



# COMUNE DI CESENA - QUARTIERE NOVELLO - COMPARTO 1A

Committente



Fabrica Immobiliare SGR  
Via Nazionale, 87  
00184 Roma - Italy

Per conto di



Project Management - Progettazione Architettonica Esecutiva - Impianti - Prevenzione Antincendio - Strutturale



Jacobs Italia S.p.A.  
Via Alessandro Volta, 16  
20093 Cologno Monzese (MI) - Italy  
+39 02 250981

Progettazione Architettonica Definitiva

**studio gap associati**  
studio gap associati  
Piazza delle Scuole Pie, 10/4 sc. A  
16123 Genova - Italy  
+39 010 2480049

Progettazione degli Spazi Aperti



LANDSCAPE ARCHITECTURE NATURE DEVELOPMENT

LAND Italia S.r.l.  
Via Varese, 16  
20121 Milano - Italy  
+39 02 8069111

Il Committente

**Fabrica Immobiliare SGR S.p.A.**  
**FONDO NOVELLO**

Il Progettista



01	15.06.2017	AGGIORNAMENTO			
00	03.11.2016	PRIMA_EMISSIONE			
Rev				Orig.	Verif. Appr.

TITOLO:

Relazione invarianza idraulica

FASE:

PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE URBANA QUARTIERE NOVELLO  
VARIANTE 03 - COMPARTO 1a-1b

N° DISEGNO:

GAP-PRU-TAV.30

SCALA:



## 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 interrate 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%	78.964	83.505
permeabilità 50%	5.608	5.717
impermeabilità	81.768	86.364
totale superficie permeabile	140.937	136.281
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	38.128
permeabilità 50%	4.543	2.878
impermeabilità	34.736	36.228
totale superficie permeabile	40.226	41.006
totale superficie comparto	77.234	77.234

comparto 1		
percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	32.564	31.902
permeabilità 50%	817	1.894
impermeabilità	58.902	58.487
totale superficie permeabile	32.972	32.855
totale superficie comparto	92.283	92.283

**comparto 2**

percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	4.301	5.559
permeabilità 50%	0	18
impermeabilità	14.598	13.322
totale superficie permeabile	4.301	5.568
totale superficie comparto	18.899	18.899

**comparto 3**

percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	4.144	7.059
permeabilità 50%	0	927
impermeabilità	25.672	21.830
totale superficie permeabile	4.144	7.522
totale superficie comparto	29.816	29.816

**comparto 4**

percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	0	857
permeabilità 50%	248	0
impermeabilità	7.029	6.420
totale superficie permeabile	124	857
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 superficie comparto	41.296	41.296

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

**comparto 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 superficie comparto	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 superficie comparto	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:

$$V = \frac{w \cdot S \cdot (1 - P)}{100} \cdot \frac{1}{\phi}$$

essendo

$$w = 50 \text{ mc/ha}$$

$\phi$  = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione

$\phi^{\circ}$  = 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

$$V_{\text{tot}} = V \cdot S_t$$

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

$$\phi = \phi^{\circ} \cdot \frac{1 - P}{1 - P_r}$$

e

$$\phi^{\circ} = \phi_{\text{imp}} \cdot \frac{1 - P_r}{1 - P_r}$$

in cui  $\phi_{\text{imp}}$  e  $\phi_{\text{per}}$  sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice $^{\circ}$ ) o dopo (se non c'è l'apice $^{\circ}$ ).

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	$w = w0 \times (\emptyset/\emptyset0)^{1/(1-n)} - 15 \times I - w0 \times P$ (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	38.128
permeabilità 50%	4.543	2.878
impermeabilità	34.736	36.228
totale superficie permeabile	40.226	41.006

totale superficie comparto	77.234	77.234	100%	0%	0,48	0,52	0,49	0,51	0,54	0,54	50,00	0,48	36,02	7,72	278,21
----------------------------	--------	--------	------	----	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------	--------

#### comparto 1

percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	32.564	31.902
permeabilità 50%	817	1.894
impermeabilità	58.902	58.487
totale superficie permeabile	32.972	32.855

totale superficie comparto	92.283	92.283	100%	0%	0,64	0,36	0,64	0,36	0,65	0,65	50,00	0,48	35,14	9,23	324,27
----------------------------	--------	--------	------	----	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------	--------

#### comparto 2

percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	4.301	5.559
permeabilità 50%	0	18
impermeabilità	14.598	13.322
totale superficie permeabile	4.301	5.568

totale superficie comparto	18.899	18.899	100%	0%	0,77	0,23	0,71	0,29	0,74	0,69	50,00	0,48	29,09	1,89	54,97
----------------------------	--------	--------	------	----	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------	-------

#### comparto 3

percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	4.144	7.059
permeabilità 50%	0	927
impermeabilità	25.672	21.830
totale superficie permeabile	4.144	7.522

totale superficie comparto	29.816	29.816	100%	0%	0,86	0,14	0,75	0,25	0,80	0,72	50,00	0,48	25,93	2,98	77,32
----------------------------	--------	--------	------	----	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------	-------

**comparto 4**

percentuale di permeabilità dei suoli	stato di fatto	P.R.U.
permeabilità 100%	0	857
permeabilità 50%	248	0
impermeabilità	7.029	6.420
totale superficie permeabile	124	857

totale superficie comparto	7.277	7.277	100%	0%	0,98	0,20	0,88	0,12	0,89	0,82	50,00	0,48	27,65	0,73	20,12
----------------------------	-------	-------	------	----	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------	-------

**comparto 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 superficie comparto	27.489	27.489	100%	0%	0,87	0,13	0,86	0,14	0,81	0,80	50,00	0,48	34,40	2,75	94,56
----------------------------	--------	--------	------	----	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------	-------

**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 superficie comparto	13.807	13.807	100%	0%	1,00	0,00	1,00	0,00	0,90	0,90	50,00	0,48	34,81	1,38	48,06
----------------------------	--------	--------	------	----	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	------	-------

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.



# COMUNE DI CESENA - QUARTIERE NOVELLO - COMPARTO 1A

Committente



FABRICA IMMOBILIARE

Fabrica Immobiliare SGR  
Via Nazionale, 87  
00184 Roma - Italy

Per conto di

**FONDO  
NOVELLO**

Project Management - Progettazione Architettonica Esecutiva - Impianti - Prevenzione Antincendio - Strutturale

**JACOBS**

Jacobs Italia S.p.A.  
Via Alessandro Volta, 16  
20093 Cologno Monzese (MI) - Italy  
+39 02 250981

Progettazione Architettonica Definitiva

studio gap associati

studio gap associati  
Piazza delle Scuole Pie, 10/4 sc. A  
16123 Genova - Italy  
+39 010 2480049

Progettazione degli Spazi Aperti

**LAND**

LANDSCAPE ARCHITECTURE NATURE DEVELOPMENT

LAND Italia S.r.l.  
Via Varese, 16  
20121 Milano - Italy  
+39 02 8069111

Il Committente

Il Progettista



02	10.11.2017	ADEGUAMENTO_ELAVORATI	GAP	FRIC	EGAZ
01	15.06.2017	ADEGUAMENTO_ELAVORATI	GAP	FRIC	EGAZ
00	05.12.2016	PRIMA_EMISSIONE	GAP	FRIC	EGAZ
Rev			Orig.	Verif.	Appr.

TITOLO:

Opere urbanizzazione comparto  
Relazione tecnica acque bianche

FASE:

PROGETTO DEFINITIVO OPERE DI URBANIZZAZIONE QUARTIERE NOVELLO - COMPARTO 1a

N° DISEGNO:

JAC-OUC-35/M.05A/0002

SCALA:

-

Questo documento può essere utilizzato esclusivamente per le finalità previste dal contratto in base al quale lo stesso è stato fornito; la riproduzione, la cessione e comunque ogni utilizzo per finalità diverse sono vietate in assenza di preventiva autorizzazione da parte del Responsabile del documento. Il contenuto del documento è protetto dalle norme sul diritto d'autore e la proprietà intellettuale.



DOCUMENTO: **RELAZIONE ACQUE BIANCHE**

**N°: JAC-GEN-35/M.05a/0002**

Doc. Cliente n°:

RIFERIMENTI COMMESSA:

Contratto n°:

**K47301**

Cliente:

**Fabrica Immobiliare SGR S.p.A.**

Progetto:

**Parco Novello – Lotto 1**

Località:

**Cesena (FC)**

Rev.	Data	Descrizione	Originato	Verificato	Approvato
02	10.11.2017	ADEGUAMENTO ELABORATI	MIVIN	PRIC	EGAZ
01	15.06.2017	ADEGUAMENTO ELABORATI	MIVIN	PRIC	EGAZ
00	05.12.2016	PRIMA EMISSIONE	MVIN	PRIC	EGAZ

*Questo documento è stato predisposto da Jacobs e può essere utilizzato esclusivamente per le finalità previste dal contratto in base al quale lo stesso è stato fornito; la riproduzione, la cessione e comunque ogni utilizzo per finalità diverse sono vietati in assenza di preventiva autorizzazione da parte di Jacobs. Il contenuto del documento è protetto dalle norme sul diritto d'autore e la proprietà intellettuale.*

**INDICE**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4. ANALISI IDROLOGICA DELL'AREA D'INTERVENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>5. CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE PER L'INVARIANZA IDRAULICA .....</b>	<b>7</b>
5.1. Verifica evento $T_r=30$ anni durata 2h .....	10
5.2. Dispositivo di invaso .....	12
<b>6. VERIFICA IDRAULICA SUI DIAMETRI DELLE CONDOTTE .....</b>	<b>13</b>
6.1. Nota sulla tipologia di materiali utilizzati .....	17
<b>7. RIUTILIZZO ACQUA PIOVANA .....</b>	<b>19</b>
<b>8. CONCLUSIONI .....</b>	<b>22</b>
<b>9. ALLEGATI: Schede tecniche .....</b>	<b>23</b>

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione viene riportata la **verifica di invarianza idraulica** e la **verifica idraulica della rete di raccolta delle acque meteoriche a servizio del COMPARTO 1.a** comprendente le **UMI 1, UMI 2 ed UMI 3** relative alla nuova lottizzazione "QUARTIERE ECONOVELLO" a CESENA. Fatto salvo che l'oggetto delle verifiche idrauliche riguarda le reti, gli edifici e le aree ricomprese nel COMPARTO 1.a, risulta evidente come la natura stessa delle verifiche idrauliche imponga che si debbano considerare dei bacini imbriferi di riferimento sulla base delle superfici scolanti all'interno della nuova rete di progetto indipendentemente dai limiti urbanistici del comparto 1.a

Ciò premesso si è ritenuto di procedere come segue:

- a) Per il calcolo del volume di laminazione necessario a garantire dell'**invarianza idraulica** dell'intervento è stata considerata l'intera superficie dei COMPARTI 1.a (che comprende anche il parco), 1.b del **in analogia** a quanto eseguito nelle fasi di progettazione precedenti alla presente, con l'aggiunta dell'area denominata "extra comparto" contenente le superfici infrastrutturali di completamento;
- b) La verifica dell'invarianza idraulica dei COMPARTI 2 e 3 viene esclusa dalla presente relazione in quanto verrà eseguita nell'ambito della futura attuazione degli stessi, prevedendo al loro interno degli opportuni volumi di laminazione dedicati. Nelle verifiche di cui alla presente relazione si tiene conto quindi che la portata massima meteorica generata da tali comparti sia già laminata ad un valore massimo corrispondente a **72 l/s ha** per il COMPARTO 2 e **79 l/s ha** per il COMPARTO 3, calcolati secondo il metodo proposto dal Consorzio di Bonifica della Romagna riportato al capitolo 5;
- c) Vengono dimensionate idraulicamente **esclusivamente** le condotte ricadenti all'interno del COMPARTO 1.a e delle aree extra-comparto. Secondo quanto indicato al precedente punto b) per la verifica idraulica delle condotte si è tenuto conto degli apporti dei comparti 1.b, 2 e 3.



Figura 1 – Localizzazione dei comparti

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la verifica di compatibilità idraulica degli interventi in oggetto, oltre alle norme di buona progettazione riconosciute in materia di idraulica, si farà riferimento alla seguente normativa:

- **TESTO UNICO SULL'AMBIENTE**, D.Lgs 152/2006 e ss. mm.
- **PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA** approvato in via definitiva con Delibera n. 40 dell'Assemblea legislativa il 21 dicembre 2005;
- **PIANO STRALCIO PER IL RISCHIO IDROGEOLOGICO** dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli: Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano stralcio per il rischio idrogeologico ai sensi degli artt. 2 ter, 3,4,5,6,7,8,9,1,11 frl Piano  
(*nel seguito "Direttiva del P.A.I. "*)
- **REGOLAMENTO DI POLIZIA IDRAULICA DEL CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA** per la conservazione e la pulizia delle opere pubbliche di bonifica e loro pertinenze in attuazione del R.D. 08/05/1904 n. 368  
(*nel seguito "Regolamento del Consorzio di Bonifica "*)
- **DISCIPLINARE TECNICO DEL "REGOLAMENTO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI URBANIZZAZIONE E RELATIVA CESSIONE** adottato dal Comune di Cesena;  
(*nel seguito "Disciplinare tecnico del Comune di Cesena "*)
- **REGOLAMENTO PER GLI SCARICHI DI ACQUE IN FOGNATURA DI TIPO BIANCA E DI ACQUE REFLUE DOMESTICHE NON IN FOGNATURA**, e relativi allegati n. 1 e n.2 , adottato dal Comune di Cesena;  
(*nel seguito "Regolamento scarichi del Comune di Cesena "*)
- **REGOLAMENTO DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO** sottoscritto tra il Comune di Cesa ed HERA S.p.a. in qualità di gestore  
(*nel seguito "Regolamento del S.I.I. "*)

### 3. DESCRIZIONE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

Nei termini indicati in premessa, si considera come “**area oggetto di intervento**” quella ricadente all'interno del COMPARTO 1.a della lottizzazione comprendente le UMI 1, 2 e 3.

Tuttavia da un punto di vista di interesse idraulico per le verifiche di cui alla presente relazione si sono prese in considerazione anche le ulteriori superfici scolanti determinate dal COMPARTO 1.b, dal PARCO e dalle AREE EXTRA COMPARTO per un totale di superficie oggetto di invarianza idraulica di **100.953** mq così suddiviso da un punti di vista di uso del suolo:

- **Area impermeabile: 64.758 mq;**
- **Area verde permeabile: 34.301 mq;**
- **Area verde semipermeabile: 1.894 mq.**

In seguito all'aggiornamento della configurazione viabilistica a servizio del complesso edilizio, necessariamente le superfici sopraindicate subiscono una qualche modificazione ed in particolare un incremento dell'area verde permeabile, essendo stata attribuita ad altro comparto la realizzazione del prolungamento di via Montecatini. L'uso del suolo risulta così aggiornato:

- **Area impermeabile: 63.193 mq;**
- **Area verde permeabile: 37.110 mq;**
- **Area verde semipermeabile: 650 mq.**

Essendo quindi diminuita la superficie impermeabile, si ritiene che la verifica di invarianza idraulica risulti soddisfatta anche a seguito delle modifiche apportate, mantenendo il volume di invaso inalterato (capitolo 5) a favore della sicurezza.

## 4. ANALISI IDROLOGICA DELL'AREA D'INTERVENTO

Per l'analisi idrologica dell'area oggetto di intervento è stato fatto riferimento a quanto riportato all'ALLEGATO TECNICO del REGOLAMENTO DI POLIZIA IDRAULICA DEL CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA dove sono riportate le equazioni di possibilità climatica nella consueta forma

$$h = a \cdot d^n$$

con  $h$  = altezza cumulata di precipitazione espressa in mm  
 $d$  = durata della precipitazione espressa in ore

I parametri "a" ed "n" assumono valori variabili in dipendenza al tempo di ritorno secondo le seguenti tabelle.

- Per eventi di durata superiore all'ora

TR (anni)	a				n			
	Rimini	Cesena	Forli	Ravenna	Rimini	Cesena	Forli	Ravenna
10	40.86	35	35	35	0.28	0.33	0.33	0.33
30	51.09	51	48	51	0.27	0.29	0.30	0.28
50	55.76	58	54	58	0.27	0.29	0.28	0.30
200	76.63	74	72	74	0.26	0.29	0.28	0.30

- Per eventi di durata inferiore all'ora

TR (anni)	a				n			
	Rimini	Cesena	Forli	Ravenna	Rimini	Cesena	Forli	Ravenna
10	43.23	37	37	37	0.67	0.48	0.48	0.48
30	54.64	47	47	47	0.73	0.48	0.48	0.48
50	59.86	53	53	53	0.75	0.48	0.48	0.48
200	73.95	68	68	68	0.79	0.48	0.48	0.48

Per il caso in esame, trattandosi di una lottizzazione di superficie pari a circa 5 ha, quindi ricadendo a metà del campo della "significativa impermeabilizzazione potenziale" con un coefficiente di deflusso medio (come meglio dimostrato nel seguito) pari a circa 0,7 è stato ritenuto di fare riferimento alle equazioni di possibilità pluviometrica con **TEMPO DI RITORNO (Tr) pari a 30 anni** per il comune di Cesena in analogia a quanto dal Piano Stralcio.

## 5. CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE PER L'INVARIANZA IDRAULICA

Il calcolo del volume di laminazione minimo necessario per garantire l'invarianza idraulica dell'intervento di progetto viene eseguito **in analogia** a quanto già indicato nella "Relazione invarianza Idraulica" (data 23/12/2011 – rev.02), cui si rimanda, allegata alla precedente fase di approvazione del P.R.U. dato che, da un punto di vista di uso del suolo, l'intervento di progetto rimane simile a quanto già precedentemente previsto, a meno di piccole variazioni trascurabili ai fini del calcolo del volume di laminazione.

Ciò premesso, **la superficie considerata per la verifica dell'invarianza idraulica e che concorre alla formazione del volume di laminazione è quella indicata nella tavola JAC-OUC-35-M-01°-0008** che risulta pari, in sostanza, alla superficie occupata dall'attuale COMPARTO 1.a (compreso il Parco), COMPARTO 1.b. e dalle AREE EXTRA-COMPARTO.

Per la definizione e lo studio dell'invarianza idraulica sono state attribuite **tre diverse categorie di permeabilità**: la prima corrispondente alla totale impermeabilità dei terreni (**permeabilità pari allo 0%** - marciapiedi, strade, parcheggi, coperture, tetti verdi), la seconda corrispondente ad una **permeabilità media pari al 50%** (superfici in ghiaio o similari) ed infine la terza che comprende le aree totalmente permeabili (**permeabilità pari al 100%** - zone a verde). I valori delle superfici così suddivise sono riassunti nella tabella che segue.

Percentuale di permeabilità dei suoli		STATO DI FATTO (mq)	STATO DI PROGETTO (mq)
A	Permeabilità 0% ( <i>marciapiedi, strade, parcheggi, coperture, tetti verdi</i> )	65.482	64.758
B	Permeabilità 50% ( <i>superfici in ghiaio o similari</i> )	817	1.894
C	Permeabilità 100% ( <i>zone a verde</i> )	34.636	34.301
<b>Totale superficie impermeabile (0,5xB+A)</b>		<b>65.890,5 mq</b>	<b>65.705 mq</b>
<b>Totale superficie permeabile (0,5xB+C)</b>		<b>35.044,5 mq</b>	<b>35.248 mq</b>
<b>Totale superficie considerata (A+B+C)</b>		<b>100.953 mq</b>	<b>100.953 mq</b>

La misura del volume minimo d'invaso viene eseguita utilizzando la formula proposta dal PIANO STRALCIO PER IL RISCHIO IDROGEOLOGICO della Regione Emilia Romagna richiamata anche NEL REGOLAMENTO DI POLIZIA IDRAULICA DEL CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA di seguito richiamata:

$$w(m^3 / ha) = w^{\circ} \cdot \left( \frac{\phi}{\phi^{\circ}} \right)^{\left( \frac{1}{1-n} \right)} - 15 \cdot I - w^{\circ} \cdot P \quad (1)$$

dove:

w°	50 m3/ha
φ	Coefficiente di deflusso dopo la trasformazione)
φ°	Coefficiente di deflusso prima della trasformazione)
I	Percentuale dell'area di progetto oggetto di trasformazione
P	Percentuale dell'area di progetto non oggetto di trasformazione (tale che I+P=100%)
IMP, PER	Frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile dopo la trasformazione
IMP°, PER°	Frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile prima la trasformazione

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". Applicando la precedente formula tramite il foglio di calcolo messo a disposizione del Consorzio di Bonifica della Romagna (aggiornamento 11 agosto 2016) si ottiene il seguente risultato adottando una condotta di scarico di diametro interno 433 mm e diametro estero 500 mm e considerando un battente di 200 cm come dimostrato nella figura seguente.

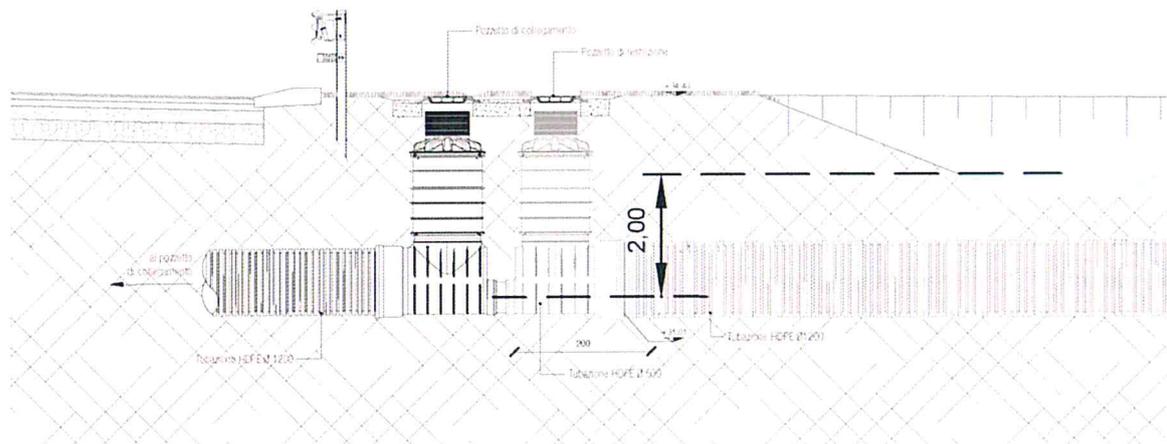


Figura 2 – Battente massimo generato dal sistema di laminazione

## CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA (inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)

Superficie fondiaria = 100.953,00 mq

**ANTE OPERAM**

Superficie impermeabile esistente = 65.890,50 mq

Imp\* = 0,65

Superficie permeabile esistente = 35.044,50 mq

Per\* = 0,35

Imp\*+Per\* = 1,00

inserire la superficie totale scolante all'interno del nuovo scarico acque meteoriche di progetto

inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.

inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.

corretto: risulta pari a 1

**POST OPERAM**

Superficie impermeabile di progetto = 65.705,00 mq

Imp = 0,65

Superficie permeabile progetto = 35.248,00 mq

Per = 0,35

Imp+Per = 1,00

inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.

inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.

corretto: risulta pari a 1

## INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA

Superficie trasformata/livellata = 100.953,00 mq

I = 1,00

Superficie agricola inalterata = 0,00 mq

P = 0,00

I+P = 1,00

inserire la superficie di tutte le aree non agricole di progetto. Compresa aree verdi

inserire la superficie agricola di progetto (ovvero la superficie agricola inalterata)

corretto: risulta pari a 1

## CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

$$\begin{aligned} \phi^o &= 0,9 \times \text{Imp}^* + 0,2 \times \text{Per}^* = 0,9 \times 0,65 + 0,2 \times 0,35 = 0,66 & \phi^o \\ \phi &= 0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per} = 0,9 \times 0,65 + 0,2 \times 0,35 = 0,66 & \phi \end{aligned}$$

## CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO

$$W = w^o (f/f^o)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^o P = 50 \times 1,00 - 15 \times 1,00 - 50 \times 0,00 = 34,82 \text{ mc/ha} \quad w$$

$$W = w \times \text{Superficie fondiaria (ha)} = 34,82 \times 100.953 : 10.000 = 351,49 \text{ mc} \quad W$$

## DIMENSIONAMENTO STROZZATURA

Portata amm.le (Qagr.=10 l/sec/ha\* Perm.+90l/sec/ha\*Imp.)

628,06 l/sec

portata ammissibile effluente al ricettore

Battente massimo h

2,00 m

inserire il valore di progetto (calcolato esplicitamente in relazione) del battente sopra l'asse della strozzatura

DN max condotta di scarico

461,26 mm

Si adotta condotta DN

433,00 mm

inserire il diametro della condotta scelta, che deve essere inferiore a DN max. Si consente un minimo funzionale DN 125

Portata uscente con la condotta adottata

553,69 l/sec

## 5.1. Verifica evento Tr=30 anni durata 2h

Come consigliato nel PIANO STRALCIO PER IL RISCHIO IDROGEOLOGICO della Regione Emilia Romagna, ricadendo l'intervento in oggetto nel caso di significativa impermeabilizzazione ed interessando una superficie fondiaria compresa tra 1 ha e 10 ha, è stata verificata la laminazione anche per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni.

### VERIFICA DELLA VOLUMETRIA PER PIOGGE CON TR 30 ANNI E DURATA d 2h

Da effettuarsi per casi di Superficie fondiaria > 1 ha  
Inserire dati esclusivamente nei campi cerchiati

<b>Superficie fondiaria</b>	10,10 ha	superficie totale dell'intervento
<b>TR</b>	30 anni	tempo di ritorno di riferimento
<b>a</b>	51	inserire parametro di zona (vedi tabella)
<b>n</b>	0,29	inserire parametro di zona (vedi tabella)
<b>tp</b>	2,00 ore	durata di pioggia
<b>φ</b>	0,66	coeff. di deflusso dopo la trasformazione
<b>h</b>	62,35 mm	altezza pioggia in tp
<b>Vp</b>	6.294,89 mc	Volume piovuto in tp
<b>Ve</b>	4.126,89 mc	Volume effluente in vasca in tp
<b>Qu</b>	553,69 l/sec	Portata scaricabile dalla strozzatura adottata
<b>Vu</b>	3.986,53 mc	Volume scaricato dalla vasca nel ricevitore in tp
<b>Ve-Vu</b>	<b>140,35 mc</b>	Volume da laminare per evento TR 30 d 2 ore
<b>W</b>	<b>351,49 mc</b>	Volume di laminazione (formula del w)

**VERIFICATO**

**W FINALE da adottare= 351,49 mc**

Per Tp>1h e TR 30 anni	RIMINI	CESENA	FORLI	RAVENNA
a	51	51	48	51
n	0,27	0,29	0,30	0,28

In base a quanto stabilito al Punto 7.3 della *DIRETTIVA INERENTE LE VERIFICHE IDRAULICHE E GLI ACCORGIMENTI TECNICI DA ADOTTARE PER CONSEGUIRE GLI OBIETTIVI DI SICUREZZA IDRAULICA DEFINITI DAL PIANO STRALCIO PER IL RISCHIO IDROGEOLOGICO* dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli richiamato anche nel *REGOLAMENTO DI POLIZIA IDRAULICA DEL CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA* si puo' considerare come il volume totale delle condotte di fognatura sia efficace all'80% ai fini dell'invarianza idraulica; questo significa che l'80% del volume totale della rete fognaria interna al lotto puo' essere considerato in diminuzione del valore di volume minimo d'invaso previsto dalla precedente equazione (1).

Il punto 2 del capitolo "Fognatura Bianca e Invarianza Idraulica" dell'ALLEGATO 2 al "Regolamento per gli scarichi di acque in fognatura di tipo bianca e di acque reflue domestiche non in fognatura" indica che una quota pari almeno al 35% del volume di invaso necessario per le aree pubbliche dovrà essere realizzato con il sovradimensionamento delle fognature di lottizzazione ed, in questo caso, la quota del bacino da realizzare con sovradimensionamento dei collettori fognanti puo' essere ridotta fino al 25% del volume complessivo necessario.

Nel caso in esame, dopo un confronto con i referenti tecnici del Comune di Cesena, si è deciso di procedere come segue:

- Viene previsto un unico volume di invaso che raccolga le acque meteoriche provenienti sia dalle aree pubbliche che dalle aree private senza alcuna distinzione;
- Viene dimostrato nella Tabella 1 del capitolo 6 come almeno il 35% del volume di invaso "W" è ricavato con il sovradimensionamento delle fognature di lottizzazione;
- Il volume del bacino di laminazione viene diminuito di una quantità pari al 54% del volume totale delle **dorsali principali**;

Il volume utile netto delle **dorsali principali** viene riportato nella tabella che segue:

Identificazione della dorsale principale rispetto ai bacini di riferimento	Lunghezza dorsale principale	Diametro interno	Sezione netta	Volume
	(m)	(m)	(mq)	(mc)
Dorsale su Bacino A	150	0,678	0,36	54,16
Dorsale su Bacino B	160	0,678	0,36	57,77
Dorsale su Bacino C	130	0,852	0,57	74,12
Dorsale su Bacino D	142	0,535	0,22	31,92
Dorsale su Bacino E	224	0,678	0,36	80,87
Dorsale su Bacino L	240	1,030	0,83	199,97
Dorsale su Bacino F	65	0,678	0,36	23,47
Dorsale su Bacino M	237	0,433	0,15	34,90
Dorsale su Bacino 1b	133	0,347	0,09	12,58
Dorsale su Bacino G	165	0,535	0,22	37,09
Dorsale su Bacino H	80	0,852	0,57	45,61
TOT				652,45
49%				317,62

Il volume minimo di laminazione denominato “ $V_{LAM}$ ” risulta quindi pari:

$$V_{LAM} = W - 50\%V_{BIANCHE} = 351.49 - 317.62 = 33.87m^3$$

## 5.2. Dispositivo di invaso

Il volume d'invaso richiesto di 33,87 mc è reso disponibile all'interno di un bacino di laminazione realizzato al centro della rotatoria posta al nord-ovest del comparto, alimentato dalla condotta sottostante per mezzo di due pozzetti. Le acque meteoriche che non defluiscono oltre il pozzetto di restrizione a valle del bacino si invasano nello stesso fino ad un tirante massimo di 30 cm, creando un battente massimo di 200 cm.

Il fondo del bacino presenta una leggera pendenza verso il centro, per convogliare l'acqua verso i due pozzetti ed agevolare il vuotamento, una volta smaltito l'evento piovoso.

La geometria della vasca è caratterizzata da una profondità di circa 1,4 m rispetto al piano campagna, posto alla quota di +34.30 m dallo 0.00 di progetto dovrà pertanto essere protetta da opportuni guard-rail. La forma del bacino è meandriforme al fine di meglio integrarsi nell'area verde in cui si inserisce.

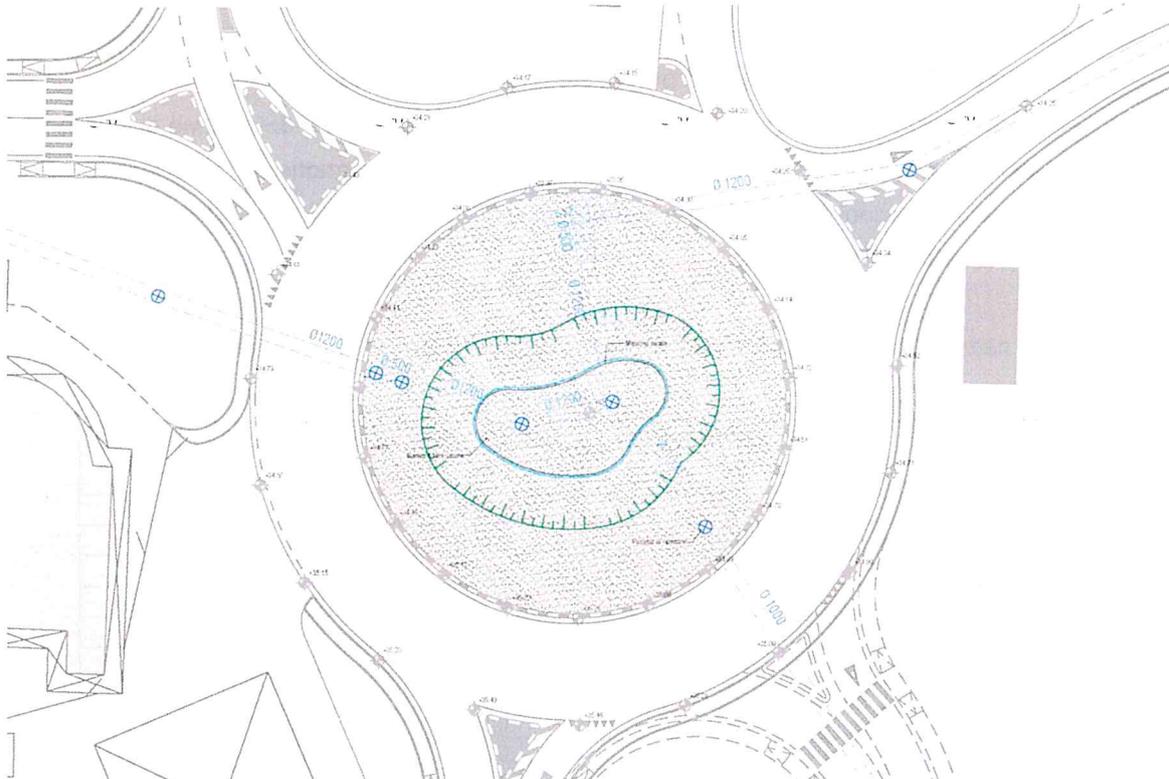


Figura 3 – Bacino di laminazione

A valle del bacino è previsto un doppio pozzetto di ispezione come richiesto dal *Regolamento per la realizzazione delle opere di urbanizzazione e relativa cessione*: il primo pozzetto consente il

restringimento (**pozzetto di restrizione**) passando da un tubo di diametro  $\varphi 1200$  ad un tubo ristretto  $\varphi 500$  della lunghezza di 2 m. Il secondo pozzetto collega la nuova rete di fognatura al collettore ricevente (**pozzetto di collegamento**), passando nuovamente dal tubo ristretto  $\varphi 500$  ad un  $\varphi 1200$ , che prosegue fino allo scarico nel ricettore finale.

## 6. VERIFICA IDRAULICA SUI DIAMETRI DELLE CONDOTTE

Nel presente capitolo viene riportata la verifica idraulica delle condotte della rete acque bianche di progetto ai fini di determinare i diametri minimi necessari per far transitare la portata massima dimensionante per il caso in esame. Per il calcolo delle portate meteoriche massime viene utilizzato il **metodo cinematico** (chiamato anche "metodo del tempo di corrivazione" o "metodo razionale in quanto oltre che essere generalmente applicato ai casi di idraulica stradale ed ai bacini scolanti di limitata estensione, è anche suggerito come metodo di riferimento nel Piano di Assetto Idrogeologico). Senza entrare nel merito specifico del metodo, rimandando alla letteratura tecnica, esso si avvale di un procedimento concettualmente intuitivo: individuato il tempo di corrivazione  $\tau_c$  sulla base della distanza percorsa dalla particella d'acqua più lontana dalla sezione di chiusura oggetto di verifica, è possibile stimare la portata massima nella sezione di chiusura stessa, supponendo che la frazione di volume d'acqua invasata nel bacino uniformemente distribuita sulla superficie impiega un tempo pari a quello di corrivazione  $\tau_c$  per raggiungere la suddetta sezione. Quindi, secondo tale metodo il valore massimo della portata si ottiene uguagliando la durata della precipitazione alla tempo di corrivazione caratteristico del bacino ottenendo la seguente formula per la determinazione della portata massima:

$$Q_{MAX} = \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{\tau_c}$$

dove:

- $\varphi$  = coefficiente di deflusso ponderato del bacino considerato;
- S = superficie del bacino considerato;
- $\tau_c$  = tempo di corrivazione caratteristico del bacino (espresso in ore);
- h = altezza di pioggia in base all'equazione di possibilità pluviometrica di cui al capitolo 4) con durata pari al tempo di corrivazione;

Per quanto riguarda il valore da assegnare al tempo di corrivazione, è noto come la sua determinazione **non sia univoca**, ancorché **non poche e forse discutibili formule** esistano per definirlo. In tale prospettiva, ed accettando uno schema di deflusso di semplicità concettuale, un orientamento non infondato è quello di calcolare il tempo di corrivazione come rapporto tra la lunghezza dell'asta principale " L " ed una **velocità di riferimento posta pari ad 0,5 m/s come anche suggerito al capitolo 2.2 della Direttiva del P.A.I.** Per il calcolo del tempo di corrivazione, oltre all'approccio sopra descritto, si ritiene di utilizzare anche le seguenti formule riportate nella Direttiva del P.A.I. e nel Regolamento del Consorzio di Bonifica per piccoli bacini di pianura:

- formula di Ventura – Ongaro  $\tau_c(ore) = 24 \cdot 0.18 \sqrt[3]{A \cdot L}$
- formula di Turazza – Ventura  $\tau_c(ore) = 7.56 \cdot A^{0.5}$

Con A pari alla superficie del bacino scolante espressa in Km<sup>2</sup> ed "L" pari alla lunghezza dell'asta idraulica più lunga espressa in Km. Per il calcolo della portata massima è stato preso come riferimento il tempo di corrivazione più breve il quale, come noto, genera il colmo più elevato



Figura 4 – Localizzazione dei bacini scolanti considerati per la verifica idraulica della rete di progetto

La portata meteorica massima stimata con il metodo cinematico per ciascuna delle sezioni di chiusura riportate nella figura precedente viene confrontata con la portata massima transitante nelle tubazioni previste, calcolata utilizzando la nota formula di moto uniforme e permanente di Gauckler – Strickler

$$Q = K_S \cdot R_H^{1/2} \cdot i^{1/2}$$

con

- $K_S$  = coefficiente di scabrezza assunto pari a  $90 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  per tubazioni in PVC o PEAD o PP
- $R_H$  = raggio idraulico
- $i$  = pendenza minima imposta

Come indicato nelle Linee Guida del Regolamento del Consorzio di Bonifica si assume

- Un grado di riempimento massimo delle tubazioni pari a 0,94 D;
- L'equazione di possibilità pluviometrica riferita ad un **Tempo di ritorno di 30 anni**;

**Il procedimento sopra descritto è stato quindi applicato a ciascuno dei bacini presi come riferimento numerati da "A" ad "M" e su ciascuna delle sezioni di chiusura oggetto di verifica numerate da "1" a "9" riportate nella Figura 4.**

Ciascun bacino numerato da "A" ad "M" è stato suddiviso in aree impermeabili (*in giallo nella Figura 4*), aree permeabili (*in verde scuro nella Figura 4*) e tetti verdi (*in verde più chiaro nella Figura 4*) calcolando il **coefficiente di deflusso medio ponderato caratteristico** mediante la seguente formula:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i \cdot S_i}{S}$$

Facendo riferimento ai valori riportati nella Direttiva del P.A.I. e nel Regolamento del Consorzio di Bonifica e richiamati nella seguente tabella:

TIPO DI SUPERFICIE	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO $\varphi$
Superfici Impermeabili (marciapiedi, strade, parcheggi, coperture)	0,9
Superfici permeabili (aree verdi)	0,2
Tetti verdi	0,5

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente. Per i tratti di condotte principali è stato assunto il diametro minimo accettato dal Comune di Cesena pari a  $\varnothing 400$ .

Si osservi che nella stessa tabella è calcolato il **surplus in termini di portata che può transitare nelle tubazioni di progetto** rispetto alla portata massima meteorica. Il valore medio di tale surplus **risulta pari al 41%**: viene quindi evidentemente verificata la condizione stabilita dal Regolamento scarichi del Comune di Cesena che almeno il 35% del volume di invaso necessario per le aree pubbliche è ricavato con il sovradimensionamento delle fognature.

Sezione chiusura	Bacini Affrenti	Sup		Lungh. ASTA		TEMPO DI CORRIVAZIONE				Tc Minimo	h	Coefficiente deflusso medio	Portata metodo cinematico	Manufatto		Portata massima traslabile $y/D=0,94$	Surplus in termini di portata
		mq	kmq	m	Km	VENTURA ONGARO	TURAZZA VENTURA	Velocità imposta = 0,5 m/s	ore					ore	ore		
1	A+E+L+COMPARTO 2 + COMPARTO 3	15.727	0,0157	578	0,578	0,90	0,95	0,32	0,32	0,32	27,25	0,77	658	0,0010	ø1200/1030	1.031	57%
2	A	7.331	0,0073	164	0,164	0,46	0,65	0,09	0,09	0,09	14,88	0,81	268	0,0010	ø800/678	338	26%
3	B	9.238	0,0092	190	0,190	0,52	0,73	0,11	0,11	0,11	15,97	0,78	304	0,0010	ø800/678	338	11%
4	D	6.463	0,0065	175	0,175	0,45	0,61	0,10	0,10	0,10	15,35	0,72	204	0,0015	ø630/535	220	8%
5	F	5.762	0,0058	130	0,130	0,39	0,57	0,07	0,07	0,07	13,31	0,68	201	0,0010	ø800/678	338	68%
6	B+C+D+F	25.831	0,0258	330	0,330	0,88	1,22	0,18	0,18	0,18	20,82	0,75	612	0,0010	ø1000/852	621	2%
7	B+C+D+F+G+H+M+I+CO MPARTO 1.b	40.478	0,0405	410	0,410	1,10	1,52	0,23	0,23	0,23	23,10	0,68	786	0,0020	ø1000/852	880	12%
8	E+COMPARTO 2	3.585	0,0036	296	0,296	0,44	0,45	0,16	0,16	0,16	19,76	0,72	223	0,0010	ø800/678	338	52%
9	M+G	10.422	0,0104	340	0,340	0,66	0,77	0,19	0,19	0,19	21,12	0,68	221	0,0010	ø800/678	338	53%
10	M	4.747	0,0047	270	0,270	0,47	0,52	0,15	0,15	0,15	18,91	0,48	80	0,0010	ø500/433	103	29%
														<b>Media=</b>		<b>32%</b>	

Tabella 1 – Sintesi dei risultati della verifica idraulica della rete acque bianche di progetto

## 6.1. Dimensionamento rete su via Montecatini

La raccolta delle acque meteoriche che interessano i nuovi parcheggi e la viabilità di progetto previsti in via Montecatini a sud-est del comparto 1 avviene mediante una linea dedicata che scarica all'interno della fognatura mista esistente, come previsto da normativa in assenza di una rete acque meteoriche separata. La rete di nuova realizzazione in ogni caso non pregiudica la futura attuazione di una rete duale in via Montecatini essendo dotata, come indicato, di una condotta dedicata per le sole acque meteoriche.

La verifica idraulica della condotta in oggetto viene effettuata ancora una volta mediante l'applicazione del **metodo cinematico** per il calcolo della portate massima meteorica riferita ad un tempo di ritorno di  $T_r = 30$  anni. La superficie afferente alla nuova linea di progetto è pari a circa 1.090 mq con lunghezza dell'asta principale di 128 m, la quale genera una portata massima di **51 l/s** smaltita con una tubazione in PEAD SN8 di diametro  $\varnothing 347/400$  mm e grado di riempimento dell'80%.

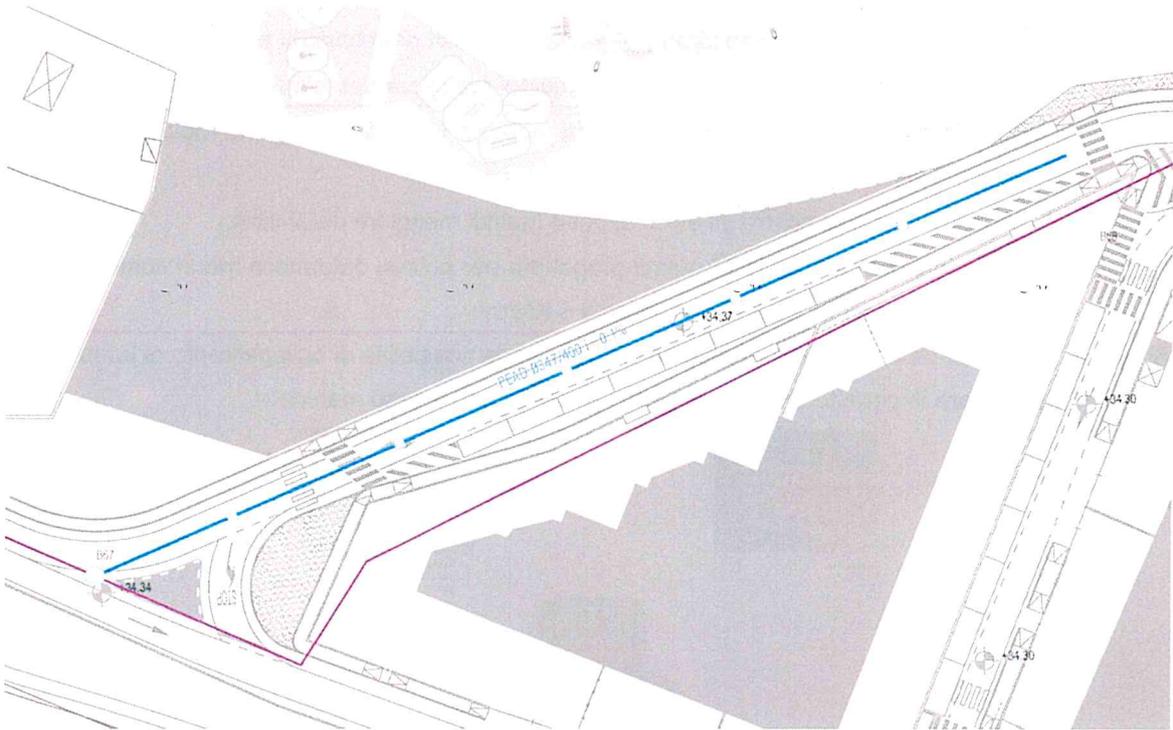


Figura 5 – Nuova linea di progetto in via Montecatini

## 6.2. Nota sulla tipologia di materiali utilizzati

Per la realizzazione della rete di raccolta delle acque meteoriche per il caso in esame si rende necessario l'utilizzo di **condotte principali che abbiano al contempo elevata efficienza idraulica e portanza** date le grandi portate in gioco, la necessità di limitare i diametri per riuscire a risolvere le varie interferenze con i sottoservizi esistenti, la presenza di molti tratti su strade carrabili. L'utilizzo di condotte a bassissima scabrezza permette infatti a parità di portata di avere dei diametri minori rispetto a tubazioni in PVC (comunque non disponibile per diametri esterni superiori a 630 mm) o in calcestruzzo, ovvero a parità di diametro permettono di far transitare una portata massima maggiore. Per tale motivo, si ritiene necessario per il caso in esame l'utilizzo di condotte in **Polietilene ad alta densità (HDPE) a due pareti**: una interna molto liscia a bassissima scabrezza ed una esterna corrugata in grado di conferire alla tubazione una elevata portanza fino a  $SN8 \text{ KN/m}^2$ .

Inoltre la realizzazione di una rete completamente in HDPE (tubazioni, pozzetti e caditoie) rispetto ad un rete realizzata in materiali non omogeni (PVC e Calcestruzzo) permette inoltre i seguenti importanti vantaggi:

- Migliore garanzia di tenuta idraulica grazie ad innesti prefabbricati a bicchiere o saldati;
- Migliore resistenza agli attacchi chimici (quindi maggiore durabilità);
- Maggiore leggerezza dei pozzetti, quindi facilità e velocità di trasporto movimentazione e posa;
- Migliore sicurezza contro gli errori di posa (quindi maggiore durabilità);
- Tubazioni di tipo "flessibile" quindi progettata per potersi deformare ma al contempo con una rigidità anulare elevata superiore a  $8 \text{ KN/m}^2$ ;

Si riporta di seguito un'immagine rappresentativa delle varie possibilità di collegamento di tubazioni in HDPE (e nella figura in oggetto anche PVC) con i pozzetti dello stesso materiale.



Figura 6 – Esempio di collegamento tra tubazioni e pozzetti in HDPE

## 7. RIUTILIZZO ACQUA PIOVANA

Per favorire il risparmio idrico, è stato previsto un sistema di raccolta e riutilizzo dell'acqua piovana con lo scopo di **irrigare le aree verdi private** situate al livello 0 del comparto.

A tal fine, si è deciso di predisporre 3 stazioni di irrigazione, o vasche di accumulo, distribuite in zone agevoli per l'irrigazione delle aree interessate: lungo il confine est del comparto 1a e in prossimità dell'incrocio tra cretto e boulevard principale in modo da poter disporre del massimo apporto idrico possibile. In particolare, come illustrato nelle immagini sottostanti, due vasche con capacità di 5 mc sono poste al servizio delle aree verdi a est del comparto, mentre la terza vasca predisposta al centro del comparto ha capacità di 15 mc.

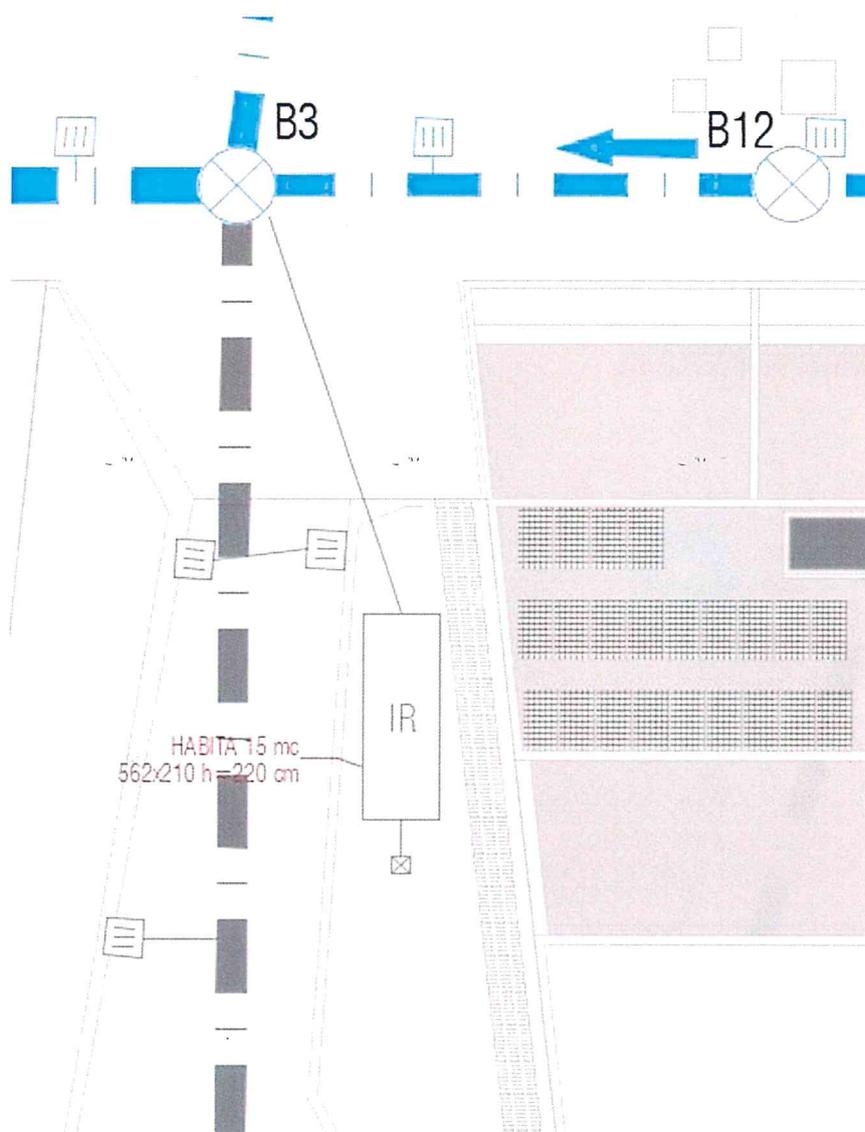


Figura 7 – Irrigazione con vasca da 15 mc

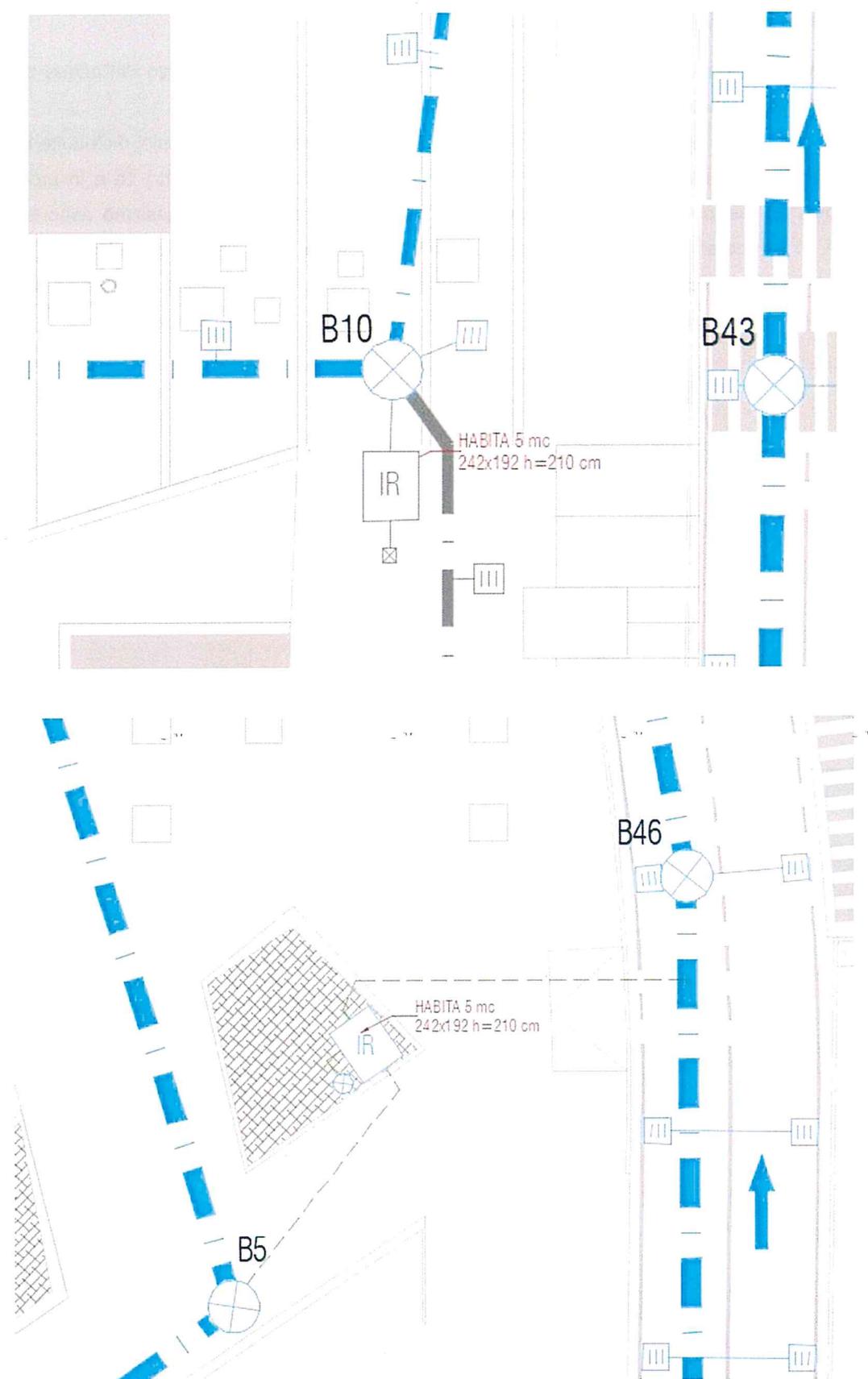


Figura 8 – Irrigazione con vasche da 5 mc

Le vasche di accumulo sono equipaggiate di condotta di ingresso antiturbolenza e troppo pieno in PVC, uscita e raccorderia varia in polipropilene, elettropompa sommersa, tubazione di mandata in polietilene, valvola di ritegno a clapet, catena per il sollevamento della pompa e quadro di protezione termica. L'acqua piovana viene immessa nel serbatoio di stoccaggio attraverso la tubazione di ingresso. Una volta pieno, l'acqua in eccesso viene convogliata allo scarico finale attraverso la tubazione di troppo pieno. All'interno del serbatoio è posizionata un'elettropompa sommersa che mediante un quadro di protezione e marcia/arresto permette di accendere la pompa in modo manuale per poter utilizzare l'acqua accumulata. Nel caso in cui la vasca di accumulo sia vuota, è predisposto il reintegro dalla rete di acquedotto per alimentare l'irrigazione delle suddette aree anche in caso di scarsa piovosità.

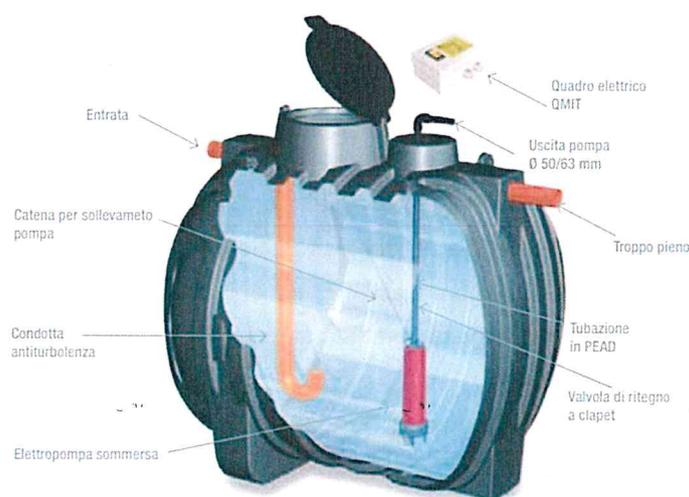


Figura 9 – Componenti vasca di accumulo

## 8. CONCLUSIONI

Per quanto esposto nella presente relazione, la **verifica di compatibilità idraulica dell'intervento di progetto risulta soddisfatta** sulla base delle seguenti osservazioni:

- 1) I diametri delle tubazioni costituenti la rete di raccolta delle acque meteoriche sono stati verificati per far transitare eventi di intensità elevata con **tempo di ritorno pari a 30 anni e durata inferiore all'ora**;
- 2) Viene garantita l'invarianza idraulica rispetto ad eventi di intensità elevata con **tempo di ritorno pari a 30 anni e durata pari a 2 ore grazie al dispositivo di invaso semplice** costituito dal nuovo bacino di laminazione previsto al centro della nuova rotatoria. Tale bacino presenta un volume di invaso netto pari a **33,87 m<sup>3</sup>** risultante dal volume di **351,49 m<sup>3</sup>** calcolato con la (1) **decurtato del 49%** del volume della rete di fognatura bianca interna al comparto 1.a;
- 3) La rete è dotata di una strozzatura costituita da una tubazione di diametro DE/DI 433/500 che limita la portata scaricata a **553,69 l/s** inferiore alla massima ammissibile pari a **628,06 l/s**;
- 4) I diametri delle tubazioni strettamente necessari per far transitare l'evento di cui al precedente punto 1) sono stati aumentati fino a far transitare un surplus medio di portata pari al 41%;
- 5) Sono state previste delle tubazioni in HDPE ad **elevata efficienza idraulica** con pareti a bassissima scabrezza e con elevata portanza statica (SN 12 KN/mq) sia per i diametri minori che per i diametri maggiori;
- 6) L'intervento di progetto non peggiora le condizioni di funzionalità del regime idraulico esistente, non aumentando il rischio di allagamenti;
- 7) L'intervento di progetto non aumenta il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invaso delle aree interessate;
- 8) L'intervento di progetto non peggiora le condizioni di equilibrio dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;
- 9) Come riportato nel Regolamento scarichi del Comune di Cesena sono state sempre previste tubazioni principali con diametro minimo maggiore di 400 mm.

**Per quanto esposto la rete di raccolta delle acque meteoriche si ritiene quindi idonea allo scopo.**

In merito alla tipologia di materiali da utilizzare, si rende necessario l'utilizzo di **condotte principali che abbiano al contempo elevata efficienza idraulica e portanza** date le grandi portate in gioco, la necessità di limitare i diametri per riuscire a risolvere le varie interferenze con i sottoservizi esistenti, la presenza di molti tratti su strade carrabili.

Per tale motivi si propone di realizzare le dorsali principali della rete di raccolta delle acque meteoriche con **tubazioni e pozzetti in Polietilene ad alta densità (HDPE).**

**9. ALLEGATI: Schede tecniche**





# MAGNUM



Sistemi completi  
per condotte  
di scarico interrate

*Era il 2 aprile 1996 quando inauguravamo Italiana Corrugati, il progetto sicuramente era molto ambizioso, ma la sfida è stata vinta, siamo qui dopo vent'anni leader in Italia nel settore nella fognatura. L'azienda è cresciuta, si è evoluta, ha adattato il suo prodotto al mercato, ma ha anche lanciato prodotti che ora rappresentano lo standard di mercato.*

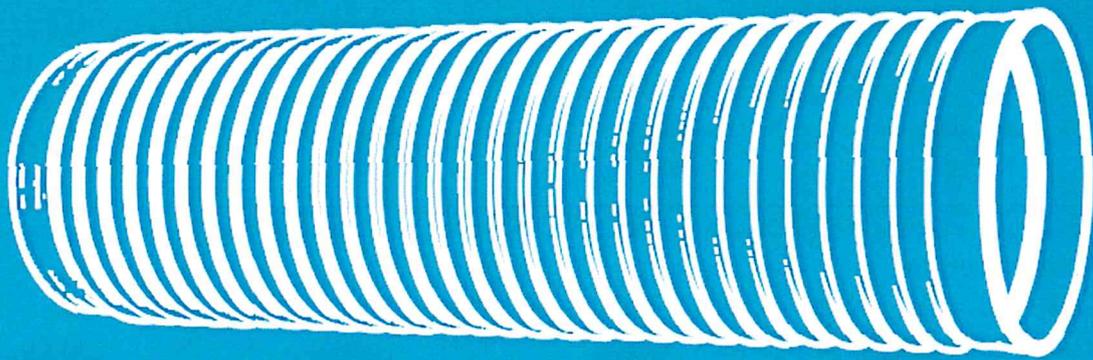
*Il nostro spirito è sempre volto all'innovazione, alla crescita, alla versatilità e soprattutto all'anticipare e soddisfare le esigenze del cliente. Tutto questo è stato ed è tutt'ora possibile grazie a voi tutti, clienti e collaboratori che ci avete dato fiducia, che continuate a credere in noi e a fare di noi la bella realtà che siamo.*

*Grazie  
Alvaro e Marina*



**ITALIANA CORRUGATI**





tubazioni

# MAGNUM

## TUBO HDPE CORRUGATO PER FOGNATURA



### VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura di tubazione in polietilene alta densità per condotte di scarico interrate non in pressione, realizzata per coestrusione continua di due pareti, quella interna dovrà essere liscia e di colore **nero**, quella esterna corrugata e di colore **nero**. Il sistema (tubo + giunzione) dovrà essere interamente conforme alla norma UNI EN 13476 e certificato con marchio di qualità di prodotto da ente certificatore terzo accreditato, diametro nominale esterno DN/OD (interno DN/ID) \_\_\_ mm, classe di rigidità anulare SN \_\_\_ (pari a \_\_\_ kN/m<sup>2</sup>) misurata secondo EN ISO 9969. La tubazione dovrà essere prodotta da azienda operante in regime di qualità di produzione conforme alla norma UNI EN ISO 9001/2008 e in regime di qualità ambientale UNI EN ISO 14001/2004. Le barre dovranno essere dotate di giunzione a bicchiere o manicotto esterno con relative guarnizioni di tenuta in EPDM conformi alla norma EN 681-1, da posizionare nella prima gola fra due corrugazioni successive della estremità di tubo da inserire nel bicchiere. Il tubo riporta la marcatura prevista dalla norma UNI EN 13476 e dovranno essere esibite:

- certificazioni di collaudo alla flessibilità anulare secondo quanto previsto dal UNI EN 13476 con il metodo di prova descritto nella UNI EN 1446
- certificazione in regime di qualità ambientale (UNI EN ISO 14001:2004)
- certificazione di produzione in regime di qualità aziendale (UNI EN ISO 9001:2008)
- certificazione di collaudo alla tenuta idraulica delle giunzioni secondo quanto previsto dal UNI EN 13476 con il metodo di prova descritto nella EN 1277
- certificazione di collaudo di resistenza all'abrasione verificata in accordo alla norma DIN EN 295-3
- certificazione IIP del sistema di giunzione

### LISTINO PREZZI TUBO MAGNUM DN/OD DIAMETRI ESTERNI

Prezzo comprensivo di kit di giunzione.

Ø esterno mm	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1200
Ø interno mm	105	137	172	218	272	347	433	535	678	852	1030
Barra da 3 m - SN 4 KN/m <sup>2</sup> €/m	-	** 10,88	13,54	20,37	29,10	45,67	a richiesta				
Barra da 6 m Ø - SN 4 KN/m <sup>2</sup> €/m	-	-	12,31	17,71	25,30	39,71	65,89	101,20	168,19	280,72	387,20
Barra da 6 m Ø - SN 8 KN/m <sup>2</sup> €/m	7,13	9,89	14,38	20,79	29,70	46,64	77,44	119,02	204,60	300,85	421,30

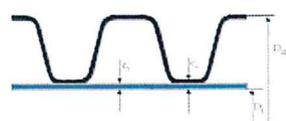
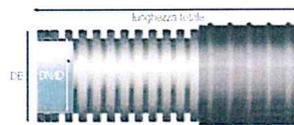
\*\* forniti solo in SN8 - Ø dal Ø 125 al Ø 250 barre da 6 m compreso il bicchiere - dal Ø 315 al Ø 500 barre da 6 m escluso il bicchiere.  
Dal Ø 630 al Ø 1200 barre da 6,55 più bicchiere.  
(tolleranza lunghezza barre da ± 1%) - Notizie sulle quantità di tubo per bancale e per autotreno a pag. 8

### LISTINO PREZZI TUBO MAGNUM DN/ID DIAMETRI INTERNI

prezzo comprensivo di giunzione a bicchiere UNI EN 13476 (2008)

Ø esterno mm	284	350	468	565	701	935
Ø interno mm	250	300	400	500	600	800
Barra da 6 m Ø - SN 4 KN/m <sup>2</sup> €/m	23,90	31,68	49,61	81,40	128,59	231,11
Barra da 6 m Ø - SN 8 KN/m <sup>2</sup> €/m	27,80	37,18	58,30	95,70	151,25	279,40

Dal Ø DN/ID 250 al Ø DN/ID 500 barre da 6,60 m più bicchiere - dal Ø DN/ID 600 al Ø DN/ID 800 barre da 6,55m più bicchiere.  
Notizie sulle quantità di tubo per bancale e per autotreno a pag. 8



Rigidità Anulare: **SN4** (pari a 4 kN/m<sup>2</sup>) - **SN8** (pari a 8 kN/m<sup>2</sup>)  
Per notizie e/o info relative a progettazione statica: CEN TR 1295-3  
Posa in opera: UNI ENV 1046 - Collaudo in opera: UNI EN 1610  
\*Ø 500 SN8 DN/ID da 6 m - Ø 250 SN8 DN/ID da 6 m più bicchiere.  
(in realtà sono da 6,10 più bicchiere)

Tipi di giunzione da pag. 9

Per informazioni sulle modalità di giunzione per magnum in barre da 3m/4,2m far riferimento al nostro ufficio commerciale.

## Procedura di immaschiamento

Il collegamento fra gli elementi deve avvenire a mezzo di bicchiere o manicotto di giunzione corredati da apposite guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM conformi alla norma EN 681-1, da posizionare sulla prima gola di corrugazione (fra le prime due costolature) nella testata di tubo che verrà inserita nel bicchiere o, dove predisposto, sull'apposita sede ricavata nella cresta del primo anello di corrugazione.

Le guarnizioni elastomeriche ad anello fornite a corredo di ciascun bicchiere o manicotto, devono essere idonee a garantire la tenuta delle giunzioni e la costanza nel tempo delle caratteristiche richieste. Le mescolanze di fabbricazione devono, in ogni caso, essere esenti da materiale rigenerato.

Le guarnizioni devono portare, in modo indelebile, le marcature richieste dalla norma. Per l'accettazione delle guarnizioni fornite, corredate del suddetto certificato, è effettuato il controllo dell'aspetto generale e della finitura, verificando che presentino omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la superficie si deve presentare liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di materiale estraneo.

**Le giunzioni si effettuano rispettando le seguenti indicazioni, sia per i tubi sia per i pezzi speciali:**

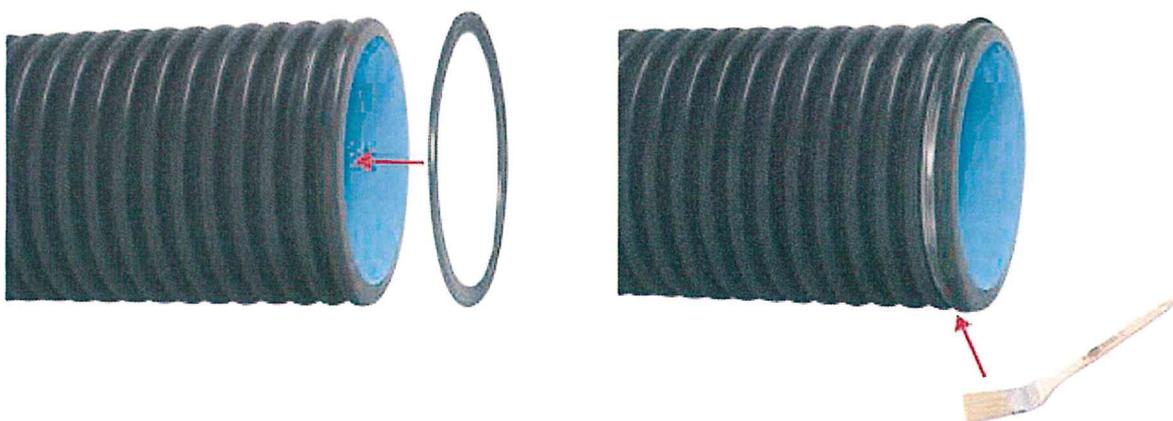
- provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che siano integre; togliere provvisoriamente la guarnizione qualora fosse presente nella sua sede;
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella prima gola di corrugazione o nell'apposita sede dove prevista;
- lubrificare la superficie esterna della guarnizione e la superficie interna del bicchiere o manicotto con apposito sostanza scivolante (sapone, acqua saponata ecc.). Evitare l'uso di oli o grassi minerali che danneggerebbero la guarnizione;
- infilare la testata della barra nel bicchiere fino a battuta; la perfetta riuscita di quest'operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione. Documentazione tecnica e software per progettazione disponibili a richiesta presso il nostro ufficio tecnico.

### GIUNZIONE CON BICCHIERE

Il bicchiere per la giunzione del tubo corrugato MAGNUM è liscio internamente ed ha un anello di battuta che serve a definire l'esatta posizione della tubazione nella fase di installazione.

La lunghezza del bicchiere permette l'inserimento di più corrugazioni al suo interno per assicurare un allineamento corretto delle tubazioni. L'operazione di giunzione avviene con l'inserimento della guarnizione **sulla prima gola** della tubazione e spalmatura di sostanza scivolante nelle zone di contatto fra giunzione e bicchiere (Sapone).

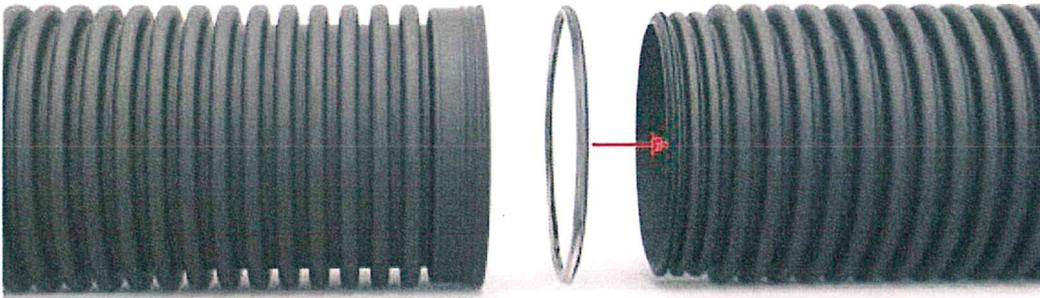
Per il corretto funzionamento della guarnizione occorre aver cura di posizionarla con il labbro rivolto nella direzione opposta a quella dell'infilaggio.



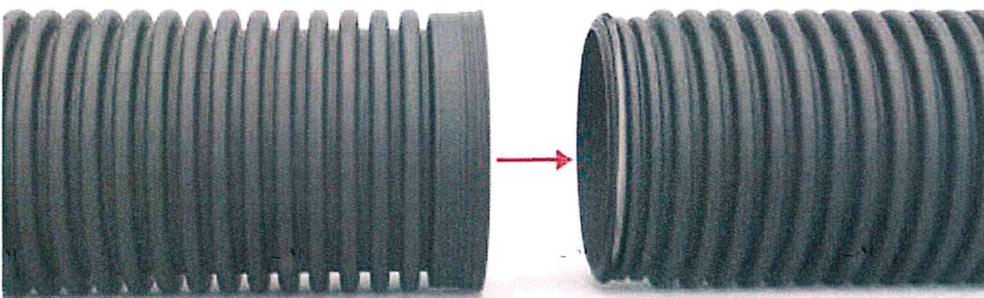
## DETTAGLIO FASE DI CONNESSIONE TRA TUBAZIONI

### CON BICCHIERE "TIPO A"

#### fase 1



#### fase 2



#### fase 3

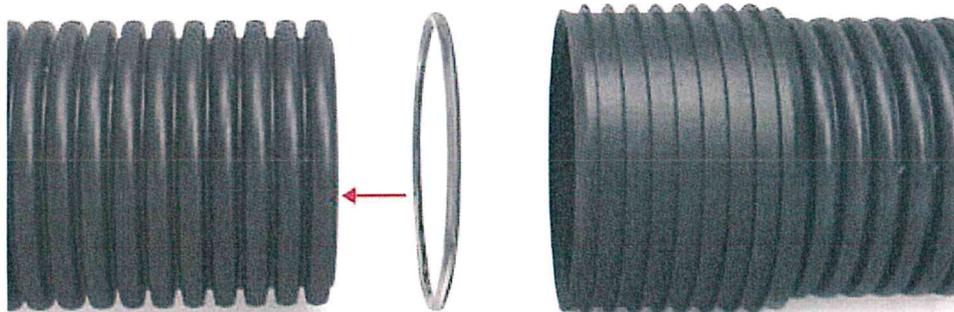


Per bicchiere DN/OD 315 - 400 - 500 - 630 - 800 - 1000 - 1200

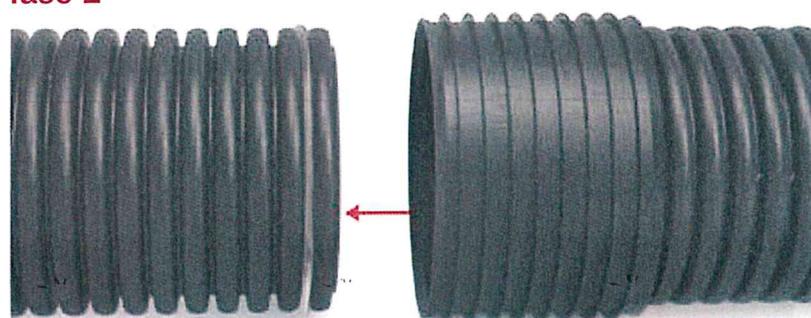
Per bicchiere DN/ID 300 - 400 - 500 - 600 - 800

**CON BICCHIERE "TIPO B"**

**fase 1**



**fase 2**



**fase 3**



**Per bicchiere DN/OD 160 - 200 - 250**

## GIUNZIONE CON MANICOTTO

Il manicotto per la giunzione del tubo corrugato MAGNUM è liscio internamente ed ha un anello di battuta che serve a definire l'esatta posizione della tubazione nella fase di installazione.

La lunghezza del manicotto permette l'inserimento di più corrugazioni al suo interno per assicurare un allineamento corretto delle tubazioni.



### fase 1



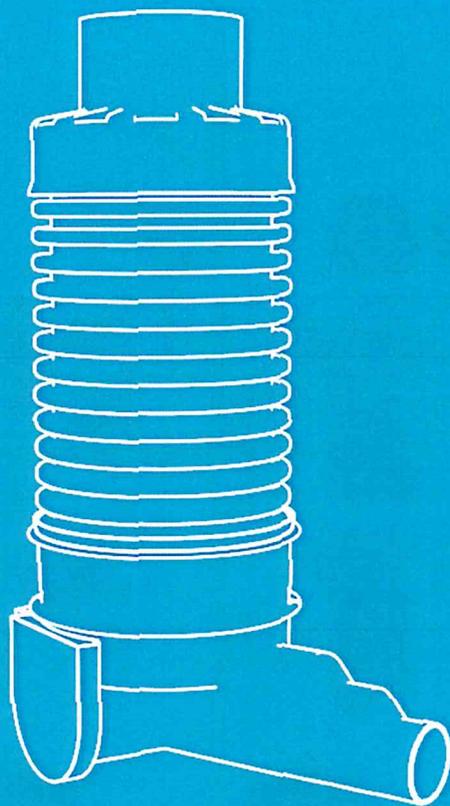
### fase 2



### fase 3



La giunzione con manicotto si può utilizzare per tutti i diametri.



pozzetti

# Pozzetti a moduli stampati in polietilene

## DN 400



<p>Base DN 400 h=500 mm a 3 ingressi</p>	<b>€ 130,00</b>	<p>Base DN 400 h=1250 mm a 3 ingressi</p>	<b>€ 190,00</b>
<p>Base DN 400 h=750 mm a 3 ingressi</p>	<b>€ 160,00</b>	<p>Base DN 400 h=1500 mm a 3 ingressi</p>	<b>€ 220,00</b>
<p>Base DN 400 h=1000 mm a 3 ingressi</p>	<b>€ 170,00</b>		

## DN 500



<p>Prolunga DN 500 h=250 mm</p>	<b>€ 180,00</b>	<p>Base DN 500 h=1000 mm a 3 ingressi</p>	<b>€ 280,00</b>
<p>Prolunga DN 500 h=500 mm</p>	<b>€ 190,00</b>	<p>Base DN 500 h=1250 mm a 3 ingressi</p>	<b>€ 320,00</b>
<p>Prolunga DN 500 h=1000 mm</p>	<b>€ 240,00</b>	<p>Base DN 500 h=1500 mm a 3 ingressi</p>	<b>€ 420,00</b>
<p>Base DN 500 h=500 mm a 3 ingressi</p>	<b>€ 220,00</b>	SALDATURA DN 500	<b>€ 50,00</b>
<p>Base DN 500 h=750 mm a 3 ingressi.</p>	<b>€ 240,00</b>	GUARNIZIONE DN 500	<b>€ 30,00</b>

## DN 600



	Prolunga DN 600 h=250 mm	<b>€ 190,00</b>		Base DN 600 h=1500 mm a 3 ingressi	<b>€ 450,00</b>
	Prolunga DN 600 h=500 mm	<b>€ 220,00</b>		Base DN 600 h=600 mm di rallentamento	<b>€ 230,00</b>
	Prolunga DN 600 h=1000 mm	<b>€ 350,00</b>	SALDATURA DN 600		<b>€ 60,00</b>
	Base DN 600 h=500 mm di linea	<b>€ 330,00</b>	GUARNIZIONE DN 600		<b>€ 32,00</b>
	Base DN 600 h=750 mm a 3 ingressi	<b>€ 360,00</b>			
	Base DN 600 h=1000 mm a 3 ingressi	<b>€ 390,00</b>			

## DN 800



	Cono DN 800 h=800 mm ridotto a D=625 mm con possibilità di taglio 250 mm	<b>€ 390,00</b>		Base DN 800 h=800 mm a 3 ingressi	<b>€ 440,00</b>
	Cono DN 800 h=450 mm ridotto a D=625 mm con possibilità di taglio 250 mm	<b>€ 320,00</b>		Base DN 800 ridotta a 600 h=1000 mm a 3 ingressi	<b>€ 450,00</b>
	Prolunga DN 800 h=250 mm	<b>€ 310,00</b>		Base DN 800 ridotta a 600 h=1400 mm a 3 ingressi	<b>€ 540,00</b>
	Prolunga DN 800 h=500 mm	<b>€ 360,00</b>		Base DN 800 h=450 mm di rallentamento	<b>€ 200,00</b>
	Prolunga DN 800 h=1000 mm	<b>€ 520,00</b>	SALDATURA DN 800		<b>€ 80,00</b>
	Base DN 800 h=500 mm di linea	<b>€ 360,00</b>	GUARNIZIONE DN 800		<b>€ 34,00</b>

# Pozzetti a moduli stampati in polietilene

## DN 1000



	Cono DN 1000 h=650 mm ridotto a D=625 mm con possibilità di taglio 300 mm	<b>€ 380,00</b>		Base DN 1000 h=800 mm di linea grandi diametri	<b>€ 540,00</b>
	Cono DN 1000 h=900 mm ridotto a D=625 mm con possibilità di taglio 300 mm	<b>€ 450,00</b>		Base DN 1200 ridotta a 1000 h=1300 mm linea	<b>€ 870,00</b>
	Prolunga DN 1000 h=250 mm	<b>€ 310,00</b>		Base DN 1000 h=650 mm a 3 ingressi	<b>€ 580,00</b>
	Prolunga DN 1000 h=500 mm	<b>€ 380,00</b>		Base DN 1000 h=500 mm a 5 ingressi	<b>€ 520,00</b>
	Prolunga DN 1000 h=1000 mm	<b>€ 680,00</b>		Base sferica DN 1000 h=550 mm	<b>€ 370,00</b>
	Base DN 1000 h=600 mm di linea piccoli diametri	<b>€ 420,00</b>	SALDATURA DN 1000		<b>€ 120,00</b>
			GUARNIZIONE DN 1000		<b>€ 36,00</b>

# Pozzetti bicchierati in polietilene

## DN 400



Tubo MAGNUM DE 400



**prezzo  
€/m  
pag.4**

Guarnizione  
per tubo Magnum



**€/cad.  
7,00**

Base DN 400 bicchierata  
h utile =330 mm  
h totale =500 mm  
a 3 ingressi



**€ 130,00**

## DN 500



Tubo MAGNUM DE 500



**prezzo  
€/m  
pag.4**

Guarnizione  
per tubo Magnum



**€/cad.  
14,00**

Base DN 500 bicchierata  
h utile =620 mm  
h totale =800 mm  
a 3 ingressi



**€ 240,00**

## DN 600



Tubo MAGNUM DE 630



**prezzo  
€/m  
pag.4**

Guarnizione  
per tubo Magnum



**€/cad.  
27,00**

Base DN 600 bicchierata h  
utile =800 mm  
h totale =1000 mm  
a 3 ingressi



**€ 400,00**

Base DN 600 bicchierata  
h utile=700 mm  
h totale =920 mm  
in linea



**€ 370,00**

## DN 800



Tubo MAGNUM DE 800



**prezzo  
€/m  
pag.4**

Guarnizione  
per tubo Magnum



**€/cad.  
47,00**

CONO DN 800 bicchierato  
h utile =450 mm  
h totale =650 mm



**€ 390,00**

Base DN 800  
bicchierata  
in linea h utile =650 mm  
h totale =900 mm



**€ 450,00**

Base DN 800 bicchierata  
h utile =650 mm  
h totale =950 mm  
a 3 ingressi



**€ 500,00**

# Pozzetti bicchierati in polietilene

## DN 1000



Tubo MAGNUM DE 1000



**prezzo  
€/m  
pag.4**

CONO DN 1000  
bicchierato  
h utile =450 mm  
h totale =700 mm



**€ 270,00**

BASE DN 1000  
bicchierata  
grandi diametri  
h utile =1050 mm  
h totale =1300 mm



**€ 630,00**

BASE DN 1000  
bicchierata  
a 5 ingressi  
h utile =550 mm  
h totale =830 mm



**€ 660,00**

Guarnizione  
per tubo MAGNUM



**€/cad.  
118,00**

BASE DN 1000  
bicchierata piccoli  
diametri di linea  
h utile =850 mm  
h totale =1100 mm



**€ 520,00**

BASE DN 1000  
bicchierata  
a 3 ingressi  
h utile =670 mm  
h totale =970 mm



**€ 700,00**

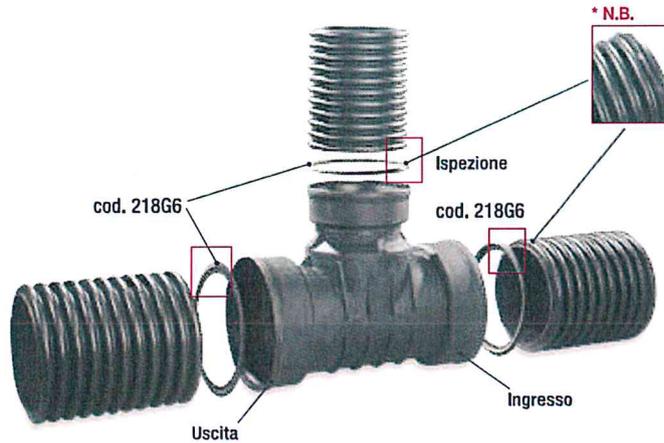
## COSTO APPLICAZIONE BICCHIERE PER TUBO MAGNUM SU POZZETTO

completo di guarnizione

DE/OD mm	pozzetto di linea	pozzetto di salto
	€ cad.	€ cad.
125	38,00	53,00
160	36,00	51,00
200	46,00	77,00
250	58,00	95,00
284	96,00	148,00
315	73,00	130,00
350	137,00	203,00
400	105,00	178,00
468	170,00	266,00
500	126,00	259,00
565	201,00	370,00
630	215,00	416,00
701	327,00	615,00
800	330,00	692,00



## TEE MAGNUM BICCHIERATA

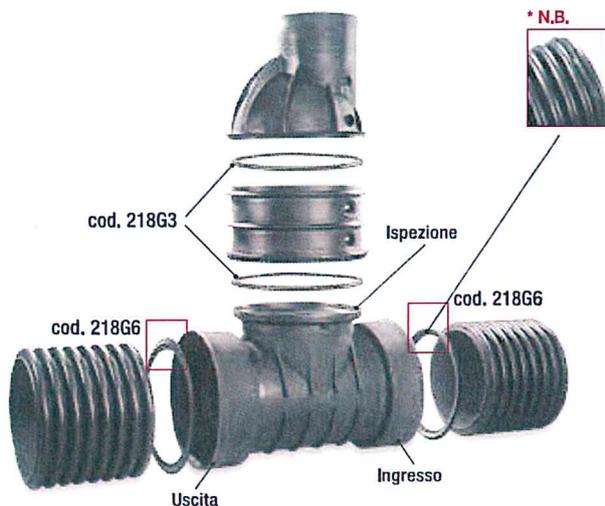


Guarnizione tubo MAGNUM cod. 218G6  
DE - OD mm

630	701	800	935	1000	1200
€ 27,00	€ 38,00	€ 47,00	€ 117,00	€ 118,00	€ 176,00

Uscita DE/OD mm	Ingresso DE/OD mm	Ispezione		DE - OD mm			
		630	701	800	935	1000	1200
1200	1200	€ 1.600,00	€ 1.600,00	€ 1.600,00	€ 1.600,00	€ 1.600,00	€ 1.600,00
1000	1000	€ 1.200,00	€ 1.200,00	€ 1.200,00	€ 1.200,00	€ 1.200,00	-
935	935	€ 1.200,00	€ 1.200,00	€ 1.200,00	€ 1.200,00	-	-
800	800	€ 900,00	€ 900,00	€ 900,00	-	-	-
701	701	€ 650,00	€ 650,00	-	-	-	-
630	630	€ 550,00	-	-	-	-	-

## TEE MAGNUM MODULI



Guarnizione moduli POZZETTI cod. 218G3  
DN mm

600	800	1000
€ 32,00	€ 34,00	€ 36,00

Uscita DE/OD mm	Ingresso DE/OD mm	Ispezione		DN mm	
		600	800	1000	
1200	1200	€ 1.500,00	€ 1.500,00	€ 1.500,00	€ 1.500,00
1000	1000	€ 1.100,00	€ 1.100,00	€ 1.100,00	€ 1.100,00
935	935	€ 1.100,00	€ 1.100,00	€ 1.100,00	€ 1.100,00
800	800	€ 800,00	€ 800,00	-	-
701	701	€ 630,00	€ 630,00	-	-

A richiesta è possibile cambio diametro in linea - Prezzi non comprensivi di guarnizione.

\* N.B. La guarnizione va posizionata nella prima corrugazione del tubo

## RESISTENZA ALL'ABRASIONE E ALLA PULIZIA CON IL CANAL-JET

La resistenza all'abrasione è la resistenza allo sfregamento con particelle come breccia, sabbia, pietrisco, etc. elementi che possono essere contenuti nel fluido trasportato attraverso le tubazioni. La scarsa rugosità del PE riduce tale coefficiente e con esso l'abrasione della sua superficie.

Il tubo **Magnum** possiede una resistenza all'abrasione fino a 5 volte maggiore a quella delle tubazioni in cemento, e lo rende specialmente indicato per reti di fognature.

Nel caso di tubazioni prodotte con bassa resistenza all'abrasione la riduzione dello spessore delle pareti per effetto dell'erosione apporterebbe un aumento della tensione e, pertanto, minor vita utile.

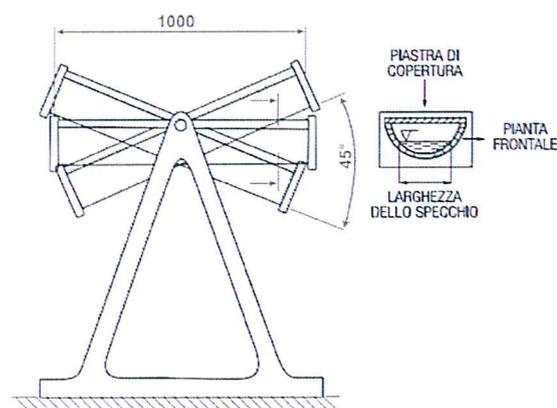


Prove di abrasione per mezzo di sonde.

Cemento	PRFV	Acciaio	PVC	Gres	PEAD
= 20 h	= 25 h	= 34 h	= 50 h	= 60 h	= 100 h

Prove realizzate con miscela di arena e acqua fatte ruotare a grande velocità all'interno della tubazione.

Il tempo di resistenza all'abrasione del PE è superiore a quella di tutti gli altri materiali testati.

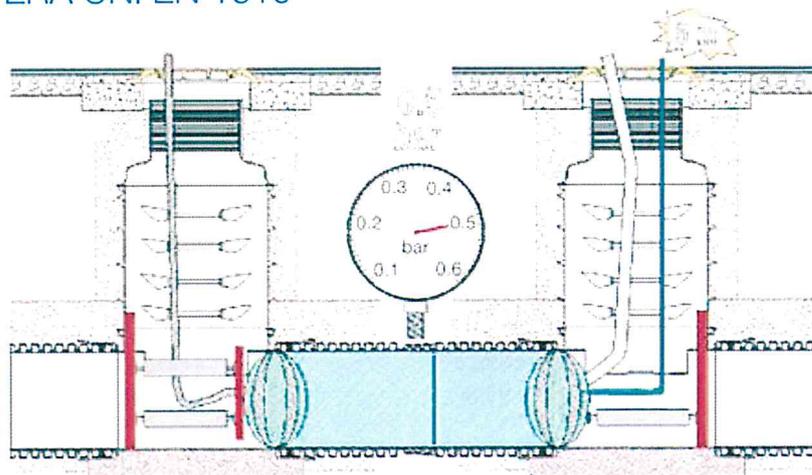


Simulazione del test di abrasione.

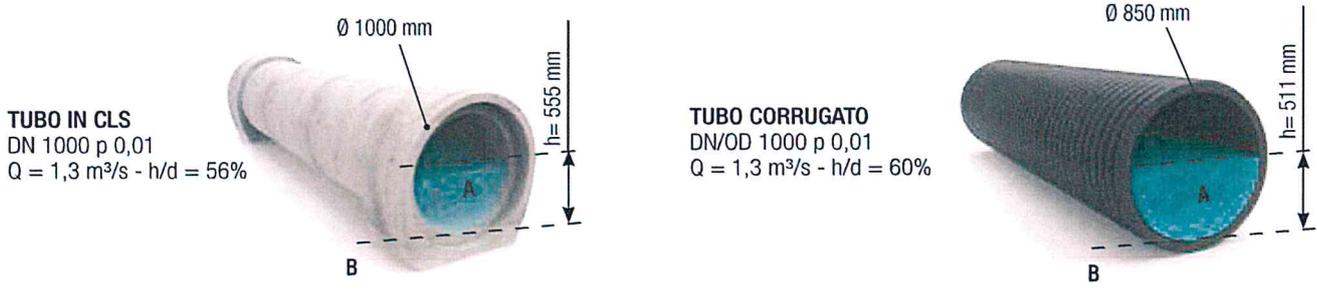
## VALORI DI SCABREZZA

tipo di canalizzazione	BAZIN- [m <sup>2</sup> ]	GAUCKLER - STRICKLER Ks m <sup>1/3</sup> s <sup>1</sup>	MANNING - m <sup>1/3</sup> s <sup>1</sup>	KUTTER m [m <sup>2</sup> ]
Pareti di PEAD - PP	(0,11)	(95)	(0,011)	(0,12)
Pareti di calcestruzzo	(0,10)	(70)	(0,015)	(0,27)

## COLLAUDO IN OPERA UNI EN 1610



**CONFRONTO FRA IL GRADO DI RIEMPIMENTO DI UNA CONDOTTA CLS DN 1000 E UNA CORRUGATA DN 1000**



**TUBO IN CLS**  
DN 1000 p 0,01  
Q = 1,3 m³/s - h/d = 56%

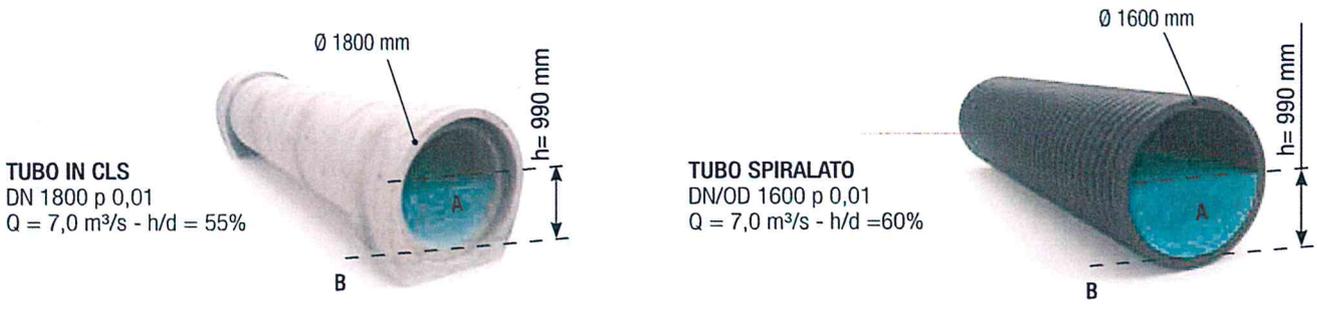
**TUBO CORRUGATO**  
DN/OD 1000 p 0,01  
Q = 1,3 m³/s - h/d = 60%

Le condotte corrugate, pur avendo il diametro interno più piccolo, hanno la stessa officiosità idraulica delle condotte in calcestruzzo dato che a parità di portata, il valore del grado di riempimento nelle prime pur aumentando si mantiene intorno a valori accettabili. Il DN delle condotte Spiralate di PE o PP invece esprime il medesimo valore di diametro interno utile delle condotte di CLS. Grazie alla ridotta scabrezza delle pareti in PE, capace di mantenersi tale anche nel lungo periodo, a parità di diametro e di portata, si ottengono con i tubi Spiralati gradi di riempimento della condotta inferiori rispetto a quelli in CLS. Risulta pertanto possibile considerare l'impiego di tubazioni Spiralate di diametro inferiore.

**Valori del grado di riempimento per condotte in CLS e per condotte corrugate per stessi valori di portata (pendenza 0,01 m/m = 1%)**

Condotte in calcestruzzo		Q (m³/s)	H/D (%)	Condotte corrugate	
Dimensioni (mm)	H/D (%)			H/D (%)	Dimensioni (mm)
500	60%	0,26	70%	433	
600		0,42	65%	535	
800		0,92	75%	678	
1000		1,60	70%	852	
1200		2,72	70%	1030	

**CONFRONTO FRA IL GRADO DI RIEMPIMENTO DI UNA CONDOTTA CLS DN 1800 E UNA SPIRALATA DN 1600**



**TUBO IN CLS**  
DN 1800 p 0,01  
Q = 7,0 m³/s - h/d = 55%

**TUBO SPIRALATO**  
DN/OD 1600 p 0,01  
Q = 7,0 m³/s - h/d = 60%

**Valori del grado di riempimento per condotte in CLS e per condotte spiralate per stessi valori di portata (pendenza 0,01 m/m = 1%)**

Condotte in calcestruzzo H/D 60%		Q (m³/s)	Condotte spiralate H/D 54%	
Dimensioni (mm)	H/D (%)		H/D (%)	Dimensioni (mm)
800	60%	0,92	54%	800
1000		1,60	54%	1000
1200		2,72	54%	1200
1400		4,10	54%	1400
1600		5,80	54%	1600
1800		8,00	54%	1800
2000		10,60	54%	2000

## Certificati aziendali



Documentazione tecnica e software per progettazione disponibili a richiesta [www.tubi.net](http://www.tubi.net)

# ITALIANA CORRUGATI

Italiana Corrugati s.p.a.  
 loc. Fonte del Doglio, 22/E  
 61026 Piandimeleto (PU)  
 tel. +39 0722 72221  
 fax +39 0722 726076  
[italianacorrugati@tubi.net](mailto:italianacorrugati@tubi.net)  
[www.tubi.net](http://www.tubi.net)

Italiana Corrugati products:



**SCHEDA TECNICA TUBI PE CORRUGATI DOPPIA PARETE PER FOGNATURA**

**- VOCE DI CAPITOLATO -**

Fornitura e posa in opera di tubazione in polietilene alta densità (PEAD) a doppia parete per condotte di scarico interrate non in pressione, del diametro nominale esterno DN/ID\_\_\_mm, liscio internamente corrugato esternamente di colore nero.

Classe di rigidità anulare SN\_\_ (pari a \_\_ KN/m<sup>2</sup>) misurata secondo EN ISO 9969, prodotto per coestrusione continua delle due pareti in conformità alla norma UNI EN 13476 (2009) certificati dal marchio BVQI rilasciato da organismo competente.

Le barre devono essere dotate di apposito bicchiere di giunzione saldato su una testata della barra, oppure di apposito bicchiere di giunzione integrato, oppure con manicotto di giunzione e di apposita/e guarnizione/i elastomeriche/che di tenuta in EPDM realizzate in conformità alla norma Europea EN 681-1, da posizionare nella prima gola fra due corrugazioni successive della testata di tubo che verrà inserita nel bicchiere.

Il tubo dovrà riportare la marcatura prevista dalla UNI EN 13476 (2009) e dovranno essere esibite:

- certificazioni di collaudo alla flessibilità anulare secondo quanto previsto dalla UNI EN 13476 (2009) con il metodo di prova descritto nella UNI EN 1446.
- certificazione di produzione in regime di qualità aziendale (UNI EN ISO9001:2008)
- certificazione del sistema ambientale secondo UNI EN ISO 14001:2004
- certificazione di collaudo alla tenuta idraulica delle giunzioni secondo quanto previsto dalla norma EN13476 con il metodo di prova previsto dalla EN1277.
- certificazione di collaudo di resistenza all'abrasione verificata in accordo alla norma DIN EN 295-3.
- certificati IIP del sistema di giunzione.

I tubi corrugati in PEAD per fognatura sono costituiti da due pareti fra loro coestruse, la parete esterna corrugata conferisce una elevata resistenza allo schiacciamento, la parete interna liscia interna consente una capacità di flusso.

**- CARATTERISTICHE GENERALI -**

**COSTRUZIONE:** Tubo corrugato a doppia parete di colore nero esternamente ed internamente.

**IMPIEGO:** Condotte di scarico interrate non in pressione

**RESISTENZA ALLO SCHIACCIMENTO:** 4 – 8 KN/m<sup>2</sup> misurata secondo Norma EN ISO 9969

**COSTITUZIONE:** stabilizzato ai raggi UV con garanzia 1 anno dalla data di produzione riportata sul tubo.

**LIMITI D'IMPIEGO:** -40 °C / +40 °C

**IMBALLO:** barre da 6 – 12mt e per i diametri ID300 – ID400 barre da 6.1-6.6mt.

**ACCESSORI:** Bicchiere a corredo / manicotto di giunzione e guarnizione

**INSTALLAZIONE:** Sotterranea in trincea.

**- PROVE DI TIPO E CONFORMITA' -**

**1. PROVE DI TIPO**

**Prove fisiche:**

- **Melt flow rate** – Rif. Norma ISO 1133: 1987 Condizione 1T (Param.prova: 190°C / 5 Kg. / 10 min) sull' estruso e sulla materia prima delle due pareti
- **Densità** – Rif. Norma ISO 1183 : 1987 – (Temperatura di prova: 23° C) sull' estruso e sulla materia prima delle due pareti
- **Stabilità termica (O.I.T)** – Rif. Norma EN 728 – (Temperatura di prova: 200° C) sulla materia prima delle due pareti
- **Contenuto di nero fumo** – Rif. Norma ASTM D 1603 – (Parametri di prova: temp. 600° C in azoto) sulla materia prima e sull' estruso della parete esterna
- **Oven test** – Rif. Norma ISO 12091 – ( Temperatura di prova: 110° C; tempo di prova: 30 min.) sul prodotto finito

**Prove meccaniche:**

- **Prova d'urto** – Rif. Norma: EN 744 sul prodotto finito
- **Prova di flessibilità anulare** – Rif. Norma: UNI EN 1446
- **Prova di rigidità anulare** - Rif.Norma : EN ISO 9969
- **Determinazione del rapporto di scorrimento plastico ("creep")** – Rif. Norma: EN ISO 9967
- **Prova di tenuta idraulica** – Rif. Norma UNI EN 1277

**2. PROVE DI CONFORMITA'**

- **Controllo visivo** – Rif. Norma UNI ISO 4582 par. 3 e 4
- **Marcatura** – Sul tubo è riportata ogni 2 metri la sigla longitudinale ad inchiostro corretta e leggibile
- **Calcolo SN** – Rif. Norma EN ISO 9969
- **Dimensionali** – Diametro esterno medio (de), diametro interno minimo (dim) – Spessori e4 min./ Spessori e5 - Rif. Norma UNI EN 13476 (2009)

**HB Servizi S.r.l.**

Via Foglia, 15 – 61024 LUNANO (PU) – Italy –

Tel. +39 (0722) 70011– Tel. +39 (0722) 704021 – [tecnico@tubi.net](mailto:tecnico@tubi.net) – [www.tubi.net](http://www.tubi.net)

- CARATTERISTICHE DIMENSIONALI -

<b>Diametro nominale DN/ID (mm)</b>	250	300	400	500	600	800
<b>Diametro interno minimo (mm)</b>	245	294	392	490	588	785
<b>Diametro esterno (mm)</b>	284	350	468	565	701	935
<b>Spessore nella somma delle pareti e<sub>4min</sub> (mm)</b>	1.8	2	2.5	3.0	3.5	4.5
<b>Spessore della parete interna e<sub>5min</sub> (mm)</b>	1.5	1.7	2.3	3.0	3.5	4.5
<b>Rigidità anulare (SN) media</b>	>4 >8	>4 >8	>4 >8	>4 >8	>4 >8	>4 >8
<b>Stato delle superfici e finitura</b>	Conf. UNI ISO 4582	Conf. UNI ISO 4582	Conf. UNI ISO 4582	Conf. UNI ISO 4582	Conf. UNI ISO 4582	Conf. UNI ISO 4582
<b>Barre da metri</b>	6.10	6.6	6.6	6.6	6	6
<b>Materiale parete esterna</b>	PE HD	PE HD	PE HD	PE HD	PE HD	PE HD
<b>Materiale parete interna</b>	PE HD	PE HD	PE HD	PE HD	PE HD	PE HD

**HB Servizi S.r.l.**

Via Foglia, 15 – 61024 LUNANO (PU) – Italy –

Tel. +39 (0722) 70011– Tel. +39 (0722) 704021 – [tecnico@tubi.net](mailto:tecnico@tubi.net) – [www.tubi.net](http://www.tubi.net)



Pozzetto sifonato in polietilene per la raccolta delle acque stradali, fornito da azienda certificata UNI EN ISO 9001/2008.  
La derivazione d'uscita della base è un tronchetto di DE 160mm.  
Ha una capacità di circa 80 litri.

NORMATIVE: EN 13598-1

MATERIALE: LLDPE

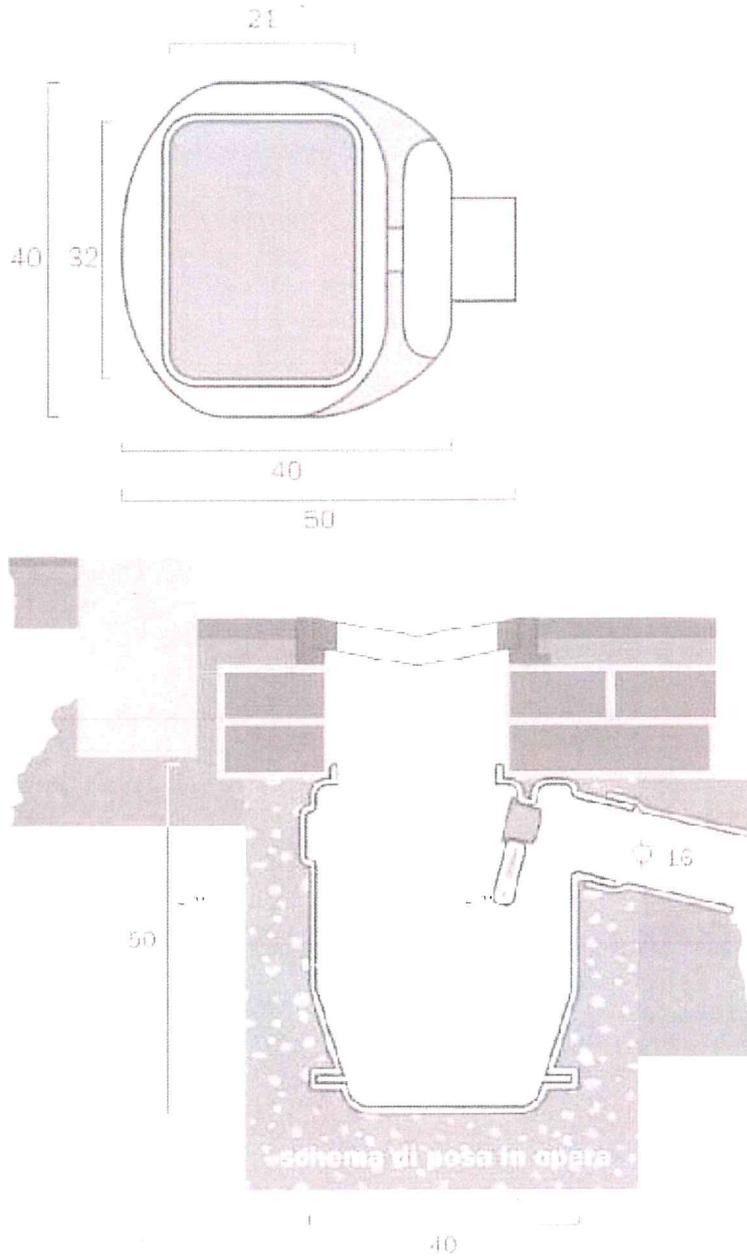


Polyethylene Gully pot for the collection of road water, supplied by an UNI EN ISO 9001/2008 company certified.  
with base branch for DE160mm pipe.  
It has a capacity of about 80 liters.

NORMATIVE: EN 13598-1

MATERIALE: LLDPE





DN	H	Peso	Uscita	Tipo Uscita	DEuscita
mm	mm	Kg	n	mm	mm
<b>400X400</b>	<b>500</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>tronchetto</b>	<b>160</b>

