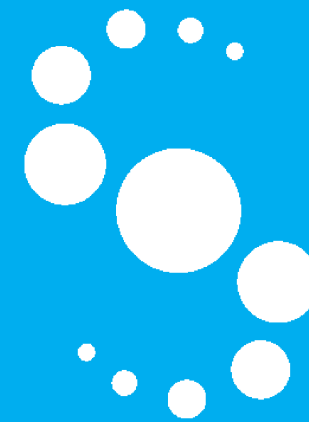


COMUNE DI SCANDICCI

SCANDICCI CENTRO Srl



Project Financing “Nuovo Centro Civico e
Stazione Tramvia Veloce Firenze S.M.N. - Scandicci”

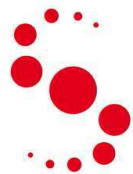
PROGETTO ESECUTIVO

4 - Relazione Idrologica ed Idraulica

22.09.2009

COMUNE DI SCANDICCI

Scandicci Centro Srl



Scandicci Centro

Progettazione ArchitettonicaRogers Stirk Harbour + Partners Limited
Arch. Ernesto Bartolini**Progetto di Paesaggio**Erika Skabar - Architettura del Paesaggio
Arch. Erika Skabar**Computi metrici Architettonico**Studio Associato Zingoni
Arch. Silvia Zingoni
Arch. Carlo Zingoni
Geom. Massimo Zingoni**Progettazione strutturale**POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Andrea Dal Cerro**Progettazione impianti meccanici
e prevenzione incendi**POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Marcello Gusso**Progettazione idraulica**POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Giovanni Romiti**Progettazione impianti elettrici**POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Enea Sermasi**Consulenza geologica**GEOTECNO Studio Associato
Dott. Marco Vanacore**Consulenza acustica**POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Sergio Luzzi**Sicurezza in fase di
progettazione**

Ing. Massimo Ceccotti

**Consulenza storico
archeologica**

Arch. Miranda Ferrara

Project Financing “Nuovo Centro Civico e Stazione Tramvia Veloce Firenze S.M.N. – Scandicci”
PROGETTO ESECUTIVO**4 RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA****22.09.2009**POLITECNICA Soc. Coop.
Ing. Giovanni Romiti

1 IDROLOGIA

1.1 ACQUE SUPERFICIALI

La zona dell'intervento ricade in area urbana dove da tempo il sistema idrologico locale è stato obliterato con la trasformazione dei terreni agricoli nel sistema insediativo cittadino.

Originariamente lo scolo delle acque naturali doveva avvenire attraverso la canalizzazione agricola nel recettore principale rappresentato dal fiume Greve.

Attualmente le acque di precipitazione vengono raccolte dal sistema fognario pubblico al netto delle infiltrazioni nei terreni che hanno mantenuto condizioni di permeabilità.

A conferma non sono rinvenibili sul terreno neppure tracce di morfologie del reticolo idrologico originario.

1.2 ACQUE SOTTERRANEE

Il modello stratigrafico locale è caratterizzato da:

- una copertura limoso argillosa con spessore massimo risultato pari a m 7,8 dal piano campagna attuale (p.c.), passante in basso a
- sabbie e ghiaie, con base a circa m 13 dal piano campagna attuale, a loro volta riposanti su di un
- substrato lacustre limoso argilloso.

La falda è contenuta all'interno dei depositi granulari dei depositi fluviali recenti con un livello statico, nel periodo delle indagini, risultato mediamente compreso fra 8,0 ed 8,6 m dal p.c. attuale; le coperture superficiali sono risultate completamente asciutte.

In adiacenza alle aree di intervento è situato **un pozzo di emungimento** per il prelievo di acqua potabile, per il rifornimento della rete comunale.

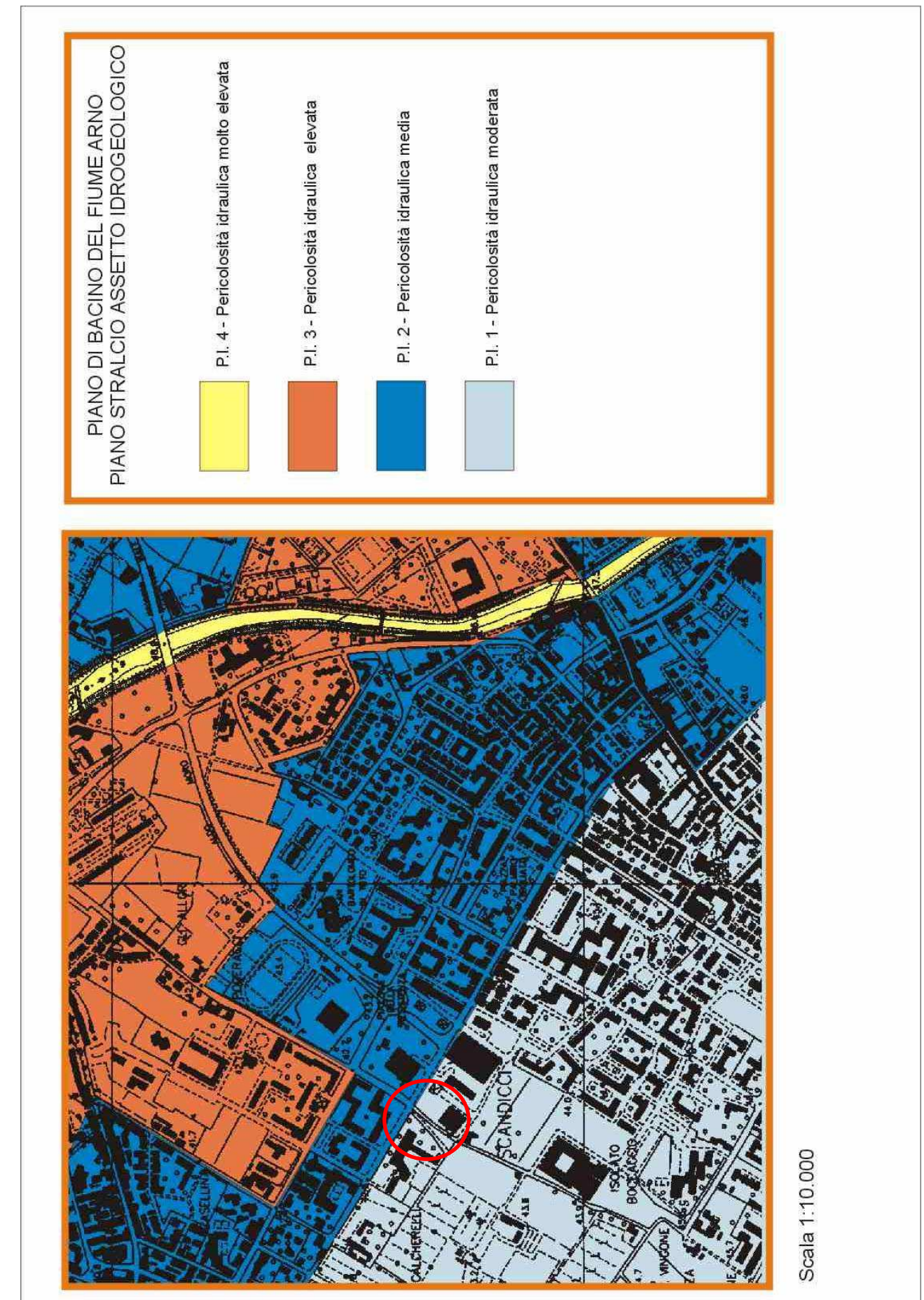
L'ubicazione è riportata nella tavola illustrata al successivo paragrafo 2.1;

2 IDRAULICA

Trattandosi di intervento ricadente in terreni di pianura alluvionale, viene preso in considerazione l'aspetto riguardante il rischio idraulico che può derivare dall'esondazione dei corsi d'acqua.

A questo proposito, sulla base del modello matematico predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno (A.d.B.), e del relativo Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI), l'area ricade nelle zone soggette ad esondazione per eventi con tempi di ritorno superiori a duecento anni (classe di pericolosità idraulica P.I. 2 – Media).

Pertanto non sono previste particolari limitazioni di tipo edilizio od urbanistico relative al rischio idraulico.

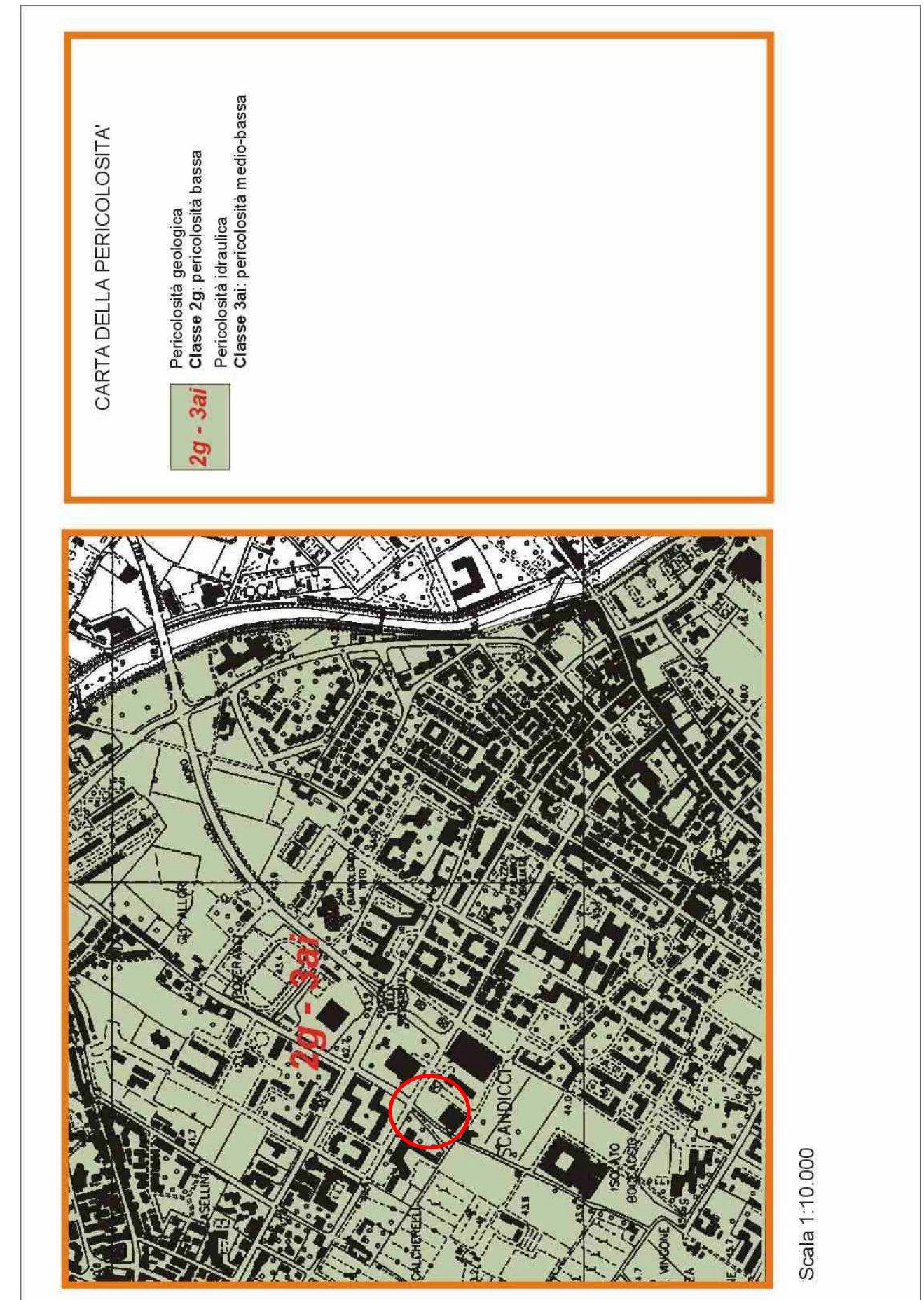


Nel Piano Strutturale di Scandicci gli elaborati di pericolosità sono stati realizzati sulla base delle precedenti normative attualmente decadute con l'entrata in vigore del regolamento attuativo 26 R dell'articolo 62 – Legge Regionale 1/2005 – ma che costituiscono tuttora il quadro conoscitivo – normativo geologico dello Strumento Urbanistico in vigore.

Nel Piano Strutturale suddetto l'area dell'intervento viene così definita:

“Pericolosità idraulica: Classe 3ai - pericolosità medio-bassa

Are in situazione morfologica sfavorevole, cioè che si trovano a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra il piede esterno dell'argine o al ciglio di sponda, in cui non si hanno notizie storiche di episodi di esondazione e sommersione oppure aree coinvolte da eventi storici di esondazione o sommersione ma attualmente protette da interventi di difesa idraulica.”



- Il mantenimento dell'attuale apporto e ricarica della Falda (come anticipato ricadente in aree di emungimento a fini potabili);
- Il non incremento delle portate in fognatura, con beneficio della rete comunale;

Nel Piano Strutturale di Scandicci gli elaborati di pericolosità sono stati realizzati sulla base delle precedenti normative attualmente decadute con l'entrata in vigore del regolamento attuativo 26 R dell'articolo 62 – Legge Regionale 1/2005 – ma che costituiscono tuttora il quadro conoscitivo – normativo geologico dello Strumento Urbanistico in vigore.

Nel Piano Strutturale suddetto l'area dell'intervento viene così definita:

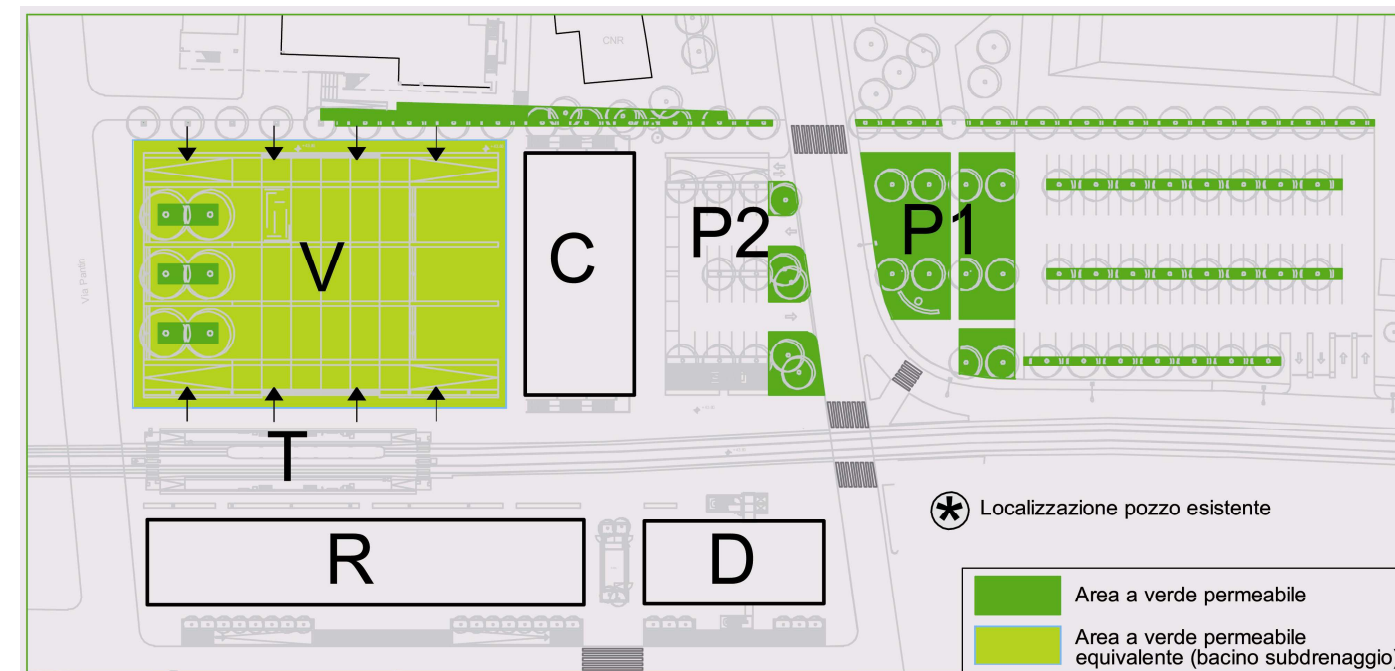
“Pericolosità idraulica: Classe 3ai - pericolosità medio-bassa

Aree in situazione morfologica sfavorevole, cioè che si trovano a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra il piede esterno dell'argine o al ciglio di sponda, in cui non si hanno notizie storiche di episodi di esondazione e sommersione oppure aree coinvolte da eventi storici di esondazione o sommersione ma attualmente protette da interventi di difesa idraulica.”

2.1 PERMEABILITA'

Per mantenere il corretto rapporto (25%) tra aree permeabili ed area complessiva del lotto occorrerebbe avere almeno 3.614 mq permeabili.

Il progetto prevede la realizzazione di 800 mq di aree verdi e circa 4000 mq (precisamente 4082) di aree permeabili “equivalenti”, per un totale di 4800 mq di aree comunque permeabili; tale quantità consente il raggiungimento di un rapporto di permeabilità pari a circa il 33%.



Nelle aree permeabili “equivalenti”, superficialmente verrà predisposta una pavimentazione in pietra ma l'acqua meteorica, opportunamente drenata, verrà immediatamente restituita tramite un bacino drenante di 4000 mq al sottosuolo, ripristinando pertanto la situazione *ante operam*.

Si precisa che tali acque **non sono contaminate da agenti inquinanti** essendo le piazze pedonali ed inibite al traffico, e che pertanto la medesima qualità delle acque oggi insistenti su tali aree di progetto, verrà restituita al sottosuolo, con il duplice seguente risultato:

In realtà la situazione prevista dal presente progetto costituisce difatti un miglioramento rispetto alla situazione attuale poiché lo strato di terreno vegetale che attualmente occupa l'area del bacino di subirrigazione possiede scarsa capacità di accumulo (volume dei vuoti) e nessun drenaggio; pertanto alla saturazione esso drena le acque verso le aree pavimentate circostanti. L'acqua immagazzinata in tale “serbatoio” viene poi restituita lentamente agli strati inferiori che di fatto non possiedono elevata permeabilità (limi/argille 10^{-7}).

Nella situazione di progetto invece viene creato un consistente volume di accumulo, con medesima funzione di smaltimento lento, ma di capacità elevata, come di seguito illustrato.

Il bacino drenante verrà realizzato tramite uno strato avvolto in TNT, di materiale inerte lavato, di classe A1.

In tale strato verrà predisposta una fitta rete di tubi drenanti a tutto diametro, DN 200 mm, che consentirà la costante diffusione delle acque di pioggia intercettate al livello della pavimentazione, in corrispondenza dello strato di base. A vantaggio di sicurezza si considera nulla la capacità di drenaggio del terreno (mentre attualmente lo smaltimento di tali acque, come detto, è **TUTTO affidato a tali suoli**); sempre a vantaggio di sicurezza verrà considerata nulla la portata in uscita di tale rete verso il collettore comunale, che comunque verrà effettuata in due punti con tubazione DN 250mm.

Quindi in corrispondenza di eventi eccezionali e protratti nel tempo, a bacino saturo, le acque sono recapitate in fognatura, ma presumibilmente in un tempo successivo agli eventi di pioggia che sovraccaricano le fognature comunali.

Quindi, in definitiva, le acque meteoriche ricevute da questi 4000 mq, (aree esterne della piazza) verranno restituite alle medesime aree permeabili che ricevevano le acque di pioggia prima dell'intervento, senza conseguentemente aumentare le portate meteoriche verso i collettori comunali.

La portata di pioggia di tali 4000 mq, secondo i calcoli di cui ai paragrafi successivi, è pari a 126,06 l/s corrispondenti ad una quantità di acqua, per 15 minuti di pioggia con Tr 25 anni, portata pari a circa 120 mc.

Tale volume verrà invasato nelle ghiaie del “materasso drenante”; Si precisa che il volume di vuoti nelle ghiaie non è mai inferiore al 20%.

Considerando lo strato di ghiaia pieno al 50% della sua capacità, quindi per una altezza di 25 cm, esso conterrebbe almeno 200 mc.

Si considera tale evenienza la situazione di progetto, essendo le tubazioni drenanti poste nello strato superiore del materasso (nei 25 cm superiori per migliorare la capacità di diffusione delle acque).

Quando interamente saturo, invece, il materasso drenante può contenere 400 mc, e se a questo dato si somma la capacità di accumulo delle le tubazioni drenanti (per un'area di 0.02mq al metro lineare per una capacità complessiva di 20 mc per i circa 1050 metri di sviluppo della rete) **si ha un volume complessivo invasabile pari a 420 mc**.

con un coefficiente di sicurezza quindi pari a più tre volte e mezzo la pioggia di progetto.

Nelle aree di parcheggio, come ad esempio quelle poste in prossimità del palazzetto dello sport, sono invece rese assolutamente permeabili, ed inviate in fognatura, proprio a garanzia della falda sottostante.

3 RETE DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Nel seguito della presente relazione si illustreranno le dotazioni del progetto per quel che riguarda le reti di smaltimento acque meteoriche, ed i relativi calcoli a supporto.

3.1 RIFERIMENTI NORMATIVI FOGNATURE

- Circ. Min. LL.PP. n. 13865 del 13.04.1964 "Bocche da incendio negli acquedotti comunali".
- Circ. Min. LL.PP. n. 11633 del 07.01.1974 "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto".
- Disposizioni del Min. LL.PP. del 04.02.1977 "Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d), e), della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento".
- D. Min. LL.PP. del 12.12.1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni"
- D. Pres. Del Cons. dei Min. del 04/03/1996 "Disposizioni in materia di risorse idriche".
- Regolamento igienico-sanitario per gli interventi urbanistico-edilizi, Comune di Scandicci, Provincia di Firenze
- Regolamento del servizio idrico integrato, Società Publiacqua S.p.A. e AATO3 – Parte II - Regolamento di fognatura e depurazione e allegati, Testo integrato con le modifiche approvate con delibera n. 8/03 dall'Assemblea Consortile dell'Autorità di Ambito Territoriale Ottimale n° 3 del Medio Valdarno in data 12 maggio 2003.
- D.Lgs.152/2006 Norme in materia Ambientale
- Ogni altra normativa nazionale e regionale in materia;

3.2 ANALISI PLUVIOMETRICA

3.3 DATI PLUVIOMETRICI

Per i calcoli delle reti meteoriche è stato necessario determinare la distribuzione della massima intensità di pioggia nello spazio e nel tempo. Per semplicità assumiamo tale distribuzione uniforme nello spazio.

Per ricavare le altezze massime di pioggia sono state costruite le curve di possibilità climatica (CPC) per un assegnato tempo di ritorno.

Tali relazioni sono stati ricavate dai dati storici pluviometrici disponibili e assumendo per questi una distribuzione asintotica di Gumbel a due parametri.

Nella presente relazione si farà riferimento ai dati registrati dalla stazione pluviometrica di Firenze Ximeniano.

3.3.1 Determinazione dei parametri della distribuzione di Gumbel

La distribuzione di Gumbel a due parametri ha la seguente forma:

$$P(h) = \exp(-e^{-a(h-u)})$$

La stima dei due parametri "a" ed "u" è stata fatta con il metodo dei minimi quadrati.

La variabile estrema standard $S = -\ln(-\ln(P(h))) = a \cdot (h-u)$ consente di trovare la regressione lineare tra h e S grazie alla quale stimare i due parametri incogniti.

Dopo aver ordinato le altezze massime di pioggia in ordine crescente si è stimata la probabilità delle altezze massime di pioggia registrate con la cosiddetta probabilità empirica o campionaria (plotting position) :

$$P(h) = \frac{n}{N+1}$$

Dove:

N è l'ampiezza del campione in esame.

n è il numero di elementi del campione minori o uguali ad h

Ottenuta la stima della probabilità, i dati vengono riportati sulla cosiddetta carta di probabilità, dove sulle ordinate sono riportati i valori discreti della variabile estrema standard e sulle ascisse le altezze di pioggia.

La "nuvola" di punti così tracciata si adagia su una retta, la cui equazione può essere stimata col metodo dei minimi quadrati: $S = a \cdot h + b$

Dove:

- S è la variabile estrema standard
- a è la pendenza della retta, ed è proprio uno dei due parametri cercati
- b è il termine noto, dal quale si ricava l'altro parametro della distribuzione $u = -b/a$.

I risultati ottenuti analizzando i dati in nostro possesso sono:

Stima dei parametri "a" ed "u" con il metodo dei minimi quadrati

Durata di pioggia	a	b	u
5'	0.19	-1.26	6.70
10'	0.27	-2.76	10.41
15'	0.14	-1.94	13.96
20'	0.17	-2.30	13.61
30'	0.10	-1.65	15.68
1h	0.10	-2.23	22.50
3h	0.08	-2.23	28.79
6h	0.07	-2.37	33.54
12h	0.06	-2.55	41.33
24h	0.04	-2.02	45.47

3.3.2 Curve di possibilità climatica

Nella prassi progettuale italiana è molto usata la relazione a due parametri:

$$h = f t^n$$

Dove:

- h è l'altezza di pioggia in mm
- t è la durata di pioggia in ore (o minuti)
- h e f sono i parametri della curva che devono essere determinati

Sfruttando la relazione che intercorre tra la probabilità P(h) di non superamento dell' evento h, della quale adesso conosciamo la distribuzione, avendone stimato i parametri caratteristici, ed il tempo di ritorno T_r , si possono determinare le costanti $d = \ln(f)$ ed n. Infatti si ha:

$$P(h) = 1 - \frac{1}{T_r}$$

Dalla distribuzione di Gumbel segue:

$$1 - \frac{1}{T_r} = e^{-e^{-a(h-u)}}$$

da cui:

$$h = u - \frac{\ln(-\ln P(h))}{a}$$

Fissando il tempo di ritorno è possibile determinare l'altezza delle piogge, che è variabile per ogni finestra di tempo considerata e per interpolazione lineare siamo in grado di risalire alla curva di possibilità climatica per ogni T_r considerato.

In particolare con i parametri del metodo dei minimi quadrati si ha:

Durata di pioggia	h (mm) (Tr=2)	h (mm) (Tr=10)	h (mm) (Tr=15)	h (mm) (Tr=20)	h (mm) (Tr=25)
5'	8.65	18.67	20.92	22.49	23.71
10'	11.79	18.88	20.47	21.59	22.45
15'	16.59	30.12	33.16	35.29	36.93
20'	15.78	26.93	29.44	31.20	32.55
30'	19.17	37.13	41.16	43.99	46.16
1h	26.21	45.24	49.51	52.51	54.81
3h	33.52	57.86	63.33	67.16	70.11
6h	38.72	65.36	71.35	75.54	78.77
12h	47.28	77.86	84.73	89.54	93.25
24h	53.73	96.17	105.71	112.39	117.53

Durata di pioggia	h (mm) (Tr=50)	h (mm) (Tr=100)	h (mm) (Tr=150)	h (mm) (Tr=200)
5'	27.45	31.16	33.32	34.86
10'	25.10	27.72	29.26	30.34
15'	41.98	46.99	49.92	51.99
20'	36.71	40.85	43.26	44.97
30'	52.87	59.52	63.40	66.15
1h	61.92	68.97	73.09	76.00
3h	79.19	88.21	93.47	97.20

6h	88.72	98.59	104.35	108.43
12h	104.67	116.00	122.61	127.29
24h	133.38	149.11	158.29	164.79

Per rendere più realistiche le curve di possibilità climatica per i vari tempi di ritorno si è deciso di dividere la finestra temporale in due parti:

$$5' \leq t \leq 1h$$

$$1h \leq t \leq 24h$$

Qui di seguito si riportano le equazioni delle curve di possibilità climatica e il loro andamento nel piano t-h:

Per $5' \leq t \leq 60'$

(tempo in minuti)

$$h_2 = 4.29 \cdot t^{0.45}$$

$$h_{10} = 9.13 \cdot t^{0.39}$$

$$h_{15} = 10.20 \cdot t^{0.39}$$

$$h_{20} = 10.95 \cdot t^{0.38}$$

$$h_{25} = 11.53 \cdot t^{0.38}$$

$$h_{50} = 13.30 \cdot t^{0.38}$$

$$h_{100} = 15.05 \cdot t^{0.37}$$

$$h_{150} = 16.07 \cdot t^{0.37}$$

$$h_{200} = 16.79 \cdot t^{0.37}$$

Per $1h \leq t \leq 24h$

(tempo in ore)

$$h_2 = 26.11 \cdot t^{0.23}$$

$$h_{10} = 44.58 \cdot t^{0.23}$$

$$h_{15} = 48.73 \cdot t^{0.23}$$

$$h_{20} = 51.63 \cdot t^{0.23}$$

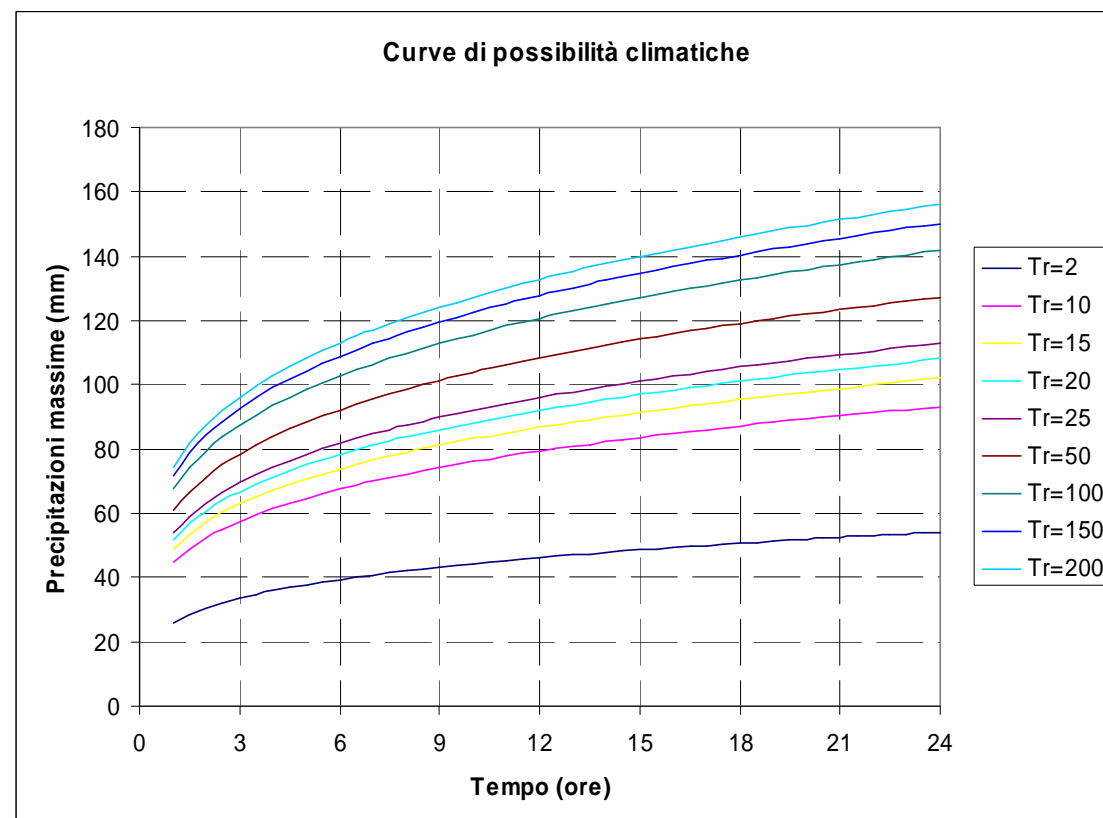
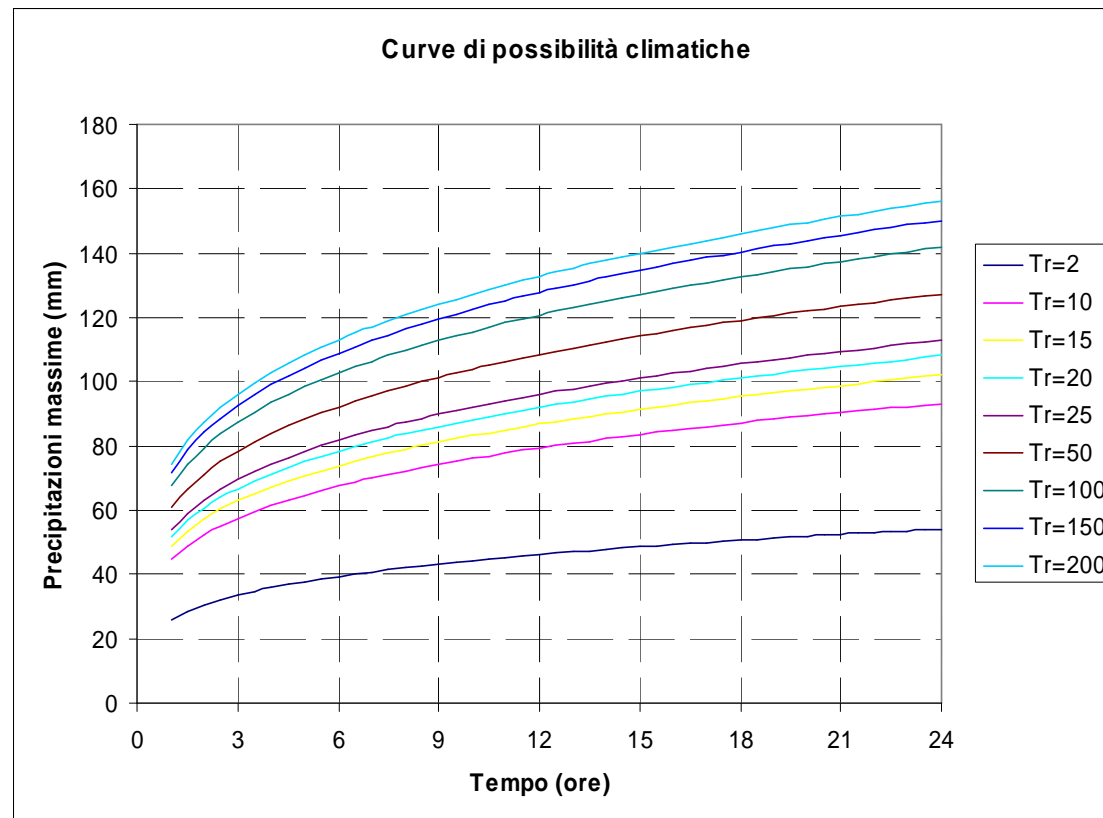
$$h_{25} = 53.87 \cdot t^{0.23}$$

$$h_{50} = 60.77 \cdot t^{0.23}$$

$$h_{100} = 67.62 \cdot t^{0.23}$$

$$h_{150} = 71.61 \cdot t^{0.23}$$

$$h_{200} = 74.44 \cdot t^{0.23}$$



3.4 CALCOLO DELLE PORTATE METEORICHE

Per il calcolo della portata meteorica si ricorre alla curva di possibilità climatica a **tempo di ritorno 25 anni** e un **tempo di corrivazione di 15 minuti**, si ottenengono così circa **32.50 mm** di altezza di pioggia.

SITUAZIONE ESISTENTE

	Area Permeabile [mq]	Area Impermeabile [mq]	Area totale [mq]
A1	5406	3733	9139
A2	3841	1474	5315
A3	3796	1204	5000
Totale	13043	6411	19454
	67%	33%	100%
ϕ	0.15	0.90	0.40

Considerando un $\phi=0.90$ per le aree impermeabili e $\phi=0.15$ per le aree permeabili si ottiene ϕ medio=0.40, in tal modo si ottiene una portata (*situazione esistente*) di:

$$Q_{25} = \frac{\phi_{med} \cdot A \cdot h_{25}}{t_c} = 281.00 \text{ l/s}$$

SITUAZIONE DI PROGETTO

	Area Permeabile [mq]	Area Impermeabile [mq]	Area totale [mq]
A1	0	9139	9139
A2	0	5315	5315
A3	1732	3268	5000
Totale	1732	17722	19454
	9%	91%	100%
	0.15	0.90	0.83

$$Q_{25} = \frac{\phi_{med} \cdot A \cdot h_{25}}{t_c} = 583.10 \text{ l/s}$$

Dato quest'ultimo relativo alla situazione di progetto.

Considerando differenza tra lo stato di progetto e quello attuale, si ottiene un incremento di portata *complessiva* pari a **302.10 l/s**.

Ma tale portata non verrà tutta recapitata nei collettori comunali, e pertanto verrà ridotta, come di seguito illustrato;

3.5 AREE PERMEABILI E PORTATE DI PROGETTO

Come anticipato il progetto prevede la realizzazione di 800 mq di aree verdi e circa 4000 mq (precisamente 4082) di aree permeabili "equivalenti", per un totale di 4800 mq di aree comunque permeabili; tale quantità consente il raggiungimento di un rapporto di permeabilità *pari a circa il 33%*.

Tale progetto costituisce difatti un miglioramento rispetto alla situazione attuale poiché lo strato di terreno vegetale che attualmente occupa l'area del bacino di subirrigazione possiede scarsa capacità di accumulo (volume dei vuoti) e nessun drenaggio; pertanto alla saturazione esso drena le acque verso le aree pavimentate circostanti. L'acqua immagazzinata in tale "serbatoio" viene poi restituita lentamente agli strati inferiori che di fatto non possiedono elevata permeabilità (limi/argille 10^{-7}).

Nella situazione di progetto invece viene creato un consistente volume di accumulo, con medesima funzione di smaltimento lento, ma di capacità elevata, come di seguito illustrato.

Il bacino drenante verrà realizzato tramite uno strato avvolto in TNT, di materiale inerte lavato, di classe A1. In tale strato verrà predisposta una fitta rete di tubi drenanti a tutto diametro, DNI 200 mm, che consentirà la costante diffusione delle acque di pioggia intercettate al livello della pavimentazione, in corrispondenza dello strato di base.

A vantaggio di sicurezza si considera nulla la capacità di drenaggio del terreno (mentre attualmente lo smaltimento di tali acque, come detto, è *TUTTO affidato a tali suoli*); sempre a vantaggio di sicurezza verrà considerata nulla la portata in uscita di tale rete verso il collettore comunale, che comunque verrà effettuata in due punti con tubazione del 250.

Quindi in corrispondenza di eventi eccezionali e protratti nel tempo, a bacino saturo, le acque sono recapitate in fognatura, ma presumibilmente in un tempo successivo agli eventi di pioggia che sovraccaricano le fognature comunali.

In definitiva, le acque meteoriche ricevute da questi 4000 mq, (aree esterne della piazza) verranno restituite alle medesime aree permeabili che ricevevano le acque di pioggia prima dell'intervento, senza conseguentemente aumentare le portate meteoriche verso i collettori comunali.

La portata di pioggia di tali 4000 mq, secondo i calcoli di cui ai paragrafi successivi, è pari a 126,06 l/s corrispondenti ad una quantità di acqua, per 15 minuti di pioggia con Tr 25 anni, pari a circa 120 mc.

Tale volume verrà invasato nelle ghiaie del "materasso drenante"; Si precisa che il volume di vuoti nelle ghiaie non è mai inferiore al 20%.

Considerando lo strato di ghiaia pieno al 50% della sua capacità, quindi per una altezza di 25 cm, esso conterrebbe almeno 200 mc.

Si considera tale evenienza la situazione di progetto, essendo le tubazioni drenanti poste nello strato superiore del materasso (nei 25 cm superiori per migliorare la capacità di diffusione delle acque).

Quando interamente saturo, quindi, il materasso drenante può contenere 400 mc, e se a questo dato si somma la capacità di accumulo delle tubazioni drenanti (*per un'area di 0.02mq al metro lineare per una capacità complessiva di 20 mc per i circa 1050 metri di sviluppo della rete*) **si ha un volume complessivo invasabile pari a 420 mc**, con un coefficiente di sicurezza quindi pari a più di tre volte e mezzo la pioggia di progetto.

In conclusione si ha, per l'intera area dell'intervento:

PORTATA COMPLESSIVA ANTEOPERAM: 281 l/s

PORTATA COMPLESSIVA post operam : (583.10 – 126.06) = 457,04 l/s

INCREMENTO DI PORTATA : 176, 04 l/s

provenienti in maggior parte dalle coperture degli edifici in progetto, e che verranno convogliate prevalentemente, ai collettori di nuova installazione, collocati a lato tracciato tranvia che scorrono in direzione di Firenze, e solo in piccola parte al collettore posto su via PANTIN.

