



Autorità d'Ambito di Lodi

Consorzio per l'organizzazione, la regolazione e il controllo della gestione
del servizio idrico integrato

Servizio Pianificazione e controllo

Calcolo con il metodo delle piogge dei volumi di invaso necessari per limitare le portate meteoriche scaricate nei ricettori tramite vasche volano. Formule semplificate.

**(ai sensi dell'Appendice G alle N.T.A. del P.T.U.A.
approvato con D.G.R. n. 8/2244 del 29 marzo 2006)**

1. Premessa.....	2
2. Metodo di calcolo delle “sole piogge”	2
3. Risultati delle elaborazioni e conclusioni.....	4
4. Esempio	6



1. Premessa

Nella presente nota si illustra un metodo semplificato di calcolo dei volumi di invaso necessari per limitare le portate meteoriche scaricate nei ricettori tramite vasche volano, e, segnatamente, si fa riferimento al metodo delle “sole piogge”, sulla base delle curve di possibilità pluviometrica assunte valide per l’ATO di Lodi.

I valori limite delle portate meteoriche sono desunti dall’Appendice G “Direttive in ordine alla programmazione e progettazione dei sistemi di fognatura” delle N.T.A. del Programma di Tutela ed Uso delle Acque (P.T.U.A.), approvate con D.G.R. n. 8/2244 del 29 marzo 2006, ove sono individuati gli interventi atti a ridurre le portate di pioggia derivanti sia, ove possibile, dalle esistenti aree scolanti, sia – comunque – dalle aree di futura urbanizzazione.

In particolare si prevedono i seguenti schemi tipici di pianificazione:

- nuove reti di fognatura relative ad aree di ampliamento o espansione residenziale, laddove non è configurabile un’apprezzabile contaminazione delle acque meteoriche: totale smaltimento in loco delle portate meteoriche sul suolo/nel sottosuolo o in corpi idrici superficiali o, se impossibile lo smaltimento locale, predisposizione di vasche volano per limitare la portata afferente alla fognatura di valle entro il limite di $20 \text{ l}/(s \cdot ha)$;
- nuove reti di fognatura relative ad aree di ampliamento o espansione industriale: totale smaltimento in loco delle portate meteoriche eccedenti le prime piogge, per le superfici scolanti soggette alla disciplina di cui al R.R. n. 4/2006, o delle portate meteoriche non suscettibili di essere contaminate, ovvero relative a superfici scolanti non soggette alla disciplina di cui al R.R. n. 4/2006, sul suolo/nel sottosuolo o in corpi idrici superficiali o, se impossibile lo smaltimento locale, predisposizione di vasche volano per limitare la portata afferente alla fognatura di valle entro il limite di $20 \text{ l}/(s \cdot ha)$.

In merito alla limitazione delle portate scaricate nei corpi idrici si stabilisce inoltre che l’entità delle portate meteoriche scaricate sia contenuta entro valori compatibili con la capacità idraulica dei ricettori e comunque entro i seguenti limiti:

- 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziale e industriale;
- 40 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree già dotate di pubbliche fognature.

2. Metodo di calcolo delle “sole piogge”

Sia assegnata la curva di possibilità pluviometrica (CPP) ovvero la relazione matematica che lega l’altezza complessiva della pioggia h [mm] e la sua durata t [h] alla *probalità di non superamento* $P(h)$ e al *tempo di ritorno* T^l [anni], legato a $P(h)$ dalla relazione $P = 1 - \frac{1}{T}$, espressa attraverso una relazione a tre parametri nella forma:

¹ Il tempo di ritorno T è la lunghezza dell’intervallo di tempo che mediamente intercorre tra due superamenti successivi del valore: ne consegue che nel corso dell’intervallo di durata T , in media, il valore è superato una sola volta.



$$h(t, T) = \frac{at}{(t+b)^m} \quad (2.1)$$

ove i coefficienti a , b e m sono funzione di T .

Si considera $T = 10$ anni e si assumono le seguenti ipotesi:

- che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante;
- che la vasca volano approntata per contenere le portate meteoriche scaricate operi una "laminazione ottimale", ovvero che lo scarico in uscita dalla vasca avvenga a portata costante Q_U ;
- che lo ietogramma della pioggia, uniformemente distribuita nello spazio, sia rettangolare, ovvero che l'intensità i della pioggia sia costante per tutta la durata dell'evento².

In tali condizioni, in occasione di una precipitazione di durata t , il volume di pioggia in arrivo alla vasca è pari a:

$$V_{IN} = \varphi \cdot S \cdot i \cdot t = \varphi \cdot S \cdot h(t) \quad (2.2)$$

dove φ ed S sono rispettivamente il coefficiente d'afflusso medio e l'estensione in ettari del bacino drenato a monte della vasca.

Posto u il coefficiente udometrico di progetto, ovvero stabilito il valore massimo della portata specifica rispetto all'unità di area del bacino drenato, espressa in $l/(s \cdot ha)$, ammessa allo scarico nel ricettore finale, il volume in uscita al tempo t è pari a:

$$V_{OUT} = u \cdot S \cdot t = Q_U \cdot t \quad (2.3)$$

Il volume invasato ΔV è pari alla differenza tra i volumi V_{IN} e V_{OUT} :

$$\Delta V = \varphi \cdot S \cdot h(t) - Q_U \cdot t \quad (2.4)$$

Il volume da assegnare alla vasca è pari al massimo del volume invasato, che si verifica in corrispondenza della durata di pioggia critica t_{CR} del sistema. La durata critica è pari al valore di t che rende nulla la derivata $\frac{\partial \Delta V}{\partial t}$. Si pone pertanto:

$$\frac{\partial \Delta V}{\partial t} = \varphi \cdot S \cdot \frac{\partial h(t)}{\partial t} - Q_U = \frac{\partial \Delta v}{\partial t} = \varphi \cdot \frac{\partial h(t)}{\partial t} - u = 0 \quad (2.5)$$

ove v rappresenta il volume d'invaso unitario. Sostituendo ad $h(t)$ l'espressione della CPP a tre parametri, si ottiene:

$$\frac{\partial \Delta v}{\partial t} = \varphi \cdot a \cdot \left[(b+t)^{-m} - t \cdot m \cdot (b+t)^{-m-1} \right] - u = 0 \quad (2.6)$$

² Poiché un tirante h di 1mm corrisponde a un volume di $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ e $i = h/t$, si ha che: $i [l/(s \cdot ha)] = 2.78 \cdot i [mm/h]$.



La condizione di massimo riportata sopra non può essere risolta in modo esplicito ed il valore t_{CR} in corrispondenza del quale la stessa assume valore nullo viene calcolato con un algoritmo “zero finder³”.

3. Risultati delle elaborazioni e conclusioni

I valori dei parametri a , b ed m delle CPP per $T = 10$ anni sono stati desunti dallo “*Studio Idrologico delle precipitazioni di breve durata ed elevata intensità nell’ATO di Lodi ai sensi dell’art. 5, c.3, del R.R. n. 4/2006*” e sono riportati nel seguito in tabella 1.

COMUNE	a	b	m
ABBADIA CERRETO	51.11	0.2926	0.8202
BERTONICO	49.22	0.2717	0.8086
BOFFALORA D`ADDA	51.33	0.2508	0.8058
BORGHETTO LODIGIANO	43.98	0.1735	0.7756
BORGO SAN GIOVANNI	47.73	0.1928	0.7887
BREMBIO	45.17	0.2067	0.7853
CAMAIRAGO	48.33	0.2609	0.7983
CASALETTO LODIGIANO	48.88	0.1804	0.7850
CASALMAIOCCO	50.72	0.1946	0.7849
CASALPUSTERLENGO	45.70	0.2217	0.7869
CASELLE LANDI	44.05	0.2016	0.7531
CASELLE LURANI	47.70	0.1739	0.7832
CASTELNUOVO BOCCA D`ADDA	44.88	0.2053	0.7540
CASTIGLIONE D`ADDA	48.61	0.2645	0.8029
CASTIRAGA VIDARDO	47.15	0.1792	0.7841
CAVACURTA	47.75	0.2548	0.7938
CAVENAGO D`ADDA	49.58	0.2718	0.8126
CERVIGNANO D`ADDA	51.16	0.2205	0.7930
CODOGNO	46.13	0.2341	0.7852
COMAZZO	51.34	0.2167	0.7840
CORNEGLIANO LAUDENSE	48.65	0.2249	0.8002
CORNO GIOVINE	45.38	0.2228	0.7707
CORNOVECCHIO	46.13	0.2285	0.7726
CORTE PALASIO	50.68	0.2814	0.8170
CRESPIATICA	52.02	0.2977	0.8213
FOMBIO	43.90	0.2035	0.7682
GALGAGNANO	51.03	0.2336	0.7998
GRAFFIGNANA	43.38	0.1511	0.7694
GUARDAMIGLIO	41.67	0.1701	0.7526
LIVRAGA	42.81	0.1699	0.7693
LODI	50.12	0.2498	0.8087
LODI VECCHIO	49.04	0.2038	0.7925
MACCASTORNA	46.11	0.2219	0.7680

Tab. 1: Parametri delle curve di possibilità pluviometrica per $T = 10$ anni - continua.

³ Nei più diffusi codici di calcolo numerico è disponibile l’algoritmo *zeroin* che ricerca lo zero di una funzione continua individuando, compatibilmente con la precisione fissata, il più piccolo intervallo nel quale la funzione cambia di segno, facendo uso di una combinazione del lemma della *bisezione*, della regola della *secante* e del metodo di *interpolazione quadratica inversa*.



<i>COMUNE</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>m</i>
MAIRAGO	48.19	0.2520	0.8048
MALEO	46.80	0.2423	0.7836
MARUDO	46.69	0.1683	0.7808
MASSALENGO	47.38	0.2153	0.7950
MELETI	45.48	0.2181	0.7647
MERLINO	51.49	0.2164	0.7859
MONTANASO LOMBARDO	50.56	0.2341	0.8021
MULAZZANO	50.96	0.2080	0.7886
ORIO LITTA	40.69	0.1449	0.7551
OSPEDALETTO LODIGIANO	42.68	0.1760	0.7680
OSSAGO LODIGIANO	46.56	0.2191	0.7932
PIEVE FISSIRAGA	47.31	0.1998	0.7904
SALERANO SUL LAMBRO	48.50	0.1870	0.7871
SAN FIORANO	44.65	0.2148	0.7713
SAN MARTINO IN STRADA	48.52	0.2447	0.8045
SAN ROCCO AL PORTO	41.33	0.1656	0.7446
SANT'ANGELO LODIGIANO	45.12	0.1616	0.7762
SANTO STEFANO LODIGIANO	44.13	0.2064	0.7633
SECUGNAGO	46.86	0.2339	0.7964
SENNA LODIGIANA	40.39	0.1462	0.7509
SOMAGLIA	43.31	0.1917	0.7681
SORDIO	50.31	0.1942	0.7867
TAVAZZANO CON VILLAVESCO	50.17	0.2086	0.7925
TERRANUOVA DEI PASSERINI	47.30	0.2466	0.7957
TURANO LODIGIANO	48.86	0.2646	0.8079
VALERA FRATTA	46.81	0.1624	0.7798
VILLANOVA DEL SILLARO	45.81	0.1896	0.7846
ZELO BUON PERSICO	51.45	0.2225	0.7914
ATO (CURVA MEDIA)	47.21	0.2141	0.7854

Tab. 1: Parametri delle curve di possibilità pluviometrica per $T = 10$ anni - segue.

Nelle figure 2 e 3 riportate nel seguito è rappresentato l'andamento delle curve che esprimono la dipendenza del volume d'invaso unitario [m^3/ha] e del tempo critico [h] dal coefficiente d'afflusso, per valori di φ compresi tra 0.3 a 1, come risultante dai calcoli effettuati per ciascun comune ricompreso nell'ATO secondo le modalità illustrate al paragrafo precedente.

La dipendenza dei volumi d'invaso Δv_{MAX} da φ è esprimibile attraverso una curva del tipo:

$$\Delta v_{MAX} = \frac{\eta\varphi}{(\varphi - \psi)^{-\kappa}} \quad (3.1)$$

mentre la relazione tra il tempo critico t_{CR} e φ è lineare:

$$t_{CR} = \delta\varphi - \xi \quad (3.2)$$

I valori dei parametri delle relazioni 3.1) e 3.2) validi per ciascun comune e calcolati per $u = 40l/(s \cdot ha)$ e $u = 20l/(s \cdot ha)$ sono riportati nel seguito in tabella 2.



Per stimare la dimensione della vasca, in luogo della risoluzione numerica delle formule illustrate al paragrafo precedente, è pertanto sufficiente:

- individuare il comune in cui è ubicato il bacino a monte della vasca, di estensione S ;
- calcolare il coefficiente d'afflusso medio ponderale $\varphi = \frac{\sum_i \varphi_i S_i}{S}$, con φ_i e S_i rispettivamente coefficiente di afflusso e superficie dell' i -esima area scolante in cui è suddiviso il bacino drenante;
- determinare dalle tabelle i valori dei parametri da inserire nelle formule 3.1) e 3.2) in funzione del valore di u ;
- calcolare il valore del volume di invaso unitario necessario $v = \Delta v_{MAX}$ in funzione del valore di φ ;
- assegnare alla vasca il volume $V = v \cdot S$.

4. Esempio

Sia dato un bacino S di 8500 m^2 in comune di Lodi, con un coefficiente di afflusso $\varphi = 0.6$ e si voglia rispettare il valore limite allo scarico di $u = 40 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$. Da tab. 2 si ricavano i valori dei parametri da considerare nelle relazioni 3.1) e 3.2):

η	ψ	κ	δ	ξ
308	0.221	0.45	1.059	0.027

Si calcola:

- $t_{CR} = \delta\varphi - \xi = 1.059 \cdot 0.6 - 0.027 = 0.61 \text{ h}$;
- $\Delta v_{MAX} = \frac{\eta\varphi}{(\varphi - \psi)^{-\kappa}} = \frac{308 \cdot 0.6}{(0.6 - 0.221)^{-0.45}} = 119 \approx 120 \text{ m}^3/\text{ha}$

Il volume di laminazione necessario risulta pari a $V = 120 \cdot 0.85 = 102 \text{ m}^3$.

Infatti:

- $h(t_{CR}) = \frac{50.12 \cdot 0.61}{(0.2498 + 0.61)^{0.807}} = 34.55 \text{ mm} = 345.5 \text{ m}^3/\text{ha}$;
- $V_{IN}|_{t_{CR}} = \varphi \cdot S \cdot h(t_{CR}) = 0.6 \cdot 0.85 \cdot 345.5 = 176.2 \text{ m}^3$;
- $V_{OUT}|_{t_{CR}} = u \cdot S \cdot t_{CR} = 40 \cdot 3.6 \cdot 0.85 \cdot 0.61 = 74.6 \text{ m}^3$;
- $V = \Delta V_{MAX}|_{t_{CR}} = (V_{IN} - V_{OUT})|_{t_{CR}} = 176.2 - 74.6 = 101.6 \approx 102 \text{ m}^3$, c.v.d..

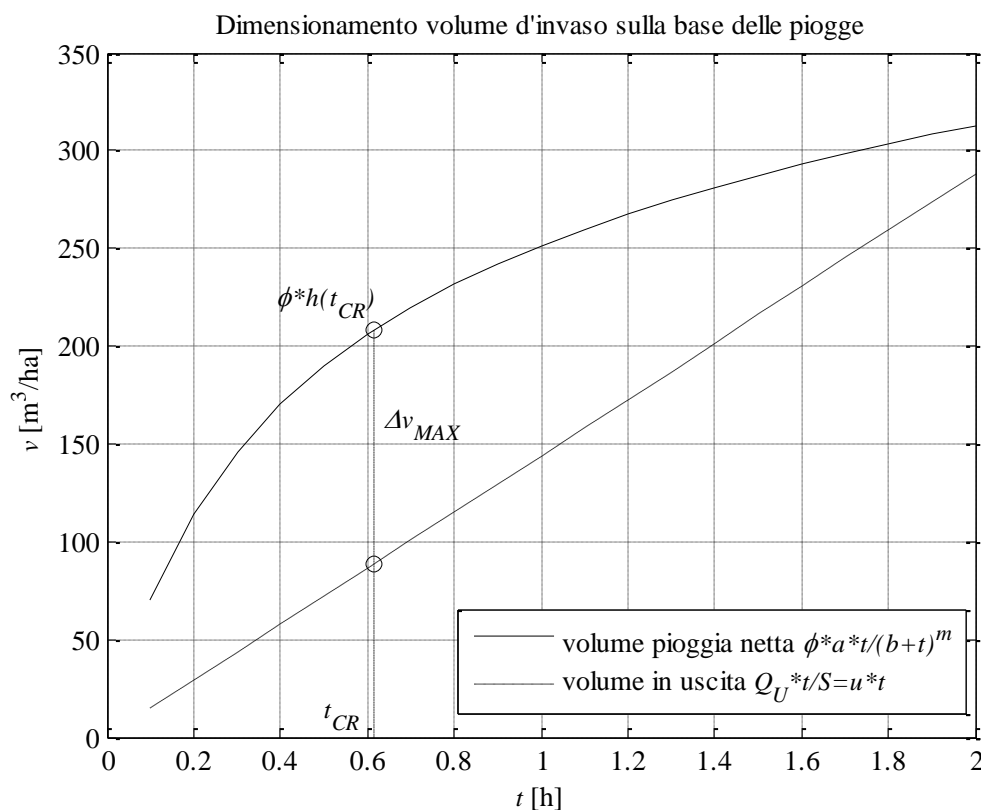


Fig. 1: Calcolo della durata critica e del corrispondente volume unitario della vasca di laminazione utilizzando la sola curva di possibilità pluviometrica.

Come noto ed illustrato nella figura precedente, la durata critica t_{CR} dell'evento che massimizza il volume di invaso è localizzata, sul grafico in cui sono riportati la CPP della pioggia netta e la retta dei volumi allontanati dalla vasca con portata costante Q_U , ove è massima la distanza verticale tra le due curve.

Lodi, settembre 2010

l'istruttore tecnico
Ing. I. Brocchetta



Limitazione delle portate meteoriche recapitate nei ricettori tramite vasche volano - $T = 10$ anni: metodo delle piogge; volumi di invaso unitari Δv_{MAX}

(valori in funzione della portata specifica ammessa allo scarico u e del coefficiente medio di afflusso ϕ)

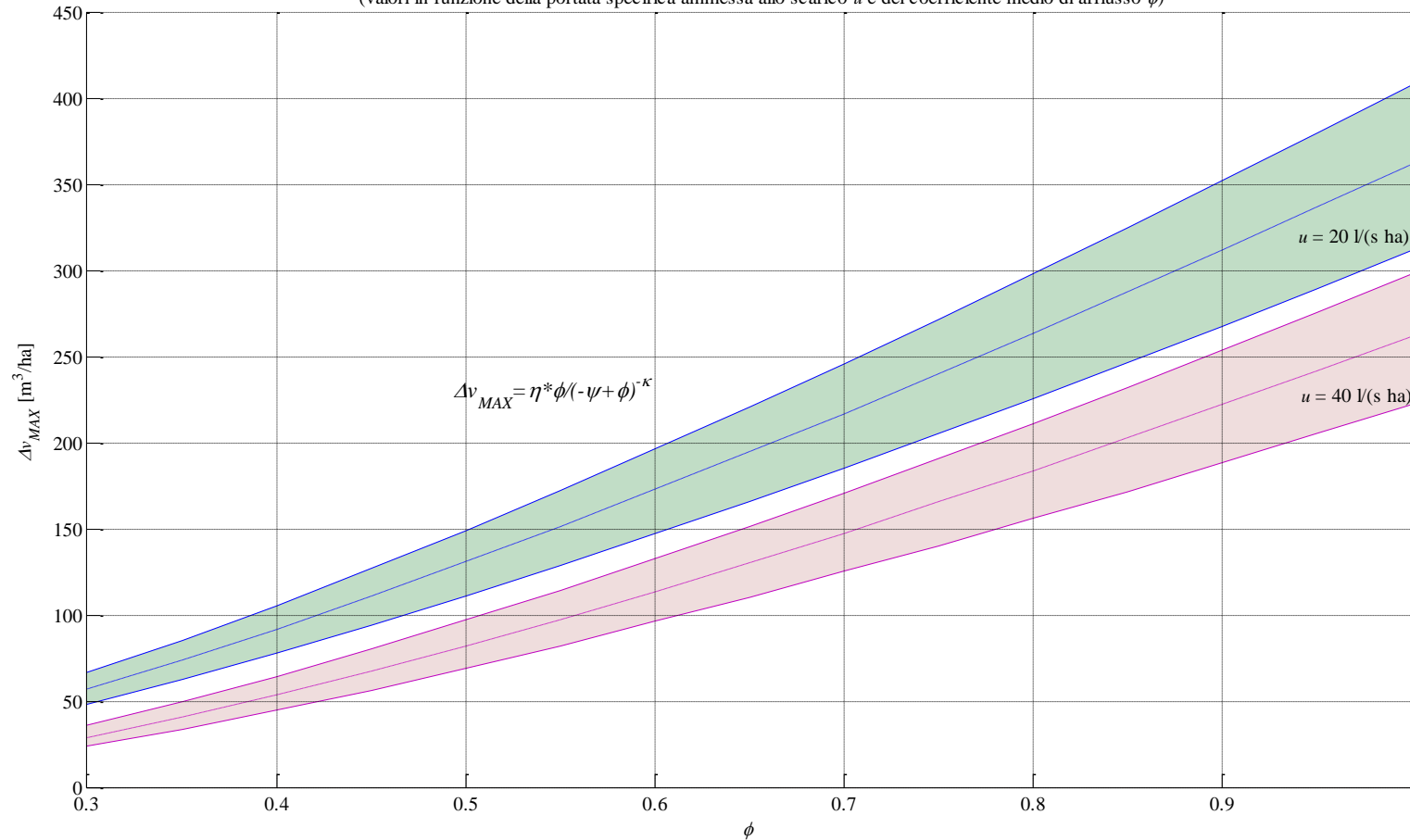


Fig. 2: Curve involucro dei valori dei volumi di invaso unitari calcolati nei comuni dell'ATO di Lodi per $T = 10$ anni, ϕ variabile da 0.3 a 1 e u pari a 20 e 40 l/(s ha).



Limitazione delle portate meteoriche recapitate nei ricettori tramite vasche volano - $T = 10$ anni: metodo delle piogge; tempi critici t_{CR}

(valori in funzione della portata specifica ammessa allo scarico u e del coefficiente medio di afflusso ϕ)

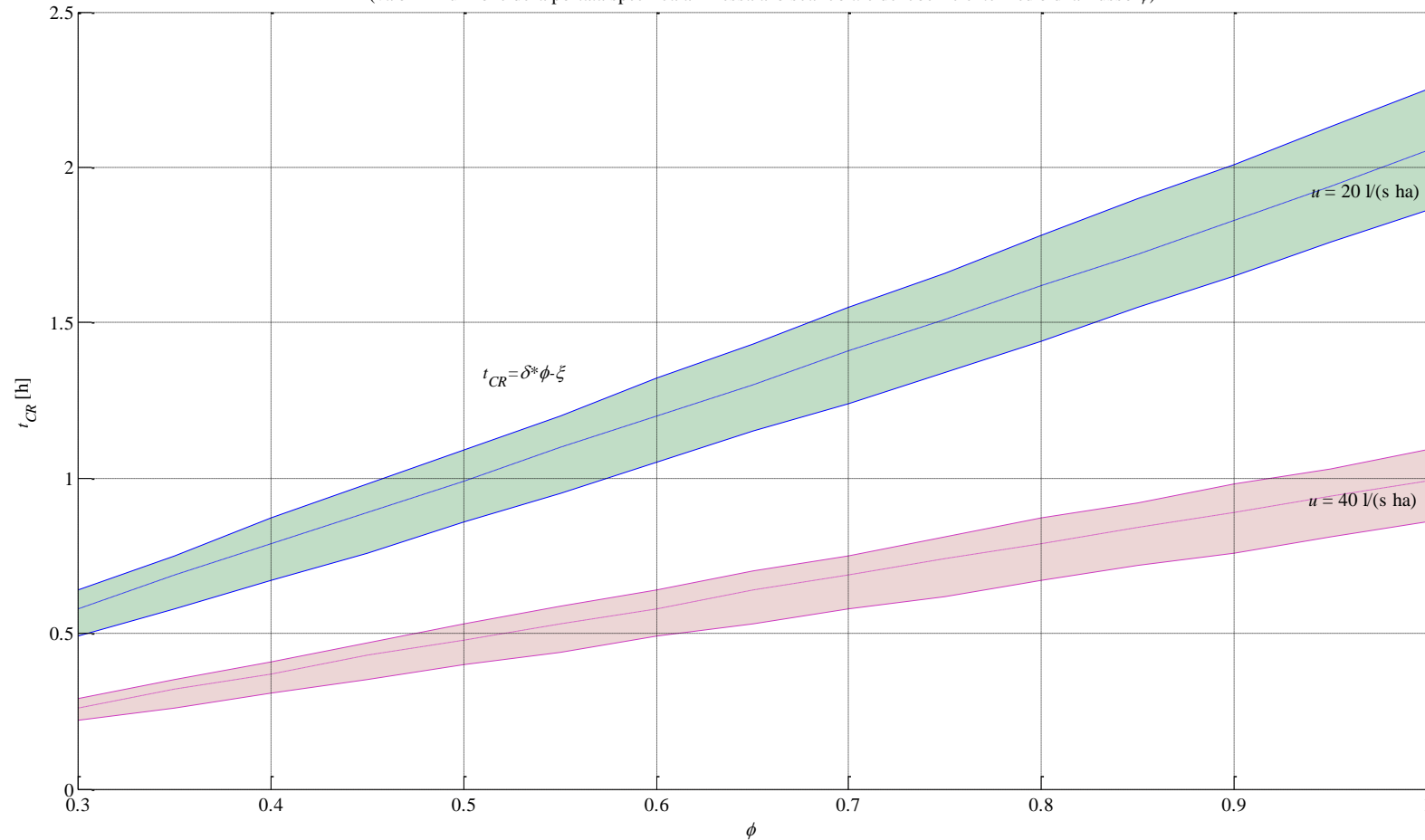


Fig. 3: Curve involucro dei valori del tempo critico calcolati nei comuni dell'ATO di Lodi per $T = 10$ anni, ϕ variabile da 0.3 a 1 e u pari a 20 e 40 l/(s ha).



COMUNE / parametri	$u = 40 \text{ l/(s ha)}$					$u = 20 \text{ l/(s ha)}$				
	η	ψ	κ	δ	ζ	η	ψ	κ	δ	ζ
ABBADIA CERRETO	305	0.222	0.47	1.089	0.028	401	0.187	0.34	2.018	-0.036
BERTONICO	295	0.223	0.48	1.070	0.038	390	0.189	0.34	2.021	-0.013
BOFFALORA D'ADDA	319	0.217	0.45	1.092	0.027	417	0.182	0.33	2.105	-0.004
BORGHETTO LODIGIANO	273	0.210	0.45	0.954	0.042	360	0.167	0.35	1.965	0.068
BORGO SAN GIOVANNI	301	0.212	0.43	1.016	0.033	394	0.169	0.33	2.032	0.036
BREMBIO	276	0.211	0.47	0.995	0.047	366	0.177	0.35	1.984	0.047
CAMAIRAGO	292	0.225	0.48	1.071	0.043	387	0.185	0.35	2.073	0.015
CASALETTO LODIGIANO	315	0.205	0.43	1.034	0.033	410	0.164	0.33	2.113	0.055
CASALMAIOCCO	329	0.208	0.43	1.087	0.034	430	0.169	0.33	2.224	0.057
CASALPUSTERLENGO	278	0.218	0.47	1.019	0.048	369	0.174	0.36	2.007	0.038
CASELLE LANDI	271	0.215	0.50	1.071	0.079	368	0.166	0.39	2.266	0.133
CASELLE LURANI	306	0.207	0.42	1.005	0.034	398	0.161	0.34	2.067	0.060
CASTELNUOVO BOCCA D'ADDA	278	0.211	0.50	1.094	0.080	378	0.171	0.38	2.311	0.134
CASTIGLIONE D'ADDA	293	0.224	0.48	1.067	0.039	388	0.185	0.35	2.039	0.000
CASTIRAGA VIDARDO	299	0.203	0.44	0.994	0.030	392	0.169	0.33	2.032	0.050
CAVACURTA	289	0.218	0.49	1.074	0.050	384	0.185	0.35	2.084	0.024
CAVENAGO D'ADDA	299	0.225	0.47	1.065	0.035	392	0.184	0.34	1.996	-0.021
CERVIGNANO D'ADDA	326	0.214	0.44	1.099	0.031	426	0.167	0.34	2.189	0.030
CODOGNO	280	0.222	0.48	1.048	0.054	372	0.178	0.36	2.069	0.045
COMAZZO	331	0.212	0.45	1.137	0.045	435	0.175	0.34	2.296	0.055
CORNEGLIANO LAUDENSE	301	0.215	0.45	1.038	0.033	395	0.180	0.33	2.005	0.004
CORNO GIOVINE	277	0.215	0.50	1.064	0.064	373	0.174	0.37	2.168	0.082
CORNOVECCHIO	283	0.220	0.49	1.086	0.068	379	0.174	0.37	2.195	0.080
CORTE PALASIO	305	0.224	0.47	1.080	0.029	400	0.183	0.34	2.009	-0.033
CRESPIATICA	313	0.229	0.46	1.113	0.032	411	0.195	0.33	2.047	-0.041
FOMBIO	268	0.219	0.49	1.009	0.057	360	0.179	0.37	2.099	0.093
GALGAGNANO	321	0.213	0.45	1.085	0.027	419	0.175	0.33	2.123	0.007
GRAFFIGNANA	272	0.201	0.44	0.932	0.043	358	0.153	0.35	1.960	0.084
GUARDAMIGLIO	255	0.214	0.48	0.980	0.072	344	0.163	0.38	2.089	0.129
LIVRAGA	263	0.209	0.46	0.949	0.051	351	0.172	0.35	1.969	0.083
LODI	308	0.221	0.45	1.059	0.027	403	0.180	0.33	2.021	-0.013

Tab. 2: Metodo delle piogge ($T=10$ anni). Parametri delle relazioni esprimanti il tempo critico [h] e il volume d'invaso unitario [m^3/ha] in funzione del coeff. d'afflusso – continua.



COMUNE / φ medio	$u = 40 \text{ l/(s'ha)}$					$u = 20 \text{ l/(s'ha)}$				
	η	ψ	κ	δ	ζ	η	ψ	κ	δ	ζ
LODI VECCHIO	310	0.210	0.44	1.042	0.033	405	0.167	0.34	2.069	0.028
MACCASTORNA	284	0.213	0.49	1.089	0.067	383	0.176	0.37	2.240	0.096
MAIRAGO	291	0.223	0.46	1.045	0.038	384	0.180	0.35	1.985	-0.004
MALEO	284	0.226	0.48	1.071	0.055	380	0.184	0.36	2.136	0.055
MARUDO	298	0.204	0.43	0.982	0.032	390	0.170	0.33	2.032	0.062
MASSALENGO	293	0.218	0.45	1.021	0.037	385	0.175	0.34	1.987	0.018
MELETI	280	0.217	0.49	1.083	0.071	378	0.177	0.37	2.237	0.103
MERLINO	332	0.208	0.45	1.135	0.044	435	0.166	0.34	2.282	0.051
MONTANASO LOMBARDO	316	0.216	0.44	1.078	0.031	413	0.177	0.33	2.081	0.002
MULAZZANO	327	0.212	0.43	1.098	0.034	429	0.174	0.33	2.209	0.042
ORIO LITTA	250	0.197	0.47	0.912	0.058	334	0.151	0.38	1.960	0.117
OSPEDALETTO LODIGIANO	261	0.206	0.47	0.954	0.052	348	0.157	0.37	1.984	0.085
OSSAGO LODIGIANO	285	0.211	0.47	1.009	0.037	376	0.178	0.34	1.982	0.025
PIEVE FISSIRAGA	296	0.208	0.45	1.005	0.034	388	0.178	0.33	2.013	0.036
SALERANO SUL LAMBRO	309	0.202	0.44	1.029	0.034	405	0.172	0.33	2.072	0.042
SAN FIORANO	271	0.214	0.49	1.038	0.063	365	0.174	0.37	2.107	0.077
SAN MARTINO IN STRADA	296	0.222	0.46	1.037	0.031	388	0.183	0.34	1.982	-0.008
SAN ROCCO AL PORTO	253	0.203	0.50	0.989	0.076	344	0.159	0.39	2.148	0.151
SANT'ANGELO LODIGIANO	286	0.210	0.43	0.958	0.037	375	0.167	0.34	1.997	0.072
SANTO STEFANO LODIGIANO	270	0.215	0.50	1.041	0.067	364	0.168	0.38	2.156	0.100
SECUGNAGO	284	0.217	0.47	1.027	0.042	376	0.183	0.35	1.981	0.014
SENNA LODIGIANA	248	0.204	0.47	0.917	0.060	332	0.157	0.38	1.992	0.129
SOMAGLIA	264	0.213	0.48	0.980	0.052	354	0.173	0.37	2.044	0.090
SORDIO	325	0.204	0.43	1.077	0.035	425	0.173	0.33	2.177	0.048
TAVAZZANO CON VILLAVESCO	320	0.213	0.43	1.066	0.029	417	0.169	0.33	2.136	0.035
TERRANUOVA DEI PASSERINI	286	0.220	0.48	1.054	0.048	379	0.187	0.35	2.025	0.015
TURANO LODIGIANO	294	0.223	0.47	1.050	0.032	388	0.183	0.34	2.005	-0.006
VALERA FRATTA	300	0.202	0.42	0.980	0.032	392	0.163	0.33	2.044	0.070
VILLANOVA DEL SILLARO	285	0.207	0.45	0.985	0.038	375	0.172	0.34	1.989	0.050
ZELO BUON PERSICO	329	0.213	0.44	1.120	0.039	431	0.174	0.33	2.221	0.030
ATO (CURVA MEDIA)	293	0.215	0.46	1.038	0.042	387	0.168	0.35	2.088	0.049

Tab. 2: Metodo delle piogge ($T=10$ anni). Parametri delle relazioni esprimenti il tempo critico [h] e il volume d'invaso unitario [m^3/ha] in funzione del coeff. d'afflusso – segue.