

Studio di Geologia Tecnica & Ambientale
Dott. Geol. Destro Zino
cell. 3384395125 e-mail zinodestro@yahoo.it

Via Italo Svevo, 10
95040 Ramacca (CT)

C.F. DST ZNI 67S24 Z133Q
P.IVA 03951970874

COMUNE DI SCORDIA

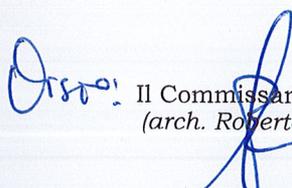
Oggetto: Studio di compatibilità idraulica dell'area interessata dagli adempimenti necessari all'assegnazione della destinazione urbanistica delle aree individuate nel N.C.T. al foglio di mappa 25 particelle 1170-1131-93, nel Comune di Scordia, al fine di dare esecuzione alla sentenza del T.A.R. Sicilia (sezione seconda) di Catania n.997/2019

Ditta: Comune di Scordia (CT)

Elaborati:

1.Relazione di compatibilità-idraulica

Ramacca, li 20/11/2023


Il Commissario ad acta
(arch. Roberto Brocato)



Ing. Sebastiano Di Stefano



Dott. Geol. Destro Zino

INDICE

1. PREMESSA
2. QUADRO NORMATIVO VIGENTE
3. CONFIGURAZIONE IDRO-GEOMORFOLOGICA DELL'AREA
4. CALCOLO DELLA PRECIPITAZIONE DI PROGETTO
 - 4.1 Analisi idrologiche
 - 4.2 Identificazione delle sottozone idrologiche
 - 4.3 Analisi statistica delle piogge di notevole intensità
 - 4.4 Determinazione delle piogge suborarie
5. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA
 - 5.1 Il metodo cinematico o razionale
6. VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE
7. VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO
 - 7.1 Il Metodo del Soil Conservation Service – Curve Number
8. CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA
9. VERIFICA IDRAULICA DI MASSIMA DELLA SEZIONE
10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

ALLEGATI:

All.1 Corografia
All.2 Stralcio PAI

scala 1:10.000
CTR 640110 N.10

1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la verifica di compatibilità idraulica nel rispetto dell'allegato 1 e 2 del D.A. n.117 del 07/07/2021, al fine di valutare le aree suscettibili di allagamento utilizzando analisi idrologico-idrauliche semplificate.

L'area di studio è interessata dagli adempimenti necessari per l'assegnazione della destinazione urbanistica, al fine di dare esecuzione alla sentenza del T.A.R. Sicilia (sezione seconda) di Catania n.997/2019. L'area ricade a sud del centro urbano di Scordia in un tratto di via Aldo Moro in catasto al foglio di mappa 25 particelle 1170-1131-93. (Fig.1)

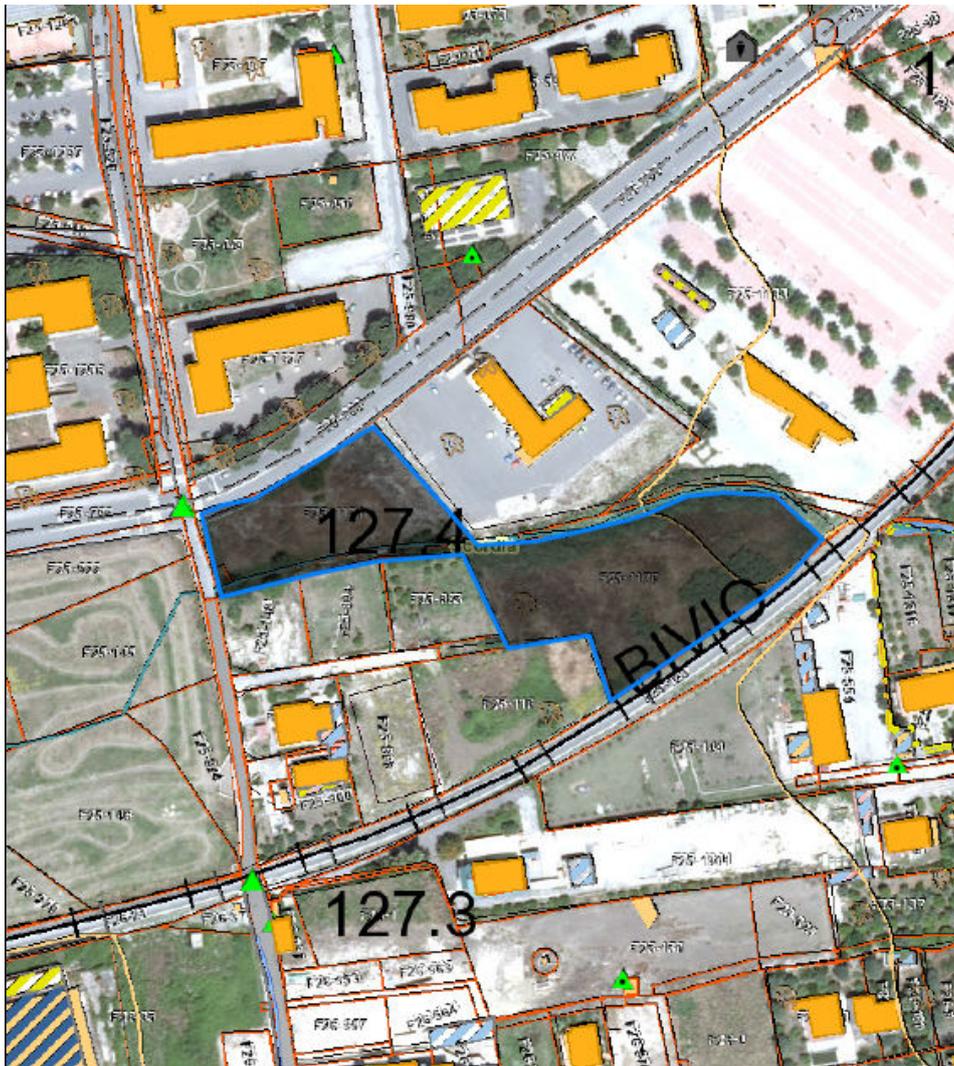


Fig.1 Inquadramento catastale dell'area di interesse

Ricade topograficamente nella tavoletta I N-E foglio 273 della carta d'Italia dell'I.G.M. scala 1:25.000 denominata "Scordia"; tra la quota 127 a 122 metri s.l.m., ed è rappresentata nello stralcio CTR 640110. (AII.1)

Sull'area non grava nessun vincolo di rischio idrogeologico, così come stabilito dal D.L. n.180/98 e succ.mod. e dal nuovo piano per l'assetto idrogeologico così come individuato nella CTR 640110 n.10 "Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico"- Decreto Presidenziale giugno 2004, "Approvazione del piano di bacino per l'assetto idrogeologico del fiume di San Leonardo". (AII.2)

L'area si sviluppa lungo un tratto del fosso Archi da ovest verso est, comprendendo per la prima parte quella sinistra al fosso con le particelle 1131 e 93, e per l'altra parte quella a destra più a valle con la particella 1170 adiacente la ferrovia.

Attualmente l'area è priva di coltivazioni e di edificazioni (foto n.1-2-3).



Foto n.1 Tratto di terreno adiacente la via Aldo Moro particelle 93-1131



Foto n.2 Tratto del fosso Archi adiacente la particella 1131



Foto n.3 Tratto di terreno adiacente la ferrovia particella 1170

2. QUADRO NORMATIVO VIGENTE

Con l'emanazione della "Direttiva 2007/60/CE", relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni e l'approvazione del D.P.C.M 7 marzo 2019 del Piano di gestione del rischio alluvioni del distretto idrografico della Sicilia, si dispone di un quadro di riferimento per la gestione dei fenomeni alluvionali con la redazione del "Piano di Gestione del Rischio Alluvioni" (PGRA).

Il PGRA persegue l'obiettivo, così come previsto nell'art. 1 comma 1 della "Direttiva 2007/60/CE", di ridurre le conseguenze negative per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali derivanti dalle stesse alluvioni anche al fine dello sviluppo sostenibile della comunità. Il PGRA è redatto ai sensi dell'art. 7 del D.Lgs 49/2010 nell'ambito delle attività di pianificazione di cui agli artt. 65, 66, 67 e 68 del D.Lgs. 152/2006.

Il PGRA, stabilisce che i Comuni, nella stesura o aggiornamento dei piani urbanistici generali o attuativi, debbano verificare la compatibilità idraulica delle previsioni degli strumenti urbanistici con i livelli di pericolosità indicati dal Piano.

Attualmente, sono state emanate l'Atto di indirizzo del Segretario Generale (prot. 6834 del 11 ottobre 2019) avente ad oggetto "Attuazione delle misure della pianificazione distrettuale relativa all'applicazione dei principi di invarianza idraulica – indirizzi applicativi", il D.A. n.117 del 07/07/2021 "Riferimenti tecnici e normativi per lo studio di compatibilità idraulica" che costituisce il riferimento tecnico e normativo, al fine di dare attuazione alla misura di salvaguardia del PGRA, nonché all'attuazione del principio di invarianza idraulica e/o idrologica delle trasformazioni urbanistiche e all'adozione delle tecniche di drenaggio urbano sostenibile (SUDS).

3. CONFIGURAZIONE IDRO-GEOMORFOLOGICA DELL'AREA

L'area urbana di Scordia si sviluppa all'interno di un sistema orografico che si delinea dalla zona nord-ovest con rilievi collinari dove sviluppa una idrografia principale nel vallone del Loddiero, ed

una secondaria minore individuabile attraverso vari impluvi naturali presenti a ovest dell'area in studio tra cui il fosso Archi di nostro interesse. L'area si esplica attraverso un'area collinare costituita da calcareniti e in subordine da vulcaniti che sono ricoperti a valle dalle argille marnose pleistoceniche su cui giace una pianura alluvionale, che durante e dopo gli eventi piovosi permettono l'afflusso delle acque che si riversano dai versanti collinari circostanti.

Dal punto di vista idrogeologico nell'area i terreni presenti possono essere classificati a permeabilità medio-alta. Infatti questi terreni comportano l'esistenza di livelli limoso-sabbiosi-ghiaiosi, in subordine limoso-argillosi di potenza variabile caratterizzati da una permeabilità medio-bassa la dove prevale la frazione fina (compresa mediamente 10^{-4} cm/s - 10^{-5} cm/s), mentre è medio alta dove è presente alla base un orizzonte molto permeabile di ciottoli con ghiaia (mediamente 10 cm/s - 10^{-3} cm/s). Questi terreni hanno come basamento impermeabile le argille marnose grigio azzurre del Pleistocene inferiore (vedi studio geologico).

Per la valutazione delle caratteristiche morfometriche è stato necessario identificare l'attuale area di bacino (fig.2), in quanto il recettore del bacino originario posto più a monte risulta modificato.

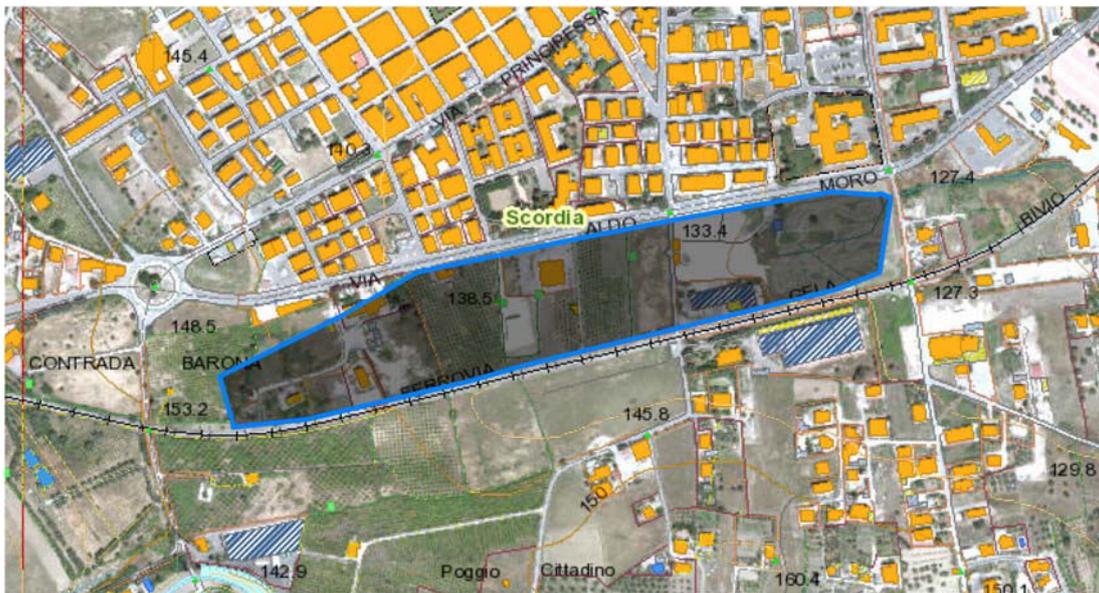


Fig.2 Inquadramento dell'area di bacino a monte dell'area di interesse

Infatti la sezione di raccordo a valle, a seguito dell'espansione dell'edificazione del centro abitato di Scordia in c/da Perraredda e Barona avvenuta tra gli anni '70 e '90 hanno determinato il ricoprimento dell'originario del percorso verso via Principessa di Piemonte fino al nuovo imbocco, grazie alle ultime modifiche attuate dall'amministrazione comunale.

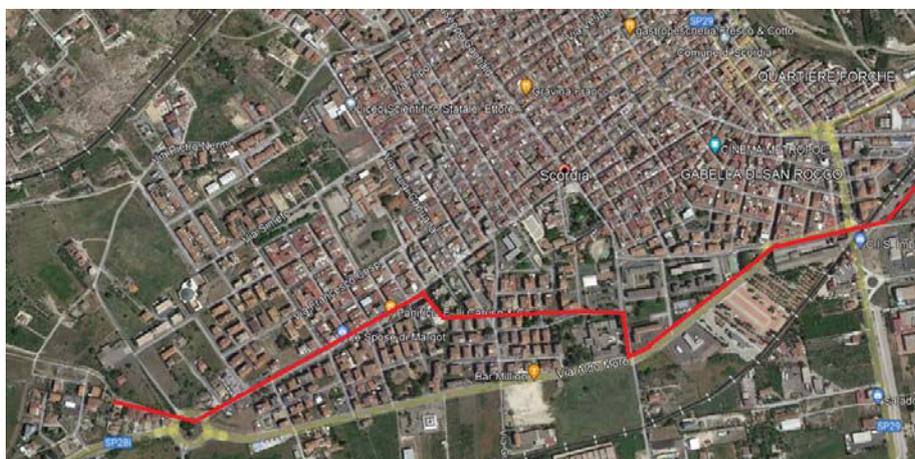


Fig.3 Percorso intubato del fosso Archi a monte dell'area di interesse

L'imbocco infatti è stato deviato in direzione nord-est verso il vallone a nord di Scordia. Nell'immagine seguente si riporta la planimetria indicativa su foto aerea del nuovo percorso del fosso Archi nel centro abitato (**fig.3**).

Inoltre anche la presenza della ferrovia ha agito sul versante sud che intercetta le acque lungo il suo percorso, per immetterle a valle dell'area di interesse (**foto n.4**). Pertanto il bacino di deflusso risulta un'area delimitata a nord dalla via Aldo Moro e a sud dalla ferrovia. (**foto n.5**)



Foto n.4 Tratto di bacino adiacente la ferrovia



Foto n.5 Tratto di bacino tra la via Aldo Moro e la ferrovia

4. CALCOLO DELLA PRECIPITAZIONE DI PROGETTO

Partendo dai dati disponibili relativi alle precipitazioni, è stata eseguita un'analisi statistica finalizzata a valutare le curve di probabilità pluviometrica per diversi valori del tempo di ritorno dell'evento piovoso.

Per il calcolo della portata da accumulare si è considerato un tempo di ritorno di 50 anni e una superficie di 108.358 m² pari alla superficie di bacino idrografico di interesse.

4.1 Analisi idrologiche

Ai fini dell'analisi degli eventi estremi, i dati di base utilizzati, che fanno riferimento all'area oggetto di studio, si restringono a quelli relativi alle piogge massime annue, registrate per le durate prefissate di 1, 3, 6, 12, 24 ore, osservati nella stazione più vicina di riferimento, quella di Lentini.

Tali dati sono stati attinti dagli annali del servizio idrografico regionale. Per effettuare tale calcolo è stata eseguita un'analisi statistica sui dati delle precipitazioni medie annue della stazione pluviometrica relativamente al periodo 1952-2018.

Di seguito i dati pluviometrici relativi alle stazioni di Lentini per durate pari a 1,3,6,12,24 ore.

STAZIONE PLUVIOMETRICA LENTINI CITTÁ					
EVENTI PIOVOSI MASSIMI ANNUALI DI DURATA 1, 3, 6, 12 E 24 ORE					
ANNO	durata (ore)				
	1	3	6	12	24
1952	27,6	45	61	75,8	76,6
1953	55	75,6	94,4	136	188
1954	23,2	38,2	48,8	53,6	63,4
1955	31	38,2	43	50,8	60
1956	51,6	67,2	69	69,2	83,4
1957	59	80	101,6	120,4	185,4
1958	29,4	47,2	65,8	78,4	88,2
1959	60	101	167,4	234	235,6
1960	25	51,8	68,4	89,6	96,6
1961	21,8	38,4	49,8	57,4	60,6
1962	87,8	107,8	134,8	137,8	185
1963	19,2	19,2	24,2	37	39,4
1964	32,6	49,6	78	135,4	179,8
1965	22,4	44,4	50,4	81,2	88,8
1966	36,8	42,2	56,8	59,8	104,6
1967	27,2	42,4	49,4	91	115,2
1968	26,4	32,2	53,2	84,4	110,2
1969	51	128	174,2	209	279,2
1970	13	17	19,6	30,2	36,6
1971	22,4	45,6	58,4	72,6	78,8
1972	21	22,2	22,8	31	44,8
1973	54,8	64,8	68,8	104,2	105,4
1975	37,4	49,2	78	83	92,4
1976	37,4	39	68,2	86,4	119,6

1977	21,4	24,4	24,4	28	44,4
1978	20	25	34,6	54	57
1979	34,8	43	68	112,6	136
1980	17,8	21,8	28,2	39	55,8
1981	28,4	30,2	45,4	46,6	47,4
1982	17,4	30	35,8	44,2	65,4
1986	54,4	95,4	138,6	151,4	153,8
1987	16,8	20,4	26,6	52,2	59,8
1988	23	24,8	25,6	26,6	26,8
1989	21,4	42,6	61,2	63,4	63,4
1990	34,8	49	90	142,4	191
1991	34,2	79,2	109	113,8	124,4
1992	29	50	61,6	106	124,2
1993	28,2	35,6	57,2	88,6	112,2
1994	21,6	23	40	43,4	43,4
1995	30	41,2	56	70,2	71,4
1996	35,8	45,2	50	57	77,6
1997	68	89,8	96,6	119,4	136,6
1999	40	60	66	73,6	92
2001	56,6	68	69,2	69,6	71
2002	31,4	31,4	31,4	31,8	31,8
2003	35,8	45,2	50	57	77,6
2008	25,6	26,8	33,4	37,2	53,2
2009	28	40	59	79	95
2010	90,6	91	102,6	104	91
2011	24,8	40,8	51,2	66,8	74,2
2012	25,2	61	79,6	87,6	139,8
2013	36,6	51,4	58,4	59,6	65,2
2014	18	20	40	61,2	75,2
2015	35,6	48	95	115	133,8
2016	21	52	63,8	102	116
2017	26	53	78,8	113	133,4
2018	33	84,2	97	133	139

4.2 Identificazione delle sottozone idrologiche

L'analisi dei dati idrologici disponibili mediante leggi a carattere regionale ha consentito di identificare tre sottozone omogenee all'interno del territorio siciliano. Ad un livello di studio di maggior dettaglio (detto terzo livello di regionalizzazione) la sottozona pluviometrica del territorio provinciale, è stata ulteriormente parzializzata in 5 sottozone pluviometriche omogenee, sulla base delle seguenti considerazioni:

- raggruppamento su base statistica di massima delle stazioni;
- mantenimento del criterio geografico nella identificazione di porzioni definite e limitabili del territorio;
- coincidenza dei confini con gli spartiacque dei bacini principali.

Per la identificazione dei raggruppamenti statistici, è stata effettuata la suddivisione delle Maximum Values Series serie di piogge intense di tutte le serie sperimentali di piogge intense a disposizione.

Nel caso della provincia di Catania ed in particolare del territorio comunale di Scordia, la suddivisione è stata operata in funzione della affinità, determinata sulla base di tre considerazioni:

- analisi comparata delle rappresentazioni statistiche secondo l'espressione monomia $h=a \times t^n$ dei valori medi (riportata nel piano doppio-logaritmico);
- analisi delle singole rappresentazione nei confronti di quella relativa ai valori medi per ciascun segmento territoriale (nord, sud) identificato ad un più elevato livello di regionalizzazione (modello Tcev);
- la posizione dei siti strumentali di osservazione rispetto a considerazioni morfologiche ed idrologiche, quali la quota altimetrica, il versante di esposizione, i limiti dei bacini idrografici.

4.3 Analisi statistica delle piogge di notevole intensità

Lo studio della pioggia areale ha funzione sia in fase di valutazione dei volumi complessivamente ruscellabili su una porzione di territorio, sia al fine di determinare la altezza di pioggia per una località generica (di coordinate piane x°, y°) ove non siano disponibili registrazioni pluviografiche.

Al fine di determinare una stima di come le piogge possano distribuirsi sul territorio è stata eseguita una modellizzazione.

Le procedure cui si è fatto ricorso, in relazione allo studio sulle piogge intense di breve durata, anche ai fini di una caratterizzazione generale del territorio, sono state così sintetizzate:

- identificazione delle stazioni e le relative serie campionarie di interesse per ciascuno delle sottozone omogenee;
- un programma di calcolo numerico ha effettuato l'elaborazione, agli elementi finiti, dell'integrale esteso alla area relativa alla superficie di ciascun raggruppamento territoriale corrispondente, mediante la costruzione di un reticolo di riferimento e sulla base della georeferenziazione (nel sistema di coordinate chilometrico) dei siti di osservazione;
- il rapporto all'area effettiva del raggruppamento territoriale ha fornito l'afflusso ragguagliato.

Il procedimento è stato eseguito per ciascuna delle durate di pioggia di massima intensità (1h, 3h, 6h, 12h, 24h), fornendo così le corrispondenti serie ai singoli sottobacini (ciascuno dei quali discendente dall'analisi idrologica della sottozona di competenza).

Le serie relative ai singoli sottobacini gerarchici, la cui utilizzazione ha valore in analisi di dettaglio (che riguardano anche tutti i parametri geomorfologici), è stata modulata dal fattore di riduzione areale, per generare le piogge areali corrispondenti.

Determinati gli afflussi ragguagliati per sottobacino, per ciascuna durata e per tre tempi di ritorno (2, 5, 10, 20, 30, 50 e 100 anni) si sono determinate le espressioni analitiche delle curve segnalatrici di probabilità pluviometrica, relative alle serie sopra descritte. Tali espressioni sono state stimate sulla base della distribuzione asintotica di probabilità di Gumbel. Della applicazione di tale legge vengono forniti i parametri della distribuzione, calcolati con il metodo dei momenti.

Si sono così elaborati i dati di precipitazione massima annuale di durata (1h, 3h, 6h, 12h, 24h) riportati nella tabella sotto riportata.

Mediante l'elaborazione statistica dei suddetti dati sono state ricostruite le Curve di Probabilità Pluviometrica per la stazione considerata. Per la determinazione delle curve di probabilità pluviometrica è stata utilizzata la nota legge di Gumbel. Indicando con $P(x)$ la probabilità di non superamento della variabile idrologica x si può scrivere che:

$$P(x) = 1 - (1/T)$$

Nella formula, T è il tempo di ritorno della variabile x (numero di anni in cui la variabile è raggiunta o superata mediamente una sola volta). La funzione di probabilità di Gumbel è di tipo doppio esponenziale:

$$P(h_t) = \exp[-\exp(\alpha_t (h_t - u_t))]$$

ove:

- $P(h_t)$ è la probabilità di non superamento della variabile idrologica h_t ;
- a_t ed n_t sono i due parametri della legge di Gumbel, legati alla media μ (m_i) ed allo scarto quadratico medio σ (sigma) della variabile h_t dalle seguenti relazioni:

$$a_t = \frac{1,283}{\sigma}$$

$$n_t = \mu - 0,5572a$$

Per quanto sopra riportato, si ha che:

$$h_{t,T} = n_t - \frac{1}{a_t} \ln \ln \left| \frac{T}{1-T} \right|$$

Mediante quest'ultima relazione, una volta determinati i valori dei parametri caratteristici (a , n) della funzione per ogni durata dell'evento piovoso (1, 3, 6, 12 e 24 ore), si ottengono le curve di probabilità pluviometrica per ogni tempo di ritorno e per ogni durata dell'evento piovoso.

La formula binomia per la determinazione dell'altezza di pioggia tiene conto, quindi, della macrozona in cui è situata la stazione di osservazione (attraverso i parametri "a" ed "n") e di due fattori che sono la durata dell'evento e il periodo di ritorno dell'evento al quale si fa riferimento. In pratica, trattandosi di notazione probabilistica, si cerca quale evento ha la maggiore probabilità di non essere superato nel periodo di tempo considerato.

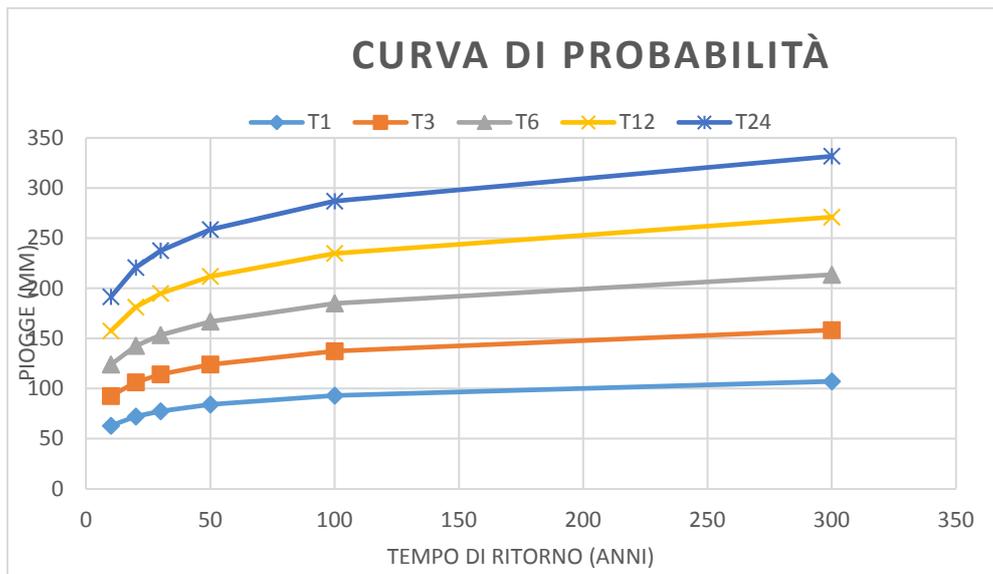
Nella tabella riassuntiva che segue sono indicati, per ogni durata di pioggia considerata, i parametri statistici fondamentali delle curve di probabilità pluviometrica, calcolati a partire dai dati pluviometrici contenuti nella tabella precedente:

STAZIONE PLUVIOMETRICA LENTINI CITTÁ					
PARAMETRI DELLE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA					
DURATA (ore)	1	3	6	12	24
N° ANNI ESAMINATI	57	57	57	57	57
MEDIA (μ)	34,003509	49,642105	65,442105	83,463158	99,936842
DEV. STANDARD (σ)	16,449945	24,414976	33,347622	42,247555	52,105294
n	0,078	0,0525	0,0385	0,0304	0,0246
a	33,96	49,6129	65,4207	83,4462	99,9231

Applicando la formula per il calcolo dell'altezza di pioggia $h_{t,T}$ sopra riportata, si ottengono i valori elencati nella seguente tabella:

STAZIONE PLUVIOMETRICA LENTINI CITTÁ'					
EVENTI PIOVOSI DI DURATA 1, 3, 6, 12 E 24 ORE					
TEMPO DI RITORNO (anni)	h max (mm)				
	1	3	6	12	24
10	62,81	92,48	123,87	157,47	191,4
20	72,04	106,19	142,57	181,15	220,66
30	77,35	114,08	153,32	194,77	237,5
50	83,98	123,94	166,77	211,8	258,54
100	92,94	137,23	184,91	234,77	286,92
300	107,06	158,22	213,53	271,02	331,72

Dalle elaborazioni sopra riportate, per la stazione pluviometrica considerata, sono state costruite le curve di probabilità pluviometrica di pioggia lorda, che sono riportate nel seguente grafico.



Curve di probabilità pluviometrica per la stazione di Lentini città per durate di 1, 3, 6, 12, 24 h e tempi di ritorno: 10, 20, 50, 100, 300 anni.

4.4 Determinazione delle piogge suborarie (di massima intensità e breve durata)

Le curve di probabilità pluviometrica sopra riportate, costruite con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore non possono essere estrapolate per valori della durata t inferiori a 1 ora, dal momento che le curve di possibilità pluviometriche ottenute elaborando dati di piogge con durata maggiore di un'ora non danno valori affidabili per piogge di durata inferiore ai 60 minuti (i valori ottenuti risulterebbero sottostimati rispetto a quelli che effettivamente si possono verificare). È però ben noto 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 60 minuti e relativa al tempo di ritorno T è dipendente solo dalla durata t espressa in minuti:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = f(t)$$

avendo indicato con f un simbolo funzionale.

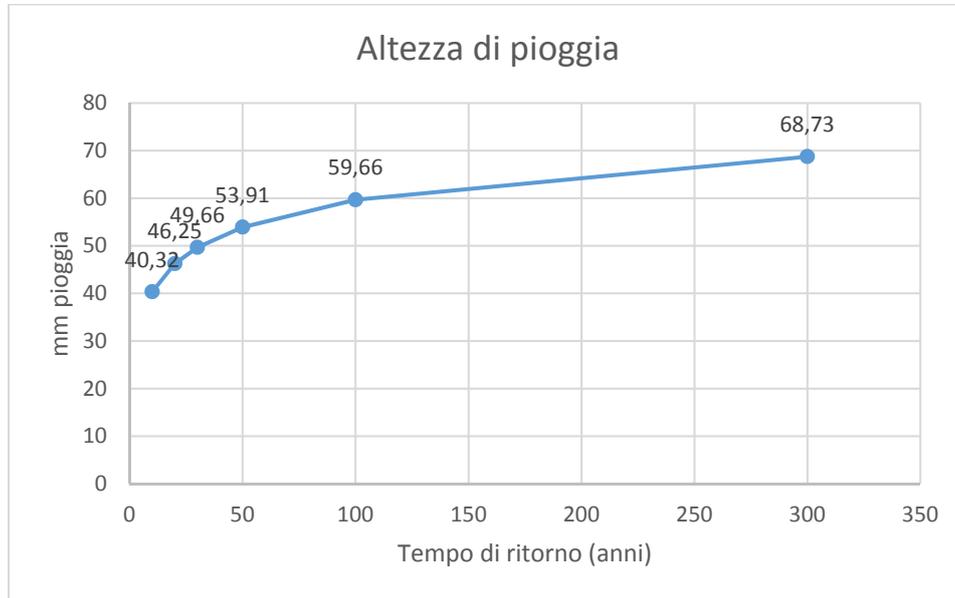
Per il calcolo dell'altezza di pioggia di durata desiderata e della conseguente portata effluente critica si è utilizzata la formula elaborata da Bell, valida per piogge di durata inferiore ai 60 minuti. La formula è la seguente:

$$h_{d,T} / h_{60,T} = 0,54 * d^{0,25} - 0,50$$

e consente di calcolare l'altezza di pioggia $h_{d,T}$ di durata d inferiore ai 60 minuti e tempo di ritorno T a partire dal valore $h_{60,T}$ ottenuto dalla curva di possibilità pluviometrica relativa allo stesso tempo di ritorno T .

Partendo dalle curve di probabilità pluviometrica sopra determinate, si ottengono i valori dell'altezza critica per la durata di 20 minuti e i tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100 e 300 anni, riassunti nella tabella che segue.

ALTEZZE MASSIME DI PIOGGIA PER DURATA DI 10 MINUTI (calcolate con la formula di Bell)						
Tempi di ritorno (anni)	10	20	30	50	100	300
h (mm)	40,32	46,25	49,66	53,91	59,66	68,73



Rappresentazione della previsione della pioggia di durata di 20 minuti.

5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

In riferimento alle considerazioni espresse relativamente all'assetto idrografico del corso d'acqua, al fine di effettuare una corretta valutazione della portata di piena, si è individuato il bacino idrografico. Gli elementi utili per ottenere una stima delle portate di piena in un bacino idrografico sono diversi: la geologia, la morfologia, il clima e la copertura vegetale. Dalla geologia infatti può dipendere la pendenza, la permeabilità, il percorso di un corso d'acqua quindi la morfologia stessa del bacino, mentre il clima può influenzare sia le precipitazioni più o meno abbondanti, sia l'intensità che possono influenzare la saturazione del suolo e quindi una più o meno capacità del terreno di assorbire acqua.

Di questi elementi quelli a cui noi possiamo fare riferimento come dati quantitativi sono la precipitazione, la geologia e la morfologia. Mentre per quello che riguarda l'evapotraspirazione non abbiamo elementi sufficienti per poter utilizzare questo parametro, che influenza il coefficiente di deflusso. Pertanto questo ultimo parametro è stato ricavato da formule empiriche ampiamente utilizzate in letteratura.

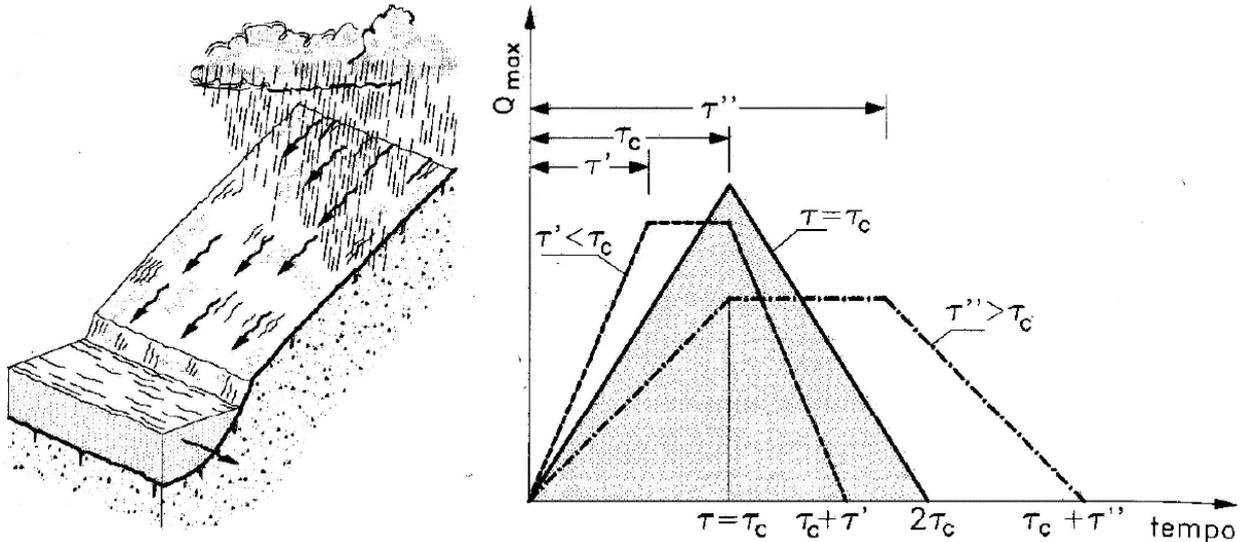
5.1 Il metodo cinematico o razionale

Le formule analitiche forniscono la massima portata al colmo di piena in funzione di parametri morfometrici del bacino e della pioggia che genera il fenomeno di piena. Esse costituiscono una base di calcolo ed una semplice forma di bilancio idrologico. La prima formulazione impiegata per mettere in relazione la portata al colmo di piena con le precipitazioni è la formula razionale; questa espressione è usata ipotizzando che la massima portata al colmo per un assegnato tempo di ritorno si verifichi quando la pioggia critica ha una durata pari al tempo di concentrazione del bacino, inteso

come il tempo necessario affinché giungano alla sezione di chiusura i contributi caduti sulla parte del bacino con tempo di trasferimento più lungo.

$$Q = \frac{C i A}{3,6} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Essendo C il coefficiente di deflusso, i l'intensità di pioggia corrispondente al tempo di pioggia critica (mm/h), infine A (km²) l'area della superficie del bacino.



Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- precipitazione distribuita uniformemente sul bacino
- la portata calcolata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia;
- il tempo di formazione del colmo di piena e pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione t_c .

6. VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione può considerarsi come somma del tempo impiegato dalla particella d'acqua a ruscellare lungo il versante fino all'impluvio e di quello necessario a percorrere ogni singolo tratto della rete idrografica fino a raggiungere la sezione di chiusura del bacino.

In assenza di misure dirette tra i vari metodi noti per il calcolo di questo parametro quello che sembra meglio rispondere alle caratteristiche territoriali dell'area è quella di Kirpich:

$$T_c = 0.066 \times \frac{L^{0.77}}{i^{0.385}} \quad (\text{bacino con } 0.5 < S < 45 \text{ ha.})$$

dove:

L = lunghezza del corso d'acqua principale esteso fino allo spartiacque in Km;

i = pendenza media del bacino.

Ove T_c è espresso in ore.

Nel caso in esame il valore del tempo di corrivazione, calcolato utilizzando la formula sopraindicata,

è $T_c = 0,22$ ore.

Avendo:

$L = 0,8$ Km;

$i = 0.026$

Nella tabella in basso viene riportata l'altezza di pioggia critiche calcolata per un tempo di ritorno $T = 50$ anni.

hc	53,91	altezza pioggia	mm/ora
Tc	0,22	tempo di corrivazione	ore
Lm	0,8	distanza massima percorsa dall'acqua	km
L	0,8	lunghezza asta	km
C	21,0	dislivello	mt

7. VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

7.1 Il Metodo del Soil Conservation Service – Curve Number

Il metodo indicato con l'acronimo SCS-CN, è stato concepito con l'intento di sviluppare uno strumento di valenza pratica, basato su uno schema concettuale a serbatoio, sinteticamente rappresentato in fig.4.

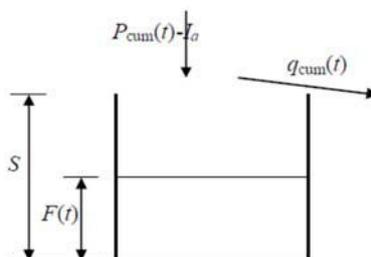


Fig. 4 Rappresentazione schematica del modello di filtrazione SCS-CN

La prima equazione costitutiva del metodo è una relazione di natura puramente empirica che permette di calcolare il deflusso superficiale, ovvero

$$\frac{q_{cum}(t)}{P_{cum}(t) - I_a} = \frac{F(t)}{S}$$

Si può osservare che all'inizio dell'evento, quanto $F(t) = 0$, il deflusso superficiale è nullo. Invece, qualora l'infiltrazione cumulata eguagli la massima capacità di ritenzione del terreno S , il deflusso superficiale eguaglia la pioggia lorda depurata dell'intercettazione.

La seconda equazione costitutiva del metodo SCS-CN esprime il bilancio della massa idrica nel bacino idrografico, ovvero

$$\frac{q_{\text{cum}}(t)}{P_{\text{cum}}(t) - I_a} = \frac{F(t)}{S}$$

Il Soli Conservation Service (1972) ha proposto un metodo per la stima di S, che fa uso della relazione

$$S = 254 \left(\frac{100}{\text{CN}} - 1 \right)$$

nella quale S è espresso in mm e il parametro CN, che può assumere valori compresi fra 0 e 100, è tabellato in funzione dell'uso del suolo, dell'attitudine del terreno ad assorbire acqua e della pioggia caduta nei 5 giorni precedenti. I valori del parametro CN sono stati ottenuti realizzando un'estensiva campagna di misure sperimentali negli Stati Uniti d'America.

Nel dettaglio, le tabelle proposte dal SCS prevedono una vasta varietà di possibili usi del suolo, che permettono di ricavare una prima stima del CN in funzione del tipo di suolo, che viene distinto in 4 categorie, ovvero

A) suoli ad elevato potenziale di infiltrazione (ad esempio sabbie profonde, suoli ad elevato contenuto di sostanza organica);

B) suoli a moderato potenziale di infiltrazione (ad esempio sabbie limose)

C) suoli a basso potenziale di infiltrazione (ad esempio limi argillosi, limi sabbiosi poco profondi, suoli a basso contenuto di sostanza organica);

D) suoli a potenziale di infiltrazione trascurabile (ad esempio argille plastiche, suoli salini, suoli impermeabili).

Un esempio di stima del parametro CN è riportato in tab.2

Uso del suolo	Tipo di suolo			
	A	B	C	D
Coltivazioni ben curate	62	71	78	81
Coltivazioni non curate	72	81	88	91
Pascoli in buone condizioni	39	61	74	80
Pascoli in cattive condizioni	68	79	86	89
Boschi o foreste con buona copertura	25	55	70	77
Aree commerciali (pavimentate al 85%)	89	92	94	95
Parcheggi, tetti, etc.	98	98	98	98

Tabella 2 Esempio di tabella per la stima del parametro CN

Come in precedenza menzionato, il metodo SCS-CN prevede di classificare la condizioni di umidità del suolo precedenti all'evento in 3 categorie, ovvero:

- 1) AMC (antecedent moisture condition) I, qualora la pioggia nei 5 giorni precedenti sia inferiore 12,7 mm nella stagione di riposo vegetativo e 35,6 mm nella stagione di vegetazione attiva;
- 2) AMC II, qualora la pioggia si compresa fra 12,7 e 27,9 nella stagione di riposo oppure fra 35,6 e 53,3 nella stagione attiva;
- 3) AMC III, per pioggia maggiore di 27,9 oppure 53,3 nelle stagioni, rispettivamente, di riposo ed attiva.

I valori del parametro CN ricavati dalle tabelle sono riferiti alla condizione AMC II. I corrispondenti valori di AMC I e AMC III si ottengono dalle relazioni:

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

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

Nel nostro caso CN risulta 68 in quanto suolo tipo A permeabile su un fondo non coltivato.

Di conseguenza possiamo calcolare i valori del CN per le altre classi AMC con le relazioni CN (I) e CN (III), ovvero

$$CN(III) = \frac{68}{0.43 + 0.0057 \times 68} = 83,17$$

$$S = 254 \times \left(\frac{100}{44} - 1 \right) = 51.39 \text{ mm}$$

Per il calcolo della pioggia netta cumulata utilizziamo la precipitazione pari a 53,91 mm per la 20 minuti, con un tempo di ritorno di anni 50. Indicato con T l'istante di tempo del evento, si ottiene:

$$q_{cum}(t) = \frac{[P_{cum}(t) - 0.2 \times S]^2}{P_{cum}(t) + 0,8 \times S} = 20,03 \text{ mm}$$

Il coefficiente di deflusso dell'evento è pari a:

$$\theta = \frac{20,03}{51,39} = 0,39$$

8. CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

La portata di piena consiste in un progressivo incremento della portata seguito da un rapido decremento della portata stessa. L'onda di piena si propaga verso valle. Il tempo necessario per il raggiungimento del picco di portata ed il completamento del suo decremento aumenta all'aumentare dell'estensione del bacino.

In relazione alla limitata estensione del bacino imbrifero, per la determinazione della portata partendo dai dati di pioggia è stato scelto il "metodo razionale". In base al metodo razionale, il tempo di pioggia che determina la massima piena coincide con il "tempo di corrivazione" del bacino.

In base a questo la punta di piena viene calcolata con la formula:

$$Q_{(Tr)} = \frac{(C \times h_{Tc} \times S)}{3.6}$$

dove:

T_r è il tempo di ritorno;

$Q_{(Tc)}$ è la portata di piena con tempo di ritorno assegnato (in questo caso pari a 50 anni), (m^3/s);

$h_{(T_e)}$ è l'intensità di pioggia per pari tempo di ritorno, (mm/h);

C è il coefficiente di deflusso, dipendente dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino;

S è la superficie del bacino, (Km²).

Il coefficiente 3,6 è di adeguamento dimensionale.

Di seguito riportiamo il calcolo effettuato per il bacino, nella sezione di chiusura (**Foto n.6**)

Bacino		Tempo di ritorno	50 anni
Q	0,56	portata	mc/s
C	0,35	coefficiente di deflusso	
S	0,108	area del bacino	kmq
hc	53,91	altezza pioggia	mm/ora



Foto n.6 Tratto del fosso Archi a cielo aperto tra la via Aldo Moro e la ferrovia

9. VERIFICA IDRAULICA DI MASSIMA DELLE SEZIONI

Nel caso in esame, per il canale il calcolo della portata di massima piena è stata eseguita nelle sezioni ricavate dai rilievi. Lungo il tratto in questione, il canale presenta un'altezza del letto fluviale mediamente di 2.00 mt. Tale altezza, che rappresenta il limite oltre il quale l'acqua può fluire senza esondare, è stata scelta per definire l'area per ogni sezione considerata.

Quindi, per verificare l'adeguatezza nel convogliamento delle portate di massima piena alle sezioni considerate, si è proceduto come segue:

Per la verifica della sezione è stata utilizzata la seguente legge di Chezy:

$$V = C \times \sqrt{R i}$$

dove

V = (velocità media)

R = raggio idraulico definito come il rapporto tra l'area del liquido A e il perimetro della sezione bagnata

A = (Area sezione bagnata con altezza dell'acqua dipendente dalla profondità del tratto in esame).

i = (pendenza del tratto in esame).

C = coefficiente di scabrezza del terreno, esso si può determinare con la seguente formula di Bazin:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\delta}{\sqrt{R}}}$$

dove δ è coefficiente di scabrosità pari a 2.30, essendo l'alveo infestato da vegetazione di tipo fluviale.

L'espressione della portata ammissibile la possiamo scrivere nella forma seguente:

$$Q_{amm} = A \times C \times \sqrt{R i}$$

con l'ovvio significato dei simboli.

In virtù di questi dati possiamo confrontare le portate con i rispettivi eventi di riferimento per sottobacino:

Bacino imbrifero	
hc = altezza critica (mm)	53,91
Fosso Archi	
Q = Portata ammissibile (mc/s)	22,61
Q = Portata calcolata (mc/s)	0,56
	-22,05
verifica	negativa

Quindi il valore di portata è notevolmente inferiore alla sezione di chiusura, e pertanto risulta idonea al convogliamento delle acque di precipitazione.

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio in esame è stato redatto seguendo i principi delle norme di attuazione del PAI ed in particolare, ai riferimenti tecnici e normativi dell'Autorità di bacino della Regione Sicilia, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni, emanati con il D.A. n.117 del 07/07/2021.

Le valutazioni di carattere idrologico, geomorfologico e idraulico effettuate nel presente studio, sono state eseguite al fine di valutare la suscettibilità all'allagamento attraverso uno studio di compatibilità idraulica, al fine di stabilire l'idoneità dei luoghi ad accogliere le trasformazioni del territorio, interessato dall'assegnazione della destinazione urbanistica del Piano Urbanistico Generale vigente. La zona di interesse non è assoggettata a vincoli di natura urbanistica e ambientale. Lo studio è stato sviluppato sulla scorta dei dati cartografici e catastali ricavati dal sito SISTR regionale.

Per ricavare le piogge di progetto è stata sviluppata una analisi delle precipitazioni di forte intensità e breve durata, responsabili dei massimi deflussi, e si è poi provveduto a definire la curva di possibilità pluviometrica. In particolare, lo studio della pluviometria è stato svolto facendo riferimento ai dati

relativi alle precipitazioni registrate nelle stazioni pluviometriche di Lentini. Il tempo di ritorno su cui si è basato lo studio di compatibilità è di 50 anni.

Lo studio si è basato su un'analisi idraulica semplificata attraverso le informazioni plano-altimetriche ricavate dalla cartografia CTR e le sezioni trasversali dell'alveo ricavate da misurazioni dirette sui luoghi.

Il presente studio è stato rivolto nel rispetto dei vincoli di rischio e pericolosità idraulica imposti dalle Autorità idrauliche competenti. In particolare, l'area non risulta classificata né a pericolosità di tipo idraulico né sottoposta a rischio geomorfologico, anche se i fenomeni occorsi negli ultimi anni hanno messo in evidenza delle criticità idrauliche a monte del centro urbano che hanno riguardato il fosso Archi, sui cui l'amministrazione comunale sta provvedendo con un progetto di regimentazione delle acque a monte.

A tal fine è stato utilizzato lo studio di compatibilità idraulica relativo alla dell'area interessata dagli interventi soppressione del PL al km 262+631 della Linea Lentini - Ispica - Diramazione Gela ricadenti nel Comune di Scordia, approvato con prot. n.9122 del 25-05-2022, per una comparazione dei dati acquisiti.

Dal confronto emerge che il bacino A e B dell'area ha una portata massima di 0,58 m³/s con tempo di ritorno di 200 anni ricavata con metodologia HEC-RAS, rispetto ai 0,56 m³/s con tempo di ritorno di 50 anni calcolati nel presente studio.

Pertanto alla luce delle precedenti considerazioni, la configurazione finale dello studio risulta idraulicamente compatibile con la normativa vigente in merito alla protezione dai rischi idraulici e con la conformazione odierna dei luoghi.

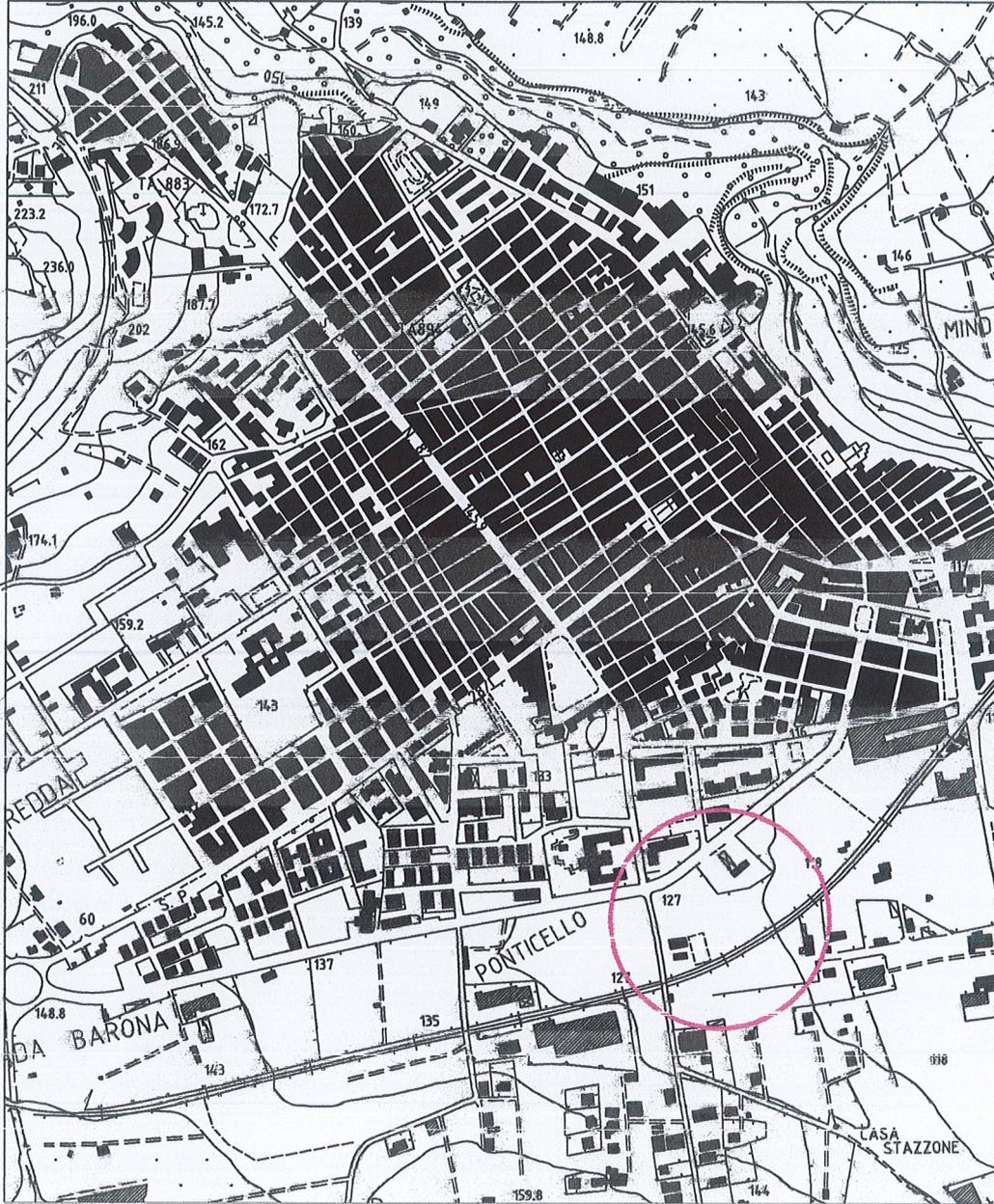
Dott. Geol. Destro Zino



Ing. Sebastiano Di Stefano



Corografia



LEGENDA

Scala 1:10.000



Ubicazione area

All.1



STRALCIO DEL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SAN LEONARDO (CT-SR)

CTR 640110

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N.10



Ubicazione area di studio



Livello di pericolosità



P3 elevato

Livello di rischio



R4 molto elevato



Comune di Scordia Prot. n. 0008892 del 11-04-2024 interno