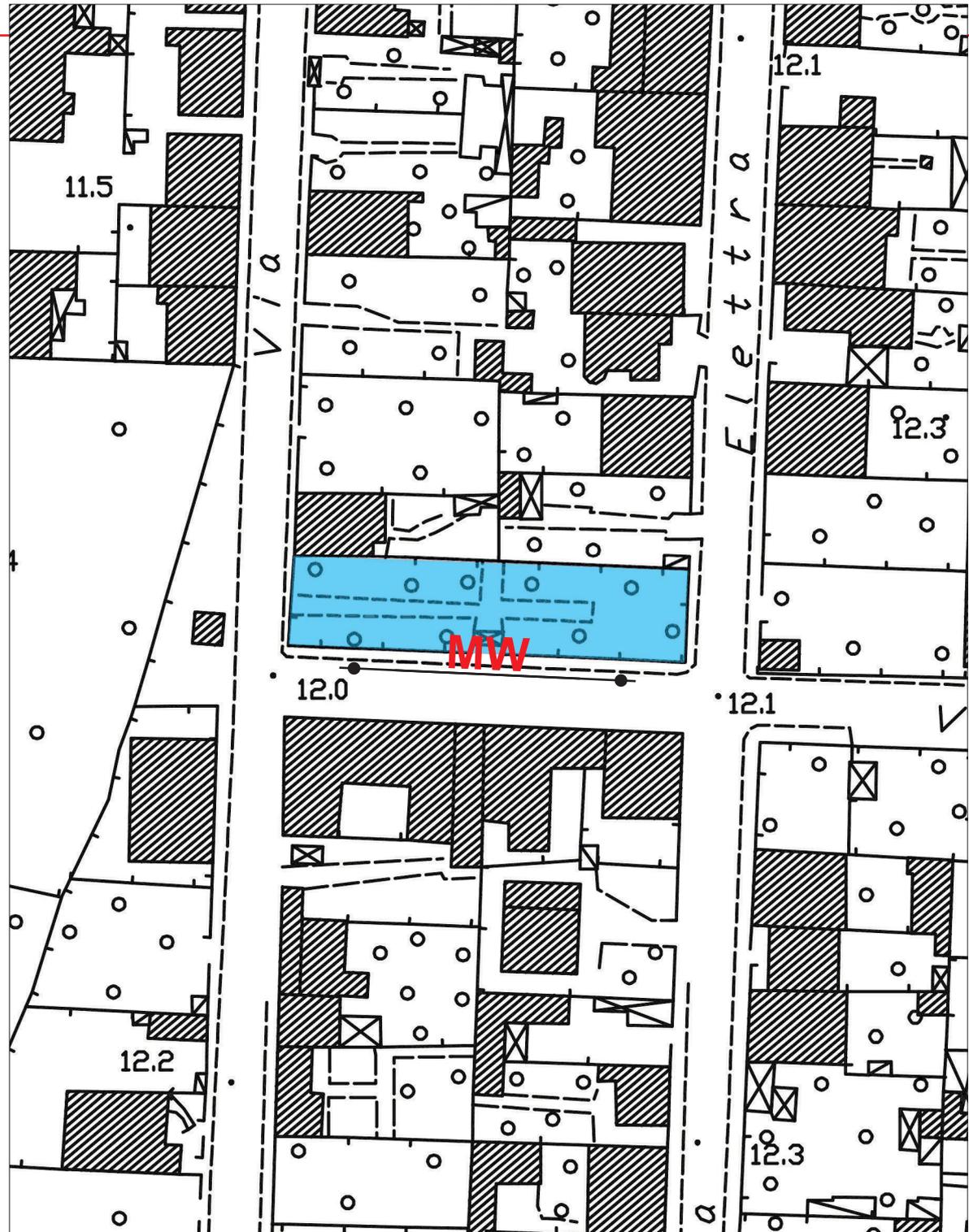
# STRALCIO CATASTALE

## Scala 1/2000



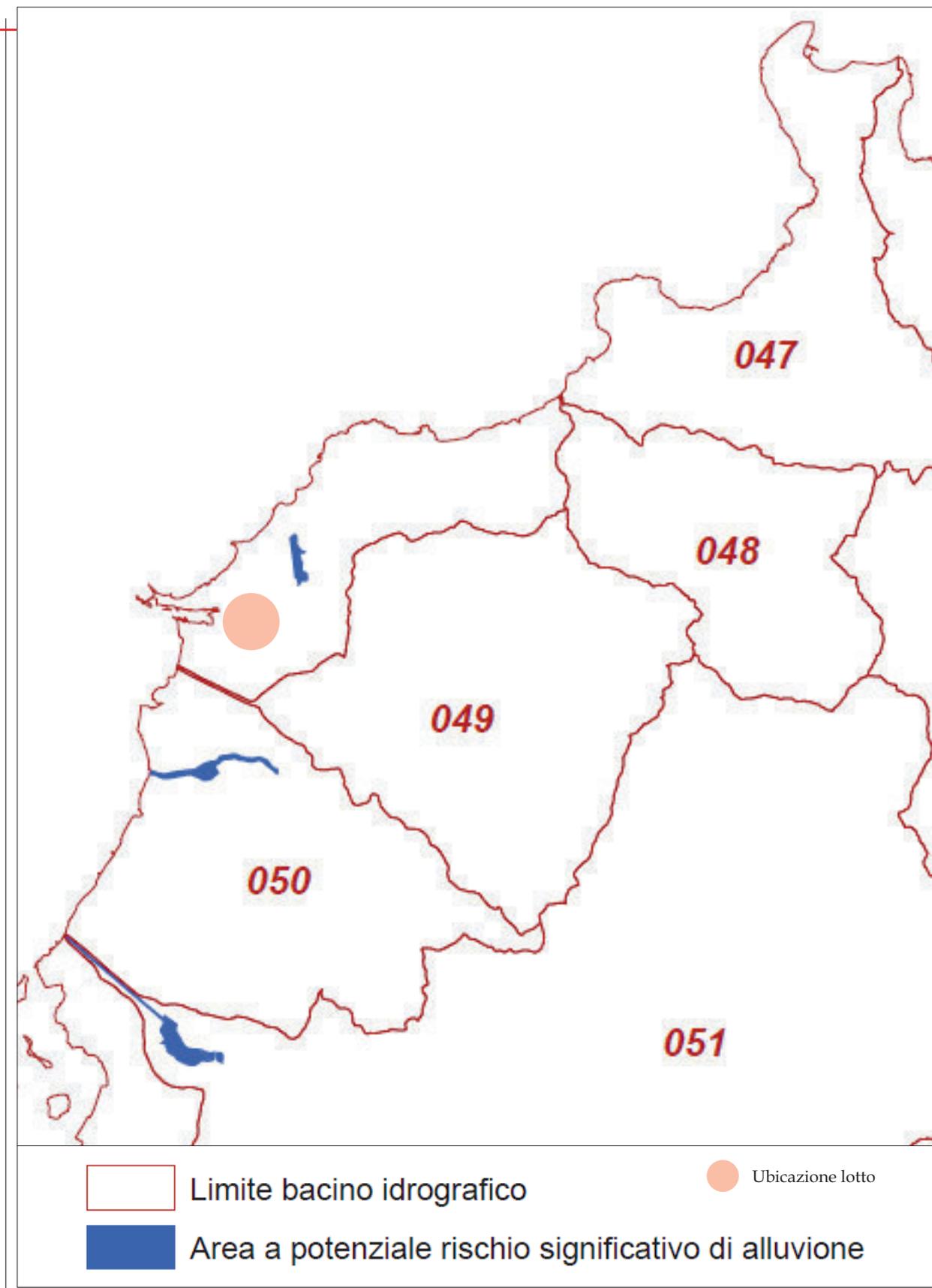
Geol. Novara Mario Francesco  
Committente Comune di Trapani

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI  
Scala 1/1000



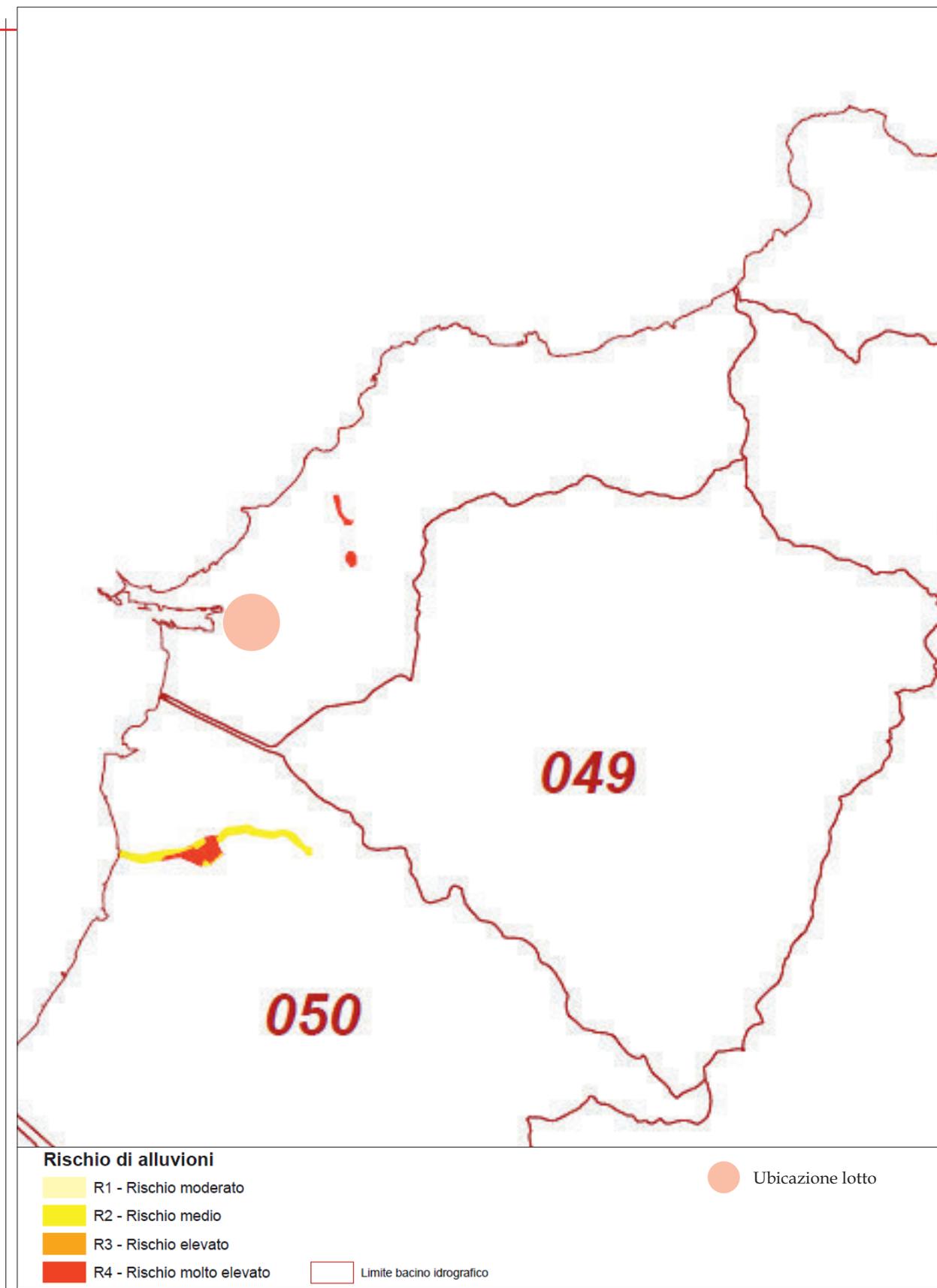
Geol. Novara Mario Francesco  
Committente Comune di Trapani

Stralcio della Mappa delle Aree a potenziale rischio significativo di alluvione (APSRF) II ciclo di gestione



Geol. Novara Mario Francesco  
Committente Comune di Trapani

Stralcio della Mappa del Rischio di Alluvioni II ciclo di gestione  
Tav. AdBD Sicilia - FHRM ClassRisk



Geol. Novara Mario Francesco  
Committente Comune di Trapani