

REALIZZAZIONE NUOVO DEPURATORE DI MOGLIANO

RELAZIONE IDRAULICA RECAPITO SCARICO IN CORSO D'ACQUA PUBBLICO

Tennacola SpA prevede di realizzare un nuovo depuratore nel Comune di Mogliano (MC), in località Prati, con recapito delle acque trattate e depurate nel fosso della Madonna dei Prati, iscritto nel registro delle acque pubbliche della Provincia di Macerata, di cui al R.D. n. 10 del 14/01/1903.

Si effettua pertanto una verifica idraulica del corso d'acqua, ovvero si va a verificare che l'apporto idrico del depuratore non vada a modificare in maniera rilevante il regime idrico del fosso della Madonna dei Prati, considerando la piena duecentennale.

In quanto pochi metri più a valle di dove sarà posizionato lo scarico si trova la confluenza di un altro fosso minore, si decide di considerare una sezione di chiusura leggermente più a valle, in maniera da tenere in conto l'apporto di tale affluente, oltre alla portata derivante dal depuratore.

Il calcolo della portata di piena è stato eseguito a partire da un'analisi statistica delle precipitazioni di massima intensità e durata oraria registrate dalla stazione pluviografica ubicata nel territorio di Loro Piceno, su di un campione di 35 misurazioni in un arco di tempo di 60 anni (1950-2010) riportati nella banca dati del sito SIRMIP ONLINE - Regione Marche - Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e Protezione Civile. Il metodo statistico utilizzato per il calcolo dell'equazione di possibilità pluviometrica è quello di Gumbel.

I dati storici in tabella devono essere in seguito sostituiti da altezze "stimate" di assegnata probabilità di non superamento, ovvero di un determinato tempo di ritorno.

Generalmente le piogge di massima intensità seguono in modo soddisfacente la legge di Gumbel per cui è possibile determinare, per ogni relativo tempo di ritorno, i rispettivi valori di altezza di pioggia massima.

Di seguito è riportata la tabella di un foglio Excel utilizzata per l'analisi statistica dei dati pluviografici con il metodo di Gumbel e le relative altezze di pioggia regolarizzate.

Il calcolo della portata di piena Q_{max} relativa al bacino idrografico della sezione di interesse è stato realizzato applicando il metodo cinematico o razionale con la formula di Kirpich (1940) per il calcolo del tempo di corrvazione tc.

I dati di precipitazione usati per il calcolo sono i seguenti:

LORO PICENO		Quota		430	
Osservazioni		N	35		
Anno	t=1 ora	t=3 ore	t=6 ore	t=12 ore	t=24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1951	20,00	36,00	38,60	38,80	53,20
1952	62,40	67,20	68,80	68,80	70,20
1953	19,40	30,00	48,00	66,80	79,40
1954	20,40	24,40	27,80	32,40	53,80
1955	26,60	31,20	44,20	56,80	74,00
1956	14,00	14,80	18,00	37,20	42,20
1957	16,60	21,40	26,00	33,60	59,80
1958	15,40	19,40	25,40	41,80	48,80
1959	18,40	18,60	21,20	33,40	46,20
1960	19,20	33,40	41,20	61,00	104,60
1961	25,80	25,80	41,00	72,00	94,60
1962	15,40	27,00	33,40	39,20	54,40
1964	37,40	39,20	46,40	52,00	52,40
1966	28,80	35,80	46,40	51,00	63,00
1967	19,40	30,80	30,80	38,00	47,80
1969	17,20	22,20	22,80	28,80	47,60
1970	23,00	34,00	34,20	34,20	35,40
1971	21,00	50,80	70,40	76,80	78,20
1972	17,00	17,40	20,60	38,40	65,00
1991	17,60	25,00	42,00	53,60	53,60
1992	15,60	16,40	24,40	41,40	62,40
1993	11,60	24,20	34,00	36,00	46,40

1994	78,60	92,60	93,00	93,00	95,00
1995	15,80	17,60	21,00	36,60	40,00
1996	26,40	30,60	33,20	49,80	66,00
1997	26,00	38,80	38,80	49,20	56,60
1998	19,00	31,00	31,60	48,00	69,00
1999	40,00	53,20	53,20	54,60	72,80
2000	57,80	59,00	59,00	59,00	59,00
2005	26,80	27,20	28,80	33,60	33,60
2006	36,60	43,00	51,00	54,60	55,20
2007	24,40	29,60	31,40	34,20	35,40
2008	12,80	23,00	30,80	46,00	65,40
2009	43,80	52,20	59,20	81,40	115,60
2010	30,00	30,00	30,00	41,80	59,20

Da cui si ricavano:

	t=1 ora	t=3 ore	t=6 ore	t=12 ore	t=24 ore
min	11,60	14,80	18,00	28,80	33,60
max	78,60	92,60	93,00	93,00	115,60
media (m)	26,29	33,51	39,05	48,97	61,59
dev. St. (s)	14,86	16,17	16,36	15,63	19,14

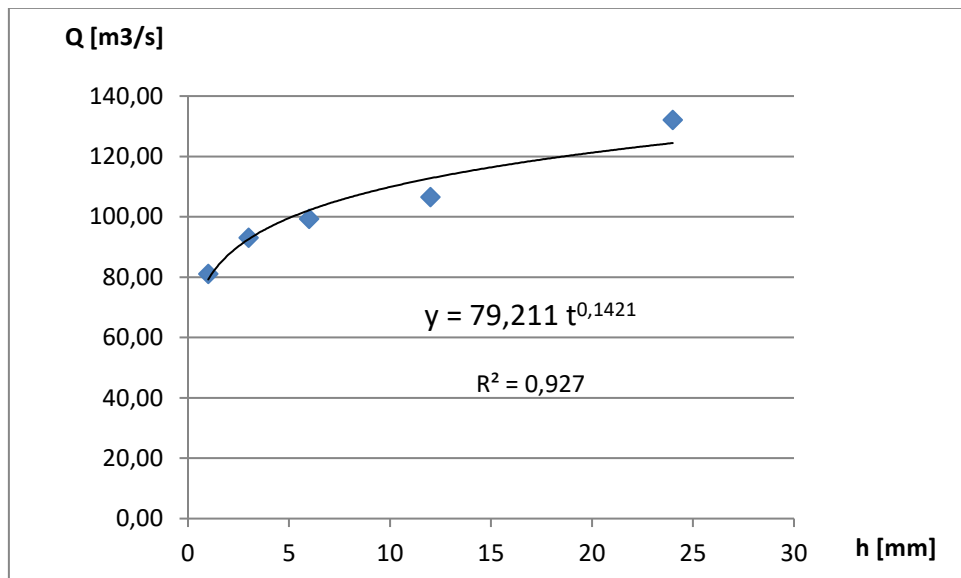
Si passa poi al Calcolo dei parametri di Gumbel:

		t=1 ora	t=3 ore	t=6 ore	t=12 ore	t=24 ore
		h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
	$\alpha = \frac{\sqrt{6} \cdot s}{\pi}$	11,59	12,61	12,76	12,19	14,93
	$u = m - 0.5772\alpha$	19,60	26,23	31,68	41,93	52,98

e al calcolo dei quantili relativi ai diversi tempi di ritorno:

$$h = u + \alpha \left(-\ln \left(\ln \left(\frac{TR}{TR-1} \right) \right) \right)$$

	1	3	6	12	24	t [ore]
h(200) [mm]	80,98	93,02	99,26	106,50	132,03	



Poiché l'altezza di pioggia in funzione della durata è una funzione esponenziale, i valori sono riportati in un diagramma logaritmico da cui viene estrapolata la legge di pioggia mediante l'espressione monomia $h=a \cdot t^n$, che nel caso in esame diviene:

$$\text{Legge di pioggia (Tr=200 anni): } h(t)= 79,21 \cdot t^{0,14}$$

Si calcola a questo punto la max portata di piena valutando il tempo di corrivazione, mediante formule empiriche.

La formula più usata in Italia è quella di Giandotti (1934), valida per bacini di media estensione.

Per il bacino idrografico che tratteremo, di limitata estensione (circa 3 kmq), viene invece adoperata la formula di Giandotti modificata da Aronica e Paltrinieri, utilizzabile per bacini inferiori di 10 kmq.

Il tempo di corrivazione secondo la formula di Giandotti modificata da Aronica e Paltrinieri si ottiene attraverso:

$$t_c = \frac{\frac{1}{M d} \sqrt{A} + 1.5 L}{0.8 \sqrt{H_m}}$$

con L espresso in km, A in kmq, Hm è la pendenza media dalla sorgente alla sezione di chiusura e tc in ore; dove M e d sono costanti che dipendono dalla vegetazione presente e dalla permeabilità del terreno, assunti rispettivamente pari a 0,25 e 0,81.

Il metodo cinematico o razionale o del ritardo di corrivazione è largamente utilizzato per il calcolo della portata conseguente ad una data precipitazione che si verifichi su bacini scolanti di relativamente limitata estensione.

In breve il metodo parte dalla considerazione che la massima portata alla sezione considerata si raggiunga nel momento in cui giungono i contributi di tutte le parti che formano il bacino. Il tempo necessario perché il contributo della parte di bacino idraulicamente più lontana raggiunga la sezione è definito tempo o ritardo di corrivazione tc.

La conclusione raggiunta dal metodo cinematico è che considerando varie durate di precipitazione, quella che produce la massima portata di deflusso è la precipitazione di durata pari allo stesso tempo tc.

Con i dati raccolti (riassunti nella tabella riportata di seguito), essendo:

S= 3,13 km²;

L= 1,5 km;

H_{sorgente}= 180 m s.l.m.m.;

H_{sez.chius.}= 112 m s.l.m.m.;

I= 4,53 %;

M= 0,25;

d= 0,81;

otteniamo il tempo di corrivazione tc: tc =1,67 h

Sostituendo nell'equazione di pioggia, si ha che l'altezza di pioggia critica h_{tc} è pari a : h_{tc} =85,1 mm.

Una volta definito il valore di tc in ore la portata massima in mc/sec è ricavabile dalla seguente formula:

$$Q = \frac{C_f \cdot C_a \cdot h_{tc} \cdot A}{t_c \cdot 3600} \quad (1)$$

dove:

A: area sottesa dalla sezione in esame espressa in m²;

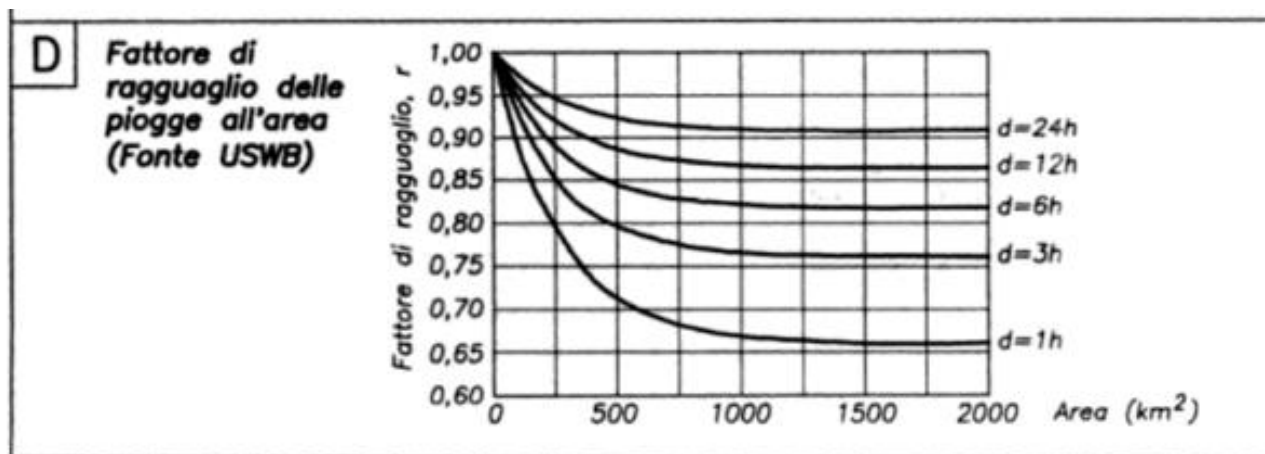
Ca: valore medio del coefficiente di deflusso;

Cf: coefficiente di ragguaglio rispetto al centro di scroscio;

h_{tc}: intensità di pioggia critica (ovvero con durata pari al tempo di corrivazione) in m;

tc: tempo di corrivazione in ore.

Dalla Tabella I seguente, note la durata di pioggia in ore e l'estensione del bacino orografico si ottiene, interpolando i valori dall'equazione della linea di tendenza, secondo il seguente grafico, il coefficiente di ragguaglio.



Poiché l'area che insiste sulla sezione dell'asta è quasi totalmente agricola o boschiva, si può assumere un coefficiente di deflusso C_a vicino allo 0,15. In via cautelativa si assume 0,18.

Si calcola quindi la portata di piena duecentennale, che nel nostro caso risulta pari a $7,35 \text{ m}^3/\text{s}$.

Per il calcolo della portata specifica in funzione della pendenza e del raggio idraulico si adopera la formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot S \cdot \sqrt{R} \cdot i$$

con $\chi = 100 / \left(1 + \frac{m}{\sqrt{R}} \right)$ Formula di Kutter, dove m è il coefficiente di scabrezza assunto per corsi d'acqua naturali pari a 150.

Ovvero sia, con la suddetta formula di Chezy possiamo verificare il comportamento della sezione di chiusura caratteristica in funzione della piena duecentennale, cioè se è in grado di smaltire e far defluire la stessa.

Le sezioni del fosso in questione variano parecchio lungo il suo corso, anche a breve distanza, con larghezza che va da 2,90m a 1,70m e altezze delle sponde che vanno da 1,50m in su.

Cautelativamente si considera una sezione con larghezza pari a 1,90m ed altezza delle sponde di 1,50m. Si approssima la forma a quella di un rettangolo.

La portata che è in grado di defluire da tale sezione di chiusura, come si vede, risulta maggiore di quella critica precedentemente calcolata, ovvero pari a 7,35 m³/s.

L (m)	h (m)	S (m ²)	P _b (m)	R _h (m)	i	v(R _h ·i)	χ	Q (m ₃ /s)
1,9	1,5	2,85	4,9	0,581633	0,045	0,161782	33,70601	15,54

In base ai calcoli svolti la sezione risulta verificata con la piena duecentennale.

Il tirante idraulico corrispondente alla piena duecentennale, per la sezione in esame è pari a 0,872 m.

L (m)	h (m)	S (m ²)	P _b (m)	R _h (m)	i	v(R _h ·i)	χ	Q (m ₃ /s)
1,9	0,872	1,6568	3,644	0,454665	0,045	0,143038	31,01192	7,35

Nel grafico seguente si riporta in funzione dell'altezza la portata di piena la portata per l'evento di pioggia duecentennale (con Tr= 200 anni), nella sezione considerata del fosso.

1. VERIFICA DELLA PORTATA RECAPITATA

La portata massima di progetto scaricata nel corso d'acqua dal depuratore è stata stimata pari a 20,8 m³/h, ovvero circa 0,006 m³/s.

In condizioni di piena duecentennale tale apporto è del tutto trascurabile, rispetto alla portata duecentennale di 7,35 m³/s, così come determinata precedentemente.

Pertanto l'intervento di realizzazione del depuratore non va a determinare condizioni di rischio idrogeologico o modifiche dell'idrologia del territorio circostante.

Per evitare che durante la piena duecentennale ci sia penetrazione dell'acqua meteorica trasportata dal fosso, nella tubazione di scarico, essa deve essere posizionata al di sopra del massimo tirante idraulico. Pertanto lo scorrimento del tubo viene posto a quota 90 cm dal fondo dell'alveo.

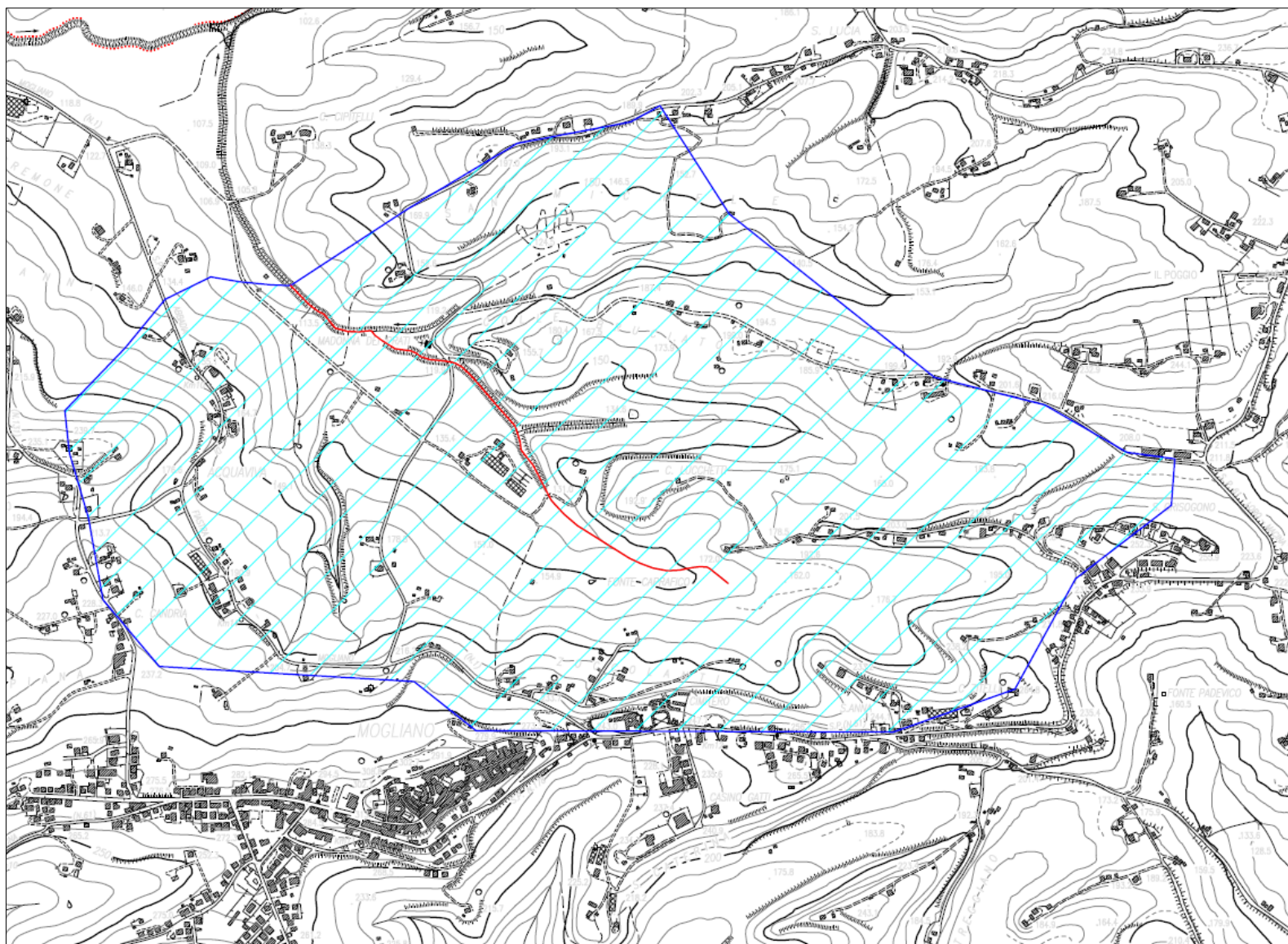
TABELLE DI CALCOLO

		Legge di pioggia $h=at^n$	a	n													
			79,21	0,14													
			Caratteristiche del bacino														
N. Id.	corso d'acqua	Tipo	S [km ²]	L [km]	H _{sorg} (m slm)	H _{ch} (m slm)	I _m [%]	M	d	formula utilizzata	t _c [h]	h _{tc} [mm]	W [m ³]	C _a	C _f	Q _{t=200anni} [m ³ /s]	
1	della Madonna dei Prati	recapito con tubazione	3,13	1,5	180	112	4,53%	0,25	0,81	Aronica-Paltrinieri	1,67	85,1	266279	0,18	0,92	7,35	

Tabella 1a

Il progettista
Dott. Ing. Alessio Nociaro





Planimetria con schema del bacino