



# PIANO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA QUARTIERE ECONOVELLO - CESENA



Comune di Cesena

NOVELLO S.p.a.

Amministratore Unico  
Arch. Edoardo Preger

## PROGETTO

### CAPOGRUPPO

arch. Simona Gabrielli

### PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA E URBANISTICA

studio gap associati  
Piazza Scuole Pie 10/10  
16123 Genova  
tel +39 010 2480049  
fax +39 010 2481217  
p.iva 01323950996

studio GAP associati:  
arch. Simona Gabrielli  
arch. Maurizio Cazzulo  
arch. Marina Bassi  
arch. Federica Alcozer  
arch. Laura Cosimo

studio CAMERANA&PARTNERS  
arch. Benedetto Camerana  
arch. Hermann Kohlloffel

arch. Bruno Gabrielli  
arch. Pietro Cozzani

### SPAZI APERTI E OPERE A VERDE



LAND s.r.l.  
arch. Andreas Kipar

LAND s.r.l.  
via Hoepli, 3  
20121 Milano  
tel +39 02 8069111  
fax +39 02 80691130

arch. Leonardo Oprandi  
arch. Giuseppe Anastasi

### CONSULENZE

viabilità:  
T.T.A. Studio associato

impianti:  
Ing. Marco Taccini

# TAV. 30

# RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA

CODICE ELABORATO :

76 · P R U · 0 · 0 · 0 · B · D · 3 0 0 0 · 2

SCALA

ESEGUITO:

DATA

23/12/2011

CONTROLLATO:

REV.

02

APPROVATO:

## 1. Premesse

Per la definizione e lo studio dell'invarianza idraulica relativo al piano di riqualificazione urbana del quartiere Econovello all'intera superficie territoriale sono stati attribuite tre diverse categorie di impermeabilità. La prima corrispondente alla totale impermeabilità dei terreni (100%), la seconda corrispondente ad una impermeabilità media pari al 50% ed, infine, la terza che comprende le aree permeabili (0%).

Si precisa che le reti di raccolta delle acque bianche e meteoriche provenienti dai tetti/coperture e dai piazzali/strade dei comparti sono state completamente separate dalle nere ed interrato ad una profondità di scavo generalmente non inferiore a 0,90 metri per ovviare ai problemi di congelamento e di sollecitazioni meccaniche dei carichi stradali. Le acque reflue così raccolte confluiranno per gravità nella rete mista esistente. Le pendenze non dovranno risultare in nessun caso inferiori 0,3%.

Le tubazioni dovranno essere realizzate con materiali in grado di resistere alle corrosioni chimico-fisiche del terreno e dei fluidi convogliati. In particolare, i materiali ammessi saranno i seguenti:

- *Tube in polietilene per condotte acqua potabile PE80-PE100 UNI EN 12201 contrassegnati con il marchio di conformità "IIP" di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI, gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici, Ente giuridicamente riconosciuto con D.P.R. N° 120 dell' 01.02.1975;*
- *Tube in ghisa sferoidale centrifugata conforme alla norma europea EN 545 (K9) con giunto elastico automatico, rivestimento interno in malta di cemento d'alto forno conforme alla norma EN 545 rispondente alle norme AFNOR XP P 41-250-1/2/3, rivestimento esterno 400 g/mq di zinco metallico con finitura di vernice blu conformemente alla norma EN 545*

Le acque meteoriche saranno raccolte in collettori fognari esistenti che corrono lungo via Cavalcavia e Via Ravennate (comparto 1), Via Ravennate e Via Russi (comparto 2), Via Russi (comparto 3), Via Perticara e Via Montecatini (comparto 4), Via Europa (comparto 5). Relativamente alla verifica del rispetto del Principio di Invarianza Idraulica si provvede al calcolo della portata massima meteorica esistente nello stato di fatto sull'area in oggetto di studio.

La superficie complessiva delle aree interessate dal PRU è circa di 266.805 m<sup>2</sup> suddivisa come di seguito riportato:

1.1 TOTALE AREE A NORD DELLA FERROVIA (superficie complessiva: 225.509 mq) che includono:

1.1.1 EXTRACOMPARTI A NORD DELLA FERROVIA (superficie complessiva: 77.234 mq)

1.1.2 COMPARTO 1 (superficie complessiva: 92.283 mq)

1.1.3 COMPARTO 2 (superficie complessiva: 18.899 mq)

1.1.4 COMPARTO 3 (superficie complessiva: 29.816 mq)

1.1.5 COMPARTO 4 (superficie complessiva: 7.277 mq)

1.2 TOTALE PIAZZA STAZIONE (superficie complessiva: 41.296 mq) che includono:

1.2.1 EXTRACOMPARTO (superficie complessiva: 13.807 mq)

1.2.2 COMPARTO 5 (superficie complessiva: 27.489 mq)

## 2. Classificazione delle superfici

La superficie dei singoli comparti è stata suddivisa in tre categorie in funzione del grado di permeabilità della superficie stessa. Di seguito si riportano le relative tabelle:

### 2.1 AREE A NORD DELLA FERROVIA

TOTALE AREE NORD FERROVIA		
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	78.669	81.577
permeabilità 50%	5.608	5.099
impermeabilità	141.232	138.833
totale superficie permeabile	81473	84.127
totale superficie aree nord ferrovia	225.509	225.509

Nello specifico la totalità delle aree a nord della ferrovia è composta come di seguito riportato:

extracomparti nord ferrovia		
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	37.955	40.361
permeabilità 50%	4.543	2.571
impermeabilità	34.736	34.302
totale superficie permeabile	40226,5	41.647
totale superficie comparto	77.234	77.234

comparti 1		
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	32.564	30.218
permeabilità 50%	817	1.128
impermeabilità	58.902	60.937
totale superficie permeabile	32.973	30.782
totale superficie comparto	92.283	92.283

comparti 2		
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	4.006	3.806
permeabilità 50%	0	464
impermeabilità	14.893	14.629
totale superficie permeabile	4.006	4.038
totale superficie comparto	18.899	18.899

comparti 3		
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	4.144	6.891
permeabilità 50%	0	936
impermeabilità	25.672	21.989
totale superficie permeabile	4.144	7.359
totale superficie comparto	29.816	29.816

comparti 4		
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	0	301
permeabilità 50%	248	0
impermeabilità	7.029	6.976
totale superficie permeabile	124	301
totale superficie comparto	7.277	7.277

## 2.2 PIAZZA STAZIONE

TOTALE PIAZZA STAZIONE		
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	3.571	3.701
permeabilità 50%	0	209
impermeabilità	37.725	37.386
totale superficie permeabile	3.571	3.806
totale piazza stazione	41.296	41.296

Nello specifico la totalità delle aree gravitanti intorno alla piazza della stazione è composta come di seguito riportato:

comparti 5		
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	3.571	3.688
permeabilità 50%	0	164
impermeabilità	23.918	23.637

totale superficie permeabile	0	3.770
totale extracomparto	27.489	27.489

extracomparto		
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	0	13
permeabilità 50%	0	45
impermeabilità	13.807	13.749
totale superficie permeabile	0	36
totale extracomparto	13.807	13.807

### **3. Criteri e accorgimenti tecnici per la realizzazione delle misure per l'invarianza idraulica (vedi art. 9 del PIANO STRALCIO PER IL RISCHIO IDROGEOLOGICO della Regione Emilia Romagna)**

Il Piano stralcio per il rischio idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Romagnoli introduce, all'art. 9 delle Norme di attuazione, il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni del territorio, definito al comma 1 del medesimo articolo:

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

È da sottolineare che la predisposizione dei volumi di invaso a compensazione delle impermeabilizzazioni non è finalizzata a trattenere le acque di piena nel lotto, ma a mantenere inalterate le prestazioni complessive del bacino.

Tali prestazioni sono riconducibili a due meccanismi di controllo "naturale" delle piene:

- l'infiltrazione e l'immagazzinamento delle piogge nel suolo (fenomeni rappresentati in via semplificativa dal coefficiente di deflusso)
- la laminazione, che consiste nel fatto che i deflussi devono riempire i volumi disponibili nel bacino prima di poter raggiungere la sezione di chiusura.

Il criterio dell'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici che il piano di bacino adotta prevede la compensazione delle riduzioni sul primo meccanismo attraverso il potenziamento del secondo meccanismo.

A tal fine, predisporre nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti prima che si verifichi deflusso dalle aree stesse fornisce un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la formazione delle piene del corpo idrico recettore, garantendone (nei limiti di incertezza del modello adottato per i calcoli dei volumi) l'effettiva invarianza del picco di piena; la predisposizione di tali volumi non garantisce, invece, automaticamente sul fatto che la portata uscente dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione.

La misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I+P=100%) è data dal valore convenzionale:

$$w = w^{\circ} (\varnothing / \varnothing^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - w P$$

essendo

$w^{\circ} = 50$  mc/ha

$\varnothing$  = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione

$\varnothing^{\circ}$  = coefficiente di deflusso prima della trasformazione

$n=0.48$  (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta -orientativamente- da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997)

I e P espressi come frazione dell'area trasformata

Il volume così ricavato è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (superficie territoriale, St), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Si avrà pertanto che

$$\text{Volume di invaso (mc)} = w * St$$

Per la stima dei coefficienti di deflusso  $\varnothing$  e  $\varnothing^{\circ}$  si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\varnothing^{\circ} = 0.9 \times Imp^{\circ} + 0.2 \times Per^{\circ}$$

e

$$\varnothing = 0.9 \times Imp + 0.2 \times Per$$

in cui Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice<sup>o</sup>) o dopo (se non c'è l'apice<sup>o</sup>).

Il calcolo del volume di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I); è da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I

- quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P): essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti

- quota dell'area da ritenersi permeabile (Per): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione

- quota dell'area da ritenersi impermeabile (Imp) : tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione

Nel caso in oggetto il volume minimo d'invaso da prevedere in ciascun comparto viene riportato nella tabella seguente con riferimento ad ognuno dei singoli sub comparti.

CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA	I	P	IMP <sup>0</sup>	PER <sup>0</sup>	IMP	PER	∅ <sup>0</sup>	∅	w <sup>0</sup> (mc/ha)	n	$w = w^0 \times (\emptyset/\emptyset^0)^{1/(1-n)} - 15 \times I - w^0 \times P$ (mc/ha)	St (ha)	volume di invaso (mc)
------------------------------	---	---	------------------	------------------	-----	-----	----------------	---	---------------------------	---	--	------------	-----------------------------

extracomparti nord ferrovia

percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	37.955	40.361
permeabilità 50%	4.543	2.571
impermeabilità	34.736	34.302
totale superficie permeabile	40.227	41.647

totale superficie comparto	77.234	77.234	100%	0%	0,45	0,55	0,44	0,56	0,51	0,51	50,00	0,48	34,27	7,72	264,66
----------------------------	--------	--------	------	----	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------	--------

comparti 1

percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	32.564	30.218
permeabilità 50%	817	1.128
impermeabilità	58.902	60.937
totale superficie permeabile	32.973	30.782

totale superficie comparto St	92.283	92.283	100%	0%	0,64	0,36	0,66	0,34	0,65	0,66	50,00	0,48	37,32	9,23	344,40
-------------------------------	--------	--------	------	----	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------	--------

comparti 2

percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	4.006	3.806
permeabilità 50%	0	464
impermeabilità	14.893	14.629
totale superficie permeabile	4.006	4.038

totale superficie comparto St	18.899	18.899	100%	0%	0,79	0,21	0,77	0,23	0,75	0,74	50,00	0,48	33,76	1,89	63,80
-------------------------------	--------	--------	------	----	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------	-------

comparti 3

percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	4.144	6.891
permeabilità 50%	0	936
impermeabilità	25.672	21.989
totale superficie permeabile	4.144	7.359

totale superficie comparto St	29.816	29.816	100%	0%	0,86	0,14	0,74	0,26	0,80	0,72	50,00	0,48	25,16	2,98	75,01
-------------------------------	--------	--------	------	----	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------	-------



comparti 4															
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.													
permeabilità 100%	0	301													
permeabilità 50%	248	0													
impermeabilità	7.029	6.976													
totale superficie permeabile	124	301													
totale superficie comparto St	7.277	7.277	100%	0%	0,97	0,03	0,96	0,04	0,88	0,87	50,00	0,48	34,44	0,73	<b>25,06</b>
comparti 5															
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.													
permeabilità 100%	3.571	3.688													
permeabilità 50%	0	164													
impermeabilità	23.918	23.637													
totale superficie permeabile	3.571	3.770													
totale extracomparto St	27.489	27.489	100%	0%	0,87	0,13	0,86	0,14	0,81	0,80	50,00	0,48	34,15	2,75	<b>93,88</b>
extracomparto															
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.													
permeabilità 100%	0	13													
permeabilità 50%	0	45													
impermeabilità	13.807	13.749													
totale superficie permeabile	0	36													
totale extracomparto St	13.807	13.807	100%	0%	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	0,90	50,00	0,48	34,69	1,38	<b>47,89</b>

PARAMETRO	unità di misura	descrizione
I	%	percentuale dell'area che viene trasformata
P	%	percentuale dell'area che rimane inalterata
IMP <sup>0</sup>	-	frazione dell'area totale da ritenersi impermeabile prima dell'intervento
IMP	-	frazione dell'area totale da ritenersi impermeabile dopo l'intervento
PER <sup>0</sup>	-	frazione dell'area totale da ritenersi permeabile prima dell'intervento
PER	-	frazione dell'area totale da ritenersi permeabile dopo l'intervento
ø <sup>0</sup>	-	coefficiente di deflusso prima della trasformazione
ø	-	coefficiente di deflusso dopo la trasformazione
w	mc/ha	volume minimo di invaso da prevedere
w <sup>0</sup>	mc/ha	valore fisso pari a 50 mc/ha
n	-	valore fisso pari a 0,48 esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora
St	ha	superficie territoriale ovvero superficie totale dell'area oggetto dell'intervento

## **4. Conclusioni**

Sulla base di quanto sopra riportato dovranno essere realizzati idonei sistemi di laminazione all'interno di ciascun comparto la cui capacità non dovrà comunque essere inferiore ai singoli volumi di invaso riportati nella precedente tabella.

Resta inteso che nella futura fase di progettazione definitiva-esecutiva si renderà necessario eseguire calcoli di dettaglio finalizzati all'individuazione del sistema di drenaggio più opportuno ed al dimensionamento dello stesso nel rispetto di quanto indicato dalla direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici per il conseguimento degli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico della regione Emilia-Romagna.