



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessorato dei Lavori Pubblici
Direzione Generale dei Lavori Pubblici
Servizio opere idriche e idrogeologiche

ENTE ATTUATORE



città di
Oristano

D.G.R. N. 7/40 DEL 12/02/2019 — Programma di spesa per progettazione e realizzazione di interventi di riqualificazione delle reti di drenaggio in area urbana, con priorità per le aree ad elevato rischio.

INTERVENTO PER IL RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITÀ IDRAULICA NELLA ZONA DEL FORO BOARIO IN ORISTANO

CIG: ZA62B4EA0C

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ED ECONOMICA

Relazione idrologica e idraulica

Allegato:

B

Redatto da:

Responsabile della progettazione: **Ing. Tonino Mulas**

Progettazione:

Aspetti idraulici: **Ing. Tonino Mulas**

Aspetti geologici: **Geol. Antonello Frau**

<i>Committente</i>	Comune di Oristano Piazza E. d'Arborea, 44 - 09170 Oristano istituzionale@pec.comune.oristano.it		Responsabile Unico del Procedimento Ing. Alberto Soddu
23.02.2020			Ing. Tonino Mulas via Toniolo n.17 09170 — Oristano t.mulas@ording.or.it
DATA EMISSIONE	INDICE REVISIONI	DATA	DESCRIZIONE DELLA MODIFICA
Febbraio 2021			



SOMMARIO

SOMMARIO.....	1
PREMESSA.....	2
INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
STATO DI FATTO.....	6
ANALISI URBANISTICA	7
ANALISI IDROLOGICA.....	8
CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA - MODELLO DELL'INVASO LINEARE.....	13
CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA FOTMULA RAZIONALE	14
PORTATE DI PIENA.....	15



PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del progetto di fattibilità tecnica ed economica dell'intervento per il "Ripristino della funzionalità idraulica della zona del Foro Boario in Oristano". Le opere in progetto sono da intendersi come parte integrante del "Programma di spesa per progettazione e realizzazione di interventi di riqualificazione delle reti di drenaggio in area urbana, con priorità per le aree ad elevato rischio finanziato con D.G.R. N. 7/40 DEL 12/02/2019".

Il Progetto che interessa la macro area di Oristano est denominata per semplicità comunicativa "Zona del Foro Boario" che comprende la via Sardegna, via Ricovero, via Marconi e via Casu. Il punto nevralgico della macro area, è l'incrocio di queste quattro vie, che corrisponde, idraulicamente parlando, alla sezione di chiusura di un bacino scolante di circa 0,45 km² e dal quale diparte uno dei principali collettori drenanti della città di Oristano che scorre sotto via Sardegna.

Saltuariamente l'area, e in particolare l'incrocio delle quattro vie, viene completamente sommerso da battenti idrici che raggiungono anche l'altezza di 50 cm rendendo impraticabile la circolazione veicolare e pedonale di uno degli ingressi principali di Oristano. Tutta l'area è perimetrata con pericolo idraulico molto elevato Hi4.

Il progetto ha come oggetto il dimensionamento dei collettori delle acque meteoriche, il loro convogliamento sia a depurazione che al corpo recettore finale. Il corretto dimensionamento delle opere per la raccolta e lo smaltimento delle acque di pioggia considera il migliore assetto da assegnare al sistema in funzione dei seguenti elementi:

- l'incidenza delle precipitazioni di progetto;
- i vincoli dettati dalla normativa vigente;
- la funzionalità del sistema di trattamento;
- la particolare situazione morfologica e idraulica dell'area interessata dall'intervento.

Le opere in progetto presentano il seguente insieme di componenti:

- scaricatori di piena
- condotte di convogliamento al corpo ricettore.

Le piogge di progetto considerate per il dimensionamento delle opere sono state determinate in modo coerente e congruente alle prescrizioni contenute nelle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

Le opere di scarico delle portate di piena delle acque meteoriche prodotte rete di drenaggio urbana di tipo misto è stata dimensionata per tempo di ritorno 5 anni a partire dalle precipitazioni intense di durata di 30 minuti.



INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il tratto critico soggetto a ripetuti fenomeni di allagamento della sede viaria e dei fabbricati adiacenti, interessa un punto strategico dal punto di vista dell'accessibilità al centro di Oristano, in quanto localizzata in un nodo importante per lo smistamento dei flussi che provengono dalle due strade di principale accesso alla città e che conducono al centro storico, in particolare Via V. Casu che segna l'ingresso dal centro di Sili e Via Marconi che si collega con la SP70 e connette Oristano con la SS 131 direzione Sassari e Cagliari. Nella Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10.000 ricade in buona parte nel Foglio 528 Sezione 080 – Oristano; Nell'I.G.M.I: Foglio 528 – sezione I Oristano (scala 1:25.000). Le coordinate geografiche espresse nel sistema di riferimento WGS 1984 UTM zone 32, che individuano il punto significativo corrispondente alla piazza del Foro Boario sono: 465.769,24 E — 4.417.547,72 N.

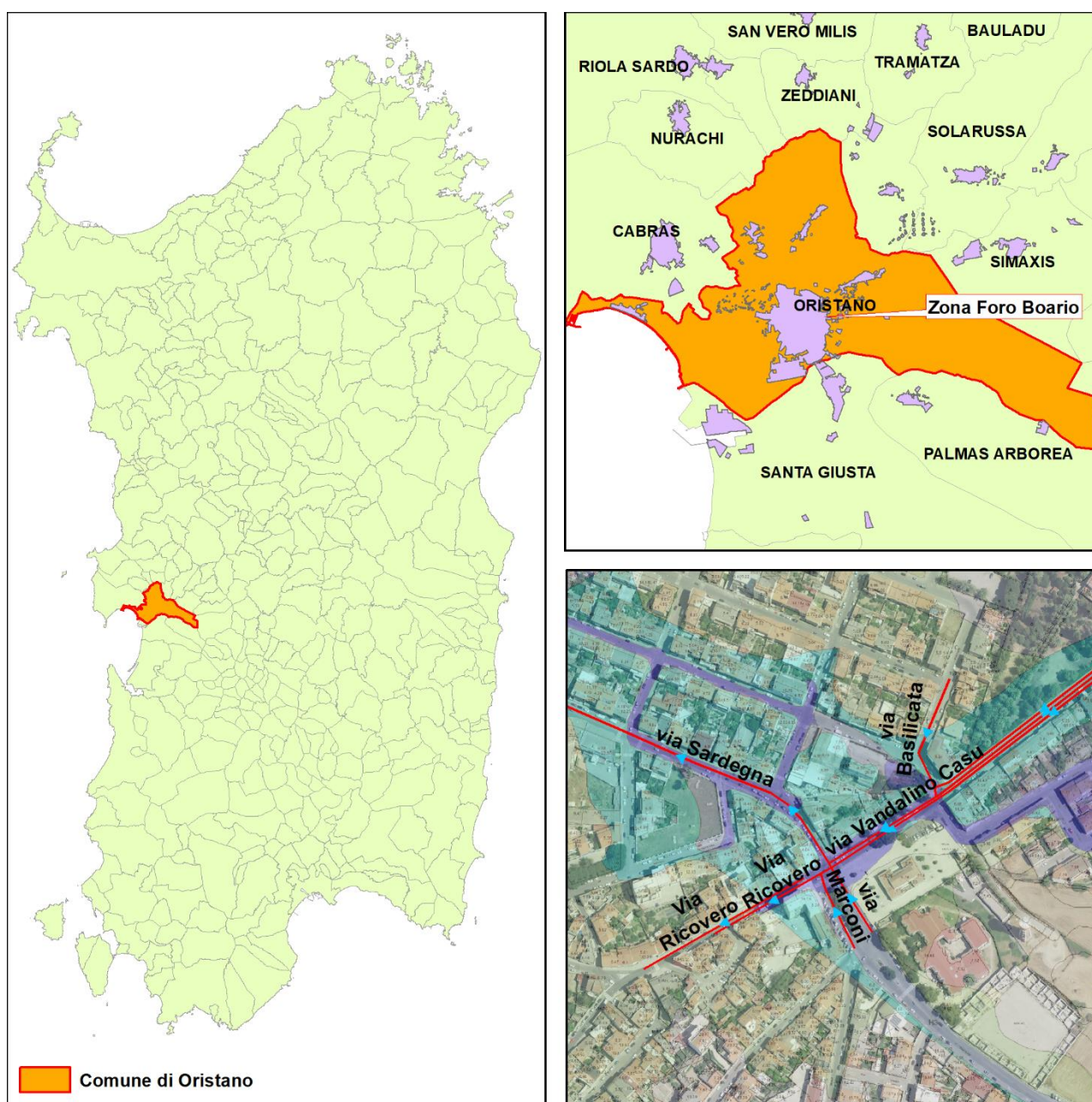


Fig. n.1 - Inquadramento area oggetto d'intervento



INTERVENTO PER IL RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITÀ IDRAULICA NELLA ZONA DEL FORO BOARIO IN ORISTANO "

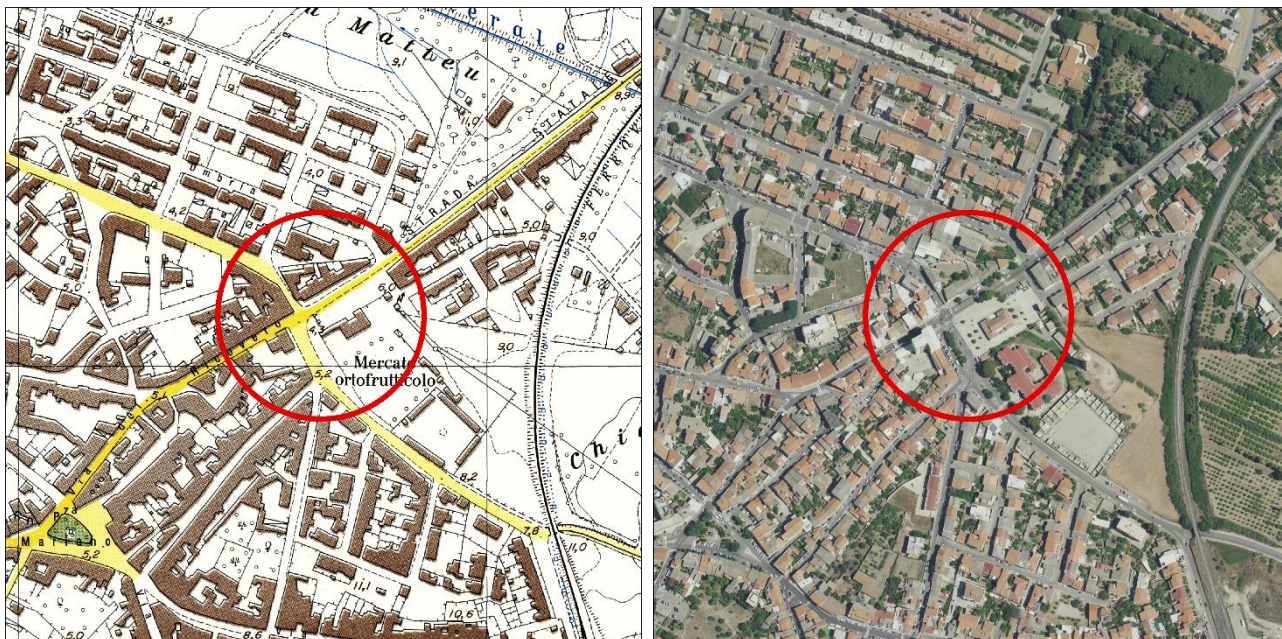


Fig. n.2 - Inquadramento dell'area su cartografia CTR e ortofoto 2016.

Dal punto di vista idraulico la macro area è stata studiata nell'ambito dello Studio di Assetto Idrogeologico Comunale che ne ha evidenziato le problematiche, individuando i bacini scolanti e le aree di pericolosità idrauliche. Entrando nel dettaglio, lo Studio Comunale ha individuate due linee di corrivazione principali che sostanzialmente seguono l'andamento della viabilità e si riversano entrambe sulla piazza del Foro Boario e proseguono congiunte lungo via Sardegna.

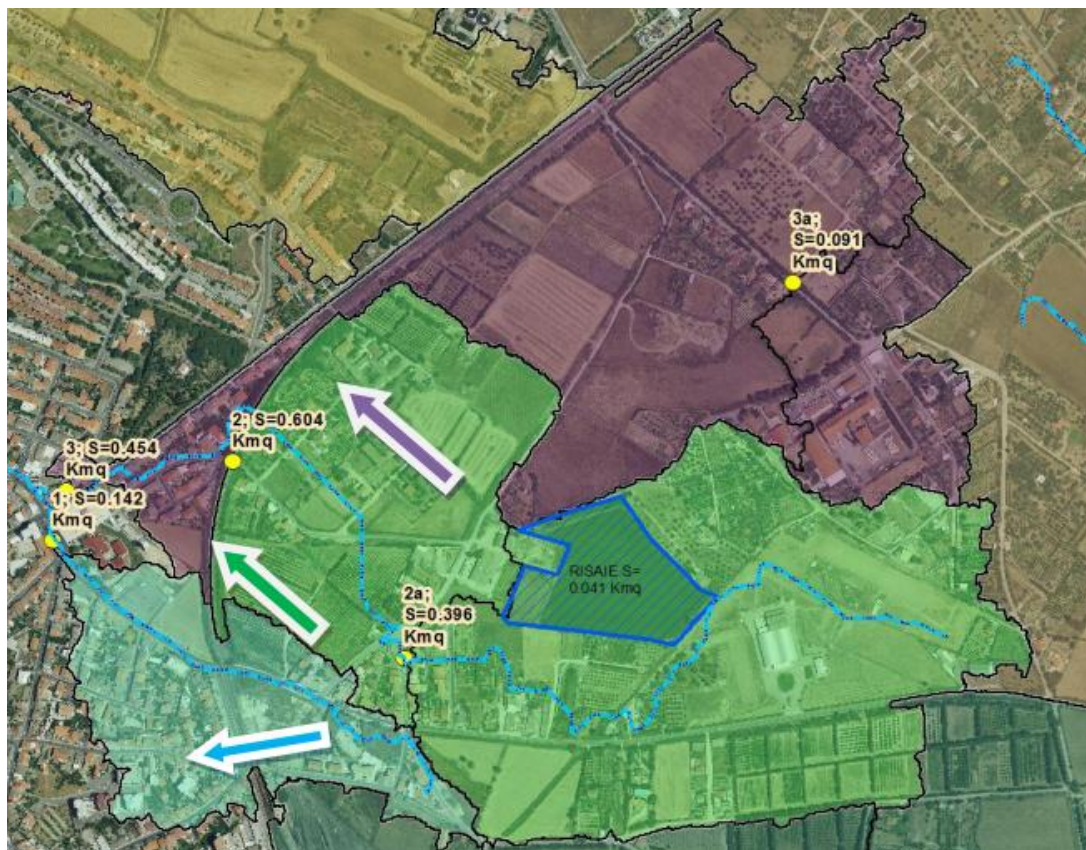


Fig. 3 – Estratto Studio assetto idrogeologico Comunale Bacini Scolanti Chirigheddu.



INTERVENTO PER IL RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITÀ
IDRAULICA NELLA ZONA DEL FORO BOARIO IN ORISTANO "

La presenza di linee di corrivazione che si riversano sulla piazza del Foro Boario e proseguono lungo via Sardegna ha determinato naturalmente la definizione di aree a elevata pericolosità idraulica.

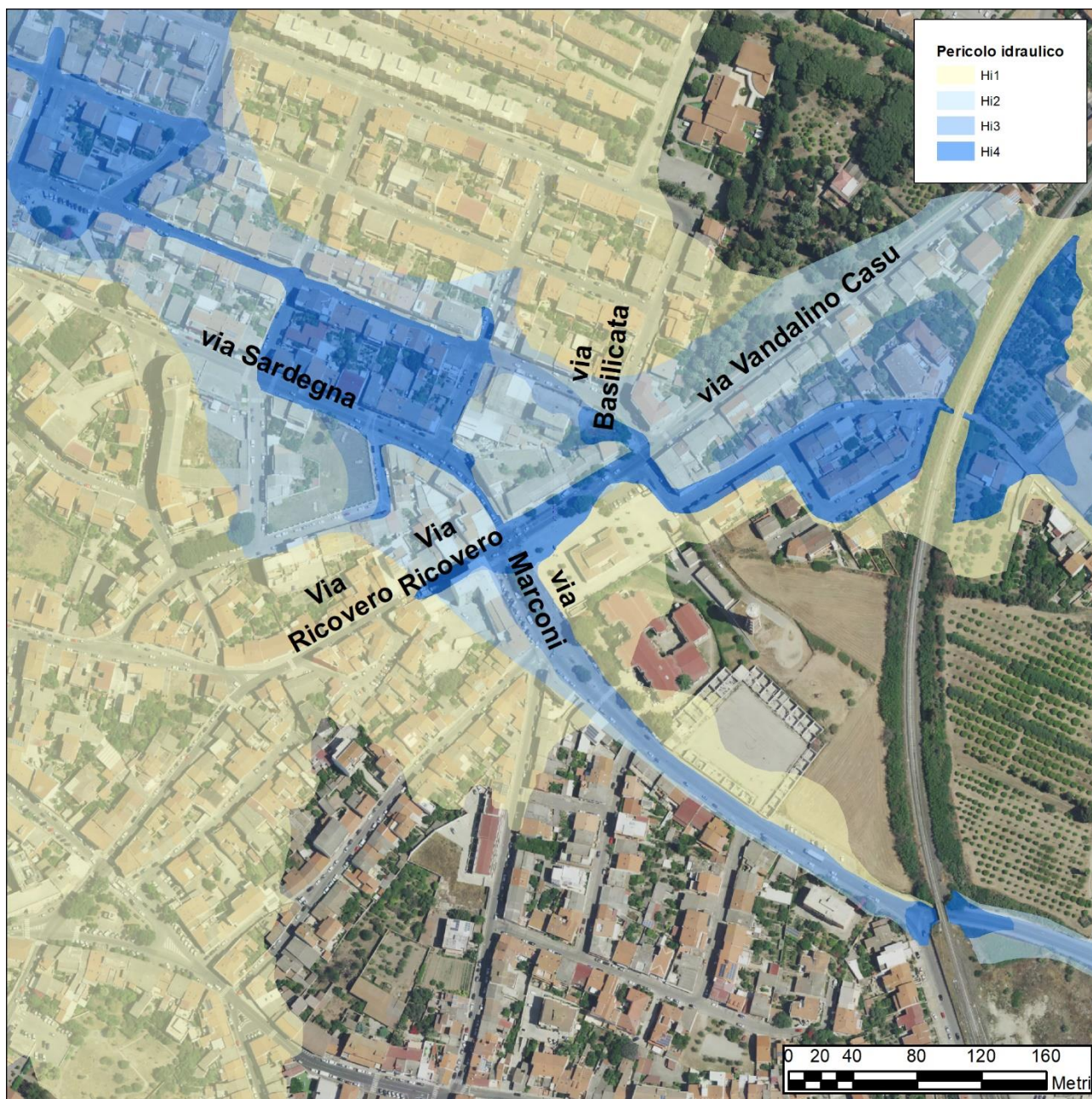


Fig. 4 – Pericolosità idraulica perimetrazione Studio Assetto idrogeologico Comunale.



STATO DI FATTO

La rete di drenaggio urbana di Oristano è schematizzabile in alcuni collettori storici principali che scorrendo da est verso ovest, al di sotto le vie principali drenano i quartieri adiacenti. Il collettore sotto via Sardegna è uno di questi, che drena tutti i quartieri nuovi di Torangius, il quartiere delle Regioni e l'area di Chierigheddu e di via Ghilarza. Il collettore ha sezione rettangolare con volta ad arco ha una larghezza di 1,0 m e un'altezza nel punto più alto di 1,20 m. Tutti le condotte secondarie che drenano i quartieri indicati sotto sono connessi al collettore di via Sardegna.

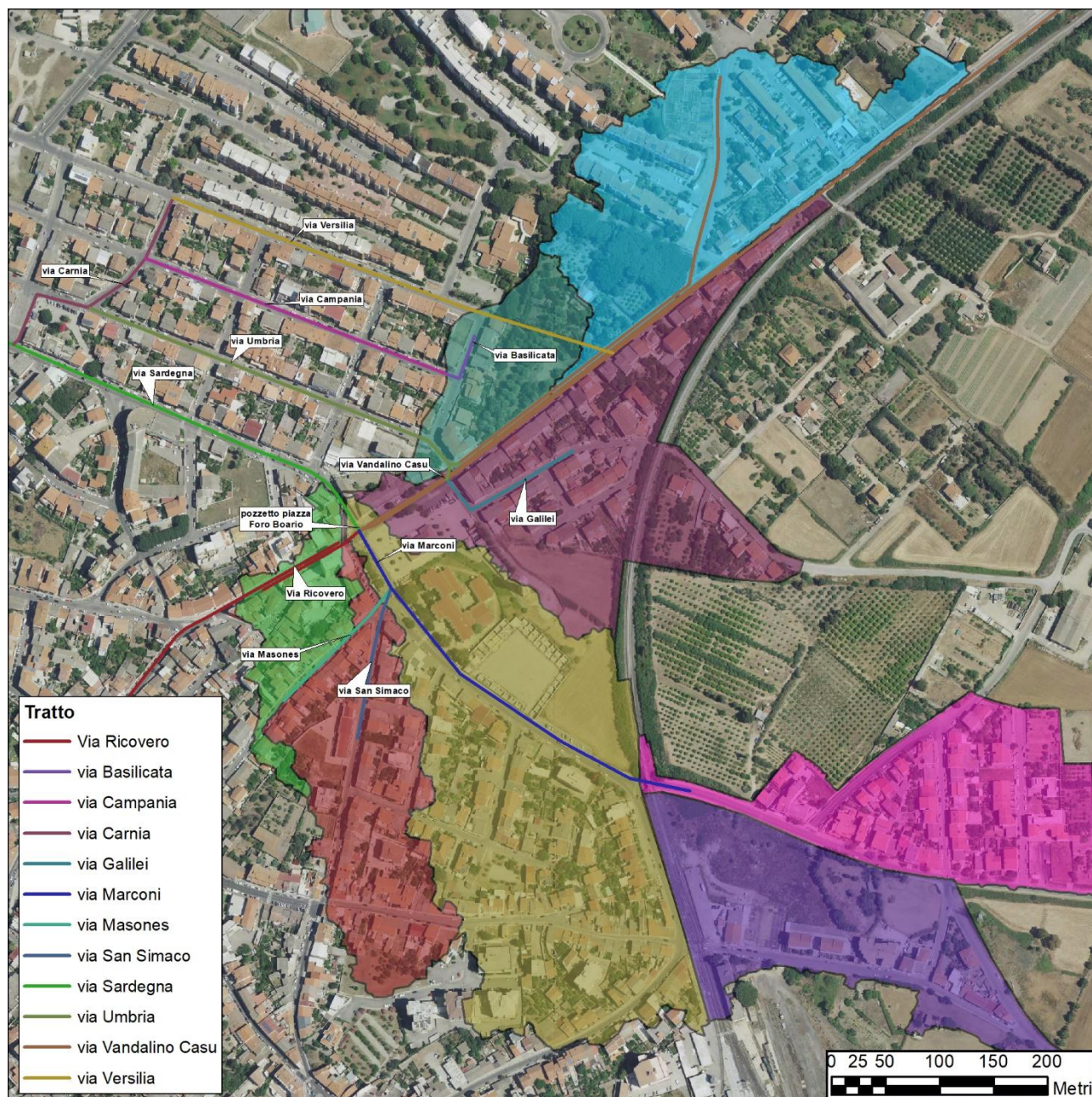


Fig. n.5 – Aree scolanti collettori di dreno principali.



ANALISI URBANISTICA

Il tratto di rete di drenaggio interessato dalle opere si estende per un'area urbanizzata di circa 35 ha,

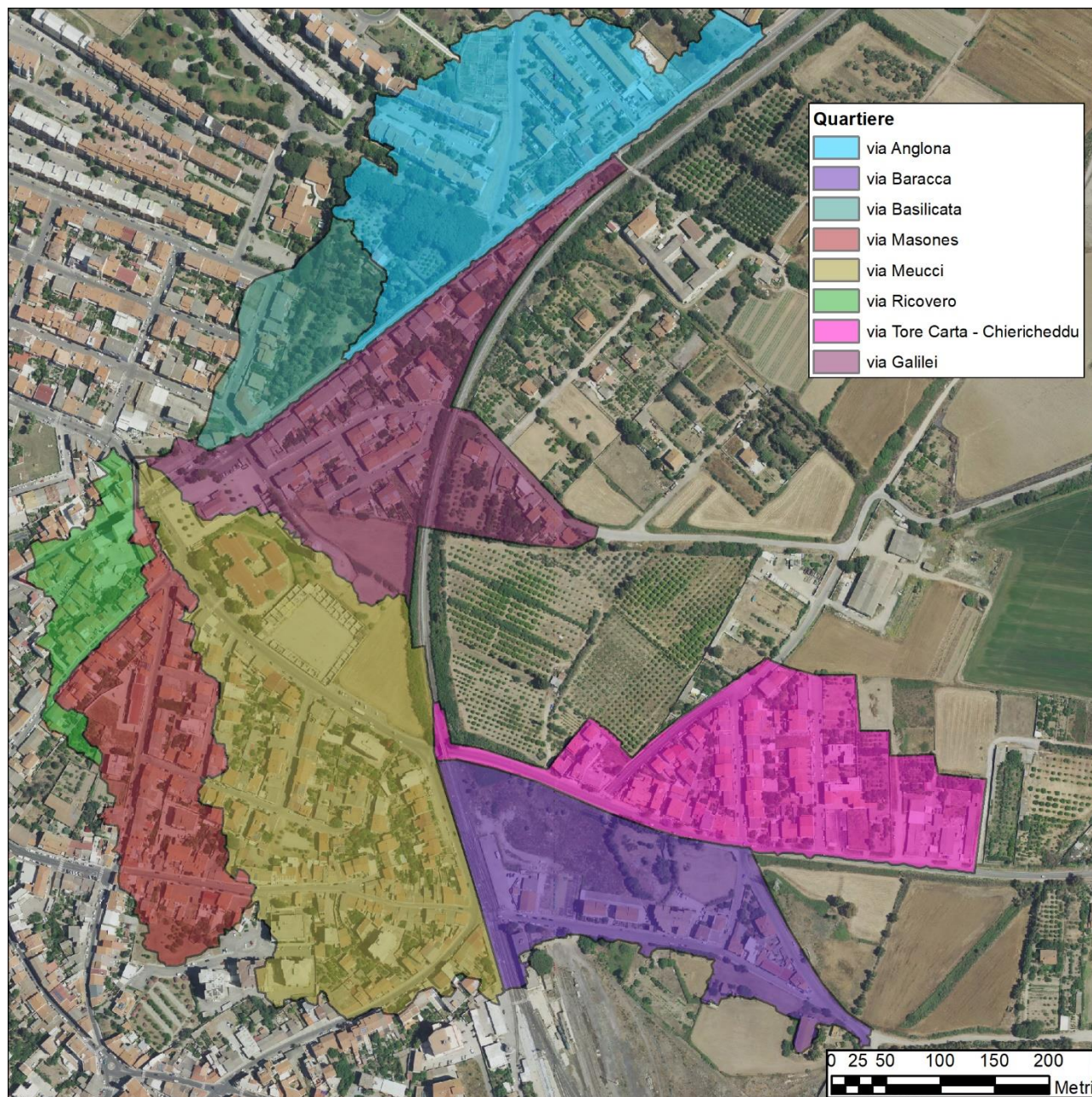


Fig. n.9 – Individuazione delle sezioni di chiusura bacini scolanti su base Ortofoto 2016

Le superfici dei bacini urbani interessati dall'intervento sono riportati di seguito, suddivisi per macro aree di interesse una che converge su via Ricovero, un su via Marconi e una su Via Casu.

L'analisi urbanistica ha consentito di inquadrare i tre bacini primari che alimentano il collettore e di evidenziare le aree urbanizzate da quelle in previsione nello strumento urbanistico. Pertanto in sede di calcolo sono state adottate due diverse metodologie di calcolo per distinguere le aree urbanizzate da quelle non ancora urbanizzate, tenendo conto che queste ultime dovranno sottostare al principio dell'invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle Norme di Attuazione (NA) del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).



Tab.01 – Aree drenate suddivise per aree permeabili e impermeabili

	Via Ricovero	Via Marconi	Via Casu
S (ha)	1,3849	21,5049	12,3639
S_{Imp} (ha)	1,1079	17,2039	9,8911
S_{Per} (ha)	0,2770	4,3010	2,4728
S_{Imp} (%)	0,8000	0,8000	0,8000
S_{Per} (%)	0,2000	0,2000	0,2000

Noti i caratteri urbanistici delle aree da drenare si è proceduto ad analizzare le caratteristiche geometriche della rete esistente tenendo conto delle condotte esistenti e dell'altimetria del terreno.

Per quanto riguarda le aree in espansione non ancora urbanizzate si è ipotizzato di mantenere parametri identici a quelli delle aree esistenti.

Tab.02 – Parametri geometrici della rete di drenaggio esistente

	Via Ricovero	Via Marconi	Via Casu
sviluppo rete drenaggio [m]	100	2.170	4.828
S_i pendenza media bacino	0,067	0,048	0,068
S_c pendenza media collettore	0,003	0,003	0,003
S_r pendenza media tutta rete drenaggio [%]	0,005	0,005	0,005
D densità di drenaggio (lunghezza rete/ area bacino) [m/ha]	0,00	0,0168	0,0119

ANALISI IDROLOGICA

Lo studio idrologico consiste nelle analisi delle precipitazioni di breve durata e forte intensità della zona per caratterizzarne l'intensità, la durata e la frequenza. Per l'analisi si sono prese in considerazione le Curve di Possibilità Pluviometriche Deidda, R. e E. Piga, G.M. Sechi (2000), basate sulla distribuzione di probabilità TCEV, metodologia più recente e meglio referenziabile alle singole località.

Le curve si basano su tre livelli di regionalizzazione: Per la Sardegna è stata dapprima applicata alle precipitazioni giornaliere con una procedura gerarchica di regionalizzazione articolata su tre livelli. Si ricerca l'esistenza di una o più zone omogenee (ZO) caratterizzate da parametri, numero medio di occorrenze annue e l'intensità media di eventi appartenenti, costanti (e quindi anche da un unico coefficiente di asimmetria) e da un'unica distribuzione.

Le elaborazioni statistiche sono state eseguite adottando il modello probabilistico TCEV, che ha mostrato agli autori una maggiore capacità interpretativa rispetto alle distribuzioni bi-parametriche precedentemente adottate. L'analisi regionale dei massimi annui di precipitazione giornaliera ha portato all'individuazione di tre regioni aventi caratteristiche pluviometriche omogenee. Tale suddivisione è stata confermata anche dall'analisi degli eventi di precipitazione breve ed intensa di durata pari a 15, 30, 45, 60 minuti e 3, 6, 12, 24 ore. In ciascuna regione omogenea sono state ricavate delle semplici espressioni esplicite delle curve di crescita in funzione del tempo di ritorno, sia per le piogge giornaliere che per quelle di durata compresa fra 30 minuti e 24 ore. Per la stima della pioggia indice giornaliera nei siti non osservati sono stati confrontati tre



modelli di trasposizione, adottando in definitiva il modello Kriging, mentre per la stima della pioggia indice di breve durata è stata adottata una legge monomia i cui parametri sono funzione della pioggia indice giornaliera nel medesimo sito.

I riferimenti numerici da inserire nelle relative relazioni si ricavano dallo "Studio regionale delle massime precipitazioni giornaliere in Sardegna" di Deidda, Piga e Sechi (a. 1993), secondo il quale la pioggia media giornaliera è stata ottenuta adottando l'altezza di pioggia massima, tra le isoiete di pioggia ricadenti sul territorio interessato, = 50 mm. La Sotto Zona Omogenea per le piogge brevi e intense su cui ricade il bacino imbrifero corrisponde alla STZ 1.

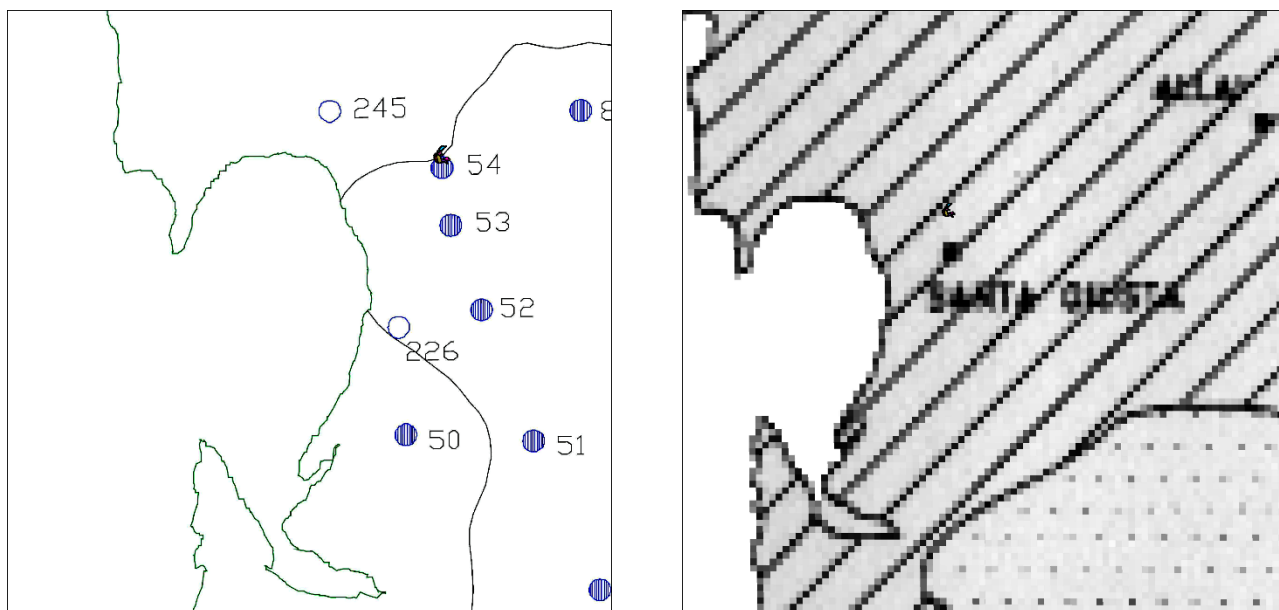


Figura 4: Sottozona di competenza e massime precipitazioni giornaliere per il bacino.

Altezza di pioggia h . Il valore dell'altezza di pioggia ad un dato periodo di ritorno T è dato in letteratura dalla formula generale secondo cui

$$h(T) = a \cdot d^n.$$

La metodologia impiegata per il calcolo delle altezze di pioggia nel territorio regionale si basa, tuttavia sulla inferenza statistica del modello probabilistico TCEV della variabile adimensionale $h'(T)$ definita come

$$h'(T) = \frac{h(d)}{\bar{h}(d)},$$

vale a dire il massimo annuale di pioggia per una durata d , normalizzato rispetto alla media \bar{h} successivamente sul calcolo della $\bar{h}(d)$ per le diverse durate di precipitazione d .

Pertanto, l'equazione della curva di possibilità pluviometrica normalizzata è, per ciascun tempo di ritorno T

$$h(T) = a \cdot d^n = h'(T) \cdot \bar{h}(d) = a_1 \cdot a_2 \cdot d^{n_1+n_2}$$

in cui

a [adim] e n [mm/h] = parametri espressi in scala logaritmica in funzione del tempo di ritorno T e delle caratteristiche climatiche delle zone in esame. In particolare, i parametri della curva di possibilità climatica si



determinano in base a:

$$a = a_1 \cdot a_2 \quad \text{e} \quad n = n_1 + n_2,$$

in cui i coefficienti a_1 e n_1 si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera \bar{h}_g che è la media dei massimi annui di precipitazione giornaliera.

Il metodo TCEV applicato al caso della Sardegna definisce detti parametri in funzione di una suddivisione in zone del territorio e in funzione della durata della pioggia. Più precisamente, la sottozona in cui ricade il territorio di Sinnai è la n. 1 (SZO 1), da cui si ha:

- per $T \leq 10$ anni

$$a_2 = 0,64767 + 0,89360 \cdot \log_{10} T$$

$$n_2 = -0,0060189 + 0,00032950 \cdot \log_{10} T$$

- per $T > 10$ anni

$$a_2 = 0,44182 + 1,0817 \cdot \log_{10} T$$

$$n_2 = -0,18676 + 0,24310 \cdot \log_{10} T - 0,035453 \cdot (\log_{10} T)^2 \text{ se } t_p \leq 1 \text{ [h]}$$

$$n_2 = -0,0056593 - 0,0040872 \cdot 10^{-3} \cdot \log_{10} T \text{ se durata della pioggia } t_p > 1 \text{ [h]}$$

Indi, la pioggia media per diverse durate $\bar{h}(d)$, detta anche pioggia indice, è funzione della pioggia giornaliera \bar{h}_g , mediante l'espressione:

$$\bar{h}(d) = a_1 \cdot d^{n_1} = \frac{\bar{h}_g}{0,886 \cdot 24^{(-0,493+0,476 \cdot \log_{10} \bar{h}_g)}} \cdot d^{(-0,493+0,476 \cdot \log_{10} \bar{h}_g)}$$

I riferimenti numerici da inserire nelle relative relazioni si ricavano dallo "Studio regionale delle massime precipitazioni giornaliere in Sardegna" di Deidda, Piga e Sechi (a. 1993), secondo il quale la pioggia media giornaliera \bar{h}_g è stata calcolata effettuando la media pesata, sull'intera superficie del bacino in oggetto, di tutte le altezze di pioggia ricadenti su quel territorio. Come tempo di ritorno di progetto T_r si è preso in considerazione la curva di possibilità pluviometrica di 5 anni.



Tab 03 - Calcolo altezza di pioggia sui bacini

	Via Ricovero	Via Marconi	Via Casu
Tr	5	5	5
μg	50	50	50
SZO	1	1	1
D (min)	30	30	30
d (ore)	0,5	0,5	0,5
a1	20,6914	20,6914	20,6914
n1	0,3157	0,3157	0,3157
a2	1,2621	1,2621	1,2621
n2	-0,0097	-0,0097	-0,0097
Hm	16,6246	16,6246	16,6246
h (mm)	21,12	21,12	21,12
i (mm/ora)	42,25	42,25	42,25

Da tali curve, si deduce l'altezza di precipitazione che si verifica sul bacino per una corretta durata di pioggia e con un certo livello di probabilità, cioè la pioggia in ingresso nel bacino. Una parte di questa pioggia, però, si perde, per effetto di una serie di fenomeni idrologici, (quali infiltrazione nel terreno, evaporazione, formazione sulla superficie del bacino di un velo idrico, per immagazzinamento in avvallamenti superficiali isolati che non producono deflusso successivamente) prima di arrivare nella rete di drenaggio.

Per il dimensionamento della rete sarà quindi rilevante solo la restante parte di pioggia netta o efficace, che è stata valutata attraverso il coefficiente di afflusso φ che rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia netta ed il volume della pioggia totale.

Per i bacini Urbanizzati è stata utilizzata la formula seguente per stimare il coefficiente di afflusso in fogna:

$$\varphi = \varphi_{IMP} \cdot IMP + \varphi_{PERM} \cdot (1 - IMP)$$

IMP = coefficiente di impermeabilità rapporto tra le aree impermeabili e l'area totale del bacino

φ_{IMP} = coefficiente di afflusso relativo alle aree impermeabili

φ_{PERM} = coefficiente di afflusso relativo alle aree permeabili

Poiché il bacino è composto da zone con tipologie urbanistiche diverse, il coefficiente di afflusso complessivo è stato calcolato come media pesata, in funzione delle aree, dei coefficienti di afflusso di ogni zona, utilizzando la relazione:

$$\varphi = \frac{\sum_i S_i \cdot \varphi_i}{\sum_i S_i}$$

S_i = area della i – esima zona urbanisticamente omogenea

φ_i = coefficiente di afflusso relativo alle zona i – esima

I valori di φ sono stati ricavati dalle tabelle di afflusso in fogna per le aree permeabili e impermeabili (AA.VV., Sistemi di fognatura – Manuale di Progettazione, CSDU, Hoepli, Milano, 1997)

Tab 05 - Valori coefficienti di afflusso per le aree impermeabili e permeabili



Tempo di ritorno T_r [anni]	ϕ_{IMP}	ϕ_{PERM}
<2	0,60÷0,75	0,00÷0,15
2÷10	0,65÷0,80	0,10÷0,25
>10	0,70÷0,90	0,15÷0,30

Per $T_r = 5$ anni, si adottano i valori: $\phi_{IMP} = 0,80$ e $\phi_{PERM} = 0,10$ (come si appalesa, tali valori penalizzano le impermeabilizzazioni, sovrastimandone i coefficienti di deflusso, al contempo sottostimano, in egual modo, i coefficienti di deflusso delle parti permeabili).

Per quanto riguarda le aree in espansione non ancora urbanizzate è stato adottato il metodo CN-Curve Number del Soil Conservation Service, si è optato per questa scelta per tener conto del principio dell'invarianza idraulica sancito dall'articolo 47 delle NA del PAI, che le nuove urbanizzazioni in previsione dovranno adottare quindi lasciando invariata la portata che si immette in fogna.

L'indice CN, adimensionale, è un valore compreso tra 0 e 100 ed è espresso in funzione di tre aspetti:

- natura del suolo;
- tipo di copertura vegetale;
- condizioni di umidità al suolo antecedenti la precipitazione.

Il valore del CN all'interno del singolo sub-bacino lo si è ottenuto mediante l'attribuzione di appositi valori di CN distinti in funzione degli areali.

Indi, si è proceduto all'analisi delle informazioni geologiche del territorio, al fine di ottenere fattori correttivi per il calcolo definitivo dei valori di CN a scala regionale. In particolare, ogni classe è stata indagata e, in considerazione degli aspetti geologici preminenti e delle proprie caratteristiche di permeabilità di ogni classe, sono stati stimati i coefficienti di variazione, secondo un intervallo [- 5; +15] da attribuire ad ogni tipo litologico.

Pertanto, i valori di Curve Number associati attraverso le caratteristiche dell'uso del suolo (CORINE), corretti considerando i fattori di variazione derivanti dall'analisi delle informazioni geologiche restituiscono valori del cosiddetto CN corretto.

Si definisce poi un ulteriore incremento del CN in funzione delle condizioni di umidità del terreno nei cinque giorni antecedenti l'evento meteorico di riferimento. In particolare la formula impiegata riguarda la cosiddetta condizione AMCIII, definita dalla formula

$$CN(III) = \frac{23 \cdot (CN + \Delta CN)}{10 + 0,13 \cdot (CN + \Delta CN)}$$

definendo in tal modo un valore del parametro significativamente più cautelativo.

Infine, i diversi valori di CN corretti zona per zona sono stati pesati in funzione della superficie relativa mediante la formula

$$CN = \frac{\sum_i S_i \cdot CN_i}{\sum_i S_i}$$

in cui S_i è la superficie i-esima associata al valore i-esimo di CN corretto.



Tab 05 - Valori coefficienti di afflusso per le aree impermeabili e permeabili e cumulativi

	Via Ricovero	Via Marconi	Via Casu
φ	0,66	0,66	0,66

CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA - MODELLO DELL'INVASO LINEARE

Per il modello di calcolo delle portate di piena, si fa uso di metodi di tipo concettuale ovvero dati da modelli matematici. Tra i modelli di tipo analitico concettuale, di trasformazione afflussi-deflussi, disponibili in letteratura, il più adatto, in considerazione del grado di determinatezza di alcuni elementi progettuali (quali, ad esempio, la reale distribuzione urbanistica, la reale lunghezza della rete di raccolta fino al collettore fognario o al corpo recettore più vicino), appare il metodo dell'invaso. Tale metodo definisce la portata critica come quella portata che risulta esattamente pari, per la durata critica (θ_c), alla portata di riempimento della rete, nella sezione di chiusura considerata.

Il modello dell'invaso lineare deriva anch'esso dall'integrale di convoluzione descritto per il metodo cinematico;

valgono le stesse considerazioni già espresse relativamente alle ipotesi di base (sistema lineare ed invariante,

afflusso costante nel tempo).

Il metodo considera come predominante, anziché il moto di deflusso, l'effetto di laminazione degli afflussi meteorici svolto dal volume d'acqua W_x che si deve immagazzinare (sulla superficie del bacino contribuente e all'interno degli stessi rami della rete) affinché la portata Q defluisca attraverso la sezione in esame.

Il legame portata / volume viene assunto lineare, definendo un parametro K (costante d'invaso), dimensionato

come un tempo, tale che:

$$Q(t) = \frac{W_x t}{K}$$

Integrando rispetto al tempo tale relazione e l'equazione di continuità, per la quale l'afflusso netto $I(t)$ nel tempo sarà pari alla portata defluente più la variazione di volume di invaso, si ottiene l'idrogramma unitario istantaneo (IUH) dell'invaso lineare, ovvero:

$$u(t) = \frac{1}{k} e^{-\frac{t_p}{k}}$$

che sostituito nell'integrale di convoluzione porta, sempre nell'ipotesi di afflusso costante, a determinare la portata massima di piena come:

$$Q[l/s] = \varphi a t_p^{n-1} A \left(1 - e^{-\frac{t_p}{k}}\right)$$



con A area bacino in ettari, t_p e K in ore.

Nota la curva di possibilità pluviometrica di progetto, uguagliando a zero la derivata dell'equazione sopra rispetto a t_p è possibile determinare la durata di pioggia critica, ovvero quella che produce la portata massima.

Definendo il parametro adimensionale $r = t_p/K$, nel caso di una curva di possibilità pluviometrica monomia (legge di potenza) di parametri (a, n), tale condizione risulta verificata quando:

$$n = 1 - r \frac{e^{-r}}{1 - e^{-r}}$$

La costante di invaso K esprime l'effetto combinato di tutti i fattori che determinano il complesso fenomeno della formazione della piena nel bacino, e riveste pertanto il significato di un parametro di taratura.

In letteratura sono disponibili diverse formule di tipo empirico per la stima di questo parametro. Poiché il fenomeno di formazione delle piene non segue in realtà leggi di tipo lineare, una maggiore accuratezza della stima è stata verificata da diversi Autori con l'adozione di ipotesi di quasi linearità, ovvero considerando il fenomeno lineare per il singolo evento di precipitazione, ma con la costante K variabile da evento a evento, in relazione all'afflusso meteorico.

In particolare si fa riferimento alla relazione proposta da Desbordes (1975):

$$K = \frac{4.19 A^{0.30}}{I_m^{0.45} (100 s)^{0.38}} - 0.21$$

Dove:

$A = \text{careca bacino [ha]}$

$I_m = \text{rapporto fra l'areaimpermeabile e l'areatotale del bacino}$

$s = \text{pendenza del collettore principale [-]}$

Determinato quindi K, ed ottenuto r, può essere calcolato il tempo di pioggia $t_p = K \cdot r$. Poiché K dipende da t_p , occorre iterare l'applicazione delle formule fino a convergenza. La portata massima di progetto Q viene quindi determinata dall'applicazione della:

$$Q[l/s] = \varphi aAK^{n-1}r^{n-1}(1 - e^{-r})$$

CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA FORMULA RAZIONALE

Per quanto concerne la metodologia da impiegare per la valutazione delle portate di piena dei bacini non urbanizzati, si è dunque fatto riferimento esclusivamente al metodo indiretto indicato nel Rapporto Regionale Sardegna "Valutazione delle piene in Sardegna", il quale si basa sul metodo razionale (o metodo cinematico) con curva di possibilità pluviometrica TCEV.

L'equazione su cui si basa il metodo razionale è la seguente:



$$Q = \Phi \cdot \frac{h_p \cdot A}{3,6 \cdot t_p} \cdot \varepsilon \cdot r;$$

in cui:

Q = portata di massima piena [m^3/s];

Φ = coefficiente di afflusso [adim];

h = altezza di pioggia ragguagliata sul bacino [mm];

A = superficie del bacino [km^2];

r = coefficiente di ragguaglio [adim];

ε = coefficiente di laminazione [adim];

t_p = durata di pioggia critica [h].

h = altezza di pioggia ad un dato periodo di ritorno T [mm];

PORTATE DI PIENA

I valori di portata stimati sono di seguito riportati e distinti per bacino e metodologia di calcolo.

	Via Ricovero	Via Marconi	Via Casu
S (Km²)	0,0138	0,2150	0,1236
CN III-AMCwet	97,76	97,76	97,76
la=S*0,2	1,16	1,16	1,16
S=25400/CN-254	5,81	5,81	5,81
Pn = (P - la)^2/(P-la+S) φScS=Pn/h	0,732	0,732	0,732
Q_{picco} [m³/s] Formula razionale	0,119	1,847	1,062
A [ha]	1,3849	21,5049	12,3639
s pendenza media collettore [-]	0,0013	0,0013	0,0013
I_m rapporto tra l'area impermeabile e l'area totale del bacino	0,80	0,80	0,80
Desbordes K [min]	10,8805	25,0414	21,1781
Desbordes K [ore]	0,1813	0,4174	0,3530
a=a1*a2	26,1151	26,1151	26,1151
n=n1+n2	0,3060	0,3060	0,3060
r	2,2906	2,0988	1,8442
n	0,7421	0,7067	0,6535
Tp [min]	7,52	17,31	14,65
Tp [ore]	0,13	0,29	0,24
Q_{picco} [m³/s] Invaso lineare	0,100	1,163	0,725
Q_{picco} ADOTTATO [m³/s]	0,100	1,163	0,725