

# Comune di Foligno

---

Relazione idraulica per lo smaltimento delle acque bianche  
provenienti da un'area oggetto di edificazione.

Zona P.I.P. "S. Eraclio 2" - Comparti 1 e 2

---

*Località: S. Eraclio*

*Riferimenti Catastali: N.C.T. F.oglio n° 238, Part.lle varie*

*Committente: Pioli Gilda e altri*

30 DIC 2016



---

*Studio di Geologia Applicata Dott. Giancarlo Cantarelli*  
*Via Rinaldi, 15 - 06034 Foligno (Pg) -*  
*Tel. 0742/350660 - 335/5865949*

relazione alla capacità di drenaggio esistente.

Nel caso specifico si prevede di convogliare le acque meteoriche di ogni lotto (lotti 1-8) in una o più vasche di laminazione che andranno posizionate all'interno di ogni lotto stesso (allegato 3).

Anche le acque provenienti dai due parcheggi (lotto 9 e 10, allegato 2a) saranno convogliate all'interno di vasche di laminazione.

Scopo di tale scelta è quello di garantire l'invarianza idraulica cioè di non incrementare il deflusso delle acque sul reticolo idrografico rispetto la situazione attuale.

Uno studio di tale tipo comporta innanzitutto la necessità di individuare un Tempo di ritorno  $T_r$  che definisca l'intervallo di tempo durante il quale un evento di una certa entità viene eguagliato o superato mediamente una sola volta.

Chiaramente più il Tempo di ritorno è elevato maggiore è il rischio che esso si verifichi.

Generalmente nelle verifiche che riguardano fossi e fognature si utilizza un Tempo di ritorno pari a  **$T_r=20-30$  anni** ma, nel caso specifico si farà riferimento ad un Tempo di ritorno  **$T_r = 25$  anni**.

#### **CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA**

Per il calcolo della Portata di massima piena vengono utilizzati i metodi cinematici basati sulla stima del:

- Tempo di corrvazione ( $T_c$ )

tempo necessario affinché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura.



- Altezza della pioggia critica ( $h_t$ )

Altezza della pioggia massima espressa in mm registrata per un tempo pari al tempo di corrivazione.

- Coefficiente di deflusso ( $C_d$ )

Rapporto tra il volume d'acqua defluito alla sezione di chiusura di un bacino e gli afflussi per precipitazioni.

#### **DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE ( $T_c$ )**

Nel nostro caso verranno utilizzate metodologie diverse per la valutazione del Tempo di corrivazione riferito allo stato attuale e a quello di progetto.

Tale distinzione si rende necessaria in quanto allo stato attuale appaiono più congrue le relazioni utilizzate in letteratura per i bacini naturali mentre nello stato di progetto, caratterizzato da superfici impermeabilizzate e una rete di condotte destinate ad intercettare e a smaltire le acque, trovano più idonea applicazione le relazioni utilizzate per i deflussi urbani.

#### **DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE STATO ATTUALE**

Allo stato attuale l'area si presenta completamente verde e non interessata da attività agronomica.

In letteratura si rinvencono diverse relazioni per la determinazione del Tempo di corrivazione.

Di seguito si utilizzerà la formula di **GIANDOTTI** definita dalla relazione:

$$T_c(\text{ore}) = \frac{4(S)^{1/2} + 1.5 L}{0.8 (H_m)^{1/2}}$$





dove:

$S$  (Km<sup>2</sup>) = Superficie del Bacino

$L$  (Km) = Lunghezza massima del percorso effettuato da una goccia d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura

$H_m$  (m) = dislivello medio tra la quota del terreno ed la sezione di chiusura

#### DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE STATO DI PROGETTO

Per piccoli bacini urbani fino a qualche ettaro come il nostro il Tempo di corrivazione ( $T_c$ ) è dato dalla somma di due termini:

$$T_c(\text{ore}) = T_a + T_r$$

dove:

$T_a$  = Tempo di accesso in rete cioè il tempo che la particella d'acqua impiega per raggiungere il sistema di scolo (tubazione). Generalmente è variabile tra **5-15 minuti** con valori più bassi per le aree di minore estensione e maggiore pendenza ed i valori più alti nei casi opposti.

Nel nostro caso, considerata l'ampiezza di ogni singolo lotto verrà utilizzato il valore massimo pari a **5 minuti**

$T_r$  = Tempo di rete cioè il tempo che la particella d'acqua impiega per raggiungere la sezione di chiusura (vasca di laminazione) partendo dal punto di ingresso in rete (nella tubazione).

Una valutazione del Tempo di corrivazione, corrispondente al tempo di rete, maggiormente utilizzata è quella del CIVIL DEPARTMENT dell'università del Maryland che quando non è nota l'intensità della pioggia relativa al Tempo di corrivazione è espressa dalla relazione:





$$T_r(s) = [26.3 \cdot \frac{(L/Ks)^{0.6}}{3600^{(1-n) \cdot 0.4} \cdot a^{0.4} \cdot i^{0.3}}]^{1/(0.6 + 0.4 \cdot n)}$$

dove:

$T_r$  = Tempo di corrivazione in **s**

$L$  = Lunghezza della superficie scolante (tubazione) in **m**

$Ks$  = Coefficiente di scabrezza di Gauckler-strickler in **m<sup>1/3</sup>/s**

$a$  = Coefficiente pluviometrico orario in **m/ore<sup>n</sup>**

$n$  = Esponente di scala dipendente dal tempo di ritorno

$i$  = Pendenza della superficie scolante (condotta)

Questi ultimi due coefficienti sono ricavabili dalla Curva di possibilità pluviometrica espressa dalla relazione:

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

dove:

$h$  = Altezza della precipitazione in **mm**

$a$  = Coefficiente pluviometrico orario in **mm/ore<sup>n</sup>**

$t$  = durata della precipitazione in **ore**

$n$  = Esponente di scala dipendente dal tempo di ritorno

Per la zona di Foligno i valori di  $a$  e  $n$  relativi a piogge di intensità superiori a **1 ora** per diversi tempi di ritorno  $T_r$  sono:

$T_r$	2	5	10	20	25	50	100	200	500
<b>A</b>	28.64	43.33	53.06	62.39	65.35	74.47	83.52	92.54	104.3
<b>N</b>	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Per i Coefficienti di scabrezza di Gauckler-strickler si farà riferimento alla Tabella sottostante

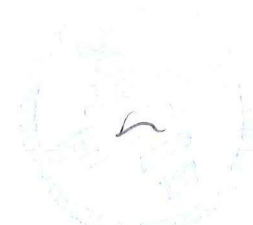


Tabella 2.1, Coefficienti di Gauckler-Strickler per alcuni tipi di materiali

Materiale		$K_s$ (m <sup>1/3</sup> /s)
Condotte chiuse	Calcestruzzo	62÷95
	Materiali plastici	70÷95
	Acciaio zincato corrugato	40÷67
Canali	Rivestiti di conglomerati bituminosi	57÷75
	Rivestiti di calcestruzzo	57÷77
	In terra	20÷60

**DETERMINAZIONE DELL'ALTEZZA DELLA PIOGGIA CRITICA (h<sub>t</sub>)**

Per la determinazione dell'altezza della pioggia critica vengono utilizzati i dati pluviometrici registrati nella stazione di Foligno, pubblicati negli Annali idrogeologici pubblicati dalla Regione Umbria.

La formula di calcolo è quella proposta da GRUMBEL e data dalla relazione

$$h_t = m_1 \cdot (1+V \cdot K_t) \cdot d^n$$

Dove:

$m_1$  = Media della pioggia caduta nel tempo di riferimento

$V$  = Coefficiente di variazione globale

$K_t$  = Fattore di frequenza

$d$  = durata della pioggia pari al Tempo di corrivazione

$n$  = esponente di scala

Il valore del Fattore di frequenza  $K_t$  è dato dalla relazione:

$$K_t = \frac{6^{1/2}}{\pi} \cdot \frac{T}{(0.5772 + \ln \ln T - 1)}$$

I valori dei parametri  $m_1$ ,  $V$ ,  $n$  pubblicati negli annali della Regione Umbria sono:

$$m_1 = 31.37 ; V = 0.49 , n = 0.25$$

Per un tempo di ritorno  $T_r = 25$  anni si ha  $K_t = 2.04$



### COEFFICIENTE DI DEFLUSSO ( $C_d$ )

Il coefficiente di deflusso è dato dal rapporto tra il volume d'acqua defluito alla sezione di chiusura di un bacino e gli afflussi per precipitazioni.

Tale dato richiede la conoscenza della frazione di pioggia che non partecipa al deflusso perché trattenuta dal terreno o che evapora.

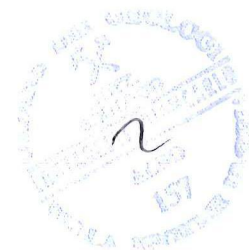
Chiaramente tali valori non sono costanti nel tempo ma dipendono da un lato dalla natura litologica, dallo stato di saturazione dalla copertura vegetale ecc.. dall'altro dalla temperatura e umidità atmosferica.

In questo caso si farà riferimento alla tabella sottostante che indica i coefficienti di deflusso per le principali tipologie di superfici

Tabella 2.2. Coefficienti di deflusso delle principali tipologie di superfici

Tipologia superficie	$\phi$
Verde su suolo profondo, prati, orti, superfici agricole	0,10-0,15
Terreno incolto, sterrato non compattato	0,20-0,30
Superfici in ghiaia sciolta - parebeggj drenanti	0,30-0,50
Pavimentazioni in macadam	0,35-0,50
Superfici sterrate compatte	0,50-0,60
Coperture tetti	0,85-1,00
Pavimentazioni in asfalto o cls	0,85-1,00

Per la situazione attuale che vede la presenza di una superficie verde incolta si adotterà un Coefficiente di deflusso  $C_d = 0.2$  mentre per la situazione di progetto che vede la presenza di superfici impermeabilizzate date da coperture, strade e piazzali asfaltati si adotterà un Coefficiente di deflusso  $C_d = 0.9$ .





### PORTATA DI MASSIMA PIENA

Anche in questo caso sono state utilizzate le relazioni cinematiche disponibili in letteratura ed in particolare la formula di **TURAZZA** o del **METODO RAZIONALE** espressa dalla relazione:

$$Q (\text{m}^3/\text{s}) = 0.2777 \frac{C_d h S}{T_c}$$

Dove

$Q$  = portata di massima piena al colmo per un dato tempo di ritorno espressa in  $\text{m}^3/\text{s}$

$C_d$  = coefficiente di deflusso

$S$  = Superficie del Bacino in  $\text{Km}^2$

$h$  = altezza delle precipitazioni in  $\text{mm}$ . riferita ad un determinato Tempo di ritorno  $T$  e per una durata pari al Tempo di corrivazione  $T_c$  (ore)

$T_c$  = tempo di corrivazione

### DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA STATO ATTUALE

Lo stato attuale vede la presenza di una superficie verde non interessata da attività agraria con una superficie di **42452 mq.** (si considera la stessa superficie che sarà impermeabilizzata).

### TEMPO DI CORRIVAZIONE

Dalla formula di GIANDOTTI con:

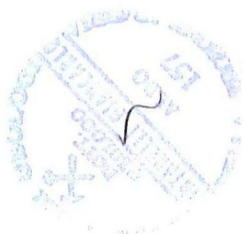
$$S = 42452 \text{ mq} = 0.042452 \text{ Km}^2$$

$$L = 0.35 \text{ Km}$$

$$H_m = 1.20 \text{ m.}$$

Si ottiene un tempo di corrivazione:

$$T_c = 1.54 \text{ ore}$$



### ALTEZZA DELLA PIOGGIA CRITICA ( $h_t$ )

Per Tempi di ritorno  $T_r=25$  anni l'altezza della pioggia critica ricavata dalle relazioni precedenti con il Tempo di corrivazione  $T_c=1.54$  e i parametri sottostanti

$$m_1 = 31.37$$

$$V = 0.49$$

$$n = 0.25$$

$$K_t = 2.04$$

Diventa:

$$h_t = 69.64 \text{ mm.}$$

### COEFFICIENTE DI DEFLUSSO ( $C_d$ )

Il coefficiente di deflusso per l'area allo stato attuale ricavato dalla tabella proposta è pari a:

$$C_d = 0.20$$

### PORTATA DI MASSIMA PIENA

La portata di massima piena calcolata con il Metodo razionale e utilizzando i parametri ricavati in precedenza:

$$T_c = 1.54 \text{ ore}$$

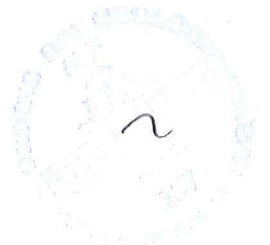
$$h_t = 69.64 \text{ mm.}$$

$$C_d = 0.20$$

$$S = 42452 \text{ mq} = 0.042452 \text{ Km}^2$$

diventa:

$$Q = 0.106 \text{ m}^3/\text{s} = 106 \text{ l/s.}$$



### PORTATA DI MASSIMA PIENA STATO DI PROGETTO

Nello stato di progetto si prevede il posizionamento di vasche di laminazione all'interno di ogni lotto ed vasche di laminazione per ognuno dei due parcheggi del Comparto 1 e 2 (allegato 3).

Con queste condizioni è necessario valutare per ogni singolo lotto tutti i parametri (Tempo di corrivazione, Altezza pioggia critica, Coefficiente di deflusso) già ricavati per la valutazione della Portata di massima piena allo stato attuale.

Nella tabella sottostante sono riportati per ogni singolo lotto i valori delle grandezze ricavati dalle relazioni precedenti

Lotto	Area (S)	Lunghezza Tubazione (L)	Tempo di accesso a rete (Ta)	Tempo di rete (Tr)	Tempo di corrivazione (Tc)	Coeff. di deflusso (Cd)	Altezza pioggia critica (ht)	Portata di massima piena (Q)
1	5795 mq	140 m	5 min.	4.36 min.	9.36 min.	0.9	41.07 mm.	0.381 m <sup>3</sup> /s
2	2669 mq	84 m	5 min.	2.81 min.	7.81 min.	0.9	39.24 mm.	0.201 m <sup>3</sup> /s
3	2776 mq	87 m	5 min.	3.05 min.	8.05 min.	0.9	39.54 mm.	0.205 m <sup>3</sup> /s
4	2055 mq	75 m	5 min.	2.55 min.	7.55 min.	0.9	38.93 mm.	0.159 m <sup>3</sup> /s
5	7715 mq	150 m	5 min.	3.24 min.	8.24 min.	0.9	39.76 mm.	0.560 m <sup>3</sup> /s
6	3538 mq	93 m	5 min.	3.47 min.	8.47 min.	0.9	40.04 mm.	0.251 m <sup>3</sup> /s
7	4146 mq	103 m	5 min.	4.02 min.	9.02 min.	0.9	40.67 mm.	0.280 m <sup>3</sup> /s
8	2943 mq	89 m	5 min.	2.95 min.	7.95 min.	0.9	39.39 mm.	0.219 m <sup>3</sup> /s
9	5950 mq	250 m	5 min.	5.02 min.	10.02 min.	0.9	41.78 mm.	0.372 m <sup>3</sup> /s
10	4865 mq	210 m	5 min.	6.17 min.	11.17 min.	0.9	43.14 mm.	0.276 m <sup>3</sup> /s

### VALUTAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO

I volumi di invaso da realizzare per garantire l'invarianza idraulica si possono ricavare da diverse metodologie ognuna delle quali specifica per i vari casi.

Nel caso specifico verrà utilizzato il metodo dell'invaso





## - METODO DELL'INVASO

Con questo metodo si ipotizza che il bacino di alimentazione della vasca si comporti come un invaso lineare di costante di invaso  $K$ .

Le ipotesi semplificative adottate sono:

- Che la precipitazione meteorica netta di intensità costante (istogramma rettangolare)
- Che lo svuotamento della vasca avvenga a portata costante ( $Q_u = \text{costante}$ ).

### MORIGGI E ZAMPIGLIONE (1979)

Moriggi e Zampiglioni partendo da queste impostazioni concettuali propongono al seguente relazione:

$$W = S \cdot C_d \cdot a \cdot t_{cr}^n \cdot [(0.95 - 1/\eta^{2/3})]^{3/2}$$

dove

$W$  = Volume della vasca di laminazione ( $m^3$ )

$S$  = Superficie del Bacino in  $m^2$

$C_d$  = Coefficiente di deflusso medio

$t_{cr}$  = Durata critica della precipitazione in ore

$a$  = Coefficiente pluviometrico orario in  $m/ore^n$

$n$  = Esponente di scala dipendente dal tempo di ritorno

$Q_e$  = Portata entrante espressa in  $m^3/ora$

$Q_u$  = Portata uscente espressa in  $m^3/ora$

$\eta = \frac{Q_e}{Q_u} = \text{Rapporto di laminazione}$

La durata critica della precipitazione viene espressa dalla relazione:

$$t_{cr} = \frac{C_d}{C} \cdot \left( \frac{Q_u}{S \cdot C_d \cdot a \cdot n} \right)^{1/(n-1)}$$

Dove

$$C = \left( \frac{0.165 \cdot n}{\eta + 0.01} - \frac{\eta - 0.1}{30} \right) + 0.5$$

Inserendo i valori relativi al nostro caso e prevedendo una portata in uscita complessiva pari a **100 l/s**, coincidente con la portata attuale al fine di non aggravare la situazione idraulica esistente, sarà necessario realizzare per ogni singolo lotto una vasca di laminazione avente una capienza **W** pari a:

Lotto	Area (S)	Portata entrante (Qe) in m <sup>3</sup> /ora	Portata uscente (Qu) in m <sup>3</sup> /ora	Rapporto di laminazione (1/η)	Coefficiente (C)	Tempo critico della vasca (Tcr)	Volume di invaso (W)
1	5795 mq	1371.6 m <sup>3</sup> /ora	49.14 m <sup>3</sup> /ora	0.036	9.36 min.	1.09 ore	231.00 m <sup>3</sup>
2	2669 mq	723.6 m <sup>3</sup> /ora	22.64 m <sup>3</sup> /ora	0.031	7.81 min.	1.03 ore	107.50 m <sup>3</sup>
3	2776 mq	738.0 m <sup>3</sup> /ora	23.54 m <sup>3</sup> /ora	0.032	8.05 min.	1.27 ore	114.94 m <sup>3</sup>
4	2055 mq	572.4 m <sup>3</sup> /ora	17.43 m <sup>3</sup> /ora	0.030	7.55 min.	1.01 ore	95.72 m <sup>3</sup>
5	7715 mq	2016.0 m <sup>3</sup> /ora	65.41 m <sup>3</sup> /ora	0.032	8.24 min.	1.92 ore	417.66 m <sup>3</sup>
6	3538 mq	903.6 m <sup>3</sup> /ora	29.99 m <sup>3</sup> /ora	0.033	8.47 min.	1.29 ore	172.93 m <sup>3</sup>
7	4146 mq	1008.0 m <sup>3</sup> /ora	35.17 m <sup>3</sup> /ora	0.035	9.02 min.	1.29 ore	200.97 m <sup>3</sup>
8	2943 mq	788.4 m <sup>3</sup> /ora	24.95 m <sup>3</sup> /ora	0.032	7.95 min.	1.27 ore	143.07 m <sup>3</sup>
9	5950 mq	1332.2 m <sup>3</sup> /ora	50.47 m <sup>3</sup> /ora	0.038	10.02 min.	1.38 ore	243.19 m <sup>3</sup>
10	4865 mq	993.6 m <sup>3</sup> /ora	41.26 m <sup>3</sup> /ora	0.042	11.17 min.	1.46 ore	237.40 m <sup>3</sup>

## CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni svolte si ritiene che non sussistano problematiche di carattere geologico e idraulico che limitino lo smaltimento delle acque bianche provenienti dalla lottizzazione secondo il metodo descritto.

Chiaramente le valutazioni esposte pur essendo attendibili e valide potranno essere oggetto di adeguamento e affinamento nel progetto esecutivo delle urbanizzazioni anche in relazione alla eventuale regolarizzazione e adeguamento del fosso di recapito finale che potrà consentire una portata di scarico

*superiore a quella di progetto.*

*Relativamente le modalità di invaso si rimanda alla progettazione specifica che seguirà il progetto esecutivo ricordando che in precedenza si è fatto riferimento ad una vasca volano con scarico a portata costante.*

*Per le valutazioni idrauliche si rimanda ai relativi paragrafi restando a disposizione per ulteriori informazioni e chiarimenti.*

*Foligno 22/12/2016*





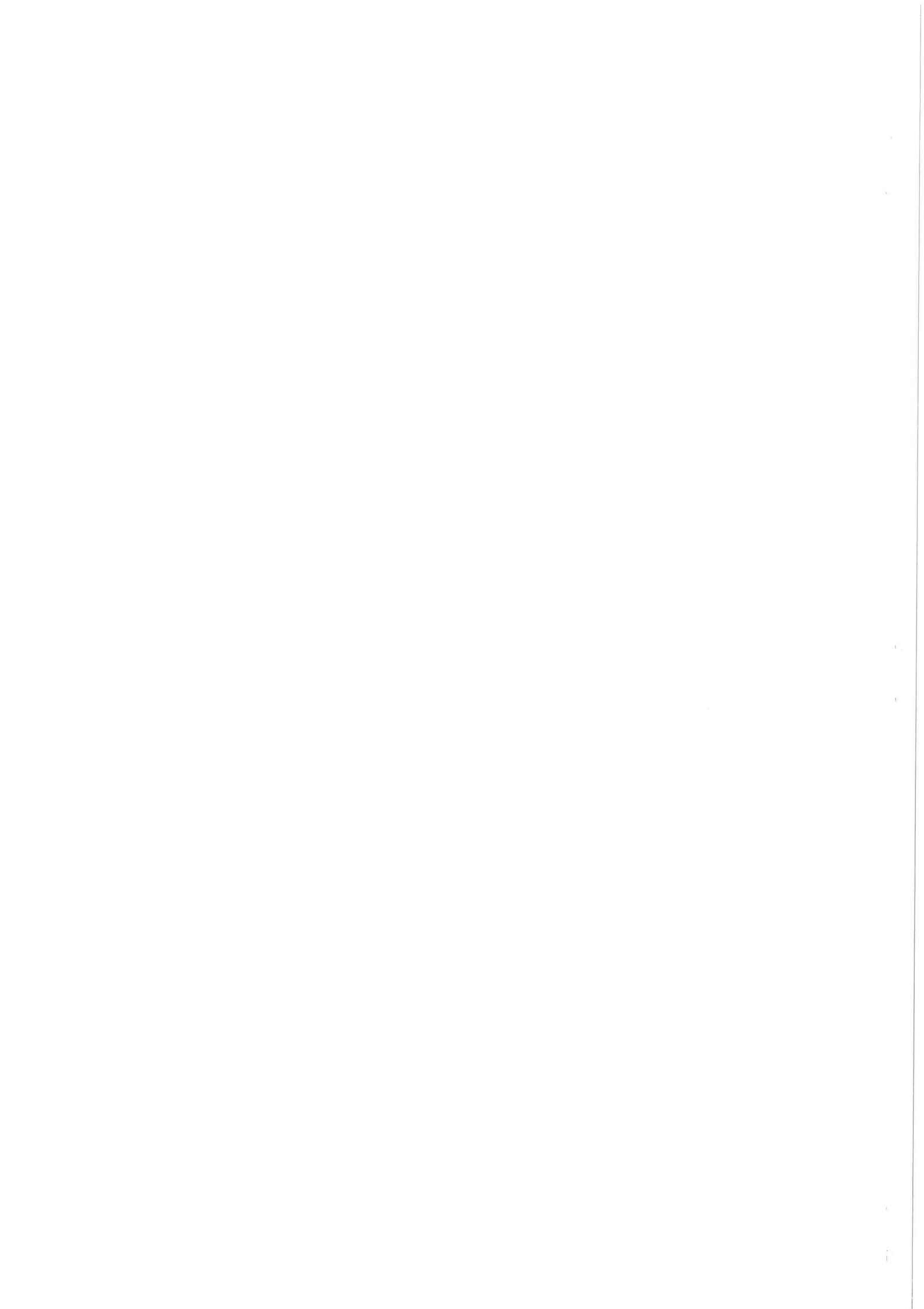




Tavoletta " Foligno " I N.O., F.glio 131








N.C.T. Comune di Foligno - F.oglio 238

 Particelle di interesse

 COMPARTO 1

 COMPARTO 2









- IMPIANTO PRIMA PIOGGIA
- LINEA ACQUE PIAZZALI E STRADE
- LINEA ACQUE BIANCHE
- VASCA DI LAMINAZIONE
- POZZETTO DI RACCOLTA

- Limite P.I.P.
- Percorso pedonale
- Parcheggio pubblico
- Verde privato
- Verde pubblico

