



*Città di Acireale*

Area Pianificazione Urbanistica e Ambiente  
Mobilità sostenibile, Smartcities, Politiche Comunitarie

\*\*\*\*\*

Settore Pianificazione Urbanistica – Edilizia Privata  
SUE – Mobilità Sostenibile

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA AI FINI  
DELL'INVARIANZA IDRAULICA  
AI SENSI DEL DECRETO 117/GAB DEL 07/07/2021**

**Oggetto:**

Riclassificazione urbanistica degli immobili siti in Acireale, contrada Pizzone, identificati presso l'Agenzia del Territorio di Catania al Catasto Terreni, foglio di mappa 57 particelle 751 – 754.

Sentenza CGA Regione Sicilia n. 168/2021, su ricorso in appello Dei Sig.ri NICOLOSI Francesca, NICOLOSI Graziella, NICOLOSI Carmela, NICOLOSI Giuseppe, NICOLOSI Pietro e ACE S.n.c. Leg. Rapp. NICOLOSI Pietro.

**STUDIO DI COMPATIBILITA'  
IDRAULICA**

Il Tecnico  
Dott. Ing. Sebastiano COSTANZO

# INDICE

## STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

### 1 DESCRIZIONE DELL'AREA OGGETTO DELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA E DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI

- 1.1 Ubicazione dell'area oggetto di studio e descrizione generale dei luoghi
- 1.2 Descrizione della tipologia di trasformazione e descrizione dell'uso del suolo ante operam e post operam
- 1.3 Indicazione della presenza di eventuali pareri pregressi relativamente all'invarianza idraulica, acquisiti nelle precedenti fasi di pianificazione o progettazione
- 1.4 Indicazione della presenza sull'area oggetto di trasformazione e sui territori contermini di eventuali vincoli PAI e di aree segnalate come pericolose ai fini idraulici e geologici della pianificazione territoriale o siti d'attenzione

### 2 STUDIO IDRAULICO

- 2.1 Generalità
- 2.2 Calcolo della portata con la formula razionale
  - 2.2.1 Regolarizzazione secondo la legge di Gumbel
  - 2.2.2 Curve di massima possibilità pluviometrica
  - 2.2.3 Individuazione parametri morfometrici area scolante
  - 2.2.4 Stima della portata nelle condizioni ante e post operam
- 2.3 Elaborazioni delle piogge intense
- 2.4 Il concetto dell'invarianza idraulica
- 2.5 Sistemi e criteri per mantenere principio dell'invarianza idraulica

### 3. IL CONCETTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA

- 3.1 Sistemi e criteri per mantenere principio dell'invarianza idraulica
- 3.2 Esempio di dimensionamento opere idrauliche per invarianza idraulica (pozzo disperdente)

### 4 CONCLUSIONI

# 1. DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE OGGETTO DELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA E DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI

## 1.1 Ubicazione dell'area oggetto di studio e descrizione generale dei luoghi

L'area da riqualificare a seguito della Sentenza CGA Regione Sicilia n. 168/2021, su ricorso in appello di :

NICOLOSI Francesca, NICOLOSI Graziella, NICOLOSI Carmela, NICOLOSI Giuseppe, NICOLOSI Pietro e ACE S.n.c. Leg. Rapp. NICOLOSI Pietro

è sita in Acireale, C.da PIZZONE, prospiciente la Via M. Arcidiacono.

Risulta identificata presso l'Agenzia del Territorio di Catania al Catasto Terreni Foglio di mappa 57 Part. Ille 751 (mq. 3.623) e 754 (mq. 313). (superficie catastale interessata 3.936 mq) .

L'area interessata di riclassificazione è sita in un contesto edilizio fortemente edificato con alta percentuale abitativa e in via di nuove edificazioni, in quanto confinante con la Zona Territoriale Omogenea "C5" con estensione di circa mq. 22.800;

L'area interessata risulta priva di servizi per la collettività;

L'area si trova nelle strette vicinanze degli edifici scolastici :

- VI Istituto Comprensivo "Galileo Galilei" di Acireale - Istituto Istruzione Superiore, Liceo Classico "Gulli e Pennisi" ;
- Istituto Istruzione Superiore, Liceo Scientifico, Linguistico, Scienze Applicate, Sportivo "Archimede";
- Istituto Istruzione Superiore, Liceo Artistico "F. Brunelleschi";
- Scuola dell'infanzia, primaria e secondaria di I grado IV Circolo plesso "Ferretti";

La variante per il cambio di destinazione d'uso de quò è uno strumento a livello locale (superficie catastale interessata 3.936 mq) .

### VINCOLI gravanti l'area :

- **Sismico**
- Il terreno in oggetto in parte ricade nel **Piano Paesaggistico** (D.A. n° 031/GAB del 03-10-2018, D.A. n. 053/GAB del 27-12-2018 e D.A. n° 062/GAB del 12-06-2019), Paesaggio Locale n. 15c in area con livello di tutela 1) regolamentato dall'art. 20 e art.35 delle norme di attuazione.



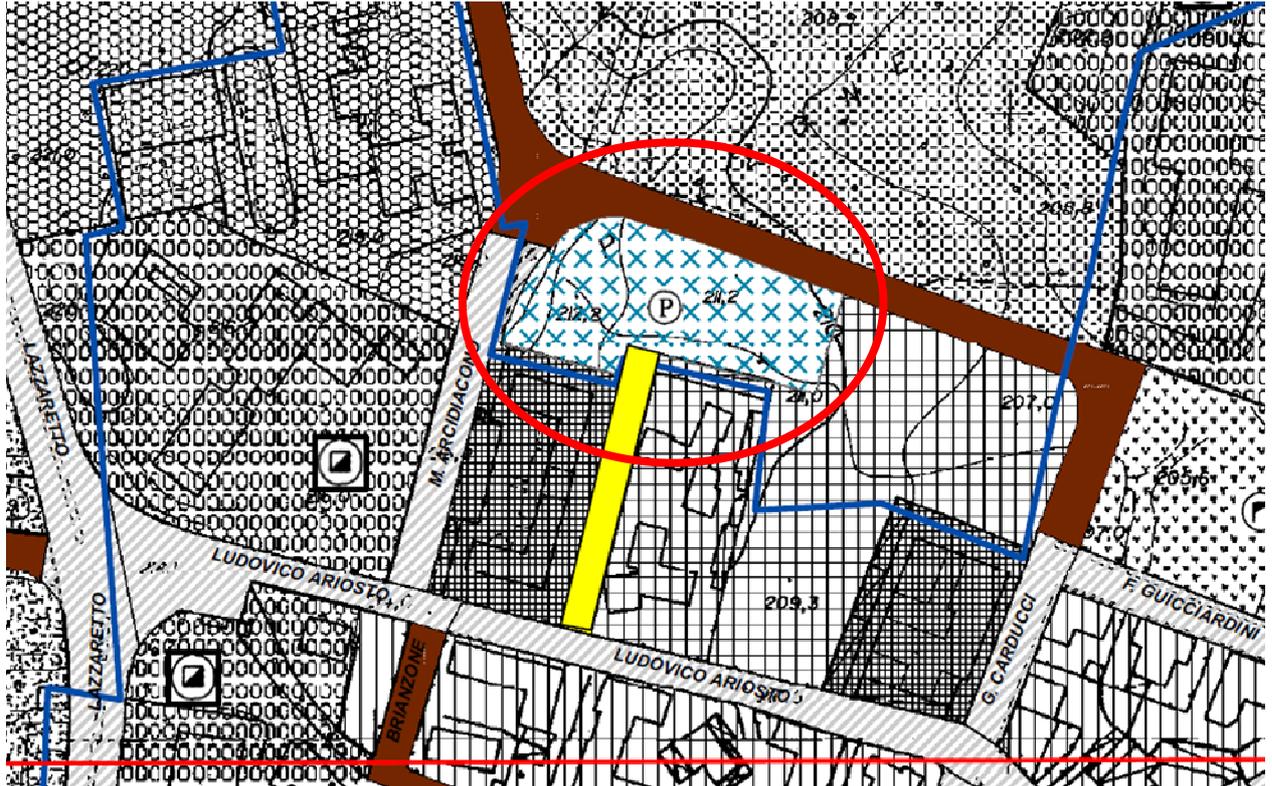
*Localizzazione area tratta da Google Maps*



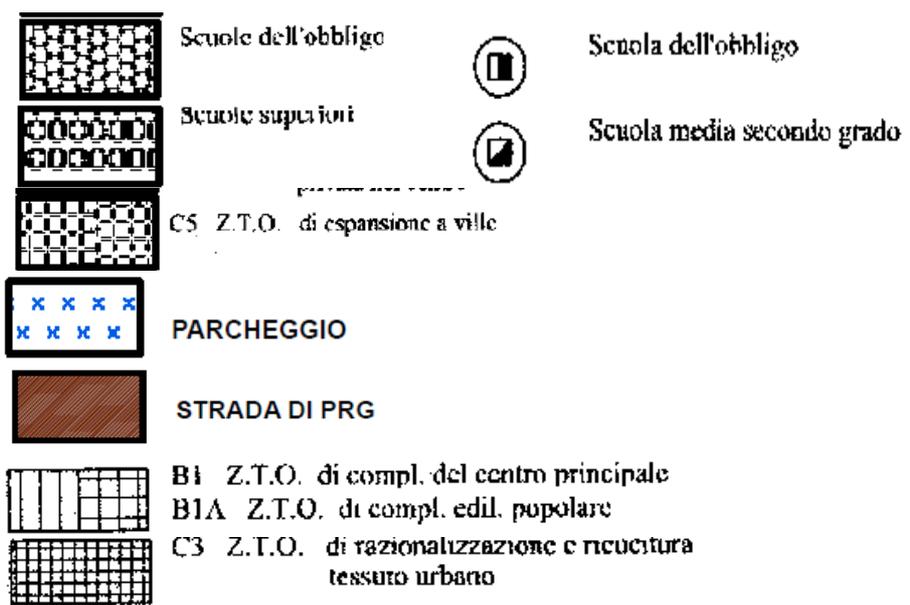
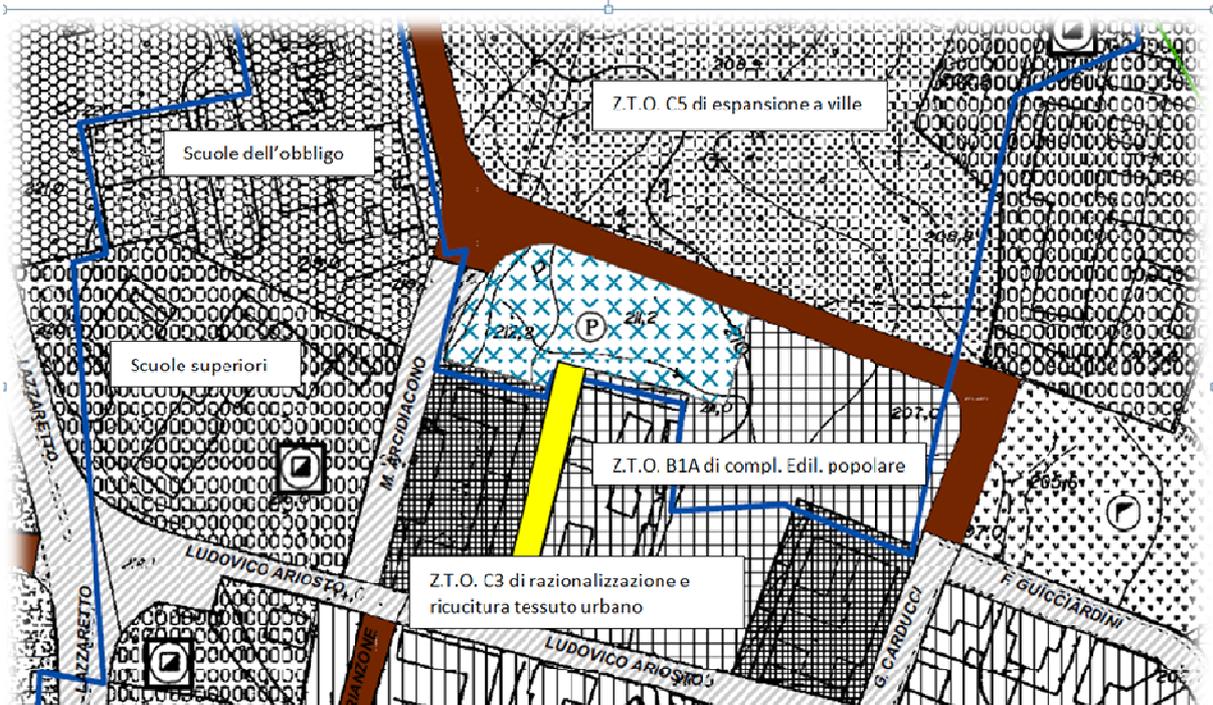
Stralcio PIANO REGOLATORE GENERALE

**CITTA' DI ACIREALE**  
Provincia di Catania  
PIANO REGOLATORE GENERALE

TAVOLA N. 22  
PIANO API SUD  
LORETO  
CROCIFERI



Stralcio PIANO REGOLATORE GENERALE



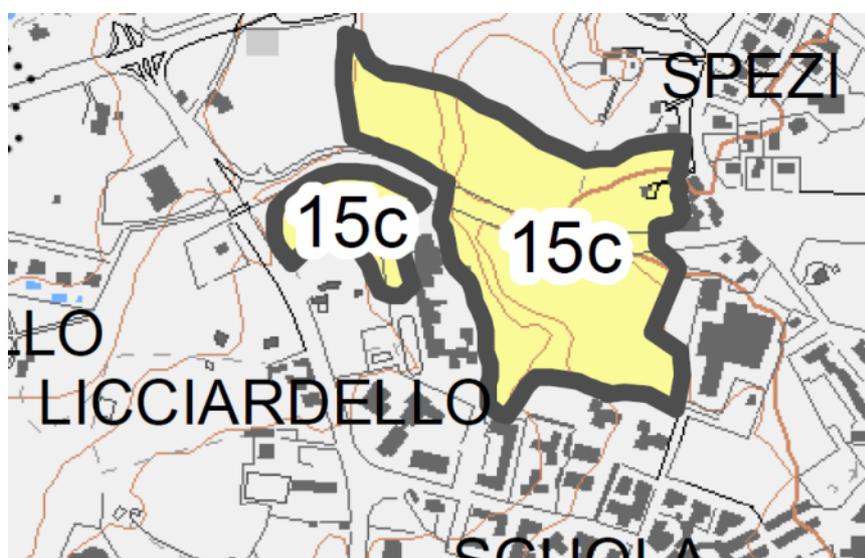
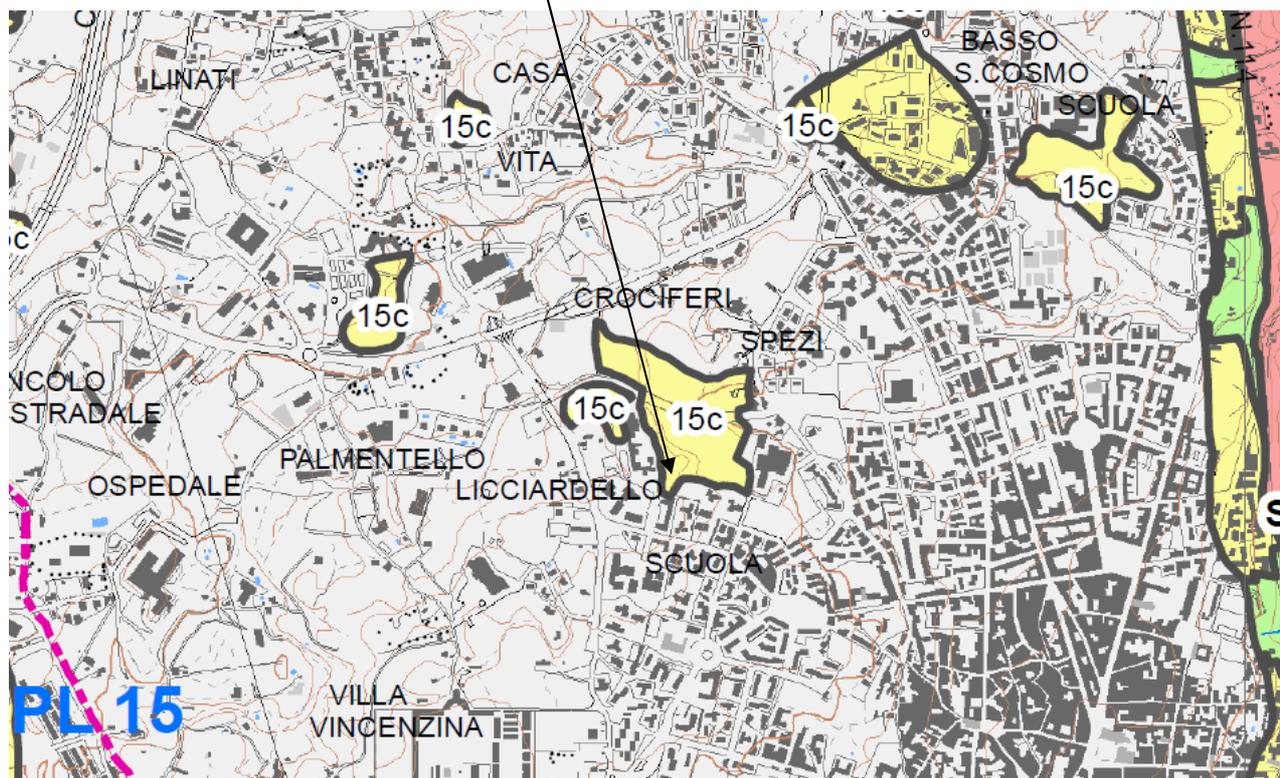
**Stralcio CATASTALE Foglio 57 Part.IIe 751 (mq. 3.623) e 754 (mq. 313).**



Stralcio Piano Paesaggistico degli Ambiti 8, 11, 12, 13, 14, 16, 17 ricadenti nella Provincia di Catania, Decreto Assessoriale n. 031/GAB del 3 Ottobre 2018 e successivo Decreto Assessoriale integrativo n. 053/GAB del 27 Dicembre 2018.

**Paesaggio Locale n. 15c** in area con **livello di tutela 1)** regolamentato dall'art. 20 e art.35 delle norme di attuazione.

L'area oggetto di riqualificazione ricade



## 1.2 Descrizione della tipologia di trasformazione e descrizione dell'uso del suolo ante operam e post operam

Il progetto prevede la modifica della destinazione d'uso dell'area identificata al Catasto Terreni al Foglio 57 Part.lla 751 (mq. 3.623) e 754 (mq. 313) da **Zona Territoriale Omogenea "Parcheggio"** di P.R.G., a **Zona Territoriale Omogenea "V.P." VERDE PUBBLICO, CON DESTINAZIONE "CAMPI DA GIOCO"**

Al fine di non sottrarre i terreni al regime privatistico, si ritiene proporre per l'area in oggetto la seguente norma di attuazione:

Norma per l'attuazione dell'area identificata presso l'Agenzia del Territorio di Catania al

Catasto Terreni, foglio di mappa 57 particelle 751 - 754.

### **ZONA TERRITORIALE OMOGENEA VP**

*Verde Pubblico; Area attrezzate a parco e/o a gioco e/o per impianti sportivi.*

*In detta area sono ammesse modeste opere infrastrutturali di arredo quali servizi igienici, chioschi, sistemazione a verde ed aree elementari di gioco.*

*I progetti di sistemazione dovranno in tutti i casi essere unitari ed estesi a tutta l'area individuata nei grafici del P.R.G., delimitata al suo perimetro da strade, o edifici, o aree aventi diversa destinazione. Sono ammessi servizi igienici pubblici, locali necessari alla manutenzione e chioschi di vendita.*

*Sono ammessi anche realizzazioni di impianti ed attrezzature per la pratica sportiva. Le attrezzature sportive devono essere realizzate secondo le norme del CONI vigenti ed i parametri di cui all'art. 21 delle norme di attuazione del PRG approvato con D.A. n. 1270 del 04/11/2003 pubblicato nella GURS n. 54 del 12/12/2003.*

*L'attuazione di questa zona territoriale omogenea può avvenire anche per iniziativa dei privati, senza la necessità di preventivi atti di assenso dell'Amministrazione e/o convenzioni con la stessa, salvo il rilascio dei titoli edilizi necessari per la realizzazione dell'intervento.*

La nuova destinazione avrà una funzione:

- **funzione ecologico/ambientale:** aumentando l'equipaggiamento arboreo complessivo sarà possibile mitigare gli effetti di degrado e gli impatti prodotti dalla presenza delle edificazioni e dalle attività antropiche.
- **funzione sociale e ricreativa:** la realizzazione di un parco, dalla spiccata e predominante componente naturale, strutturato con la presenza di percorsi alberati e la dotazione di arredo consentirà di soddisfare un'importante esigenza ricreativa e sociale e di fornire un fondamentale servizio alla collettività.
- **funzione estetico/paesaggistica:** la presenza del verde migliorerà il paesaggio urbano e extraurbano di transizione con il paesaggio agricolo, rendendo più gradevole la permanenza in città.

### 1.3 Indicazione della presenza di eventuali pareri pregressi relativamente all'invarianza idraulica, acquisiti nelle precedenti fasi di pianificazione o progettazione

Non risulta in precedenza al presente studio siano stati emessi pareri o prescrizioni in riferimento all'area di cui trattasi, aventi per argomento l'invarianza idraulica.

### 1.4 Indicazione della presenza sull'area oggetto di trasformazione e sui territori contermini di eventuali vincoli PAI e di aree segnalate come pericolose ai fini idraulici e geologici della pianificazione territoriale o siti d'attenzione

L'area oggetto di modifica della destinazione d'uso, oggetto di riqualificazione è identificata al Catasto Terreni al Foglio 57 Part.IIe 751 (mq. 3.623) e 754 (mq. 313) non risulta soggetta a vincoli geomorfologici e idraulici di cui al Piano di Assetto idrogeologico della Regione Siciliana.

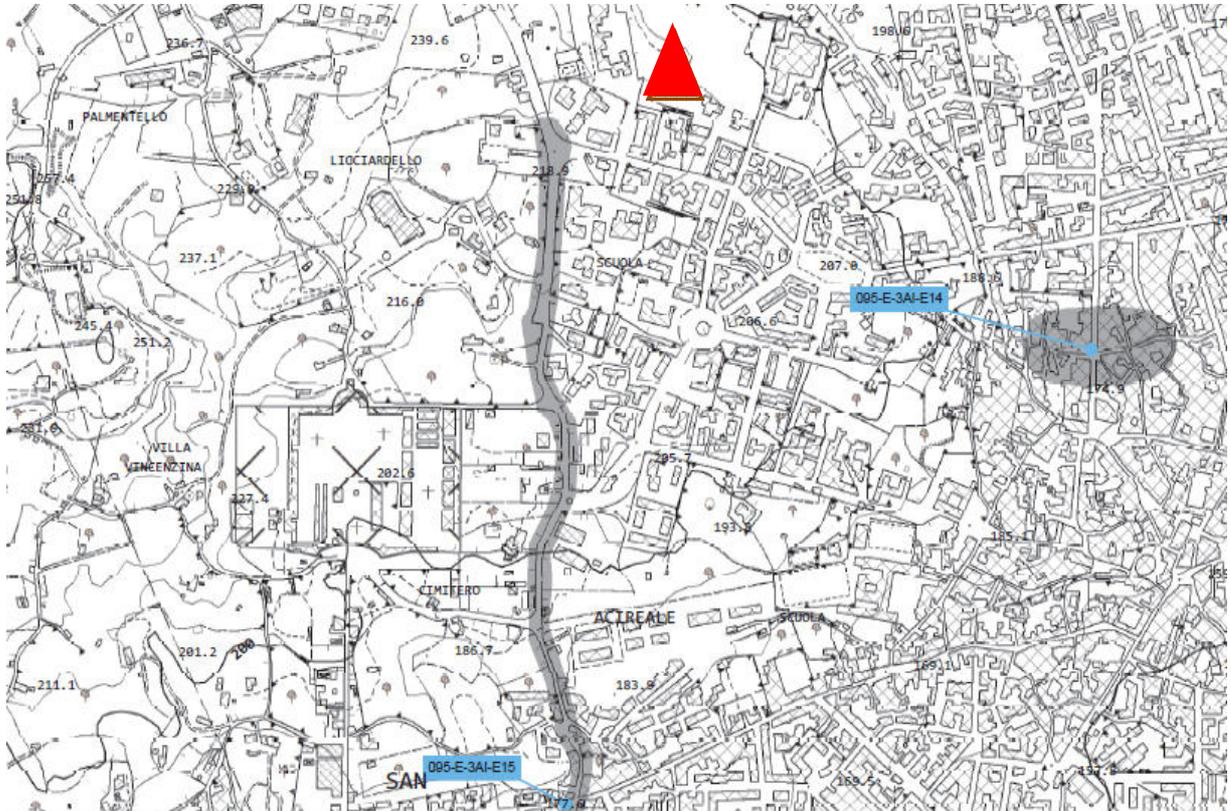
Tavola 20180524\_257\_095\_PI\_625140  
CTR N. 625140

### **Carta della Pericolosità Idraulica per fenomeni di esondazione**

Deliberazione n. 181 del 18/04/2018 Allegato A - Pag. 13 - D.P. n. 257/Serv.4\*/S.G. del 24/05/2018



 Area oggetto di riqualificazione



Nelle vicinanze all'area oggetto di riqualificazione e precisamente nella Via Lazzaretto, si rileva un "sito di attenzione" identificato con il codice "095-E-3AI-E20"; Sito che non influisce con l'area oggetto di riqualificazione.

### Carta del Rischio Idraulico per Fenomeni di Esondazione

REPUBBLICA ITALIANA

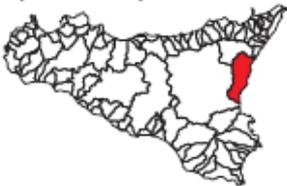


Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente  
DIPARTIMENTO REGIONALE DELL' AMBIENTE  
Servizio 2 "PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE AMBIENTALE"  
Aggiornamento del Piano Stralcio di Bacino  
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)  
(Art. 67 del D.Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152 e ss. mm. II.)

Conferenza Programmatica del 05-07-2017  
(Art. 130 della L.R. n. 6 del 03/05/2001)

**Area territoriale tra i Bacini del  
F. Alcantara e del F. Simeto (095)  
IDRAULICA**

**COMUNI INTERESSATI: ACI CASTELLO, ACI CATENA,  
ACIREALE, GIARRE, MASCALI E RIPOSTO**

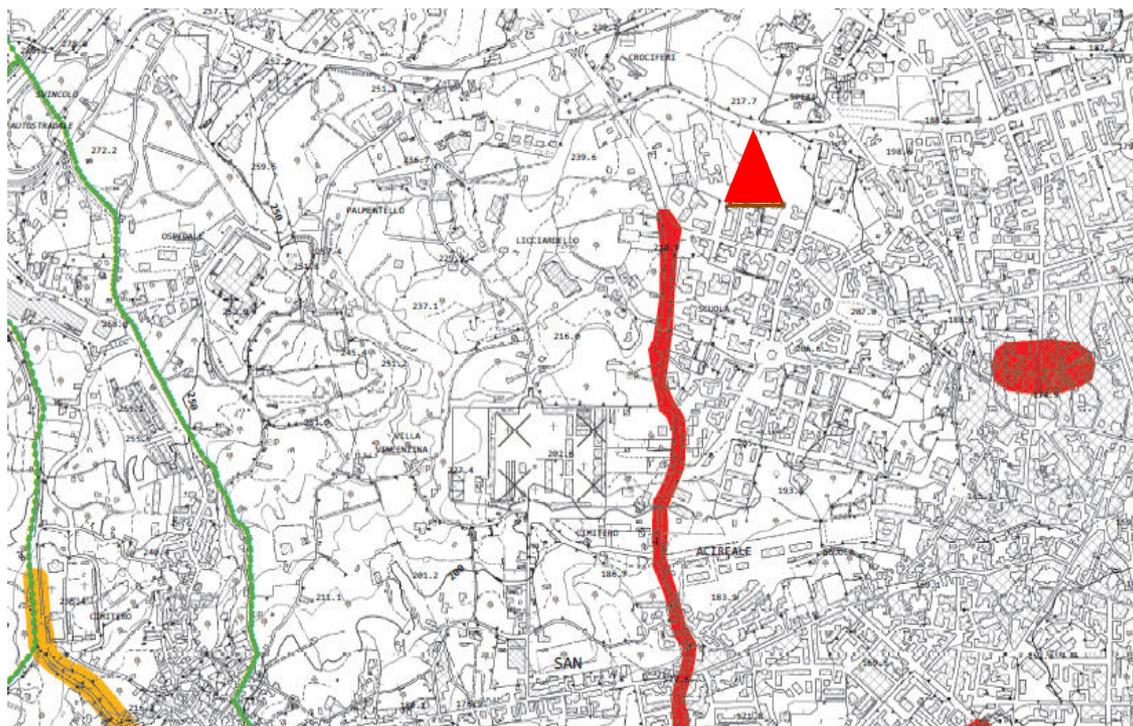


**CTR N. 625140 - SCALA 1:10000  
CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO  
PER FENOMENI DI ESONDAZIONE**

COMUNI DI ACI BONACCORSI, ACI CATENA, ACIREALE, ACI SANTANTONIO  
S. GIOVANNI LA PUNTA, TRECASTAGNI, VIAGRANDE E ZAFFERANA ETNEA



 Area oggetto di riqualificazione





## R4 Rischio molto elevato

Nelle vicinanze all'area oggetto di riqualificazione e precisamente nella Via Lazzeretto, si rileva un sito classificato con livello di rischio "R4 Rischio molto Elevato" Sito che non influisce con l'area oggetto di riqualificazione.

Si fa rilevare inoltre che sull'area non si sono registrate problematiche particolari nel corso di eventi piovosi.

## 2. STUDIO IDRAULICO

### 2.1 Generalità

Il presente studio ha per oggetto il dimensionamento delle opere idrauliche relative allo smaltimento delle acque meteoriche, al fine del mantenimento del principio di invarianza idraulica, proveniente dalle aree oggetto della presente trasformazione urbanistica.

Si andrà dapprima ad elaborare uno studio idrologico con l'analisi delle piogge intense e successivamente si eseguiranno le verifiche idrauliche sulle opere previste.

Il presente studio si è articolato nel modo che segue:

- Calcolo della portata di massima piena;
- Dimensionamento opere idrauliche per invarianza idraulica.

### 2.2 Calcolo della portata con la formula razionale

L'analisi pluviometrica è stata condotta sulla base delle serie storiche registrate dalle stazioni pluviometriche presenti in prossimità dell'area in esame. In particolare, i dati utilizzati si riferiscono alle massime precipitazioni orarie. Nello studio condotto si è scelto di prendere in considerazione i dati pluviometrici della stazione di Acireale, in quanto più prossima al sito di intervento. Si riportano nella tabella seguente le caratteristiche del pluviometro utilizzato.

Caratteristiche principali del pluviometro analizzato.

Stazione termopluviometrica	Quota m s.l.m.	Tipo dati	Seriostorica		
			numero	da	A
Acireale	194	Orari	67	1929	2008

I valori delle precipitazioni di massima intensità sono stati dedotti dagli Annali Idrologici del Dipartimento Regionale delle Acque e dei Rifiuti – Osservatorio delle Acque, dove sono riportate le massime altezze annuali di pioggia relative a durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Seguono dati pluviometrici.

DATI PLUVIOGRAFICI						
(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)						
Stazione di : ACIREALE		Numero di osservazioni : N = 67				
Quota (m s.l.m.) :						
Anno	t = 1 ora h (mm)	t = 3 ore h (mm)	t = 6 ore h (mm)	t = 12 ore h (mm)	t = 24 ore h (mm)	
1	1929	21	43	48	59.8	63.8
2	1930	40	70	104.8	125.8	132.2
3	1931	60	107.8	147	183	210.6
4	1932	21	40	70.2	72.4	72.4
5	1933	61.4	114.4	135.6	142.8	150.4
6	1937	32	32.2	39.2	59.2	87.6
7	1938	34	44.2	44.8	68.4	91.6
8	1939	55.8	127.4	190	213	217
9	1940	83	97.8	101	101.4	115.2
10	1941	44	86.8	143.2	159.2	167.2
11	1943	28.4	43.6	68.8	109.8	141
12	1944	21.6	33.6	51.6	80	100.8
13	1945	29.4	69.4	119.6	187.4	217.4
14	1946	52	144.4	175.4	241.2	274
15	1947	30.4	39.6	55.4	78.6	86
16	1948	55.8	89.6	100.6	127.4	127.4
17	1949	41.4	71.6	77.4	91.2	94.8
18	1950	47.4	61.8	65.4	73.4	87.8
19	1951	37.4	82.4	124.4	177.6	231.8
20	1952	21.6	30.8	46.6	65.2	67.4
21	1953	47.2	62.8	92.2	100.8	135.8
22	1954	38.8	60.6	74.4	86.2	102.6
23	1956	62.2	66.2	66.4	72.2	79.4
24	1957	35.2	58.6	76	114	126.2
25	1958	82	108.4	109	109	153
26	1959	50.8	64.4	84	137.4	139
27	1960	31.4	41.6	56.8	77.4	103.6
28	1961	32.8	36.2	39.8	51.2	52.4
29	1962	45.4	66.8	66.8	105.8	105.8
30	1963	30	55.2	79.4	90.4	94.2
31	1964	23.6	44.4	100.2	146	175.8
32	1965	50.2	100.8	155.8	192.8	208.6
33	1966	32.2	36.6	60.6	98.6	112.6
34	1967	33.4	43.2	60.4	83.8	87.4
35	1968	17.8	32.4	43	59.2	63.8
36	1969	25.8	40.2	46.4	83	113
37	1970	74.6	85.6	85.8	85.8	85.8
38	1971	27.2	42.8	53.4	54.2	66.2
39	1972	31.2	41.8	53	55.8	98.6
40	1974	19.2	26.4	45.2	48.8	54.6
41	1975	47.2	76.2	81.6	89	91.2
42	1976	40.4	57	63.6	80	99.6
43	1977	16.8	20	26	38.6	41.8
44	1979	55.2	56.4	69.6	87.2	148
45	1981	13	17	33	52	70.8
46	1983	73.8	100.4	125	131.8	137.8
47	1984	40	96.6	114.2	258.3	276.8
48	1986	36.4	61.2	67.6	69.4	98.4
49	1987	32	38.6	46.2	58.8	62.8
50	1988	27.4	53	93	154	179.6
51	1989	22.8	23.2	37.2	54.6	81
52	1990	34	69	92	120.6	168.2
53	1991	36.4	44.4	48.4	58.8	65
54	1992	32	41	66	101.8	117.2
55	1993	41.6	65.4	91.6	133.4	192
56	1994	47.4	105	135	141	225.2
57	1995	105	183	215	253.6	253.6
58	1996	44.6	47.4	58	67	85.4
59	1997	90	106.8	121.4	233.4	300.4
60	1998	22	39	50	85	98.2
61	1999	24.8	40	75	115	179
62	2000	35.4	60	83.4	84.4	90
63	2002	23.6	30	32.4	52.6	75.4
64	2004	45	85.4	98.6	104	104.6
65	2005	26	49	74	74	83.6
66	2006	58	86.6	118.2	202.2	202.8
67	2008	49	60.8	65.6	97	130

Per determinare le massime portate di piena per assegnati tempi di ritorno è indispensabile simulare gli effetti di un evento meteorico particolarmente gravoso, denominato pioggia di progetto.

La pioggia di progetto può essere un evento eccezionale effettivamente osservato in passato, oppure un evento ipotetico, definito in base alle caratteristiche idrologiche e pluviometriche del bacino in esame ed alla probabilità che lo stesso possa verificarsi in un assegnato intervallo di tempo, definito appunto tempo di ritorno (Tr). È a questo secondo caso che si è fatto ricorso nel presente studio.

Generalmente, gli eventi idrologici sono considerati variabili stocastiche, trattabili con i metodi tipici del calcolo della probabilità; questo è dovuto essenzialmente all'elevato numero di fattori che influiscono sugli eventi stessi, con leggi poco note o incognite.

Un evento di pioggia di altezza  $h$  e durata  $t$  può essere considerato una variabile aleatoria, intesa come una quantità variabile a cui è possibile associare una funzione di frequenza  $F(h)$  che, al tendere all'infinito del numero di osservazioni, tende alla probabilità  $P(h)$ .

Sulla base di queste considerazioni, alla serie pluviometrica a disposizione è stata applicata la legge probabilistica di Gumbel. La stima dei parametri per la distribuzione di Gumbel è stata condotta applicando il metodo dei momenti; questo prevede che, dato un campione di dimensione  $N$ , la media  $\mu(x)$  e lo scarto quadratico medio  $\sigma(x)$  vengano valutati sulla base degli "individui" che costituiscono il campione stesso secondo le seguenti relazioni:

$$\mu(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad \sigma(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Sulla base dei dati disponibili, si ricavano i parametri caratteristici delle distribuzioni di probabilità, per le diverse durate di evento (1, 3, 6, 12 e 24 ore). I risultati sono riportati in Tabella 1.

**Tabella 1 -** Valori per ciascuna durata  $t$ , della media  $\mu(h_t)$ , dello scarto quadratico medio  $\sigma(h_t)$  e dei due parametri  $\alpha_t$  e  $u_t$  della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EVI")

N =	67	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		40.72	63.55	82.67	108.46	127.66
$\sigma(h_t)$		18.50	31.52	39.32	53.74	60.65
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0.07	0.04	0.03	0.02	0.02
$u_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		32.40	49.37	64.98	84.27	100.37

## 2.2.1 Regolarizzazione secondo la legge di Gumbel

La regolarizzazione dei valori di massima precipitazione relativi ad una durata  $ht$  può essere fatta utilizzando la legge di Gumbel:

$$P(h_t) = \exp \left\{ - \exp \left[ - \alpha_t (h_t - \varepsilon_t) \right] \right\}$$

I parametri della distribuzione  $\alpha_t$  e  $\varepsilon_t$  possono essere determinati noti che siano i momenti della popolazione (la media e lo scarto quadratico medio). Introducendo il legame tra il tempo di ritorno e la funzione di probabilità, si ottiene la relazione che consente di determinare, imposto il  $T_r$ , i valori di precipitazione massima relativi ad una durata di evento:

$$h_t, T_r = \varepsilon_t - \frac{1}{\alpha_t} \ln \ln \frac{T_r}{T_r - 1}$$

I risultati ottenuti dalla regolarizzazione con la Legge di Gumbel della serie storica per il pluviometro di Acireale è riportata in tabella 2.

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
2 anni	$h_{\max} =$	37.68	58.37	76.21	99.63	117.69
5 anni	$h_{\max} =$	54.03	86.21	110.95	147.10	171.27
10 anni	$h_{\max} =$	64.85	104.64	133.95	178.54	206.75
30 anni	$h_{\max} =$	81.20	132.50	168.70	226.03	260.35
50 anni	$h_{\max} =$	88.67	145.21	184.56	247.71	284.82
100 anni	$h_{\max} =$	98.73	162.36	205.96	276.96	317.83
300 anni	$h_{\max} =$	114.62	189.43	239.73	323.12	369.92

## 2.2.2 Curve di massima possibilità pluviometrica

Le elaborazioni statistiche effettuate consentono, per assegnato valore del tempo di ritorno, di ricavare per ciascuna stazione pluviometrica la curva di massima possibilità pluviometrica, rappresentata dalla funzione:

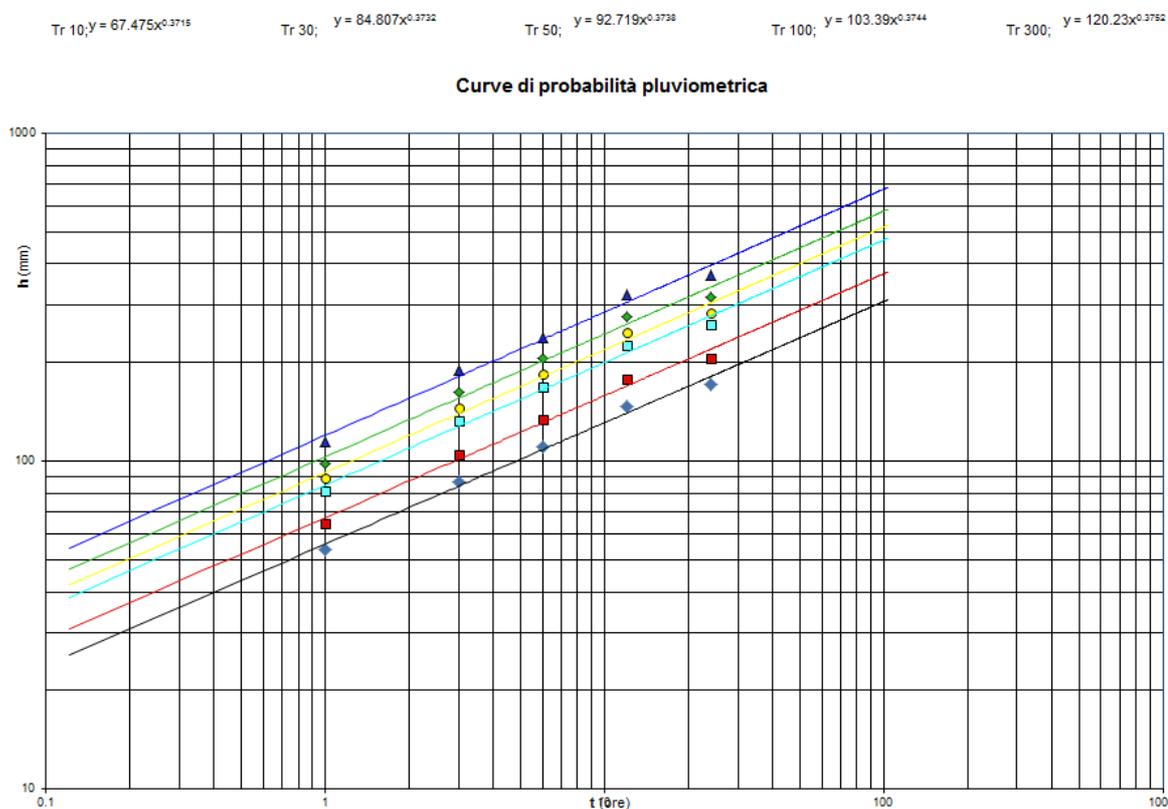
$$h = a t^n$$

dove **a** e **n** vengono definiti attraverso l'analisi del campione di altezze di precipitazione.

Sulla base delle elaborazioni statistiche condotte nel presente studio, è stato possibile valutare il valore assunto dal coefficiente **a** e dall'esponente **n** per la stazione pluviometrica analizzata, utilizzando entrambe le leggi di regolarizzazione. I risultati ottenuti sono riportati di seguito (tabella 3):

Tabella 3 -		
Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$	
2 anni	→	$h=38.67xt^{0.3652}$
5 anni	→	$h=56.003xt^{0.3698}$
10 anni	→	$h=67.475xt^{0.3715}$
30 anni	→	$h=84.807xt^{0.3732}$
50 anni	→	$h=92.719xt^{0.3738}$
100 anni	→	$h=103.39xt^{0.3744}$
300 anni	→	$h=120.231xt^{0.3752}$

Inoltre di seguito si riportano i grafici delle C.P.P. per i vari Tr considerati



La formula razionale è una delle formulazioni più note e validate in letteratura (formula razionale), basata sul metodo della corrivazione e raccomandata per il calcolo delle portate di piena in bacini idrografici di piccole dimensioni. La formula è quella di seguito riportata:

$$Q_{\max} = \frac{c \cdot V}{3600 \cdot T_c}$$

dove:

- T<sub>c</sub>** e il tempo di corrivazione, imposto eguale alla durata della pioggia critica *t<sub>c</sub>*;
- c** e il coefficiente di deflusso;
- V** il volume affluito sul bacino (m<sup>3</sup>).

Il modello assume che la precipitazione sia uniformemente distribuita nel tempo e nello spazio e si basa sulla curva di massima possibilità climatica. La portata al colmo dipende essenzialmente dal volume d'acqua affluito sul bacino durante l'evento meteorico e dalle caratteristiche fisiche e morfologiche del bacino stesso.

La precipitazione viene ricavata direttamente dalla c.p.p. calcolata con la legge di Gumbel, con un'intensità costante per tutto l'evento, assumendo una durata pari al tempo di corrivazione del bacino in esame (risulta così garantito che l'intero bacino contribuisca alla formazione dei deflussi alla sezione di chiusura).

Il coefficiente di deflusso (o di riduzione) *c* consente di determinare le precipitazioni efficaci, che contribuiscono effettivamente alla formazione del deflusso in corrispondenza della sezione di chiusura. Si ipotizza che la restante parte dia luogo a perdite (rappresentate essenzialmente dai termini legati ad infiltrazione, evapotraspirazione,...), o che giunga "in ritardo" alla sezione di chiusura, non contribuendo così al picco di portata.

Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso si assume, in sicurezza, *c*=0,30 (aree permeabili - ante operam) e 0.70 (pavimentazioni drenanti e semipermeabili – post operam).

Il tempo di corrivazione si stima in genere utilizzando formule che derivano dall'analisi di molti casi reali e che esprimono il legame mediamente esistente tra il tempo di corrivazione e alcune altre grandezze caratteristiche del bacino e di facile determinazione.

Nel presente studio, si è fatto ricorso alla formula di Kirpick/Pezzoli

La formula elaborata da Kirpick/Pezzoli è espressa come:

$$t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$$

dove:

- T<sub>c</sub> = tempo di corrivazione (ore);
- P = pendenza media percorso idraulico;
- L = lunghezza dell'asta principale (km);

Per l'utilizzo della suddetta formula, è necessario determinare i parametri morfologici necessari, vale a dire la superficie, la lunghezza dell'asta fluviale tra la quota della sezione iniziale e quella finale di chiusura del bacino, la pendenza dell'asta principale e l'altitudine media del bacino.

Si riportano di seguito i parametri morfologici e il valore del tempo di corrivazione per i bacini in esame.

### 2.2.3 Individuazione parametri morfometrici area scolante

Attraverso le metodologie di calcolo sopra dettagliate, avendo determinato i parametri geomorfologici dell'area in argomento, è stato possibile determinare le intensità di pioggia, relative al tempo di corrivazione, le altezze critiche di pioggia al variare del tempo di ritorno e il valore della portata di massima piena.

Detti valori sono stati determinati nelle condizioni ante e post intervento.

Di seguito vengono riportati i dati morfometrici del bacino idrografico sotteso alla sezione di chiusura considerata.

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA				TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)	
Superficie del Bacino	$S =$	<b>0.004</b>	Km <sup>2</sup>	Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} =$	
Lunghezza percorso idraulico principa	$L =$	<b>0.08</b>	Km		
Altitudine max percorso idraulico	$H_{max} =$	<b>209.00</b>	m (s.l.m.)	Kirpich, Watt- Chow, Pezzoli $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} =$ <b>0.03</b>	
Altitudine min percorso idraulico	$H_0 =$	<b>201.00</b>	m (s.l.m.)		
Pendenza media percorso idraulico	$P =$	<b>0.10</b>	(m/m)		
Altitudine max bacino	$H_{max} =$	<b>205.00</b>	m (s.l.m.)		
Altitudine sezione considerata	$H_0 =$	<b>201.00</b>	m (s.l.m.)		
Altitudine media bacino	$H_m =$	<b>205.00</b>	m (s.l.m.)	<input type="radio"/> Giandotti	
Dislivello medio bacino	$H_m - H_0 =$	<b>4.00</b>	m	<input checked="" type="radio"/> Kirpich, Watt-Chow, Pezzoli...	

Altezze massime di pioggia regolarizzate (Gumbel)					
Tr	1	3	6	12	24
2	37.68 mm	58.37 mm	76.21 mm	99.63 mm	117.69 mm
5	54.03 mm	86.21 mm	110.95 mm	147.10 mm	171.27 mm
10	64.85 mm	104.64 mm	133.95 mm	178.54 mm	206.75 mm
30	81.20 mm	132.50 mm	168.70 mm	226.03 mm	260.35 mm
50	88.67 mm	145.21 mm	184.56 mm	247.71 mm	284.82 mm
100	98.73 mm	162.36 mm	205.96 mm	276.96 mm	317.83 mm
300	114.62 mm	189.43 mm	239.73 mm	323.12 mm	369.92 mm

Altezze critiche di pioggia					
Tr	a	n	$t_c$	$h(t)$	$i_c$
2	38.6700	0.3652	0.03	10.69	361.42
5	56.0026	0.3698	0.03	15.23	515.07
10	67.4748	0.3715	0.03	18.24	616.80
30	84.8071	0.3732	0.03	22.79	770.52
50	92.7189	0.3738	0.03	24.87	840.70
100	103.3900	0.3744	0.03	27.66	935.35
300	120.2314	0.3752	0.03	32.08	1084.75

## 2.2.4 Stima della portata nelle condizioni ante e post operam

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO  
( FORMULA del METODO RAZIONALE )

**CONDIZIONE ANTE OPERAM**

$$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$$

con :

- c** = coefficiente di deflusso
- h<sub>(t,T)</sub>** = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
- S** = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)
- t<sub>c</sub>** = tempo di corrivazione (ore)
- 3,6** = fattore di conversione che permette di ottenere la Qmax in m<sup>3</sup>/sec

RISULTATI

Deflusso <b>c</b> =		<b>0.30</b>	<b>S</b> (km <sup>2</sup> ) =	<b>0.004</b>	<b>t<sub>c</sub></b> (ore) =	<b>0.03</b>
Tr (anni)	a	n	t <sub>c</sub> (ore)	h <sub>(t,T)</sub> (mm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)	
2	38.6700	0.3652	0.03	10.69	<b>0.12</b>	
5	56.0026	0.3698	0.03	15.23	<b>0.17</b>	
10	67.4748	0.3715	0.03	18.24	<b>0.21</b>	
30	84.8071	0.3732	0.03	22.79	<b>0.26</b>	
50	92.7189	0.3738	0.03	24.87	<b>0.28</b>	
100	103.3900	0.3744	0.03	27.66	<b>0.31</b>	
300	120.2314	0.3752	0.03	32.08	<b>0.36</b>	

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO  
( FORMULA del METODO RAZIONALE )

**CONDIZIONE POST OPERAM**

$$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$$

con :

- c** = coefficiente di deflusso
- h<sub>(t,T)</sub>** = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
- S** = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)
- t<sub>c</sub>** = tempo di corrivazione (ore)
- 3,6** = fattore di conversione che permette di ottenere la Qmax in m<sup>3</sup>/sec

RISULTATI

Deflusso <b>c</b> =		<b>0.70</b>	<b>S</b> (km <sup>2</sup> ) =	<b>0.004</b>	<b>t<sub>c</sub></b> (ore) =	<b>0.03</b>
Tr (anni)	a	n	t <sub>c</sub> (ore)	h <sub>(t,T)</sub> (mm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)	
2	38.6700	0.3652	0.03	10.69	<b>0.28</b>	
5	56.0026	0.3698	0.03	15.23	<b>0.40</b>	
10	67.4748	0.3715	0.03	18.24	<b>0.48</b>	
30	84.8071	0.3732	0.03	22.79	<b>0.60</b>	
50	92.7189	0.3738	0.03	24.87	<b>0.65</b>	
100	103.3900	0.3744	0.03	27.66	<b>0.73</b>	
300	120.2314	0.3752	0.03	32.08	<b>0.84</b>	

La portata in eccesso dovuta alla trasformazione urbanistica, per la modifica del coefficiente di deflusso, può essere smaltita attraverso sistemi di laminazione e/o disperdenti.

### 3. IL CONCETTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA

#### 3. Il concetto dell'invarianza idraulica

Un bacino naturale presenta la caratteristica di lasciare infiltrare una certa quantità di acqua durante gli eventi di piena e di restituire i volumi che non si infiltrano in modo graduale. L'acqua ristagna nelle depressioni superficiali, segue percorsi articolati, si spande in aree normalmente non interessate dal deflusso ed in questo modo le piene hanno un colmo di portata relativamente modesto ed una durata delle portate più lunga. Quando un bacino subisce un intervento antropico (artificializzazione) i deflussi vengono canalizzati e le superfici regolarizzate. Si ha quindi una accelerazione del deflusso stesso con conseguente aumento dei picchi di piena e delle condizioni di rischio idraulico. L'impermeabilizzazione dei suoli determina un aumento dei volumi che scorrono in superficie, aggravando ulteriormente le possibili criticità. Ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli ed aumento della velocità di corrivazione deve essere associato ad azioni correttive volte a mitigarne gli effetti; tali azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione; se la laminazione è attuata in modo da mantenere inalterati i colmi di piena prima e dopo la trasformazione, si parla di invarianza idraulica delle trasformazioni di uso del suolo.

#### 3.1 Sistemi e criteri per mantenere principio dell'invarianza idraulica

In termini molto pratici con l'adozione del Principio di Invarianza Idraulica si sancisce in maniera definitiva che le acque meteoriche, affluenti durante un evento di massima precipitazione in un terreno da urbanizzare, scaricate in un ricettore a valle, dopo l'avvenuta urbanizzazione non debbono dunque essere maggiori di quelle precedenti all'urbanizzazione.

*“Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa”.*

#### Definizione D.D.G. N. 102 del 23/06/2021

*Invarianza idraulica: principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione. Tecnicamente l'invarianza idraulica si ottiene, prevalentemente, con la laminazione (accumulo temporaneo) delle portate/volumi di piena.*

L'aumento della consistenza edilizia, tra l'esistente e quella futura, progettata durante la stesura o aggiornamento dei piani urbanistici generali o attuativi, determina fattivamente il proporzionale aumento delle superfici impermeabili dovute alla realizzazione di tetti, strade, parcheggi ed ecc.

L'aumento della superficie impermeabile causa l'aumento del Coefficiente di Deflusso "c", ovvero, l'aumento dell'aliquota di acqua meteorica all'interno del bacino, che si traduce nella inosservanza del principio dell'invarianza idraulica.

Per mantenere invariato il coefficiente di deflusso diventa opportuno adottare una serie di accorgimenti atti a limitare quanto più possibile l'impermeabilizzazione di un'area e far confluire le acque nel ricettore di valle in modo da limitare il deflusso stesso o limitare la velocità di scorrimento delle acque.

L'intero tessuto urbano del comune di Acireale si imposta su terreni lavici e vulcanoclastici a permeabilità mista con valori del coefficiente di permeabilità medio alto.

A tal proposito, in considerazione del fatto che si ha a che fare con terreni vulcanici (lave e vulcanoclastiti scoriacee) con permeabilità medio alta, per mantenere il principio dell'invarianza idraulica e un drenaggio urbano sostenibile basta adottare i seguenti sistemi di smaltimento superficiale e sub superficiale:

- *Sistemazione a verde degli spazi di pertinenza;*
- *Pavimentazioni permeabili o semipermeabili;*
- *Superficie sterrate inerbite o con grigliati in calcestruzzo inerbiti*
- *Masselli porosi inerbiti o masselli porosi;*
- *Trincee di infiltrazione e bacini di infiltrazione;*
- *Sistemi sotterranei di infiltrazione con pozzi perdenti, caditoie stradali;*
- *Sistemi di trattenuta delle acque meteoriche che utilizzano vasche di accumulo, vasche di laminazione;*

Tra i criteri stabiliti dal citato D.D.G. si riportano di seguito i contenuti dell'allegato 2 per gli interventi analoghi a quello in argomento:

*"A.1. Nelle zone di espansione o trasformazione o, comunque, nelle zone soggette a intervento urbanistico con superficie minore o uguale a 10.000 mq, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo descritta nei punti successivi, si applicano i requisiti minimi per la realizzazione di sistemi di raccolta, infiltrazione e/o laminazione delle acque piovane. Il volume complessivo dei predetti 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 1.000 mq, che comportino incremento di superficie coperta e/o impermeabilizzata, si farà ricorso all'installazione di pozzi perdenti per un volume di 5 mc per ogni 100 mq di superficie da verificare, preliminarmente, mediante un test di infiltrazione in situ."*

Nel caso di specie basterebbe utilizzare una vasca di laminazione di dimensioni pari al 0.05% della superficie scolante impermeabile.

### 3.2 esempio di dimensionamento opere idrauliche per invarianza idraulica (pozzo disperdente)

Per dimensionare le opere idrauliche al fine di garantire il principio dell'invarianza idraulica dovuta alla trasformazione urbanistica dell'area si ritiene idoneo l'utilizzo di impianto disperdente delle acque meteoriche. Per un idoneo dimensionamento, a vantaggio della sicurezza idraulica, si fa riferimento alle altezze critiche di pioggia determinate con tr=30anni. Il calcolo del pozzo disperdente ad anelli a dispersione viene effettuato secondo il foglio di lavoro ATV-DVWK-A 138.

$$z = [A_u * 10^{-7} * r_{D(n)} - \pi * d_s^2 / 4 * k_f / 2] / [\pi * d_i^2 / (4 * D * 60 * f_z) + d_s * \pi * k_f / 4]$$

Dove:

Parametri:	
Superficie raccolta acqua	(A <sub>E</sub> )
Tipo di Superficie	(ψ <sub>m</sub> )
Superficie Impermeabile calcolata	(A <sub>U</sub> )
Tipo di terreno drenante	(k <sub>f</sub> )
Numero punti pozzo nel terreno	
Profondità tubo d'entrata	(h <sub>Rohr</sub> )
Diametro interno dell'anello perdente	(d <sub>i</sub> ) ∅
Diametro esterno dell'anello perdente	(d <sub>s</sub> ) ∅
Numero fori drenaggio	
Diametro fori drenaggio	∅
Spessore ghiaione esterno al perdente	(h <sub>Filter</sub> )
Spessore ghiaione sottostante il perdente	(h <sub>Sand</sub> )
Fattore di sicurezza	(f <sub>z</sub> )
<b>Dati precipitazioni massime:</b>	
Durata delle precipitazioni	(D)
Litri/Secondo/Ettaro: Precipitazioni massime	(r <sub>D(n)</sub> )

Risultati:	
Altezza utile Pozzo perdente	(z)
Diametro interno selezionato	(d <sub>i</sub> )
Numero anelli perdenti h cm 50 per ogni punto pozzo	Nr.
Numero punti pozzo	Nr.
Totale anelli perdenti	Nr.
Altezza Totale scavo per pozzo	H
Diametro scavo per pozzo	∅

Il Terreno interessato dalla presente trasformazione urbanistica ha una superficie complessiva di 4000 mq circa. Al fine di un predimensionamento di pozzi disperdenti per garantire l'invarianza idraulica si suppone di dividere il terreno in sottozone di 1000mq ciascuno e che ogni sottozona si considera una superficie impermeabile di circa 250mq. Il dimensionamento del disperdente di ogni sottozona sarà:

- superficie raccolta acque (sottozona 1) = 1000mq
- durata delle precipitazioni (intervallo, in minuti, tra le raccolte dei dati Precipitazioni massime, al Pluviografo) = 81.20 mm/h (tr 30anni) → 225,55 l/s/ha

## Scheda calcolo dimensionamento anelli a dispersione per il drenaggio delle acque meteoriche

Calcolo dimensionamento Anelli a dispersione, per il drenaggio di acque meteoriche, secondo Foglio di lavoro **ATV-DVWK-A 138**  

$$z = [A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \pi \cdot d_a^2 / 4 \cdot k_f / 2] / [\pi \cdot d_i^2 / (4 \cdot D \cdot 60 \cdot f_2) + d_a \cdot \pi \cdot k_f / 4]$$

**Parametri:**

Superficie raccolta acqua	( $A_E$ )	1000 m <sup>2</sup>
Tipo di Superficie	( $\psi_m$ )	- in Masselli autobloccanti e Masselli drenanti (Val. 0,25)
Superficie Impermeabile calcolata	( $A_u$ )	250 m <sup>2</sup>
Tipo di terreno drenante	( $k_f$ )	- Sabbia - Ghiaia - Pietrisco con Limo (Val. 5,0E+06)
Numero punti pozzo nel terreno		1
Profondità tubo d'entrata	( $h_{D(0)}$ )	0,5 m
Diametro interno dell'anello perdente	( $d_i$ )	cm 150
Diametro esterno dell'anello perdente	( $d_a$ )	165 cm
Numero fori drenaggio		12
Diametro fori drenaggio		10 cm
Spessore ghiaione esterno al perdente	( $h_{Filter}$ )	0,5 m
Spessore ghiaione sottostante il perdente	( $h_{Sand}$ )	0,5 m
Fattore di sicurezza	( $f_2$ )	1,15
<b>Dati precipitazioni massime:</b>		
Durata delle precipitazioni	(D)	15 min.
Litri/Secondo/Ettaro: Precipitazioni massime	( $r_{D(n)}$ )	226 (Precipitazioni Alto Adige qui) (ALTRE PRECIPITAZIONI MASSIME QUI)

**Risultati:**

Altezza utile Pozzo perdente	(z)	3,29 m
Diametro interno selezionato	( $d_i$ )	150 cm
Numero anelli perdenti h cm 50 per ogni punto pozzo	Nr.	7 Pz.
Numero punti pozzo	Nr.	1 Pz.
Totale anelli perdenti	Nr.	7 Pz.
Altezza Totale scavo per pozzo	H	4,3 m
Diametro scavo per pozzo	ø	2,65 m

Un pozzo disperdente delle dimensioni interne di diametro 150cm e altezza 350cm consente di smaltire le acque meteoriche per consentire un ragionevole margine di sicurezza riguardo il principio dell'invarianza idraulica.

### 3. CONCLUSIONI

Visto quanto sopra relazionato, considerata:

- La ridotta dimensione del lotto in esame, superficie catastale interessata 3.936 mq;
- La futura destinazione, migliorativa (dal punto di vista di permeabilità) rispetto a quella vigente da Zona Territoriale Omogenea **“Parcheggio”** di P.R.G., a Zona Territoriale Omogenea **“V.P.” VERDE PUBBLICO, CON DESTINAZIONE “CAMPI DA GIOCO”**
- che si ha a che fare con terreni vulcanici (lave e vulcanoclastiti scoriacee) con permeabilità medio alta

per mantenere il principio dell'invarianza idraulica e un drenaggio urbano sostenibile basta adottare i seguenti sistemi di smaltimento superficiale e sub superficiale:

- Sistemazione a verde degli spazi di pertinenza;
- Pavimentazioni permeabili o semipermeabili;
- Superficie sterrate inerbite o con grigliati in calcestruzzo inerbiti
- Masselli porosi inerbiti o masselli porosi;
- Trincee di infiltrazione e bacini di infiltrazione;
- Sistemi sotterranei di infiltrazione con pozzi perdenti, caditoie stradali;
- Sistemi di trattenuta delle acque meteoriche che utilizzano vasche di accumulo, vasche di laminazione;

Peraltro il principio di invarianza idraulica è già contenuto all'art. 50 *Tutela del suolo e del sottosuolo* del Regolamento Edilizio Comunale a cui gli interventi che verranno proposti sull'area sono obbligati dell'osservanza.

Inoltre si dovrà rispettare il parere emesso dal **Genio Civile di Catania**, Prot.llo 075907 del 08/05/2021, trasmesso a questo Ente giusta nota del 24/05/2021 prot.llo 43262, che si allega alla presente e che così recita: *“Tutto ciò premesso e considerato, questo Ufficio esprime parere favorevole di fattibilità in relazione alle condizioni geomorfologiche del territorio, alla seguente condizione: 1) che vengano garantite, coerentemente con il D.P.C.M. 07/03/2019 (Decreto di approvazione del Piano Gestione Rischio Alluvioni per la Sicilia), in sede di progettazione definitiva e/o esecutiva, le opere di drenaggio e smaltimento controllato in assorbimento delle acque meteoriche nel rispetto del principio dell'invarianza idraulica.”*;

Per quanto detto **la proposta di riqualificazione urbanistica**, con l'utilizzo dei criteri di cui al DDG 102 del 23/06/2021, nello specifico allegato 2 paragrafo A *“Criteri da seguire per la valutazione dell'invarianza idraulica di un progetto”*, **si ritiene invariante idraulicamente.**

Acireale, lì **28/09/2021**

**Ing. Sebastiano COSTANZO**