



Ns. Rif. 2M/Acque/Giammattel/integr
28/02/04

**Progetto per la realizzazione di un edificio industriale per il
trattamento di rifiuti pericolosi e non pericolosi in località
Selvaiezzi (Chieti Scalo)**

INTEGRAZIONI ALLA RELAZIONE IDRAULICA

(sulla influenza dell'edificio sul valore del tirante idrico calcolato in condizioni di massima piena)

Il Tecnico incaricato
Ing. Marco Cordeschi

Marco Cordeschi

Il collaboratore
Ing. Alessia Fagnani

Alessia Fagnani



L'Aquila, 28 febbraio 2004

Premessa

Si richiede di esaminare il condizionamento al deflusso della portata di massima piena, presa a base dei calcoli, legato alla presenza dell'edificio industriale realizzato in golena destra.

Pertanto atteso il valore prescelto di detta portata massima viene condotto uno studio, sotto le ipotesi di moto uniforme della corrente, volto a determinare l'innalzamento del pelo libero dovuto al restringimento di sezione golenale.

Sono state riprese le registrazioni dei valori delle portate al colmo effettuate dalla Stazione del Servizio Idrografico di S.Teresa a Spoltore, distante circa 5 chilometri verso valle rispetto alla sezione in corrispondenza della quale risulta ubicato l'impianto di trattamento di rifiuti pericolosi e non pericolosi di località Salvarezzi (Chieti Scalo).

Portate al colmo registrate

(Dati forniti dall'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara)

Fiume: Aterno – Pescara
Bacino di appartenenza: Aterno – Pescara
Dominio del bacino: km² 3125
Stazione idrometrica: S.Teresa a Spoltore (quota 5 m.s.m.)
Distanza dalla foce: km 9

Serie storica delle portate		
Anno	Portata (m ³ /s)	Data
1934	900	11 nov
1972	167	15 ott
1973	257	5 apr
1974	360	6 apr
1975	133	2 dic
1976	392	8 giu
1984	184	18 apr
1986	285	4 nov
1987	232	18 gen
1988	105	31 gen
1989	263	10 ott
1990	310	14 dic
1991	524	15 gen
19992	1093	10 apr
1993	106	3 dic
1994	160	12 gen

Figura 1 Serie storica delle portate nella Stazione di S.Teresa a Spoltore

I dati delle portate al colmo a disposizione sono stati nuovamente elaborati secondo la Legge di Gumbel per lo studio delle distribuzioni delle frequenze di valori estremi.

Di seguito si riportano, oltre ai parametri della Legge di Gumbel e alle grandezze statistiche necessarie per la loro determinazione, i valori delle portate al colmo ottenuti per tempi di ritorno estesi fino a cinquecento anni.

Media	s.q.m.	Parametri della legge di Gumbel	
$x_{\text{medio}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$\sigma \text{ (m}^3/\text{s)}$	$1/a = 0,943 * \sigma$	$x_0 = x_{\text{medio}} - 0,52 * 1/a$
341,94	281,12	265,09	204,09

Tempo di ritorno	Portata x_T corrispondente al tempo di ritorno T_r	
$T_r \text{ (anni)}$	$w_T = -\ln[-\ln T/(T - 1)]$	$x_T = x_0 + 1/a * w_T$
2	0,37	301,25
5	1,50	601,71
10	2,25	800,65
20	2,97	991,47
30	3,38	1101,25
50	3,90	1238,47
100	4,60	1423,56
200	5,30	1607,98
230	5,44	1645,12
400	5,99	1792,06
490	6,19	1845,92
500	6,21	1851,28

Figura 2 Elaborazioni statistiche sui dati della serie storica

L'area di studio è stata limitata alla sola zona golenale destra dell'intera sezione d'alveo di riferimento, in quanto proprio al suo interno sorge il sito di interesse.

Il complesso di strutture che costituiscono l'impianto di trattamento rifiuti, il quale occupa una superficie di circa m^2 5500 e dista m 220 dall'alveo di magra del fiume Pescara, è stato schematizzato come una superficie quadrata di lato pari a m 75 ed area corrispondente a m^2 5625.

La golenale destra è stata ritenuta con buona approssimazione a sezione rettangolare (considerare una sezione trapezia porterebbe peraltro a calcolare tiranti minori rispetto al caso di sezione rettangolare) ed avente larghezza pari a m 510 immediatamente a monte e a valle della zona dove si trovano le opere in questione; in corrispondenza dell'impianto la larghezza della sezione utile al deflusso della corrente misura m 435.

Le elaborazioni sono state condotte considerando un valore della portata transiente nell'intera sezione dell'alveo pari a m^3/s 1845,80, che risulta legato ad un tempo di ritorno di quattrocentonovanta anni; la frazione della portata totale che investe la zona golenale destra è di m^3/s 272,70. La tabella che segue riassume tali posizioni e riporta i dati riguardanti la scabrezza e la pendenza dell'alveo.

Portata totale nella sezione (m^3/s)	
$Q_{TOT} =$	1845,80
Tempo di ritorno corrispondente a Q_{TOT} (anni)	
$T_r =$	490
Portata parziale nella golenale destra (m^3/s)	
$Q =$	272,70
Pendenza del fondo	
$i_f =$	0,002
Coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}s^{-1}$)	
$k_s =$	28,02
Larghezza della sezione indisturbata (m)	
$b_0 =$	510
Larghezza della sezione ristretta (m)	
$b =$	435

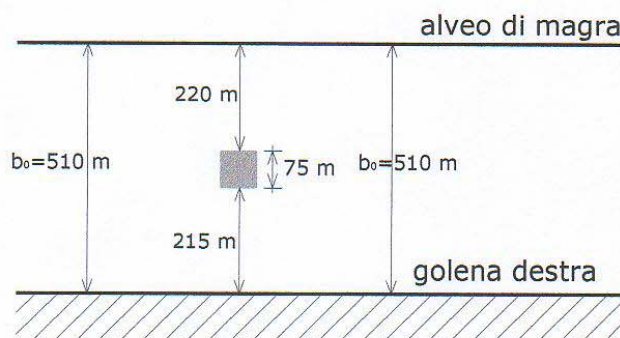


Figura 3 Caratteristiche della corrente e della sezione

Tramite la formula di Gauckler – Strickler, note la portata della corrente, la pendenza e la scabrezza del fondo della golena destra, la forma della sezione di interesse, è stato possibile risalire al tirante idrico in condizioni di moto uniforme, che verrà nel prosieguo indicato con h_u :

Gauckler – Strickler: $Q = k_s i_f^{1/2} \omega R^{2/3}$

Termine noto: $Q / (k_s i_f^{1/2}) = 217,62$

Termine incognito: $\omega R^{2/3}$

Tirante idrico (m)	Area della sezione (m^2)	Contorno bagnato (m)	Raggio idraulico (m)	Termine incognito
h	ω	C	R	$\omega * R^{2/3}$
0,10	51,00	510,10	0,10	10,99
0,20	102,00	510,20	0,20	34,87
0,30	153,00	510,30	0,30	68,54
0,35	178,50	510,35	0,35	88,61
0,40	204,00	510,40	0,40	110,69
0,45	229,50	510,45	0,45	134,69
0,50	255,00	510,50	0,50	160,54
0,55	280,50	510,55	0,55	188,16
0,60	306,00	510,60	0,60	217,51
0,65	331,50	510,65	0,65	248,54
0,70	357,00	510,70	0,70	281,19

Figura 4 Determinazione dell'altezza di moto uniforme della corrente nella golena destra

L'altezza della corrente in condizioni indisturbate è risultata essere pari a m 0,60.

La logica del procedimento è stata quella di imporre che il carico specifico della corrente potesse mantenersi invariato da monte a valle del restringimento di sezione provocato dalla presenza dell'opera in alveo; si è posto cioè:

$$E_m = E_r = E_v = \text{costante}$$

Successivamente, noti il tirante in condizioni di moto uniforme, la portata defluente attraverso la zona golenale destra e la larghezza della sezione indisturbata (immediatamente a monte o a valle del restringimento), si è giunti alla determinazione del valore del carico specifico E_0 , tramite la formula valida nel caso di sezione rettangolare:

$$E_0 = h_u + Q^2 / [2 g (h_u b_0)^2]$$

La profondità critica della corrente a carico specifico costante è stata ricavata da E_0 a mezzo della relazione:

$$h_{cE} = 2/3 E_0$$

Poiché si è ottenuto $h_u > h_{cE}$ è stato possibile affermare, come era lecito attendersi, che il regime dell'alveo è di tipo fluviale o analogamente che la corrente è lenta; la sezione in condizioni indisturbate (indicata con il pedice zero) sarà dunque quella a valle del restringimento.

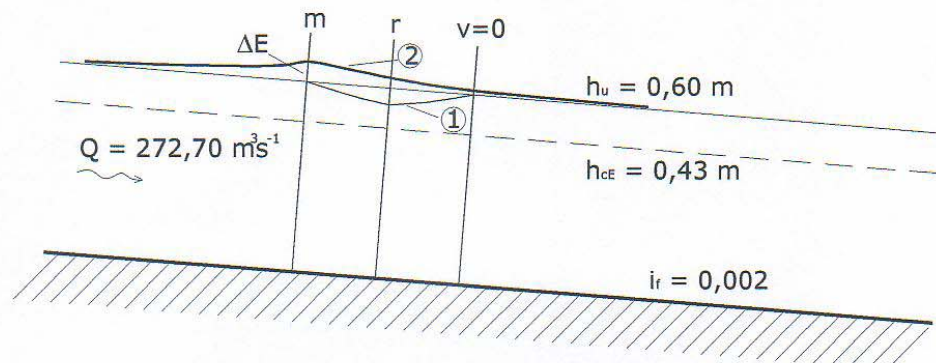


Figura 5 Profili di corrente

Il calcolo dapprima del numero di Froude in condizioni di moto uniforme e quindi del rapporto tra la larghezza della sezione ristretta e quella della sezione indisturbata ha consentito di verificare che il passaggio della corrente attraverso la sezione dove è situato l'impianto avviene senza la transizione attraverso le condizioni critiche; nello specifico si ha :

$$F_{ru} = Q / (g h_u^3 b_0^2)^{1/2} = 272,70 / (9,81 \cdot 0,60^3 \cdot 510^2)^{1/2} = 0,367$$

$$b/b_0 = 435/510 = 0,852$$

Allo stesso risultato si è giunti confrontando la portata critica per unità di larghezza a carico specifico costante q'_{ce} con la portata per unità di larghezza che transita nella sezione ristretta q'_r ed osservando che risulta $q'_r < q'_{ce}$:

$$Q_{ce} = b_0 \cdot \frac{2}{3} E_0 (g \cdot \frac{2}{3} E_0)^{1/2}$$

$$q'_{ce} = Q_{ce} / b_0$$

$$Q_r = Q$$

$$q'_r = Q_r / b_r$$

Dal grafico che esprime l'andamento della portata per unità di larghezza q' in funzione del tirante idrico h a carico specifico $E_0 = \text{costante}$, dopo aver posizionato sulla curva i punti corrispondenti alle coppie $(q'_0; h_u)$ e $(q'_r; h_r)$, entrambi situati nella "zona delle correnti lente", si è potuto evidenziare come, passando dalla sezione di valle a quella ristretta la profondità diminuisca per poi tornare al valore iniziale in corrispondenza della sezione di monte (vedi Figura 5, profilo 1).

Di seguito vengono riportati la successione delle operazioni che hanno condotto alla rappresentazione della curva $q' = f(h)$ a carico specifico costante, la curva stessa e le informazioni che da essa possono essere ricavate:

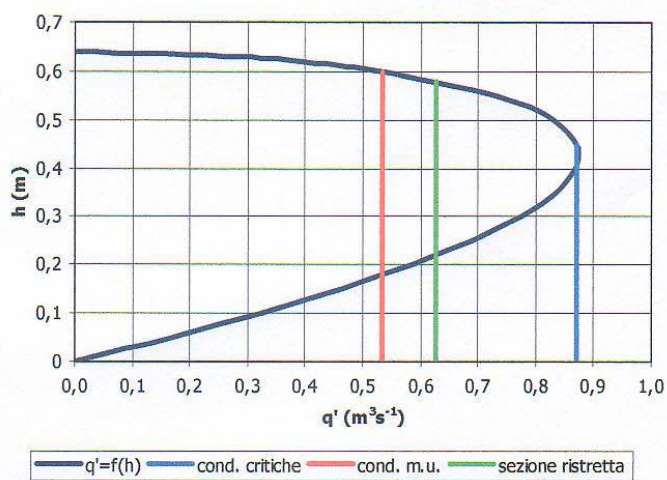
Portata parziale defluente nella golena destra (m ³ /s)	
$Q =$	272,70
Tirante di moto uniforme (m)	
$h_u =$	0,60
Larghezza della sezione rettangolare indisturbata (m)	
$b_0 =$	510
Larghezza della sezione rettangolare ristretta (m)	
$b =$	435
Area della sezione rettangolare indisturbata (m ²)	
$\omega_0 =$	306
Carico specifico costante nella sezione indisturbata (m)	
$E_0 = h_u + Q^2/(\omega_0^2 * 2 * g) =$	0,64

$$Q' = \omega_0 \sqrt{2g(E_0 - h)^{3/2}}$$

$$q' = Q'/b_0$$

Tirante idrico (m)	Portata defluente (m ³ /s)	Portata defluente per unità di lunghezza (m ³ /s)
h	Q'	q'
0	0	0
0,05	86,794	0,170
0,10	166,077	0,326
0,15	237,313	0,465
0,20	299,856	0,588
0,25	352,906	0,692
0,30	395,445	0,775
0,35	426,133	0,836
0,40	443,117	0,869
0,41	444,651	0,872
0,42	445,505	0,874
0,43	445,682	0,874
0,45	443,665	0,870
0,50	423,346	0,830
0,55	373,728	0,733
0,60	272,700	0,535
0,61	240,574	0,472
0,62	200,431	0,393
0,63	145,686	0,286
0,64	0	0

Andamento della funzione $q' = f(h)$ per $E = \text{cost}$



Tirante critico (m) ad E = costante	
$h_{ce} = 2/3 * E =$	0,43
Portata critica (m ³ /s) ad E = costante	
$Q_{ce} = b_0 * 2/3 * E_0 * (g * 2/3 * E_0)^{1/2} =$	445,682
Portata critica per unità di largh. (m ² /s) ad E=costante	
$q'_{ce} = Q_{ce}/b_0 =$	0,874
Tirante nella sezione a valle del restringimento (m)	
$h_u =$	0,60
Portata nella sezione a valle del restringimento (m ³ /s)	
$Q =$	272,70
Portata per unità di largh. (m ² /s) a valle del restr.	
$q'_0 = Q/b_0 =$	0,535
Portata nella sezione ristretta (m ³ /s)	
$Q_r =$	272,70
Portata per unità di largh. (m ² /s) nella sezione ristretta	
$q'_r = Q/b =$	0,627
Tirante nella sezione ristretta (m)	
$h_r =$	0,58

Figura 6 Determinazione della curva $q'=f(h)$ e grandezze ad essa correlate

A rigore il carico specifico della corrente può ritenersi costante soltanto tra la sezione di monte e quella ristretta, tra le quali il fluido accelera; tra la sezione dove è posta l'opera e quella di valle, invece, la corrente decelera e conseguentemente si hanno vortici e dissipazioni di energia.

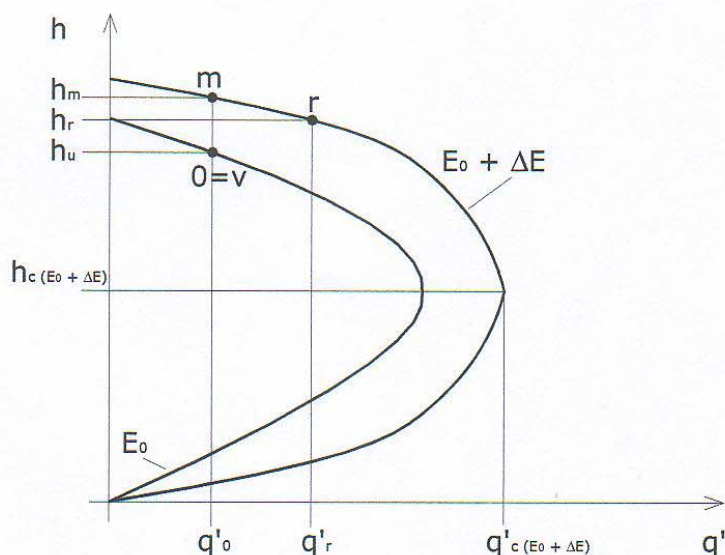


Figura 7 Andamento della curva $q=f(h)$ per diversi valori del carico specifico

Si è considerata pertanto la sezione di valle v , coincidente con quella indisturbata 0 , in corrispondenza della quale la corrente possiede il carico specifico E_0 ; le perdite di carico che, come detto, si hanno tra le sezioni r e v sono state indicate con ΔE ed individuano un'altra curva a carico $(E_0 + \Delta E)$ costante; in tal caso, dunque, prima della sezione di monte la corrente dovrà necessariamente incrementare la propria energia di una quantità pari a ΔE , che verrà successivamente dissipata nel passaggio tra la sezione ristretta e quella di valle. Conseguentemente, i punti rappresentativi delle condizioni in m e in r sono stati entrambi posizionati sulla curva a carico specifico $(E_0 + \Delta E)$ costante, rispettivamente sulle verticali per q'_0 e q'_r mentre il punto che riferisce delle condizioni della corrente nella sezione v viene a trovarsi sempre sulla verticale per q'_0 ma sulla curva a carico specifico E_0 . In questa situazione, rappresentata in Figura 5, profilo 2, si ha:

$$h_u < h_r < h_m$$

L'altezza di rigurgito nella sezione di monte è stata calcolata a mezzo della formula di Yarnell (1934):

$$(h_m - h_u)/h_u = k_2 (k_2 - 0,6 + 5 F_{ru}^2) \{1 - b/b_0 + 15(1 - b/b_0)^4\} F_{ru}^2$$

con $k_2 = 1,25$ per strutture di forma rettangolare all'interno dell'alveo.

In definitiva si è ottenuto un tirante nella sezione di monte pari a m 0,620.

Conclusioni.

1. Utilizzando le formule del moto uniforme si dimostra che la presenza in golena dell'edificio industriale determina un innalzamento del tirante idrico relativo alla portata di massima piena pari a cm 2, rispetto alle condizioni precedenti la realizzazione dell'opera.
2. Tale incremento risulta palesemente non significativo rispetto alle finalità tecniche dello studio.
3. Appare altresì inutile proporre metodi di calcolo più raffinati (analisi del moto vario, verifica delle condizioni di deflusso dell'onda di piena di progetto) in considerazione del fatto che, in ogni caso, le approssimazioni di base insite nel modello idrologico del bacino (valori dei coefficienti di deflusso, valori della scabrezza delle sezioni idrauliche, valori delle portate al colmo rilevate ecc.) hanno peso assai maggiore rispetto ad eventuali approfondimenti numerici di natura idraulica.
4. Pertanto si può concludere che la presenza dell'edificio industriale realizzato in golena destra non determina variazioni apprezzabili sul regime idraulico della corrente in condizioni di massima piena.