





CONSIDERAZIONI SULLA SCALA DI DEFLUSSO DEL FIUME ADIGE A BOARA PISANI

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 1 di 21

CONSIDERAZIONI SULLA SCALA DI DEFLUSSO DEL FIUME ADIGE A BOARA PISANI

INDICE

| 1 | PREMESSA | 2 |
|------|---|----|
| 2 | SITUAZIONE ODIERNA | 3 |
| 3 | MISURE DI PORTATA E SCALE DI DEFLUSSO PUBBLICATE NEGLI | |
| ANN | NALI | 7 |
| 4 | RECENTI MISURE DI PORTATA E DEFINIZIONE DELL'ATTUALE SCALA | 4 |
| DI D | DEFLUSSO | 9 |
| 4.1 | Riferimento idrometrico adottato e misure di portata effettuate | 9 |
| 4.2 | Scala delle portate per regimi non di piena | 10 |
| 4.3 | Scala delle portate in piena | 12 |
| = | CONCLUCIONI | 20 |

Redazione U.O. RIR G. Egiatti, S. Cremonese

Approvazione U.O. RIR I. Saccardo

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 2 di 21

U.O. Rete Idrografica Regionale

1 PREMESSA

Sin dal lontano 1853 sono state sistematicamente raccolte le osservazioni del livello idrometrico del fiume Adige alla stazione di Boara Pisani (PD); tali osservazioni sono assai importanti al fine di poter comprendere al meglio la dinamica del corso d'acqua e riuscire a prevedere il suo comportamento in occasione dei periodi siccitosi o di precipitazioni abbondanti.

Dal 1921 risultano inoltre riportate sugli Annali Idrologici le portate giornaliere del fiume Adige alla medesima stazione, probabilmente a seguito dell'esecuzione di una campagna di misure che ha permesso la realizzazione di una scala di deflusso.

Storicamente la stazione di misura del fiume Adige a Boara Pisani (PD) ha da sempre mostrato una certa variabilità con tendenza, nel corso del tempo, forse anche a causa delle profonde escavazioni subite dal suo alveo, ad un lento seppur inesorabile incremento delle portate defluite a parità di altezza idrometrica.

Il declino dell'Ufficio Idrografico, iniziato dalla fine degli anni '50, ha interessato anche la predetta sezione, ove non sono più state eseguite in modo sistematico misure di portata e dove da tempo non vengono più effettuate azioni di manutenzione e ripristino sia degli idrometri di riferimento, che del pozzo in cui alloggia il galleggiante della strumentazione di precisione per il rilievo delle altezze idrometriche.

La necessità del Magistrato alle Acque di disporre di informazioni sullo stato idrometrico dei principali corsi d'acqua in tempo reale, di supporto alla sorveglianza idraulica in condizioni di piena, ha portato, a partire dal 1984, all'installazione in tutto il Triveneto di un certo numero di stazioni di misura del livello idrometrico in telemisura, tra cui quella sul fiume Adige, avviata nel novembre 1986 ed ubicata sul ponte stradale che collega le località di Boara Pisani (PD) e Boara Polesine (RO), ossia 180 m a monte della sezione di misura storicamente utilizzata.

Ultimamente l'Arpav ha intrapreso l'attività di ridefinizione della scala di deflusso alla sezione di Boara Pisani a partire dalle numerose misure di portata effettuate negli ultimi mesi al fine di poter rispondere alle pressanti richieste di Enti pubblici e privati che esigono la conoscenza dell'esatta entità dei deflussi idrici del fiume Adige in prossimità della foce.

In quest'ottica si è pertanto ravvisata l'opportunità di ripercorrere la storia delle misure di portata eseguite sul fiume Adige e l'evoluzione delle scale di deflusso proposte per la medesima sezione al fine di evidenziare alcune problematiche e criticità che sussistono tutt'oggi.

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 3 di 21

U.O. Rete Idrografica Regionale

2 SITUAZIONE ODIERNA

Alla data odierna la stazione di Boara Pisani (PD) risulta composta dalla strumentazione illustrata nella planimetria in Figura 1, e di seguito elencata:

- una palladiana in pietra d'Istria, situata circa 180 m a valle del ponte stradale, in sponda sinistra, in corrispondenza alla stazione storica di riferimento e usualmente denominata "asta idrometrica di Boara Pisani" (Foto 1). La palladiana risulta interrotta ad un'altezza prossima ai –2,00 m (Foto 2); tale inconveniente consente la lettura solo dei livelli di piena e di morbida;



Foto 1 – Palladiana interrotta di Boara Pisani

Foto 2 – Dettaglio della palladiana interrotta

- una stazione idrometrografica a galleggiante con registratore a penna, posta circa 195 m a valle del ponte in sinistra idrografica (Foto 3 e 4), da alcuni anni caratterizzata da gravi problemi di intasamento a causa del notevole materiale torbido trasportato dal fiume e dalle difficoltà insite nella sua pulizia;



Foto 3 – Stazione idrometrografica di Boara Pisani

Foto 4 – Dettaglio dell'idrometrografo



DEFLUSSO DEL FIUME ADIGE A BOARA PISANI

CONSIDERAZIONI SULLA SCALA DI

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 4 di 21

U.O. Rete Idrografica Regionale

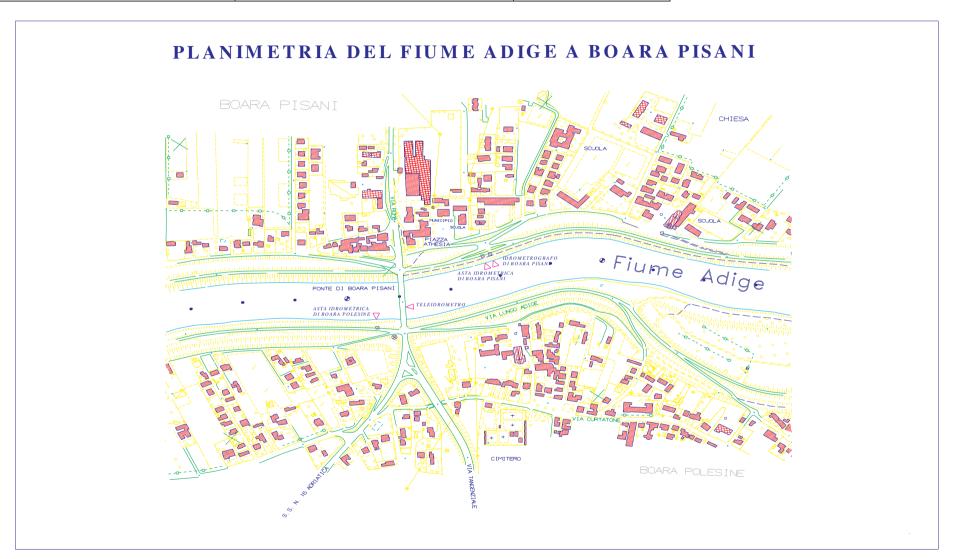


Figura 1 - Planimetria del fiume Adige a Boara Pisani

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 5 di 21

U.O. Rete Idrografica Regionale

- un misuratore di livello ad ultrasuoni, dotato di dispositivi di trasmissione dati e appartenente alla rete di telemisura in tempo reale ARPAV per il monitoraggio idro-meteo-pluviometrico nella Regione del Veneto, ubicato sul lato di valle del ponte stradale, circa 180 m a monte della sezione storica di misura (Foto 5 e 6);



Foto 5 – Ultrasuoni di Boara Pisani

Foto 6 – Dettaglio dello strumento

- una palladiana in pietra d'Istria situata circa 50 m a monte del ponte stradale, in destra idrografica, denominata usualmente "asta idrometrica di Boara Polesine" (Foto 7), che consente, anche grazie all'aggiunta operata dall'ARPAV, la lettura delle magre estreme del corso d'acqua (Foto 8).



Foto 7 – Palladiana di Boara Polesine

Foto 8 – Asta idrometrica di magra di Boara Polesine



Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 6 di 21

U.O. Rete Idrografica Regionale

La citata interruzione dell'asta di Boara Pisani, che rende impossibile la lettura dei livelli per la maggior parte degli stati idrometrici, ed il malfunzionamento dell'idrometrografo a galleggiante, hanno condotto oggi ARPAV alla scelta di spostare la stazione di riferimento per la misura dei livelli da quella storica a valle del ponte, alla sezione ove è installato il teleidrometro che attualmente acquisisce livelli a cadenza semioraria.

Per verificare le differenze tra gli zeri idrometrici dei vari misuratori di livello presenti è stata commissionata nel 2002 dal Magistrato alle Acque un'apposita indagine (nell'ambito delle attività per la definizione di un modello propagatorio del Fiume Adige da Verona alla foce), mediante la quale sono state tra l'altro determinate le quote assolute degli zeri idrometrici del teleidrometro a ultrasuoni e dell'asta di Boara Pisani (mentre non è stata verificata la quota dell'idrometro di Boara Polesine).

| Zero idrometrico dell'asta idrometrica di Boara Pisani (m s.m.) (valore correlato al caposaldo dell'Autorità di Bacino Nazionale dell'Adige) | | |
|---|------|--|
| Zero idrometrico del teleidrometro (m s.m.) (valore valutato da misure con corda metrica) | 8.41 | |

Tabella 1 - Quota assoluta degli zeri idrometrici determinati dall'indagine condotta nel 2002

I risultati degli studi riportati in Tabella 1 hanno stabilito che lo zero idrometrico della palladiana di Boara Pisani è fissato a + 8,28 m s.m. e pertanto tale valore risulta in netto contrasto con quello riportato sugli Annali Idrologici a suo tempo fissato a + 8,61 m s.m.. Lo zero idrometrico del teleidrometro risulta invece pari a + 8,41 m s.m. ossia 13 cm sopra quello della vecchia palladiana, il che conferma appieno la sistematica differenza riscontrata nei periodi di magra, quantomeno fino all'anno 2002, tra i due valori.

Le differenze rilevabili tra i livelli delle strumentazioni (idrometro di Boara Pisani, idrometro di Boara Polesine e teleidrometro ad ultrasuoni) possono tuttavia assumere valori diversi dalle differenze tra gli zeri idrometrici, a motivo delle diverse condizioni idrodinamiche del fiume alle sezioni, o meglio in corrispondenza dei punti di misura.

Tra il teleidrometro e l'asta idrometrica di Boara Polesine si è notata nel 2004 una differenza prossima ai 4 cm; tale gap tuttavia a volte tende ad annullarsi o addirittura invertirsi, sia per l'incertezza della misura insita nello strumento ad ultrasuoni, sia probabilmente a causa dell'effetto di rigurgito provocato dalle pile del ponte stradale (soprattutto in condizioni di magra estrema si osserva la presenza sotto il manufatto di un "profilo di chiamata", mentre la sezione immediatamente a monte risulta leggermente rigurgitata). Non si esclude neppure che le condizioni



CONSIDERAZIONI SULLA SCALA DI DEFLUSSO DEL FIUME ADIGE A BOARA PISANI

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 7 di 21

di deflusso siano parzialmente influenzate dai livelli di marea stante il livello notevolmente basso raggiunto in più di un'occasione dal corso d'acqua. Infatti nei 51 km di distanza dalla foce il corso d'acqua in magra copre un dislivello di appena 4,5 m con una pendenza media pari allo 0,009 %, valore che accredita la possibilità di un rigurgito dovuto all'effetto di marea.

Recenti misure di magra hanno pur tuttavia fatto emergere una significativa variazione nella differenza tra le altezze idrometriche fornite dal teleidrometro e quelle lette all'asta di Boara Pisani; infatti, mentre appare confermata una differenza di circa 4 cm tra teleidrometro ed asta di monte di Boara Polesine, l'asta di valle di Boara Pisani mostra ora una differenza di appena 7 cm dal teleidrometro. Ciò può solo significare che sono cambiati gli zeri idrometrici o del teleidrometro o dell'asta nel corso degli ultimi quattro anni.

Non riuscendo al momento a stabilire con certezza le diverse componenti e le cause di questa variazione nella differenza di lettura delle quote idrometriche, si ritiene opportuno dover procedere ad una nuova campagna di livellazione al fine di stabilire le quote degli zeri idrometrici dei sensori colà ubicati, procedendo inoltre a frequenti controlli della taratura del sensore ad ultrasuoni rispetto ad un riferimento fisso ubicato sul ponte stradale di Boara Pisani ed alle aste idrometriche di monte e valle (quest'ultima da controllare solo in condizioni di morbida e di piena).

3 MISURE DI PORTATA E SCALE DI DEFLUSSO PUBBLICATE NEGLI ANNALI

Relativamente all'effettuazione di misure di portata in corrispondenza della predetta stazione (storicamente effettuate prevalentemente in una sezione a monte del ponte, all'altezza dell'idrometro di Boara Polesine), si è appurato che il servizio iniziò nel lontano ottobre 1917 con una cadenza minima di almeno 4 misure/anno nel periodo anteguerra, sino a metà degli anni '50. Successivamente tale sistematicità è venuta meno (Tabella 2) e, per esempio, nel periodo 1960-67, sembra non siano stati effettuati rilievi di sorta.

La ripresa delle misure sul finire degli anni '60 ha portato alla formulazione di una nuova scala di deflusso che è risultata nettamente diversa da quella proposta in precedenza, ponendo a posteriori seri dubbi sull'attendibilità dei dati pubblicati nel periodo immediatamente precedente.

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 8 di 21

| U.O. R | lete Idro | grafica | Regio | nale |
|--------|-----------|---------|-------|------|
|--------|-----------|---------|-------|------|

| N. Image: part of the content of the cont | N.T. | - | H _{rif} | Q |
|--|------|------------|------------------|-------|
| 2 18/02/1953 -190,5 111,0 3 14/04/1953 -186,5 118,0 4 26/02/1954 -170,5 132,0 5 29/04/1954 -155,5 153,0 6 30/09/1954 -121,5 190,0 7 17/12/1954 -133,5 189,0 8 30/03/1955 -117,0 212,0 9 27/05/1955 -226,0 62,3 10 21/07/1955 -101,0 222,0 11 25/08/1955 -152,0 155,0 12 30/03/1956 -164,0 150,0 13 09/05/1956 -143,0 177,0 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -148,0 173,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 | N. | Data | [cm] | |
| 3 14/04/1953 -186,5 118,0 4 26/02/1954 -170,5 132,0 5 29/04/1954 -155,5 153,0 6 30/09/1954 -121,5 190,0 7 17/12/1954 -133,5 189,0 8 30/03/1955 -117,0 212,0 9 27/05/1955 -226,0 62,3 10 21/07/1955 -101,0 222,0 11 25/08/1955 -152,0 155,0 12 30/03/1956 -164,0 150,0 13 09/05/1956 -143,0 177,0 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 | 1 | 17/01/1953 | -156,0 | 162,0 |
| 4 26/02/1954 -170,5 132,0 5 29/04/1954 -155,5 153,0 6 30/09/1954 -121,5 190,0 7 17/12/1954 -133,5 189,0 8 30/03/1955 -117,0 212,0 9 27/05/1955 -26,0 62,3 10 21/07/1955 -101,0 222,0 11 25/08/1955 -152,0 155,0 12 30/03/1956 -164,0 150,0 13 09/05/1956 -143,0 177,0 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -148,0 173,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 | 2 | 18/02/1953 | -190,5 | 111,0 |
| 5 29/04/1954 -155,5 153,0 6 30/09/1954 -121,5 190,0 7 17/12/1954 -133,5 189,0 8 30/03/1955 -117,0 212,0 9 27/05/1955 -226,0 62,3 10 21/07/1955 -101,0 222,0 11 25/08/1955 -152,0 155,0 12 30/03/1956 -164,0 150,0 13 09/05/1956 -143,0 177,0 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 | 3 | 14/04/1953 | -186,5 | 118,0 |
| 6 30/09/1954 -121,5 190,0 7 17/12/1954 -133,5 189,0 8 30/03/1955 -117,0 212,0 9 27/05/1955 -226,0 62,3 10 21/07/1955 -101,0 222,0 11 25/08/1955 -152,0 155,0 12 30/03/1956 -164,0 150,0 13 09/05/1956 -143,0 177,0 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 <td>4</td> <td>26/02/1954</td> <td>-170,5</td> <td>132,0</td> | 4 | 26/02/1954 | -170,5 | 132,0 |
| 7 17/12/1954 -133,5 189,0 8 30/03/1955 -117,0 212,0 9 27/05/1955 -226,0 62,3 10 21/07/1955 -101,0 222,0 11 25/08/1955 -152,0 155,0 12 30/03/1956 -164,0 150,0 13 09/05/1956 -143,0 177,0 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 <td>5</td> <td>29/04/1954</td> <td>-155,5</td> <td>153,0</td> | 5 | 29/04/1954 | -155,5 | 153,0 |
| 8 30/03/1955 -117,0 212,0 9 27/05/1955 -226,0 62,3 10 21/07/1955 -101,0 222,0 11 25/08/1955 -152,0 155,0 12 30/03/1956 -164,0 150,0 13 09/05/1956 -143,0 177,0 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 156,1 </td <td>6</td> <td>30/09/1954</td> <td>-121,5</td> <td>190,0</td> | 6 | 30/09/1954 | -121,5 | 190,0 |
| 9 27/05/1955 -226,0 62,3 10 21/07/1955 -101,0 222,0 11 25/08/1955 -152,0 155,0 12 30/03/1956 -164,0 150,0 13 09/05/1956 -143,0 177,0 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 < | 7 | 17/12/1954 | -133,5 | 189,0 |
| 10 21/07/1955 -101,0 222,0 11 25/08/1955 -152,0 155,0 12 30/03/1956 -164,0 150,0 13 09/05/1956 -143,0 177,0 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 | 8 | 30/03/1955 | -117,0 | 212,0 |
| 11 25/08/1955 -152,0 155,0 12 30/03/1956 -164,0 150,0 13 09/05/1956 -143,0 177,0 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1984 -261,0 168,9 | 9 | 27/05/1955 | -226,0 | 62,3 |
| 12 30/03/1956 -164,0 150,0 13 09/05/1956 -143,0 177,0 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1984 -261,0 168,9 | 10 | 21/07/1955 | -101,0 | 222,0 |
| 13 09/05/1956 -143,0 177,0 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1944 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -266,0 179,3 | 11 | 25/08/1955 | -152,0 | 155,0 |
| 14 15/06/1956 -50,0 304,0 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1944 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 | 12 | 30/03/1956 | -164,0 | 150,0 |
| 15 26/03/1957 -181,5 127,0 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 | 13 | 09/05/1956 | -143,0 | 177,0 |
| 16 21/05/1957 -189,0 126,0 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 | 14 | 15/06/1956 | -50,0 | 304,0 |
| 17 06/08/1957 -143,0 157,0 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -307,0 125,7 | 15 | 26/03/1957 | -181,5 | 127,0 |
| 18 28/11/1957 -148,0 173,0 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 | 16 | 21/05/1957 | -189,0 | 126,0 |
| 19 02/04/1958 -172,0 151,0 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -30,0 40,8 < | 17 | 06/08/1957 | -143,0 | 157,0 |
| 20 11/10/1958 -110,0 222,0 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 | 18 | 28/11/1957 | -148,0 | 173,0 |
| 21 06/02/1959 -171,0 154,0 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 < | 19 | 02/04/1958 | -172,0 | 151,0 |
| 22 31/10/1969 -297,5 106,9 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 < | 20 | 11/10/1958 | -110,0 | 222,0 |
| 23 12/11/1969 -296,5 110,1 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 </td <td>21</td> <td>06/02/1959</td> <td>-171,0</td> <td>154,0</td> | 21 | 06/02/1959 | -171,0 | 154,0 |
| 24 09/01/1970 -280,0 123,4 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 <td>22</td> <td>31/10/1969</td> <td>-297,5</td> <td>106,9</td> | 22 | 31/10/1969 | -297,5 | 106,9 |
| 25 07/02/1970 -256,0 150,9 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 23 | 12/11/1969 | -296,5 | 110,1 |
| 26 14/10/1970 -256,0 156,1 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 24 | 09/01/1970 | -280,0 | 123,4 |
| 27 24/03/1971 -155,0 304,3 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 25 | 07/02/1970 | -256,0 | 150,9 |
| 28 30/03/1971 -238,0 185,6 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 26 | 14/10/1970 | -256,0 | 156,1 |
| 29 29/08/1974 -261,0 168,9 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 27 | 24/03/1971 | -155,0 | 304,3 |
| 30 17/07/1984 -205,0 252,8 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 28 | 30/03/1971 | -238,0 | 185,6 |
| 31 29/10/1984 -266,0 179,3 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 29 | 29/08/1974 | -261,0 | 168,9 |
| 32 28/05/1986 -50,0 513,3 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 30 | 17/07/1984 | -205,0 | 252,8 |
| 33 02/08/1986 -193,0 287,4 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 31 | 29/10/1984 | -266,0 | 179,3 |
| 34 06/09/1986 -264,0 183,9 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 32 | 28/05/1986 | -50,0 | 513,3 |
| 35 12/09/1986 -307,0 125,7 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 33 | 02/08/1986 | -193,0 | 287,4 |
| 36 17/09/1986 -337,0 87,3 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 34 | 06/09/1986 | -264,0 | 183,9 |
| 37 10/02/1995 -300,0 146,0 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 35 | 12/09/1986 | -307,0 | 125,7 |
| 38 19/04/1995 -400,0 40,8 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 36 | 17/09/1986 | -337,0 | 87,3 |
| 39 15/05/1995 -243,0 214,0 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 37 | 10/02/1995 | -300,0 | 146,0 |
| 40 02/06/1995 -14,0 529,0 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 38 | 19/04/1995 | -400,0 | 40,8 |
| 41 17/10/1995 -340,0 87,8 | 39 | 15/05/1995 | -243,0 | 214,0 |
| | 40 | 02/06/1995 | -14,0 | 529,0 |
| 10 00414005 | 41 | 17/10/1995 | -340,0 | 87,8 |
| 42 09/11/1995 -302,0 140,8 | 42 | 09/11/1995 | -302,0 | 140,8 |

Tabella 2 - Misure di portata dal 1953 al 1995, riportate negli Annali Idrologici e riferite all'idrometro di Boara Pisani.



Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 9 di 21

Nessuna misura è stata poi effettuata sino alla metà degli anni '80, allorquando una nuova campagna ha portato ad accertare una considerevole variazione della scala di deflusso lasciando presupporre che i dati pubblicati nel frattempo siano quantomeno dubbi. La successiva campagna di misure, datata 1995, pone in risalto un'ulteriore significativa modifica della scala di deflusso, in linea con le precedenti variazioni, per cui, a parità di altezze idrometriche misurate, risultano nel tempo portate via via sempre maggiori. Le scale di deflusso riportate in Figura 2 sono quelle pubblicate nel corso degli anni sugli Annali Idrologici.



Figura 2 - Varie scale di deflusso. Livelli riferiti allo zero idrometrico dell'idrometrografo a galleggiante

4 RECENTI MISURE DI PORTATA E DEFINIZIONE DELL'ATTUALE SCALA DI DEFLUSSO

4.1 Riferimento idrometrico adottato e misure di portata effettuate

L'interruzione della palladiana a lettura diretta di Boara Pisani e le pessime condizioni di funzionamento dell'idrometrografo storico, hanno indotto ARPAV nella scelta di elaborare solamente i livelli semiorari registrati dal teleidrometro ad ultrasuoni, ubicato, come già detto, sul ponte stradale di Boara Polesine (RO), 180 m a monte della stazione storica (Figura1). Per la verifica della funzionalità della stazione si è deciso altresì di utilizzare come idrometro di riferimento la palladiana di Boara Polesine (RO), recentemente ripristinata per poter leggere anche le magre più estreme del corso d'acqua.

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 10 di 21

| U.O. | Rete | Idro | grafica | Reg | gionale |
|----------|-------|------|---------|-----|---------|
| \cdots | 11010 | IUIU | SIUIICU | 110 | LIGHT |

| NT | Data | H tel. | Q |
|----|------------|--------|-----------|
| N. | Data | [m] | $[m^3/s]$ |
| 1 | 10/11/1998 | -266,0 | 172,0 |
| 2 | 20/01/2000 | -312,0 | 138,0 |
| 3 | 27/11/2000 | 29,0 | 646,0 |
| 4 | 13/04/2001 | -170,0 | 377,0 |
| 5 | 16/07/2001 | -190,0 | 294,6 |
| 6 | 28/08/2001 | -307,0 | 124,0 |
| 7 | 30/10/2001 | -319,0 | 124,0 |
| 8 | 08/11/2001 | -276,0 | 172,0 |
| 9 | 15/11/2001 | -286,5 | 170,0 |
| 10 | 18/01/2002 | -337,0 | 132,0 |
| 11 | 06/05/2002 | 67,0 | 890,0 |
| 12 | 07/05/2002 | -74,0 | 560,0 |
| 13 | 22/07/2003 | -387,0 | 57,5 |
| 14 | 01/08/2003 | -332,0 | 122,2 |
| 15 | 13/10/2003 | -344,0 | 109,7 |
| 16 | 19/10/2004 | -343,0 | 117,7 |
| 17 | 19/10/2004 | -344,0 | 117,6 |
| 18 | 02/11/2004 | -126,0 | 421,7 |
| 19 | 21/01/2005 | -318,0 | 151,4 |
| 20 | 17/03/2005 | -373,0 | 81,3 |
| 21 | 06/06/2005 | -357,5 | 103,7 |
| 22 | 13/06/2005 | -423,5 | 36,3 |
| 23 | 13/06/2005 | -419,5 | 40,0 |
| 24 | 04/07/2005 | -370,5 | 92,9 |
| 25 | 11/07/2005 | -293,5 | 192,7 |
| 26 | 02/08/2005 | -392,0 | 70,9 |
| 27 | 17/08/2005 | -398,5 | 62,5 |
| 28 | 07/10/2005 | -101,5 | 426,0 |

Tabella 3 - Misure di portata dal 1998 ad oggi e riferite al livello idrometrico registrato dal teleidrometro.

In Tabella 3 si riportano le misure di portata recentemente eseguite e riferite allo zero idrometrico del teleidrometro. Si ricorda che rispetto alla Tabella 2 i riferimenti idrometrici sono ora cambiati ed i rispettivi livelli non sono tra di loro confrontabili per quanto detto in precedenza.

4.2 Scala delle portate per regimi non di piena

La scala di deflusso attualmente utilizzata per il calcolo delle portate in regimi non di piena è illustrata in Figura 3, unitamente ai punti indicanti le misure di portata effettuate nel corso del 2004 e 2005.

CONSIDERAZIONI SULLA SCALA DI DEFLUSSO DEL FIUME ADIGE A BOARA PISANI

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 11 di 21

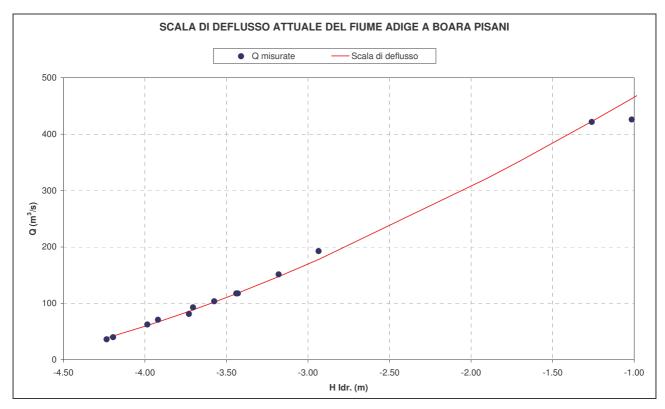


Figura 3- Attuale scala di deflusso del fiume Adige al teleidrometro di Boara Pisani

Le misure di portata eseguite in questi ultimi due anni, con tutte le approssimazioni precedentemente riportate, hanno ancora confermato un modesto incremento delle portate fluenti a parità di altezza idrometrica.

Siccome non è stato possibile ritrovare sezioni antecedenti a quelle rilevate negli ultimi anni anche a causa del travagliato passaggio delle competenze e degli uffici, non è possibile distinguere quanta parte dell'incremento delle portate liquide osservato nel tempo per la medesima altezza idrometrica sia causato da un approfondimento dell'alveo fluviale (a causa sia del diminuito apporto di sedimenti da monte, sia delle escavazioni operate in alveo), piuttosto che da fenomeni di cedimento dei riferimenti idrometrici e/o da fenomeni di subsidenza.

Le misure hanno inoltre confermato il fatto che sugli Annali Idrologici per il periodo 1991-96 sono stati presumibilmente pubblicati dati di portata relativi ad una scala di deflusso errata in magra; infatti la semplice estrapolazione della medesima per bassi tiranti idrici sottostima notevolmente i deflussi; si renderebbe pertanto necessario redigere una errata corrige dei medesimi per evitare di tramandare ai posteri tali marchiani errori.



Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 12 di 21

Tale eventualità era già stata presa in considerazione dall'ex Ufficio Idrografico di Venezia che nel periodo 1997-2002 aveva elaborato dati di portata giornaliera basandosi su una scala di deflusso corretta manualmente nella parte bassa rispetto a quella pubblicata sugli Annali Idrologici. In Figura 4 si riportano le relazioni tra le scale di deflusso elaborate per la sezione di Boara Pisani, le ultime delle quali sono state opportunamente traslate di 13 cm al fine di far coincidere gli zeri idrometrici. Non essendosi potuto stabilire con precisione il momento in cui si è verificata la modifica nella scala di deflusso i dati di portata media giornaliera per il periodo 2002-03 rimarranno anche per il futuro incerti, non essendo possibile associare univocamente a ciascuna altezza idrometrica la relativa portata.

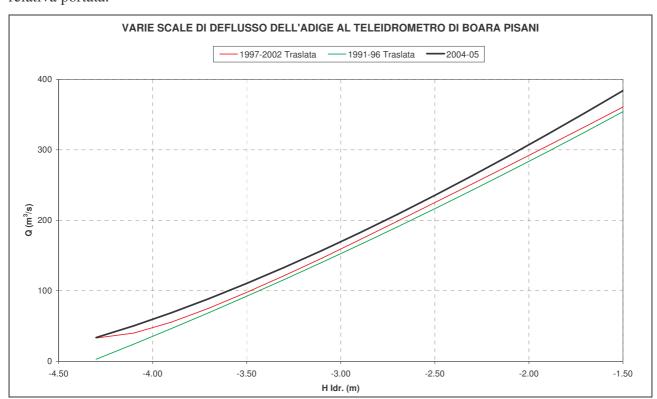


Figura 4- Confronto tra varie scale per deflussi medio-bassi, riferite allo zero idrometrico del teleidrometro

4.3 Scala delle portate in piena

Nel corso degli ultimi 50 anni, da informazioni ricavate dagli Annali Idrologici, sull'Adige alla stazione di Boara Pisani non risultano essere state effettuate misure di piena; infatti il massimo valore di portata misurato risulta pari ad 890 m³/s il 06/05/2002 con un'altezza al teleidrometro di Boara Pisani di + 0,67 m. La motivazione per la quale non sono state eseguite misure di piena potrebbe anche essere ricercata nelle difficoltà tecniche di operare per la presenza di una notevole quantità di materiale in sospensione.



Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 13 di 21

U.O. Rete Idrografica Regionale

Purtuttavia la necessità di fornire comunque delle stime sulle massime portate in transito alla predetta sezione ha spinto i vari direttori dell'ex Ufficio Idrografico a prolungare, seguendo le indicazioni emerse dai rilievi eseguiti prima del 2° conflitto mondiale, la curva della scala di portata delle magre dell'Adige a Boara Pisani sino ai massimi valori di altezza idrometrica.

Tutte le varie stime di portata di massima piena sono state raccolte da Villi e Bacchi nella pubblicazione n° 2511 del CNR dal titolo "Valutazione delle piene nel Triveneto" (anno 2001).

Riportando in ascissa le altezze idrometriche ed in ordinata le corrispondenti portate si ottiene per l'Adige all'idrometrografo di Boara Pisani una scala di deflusso per le piene di tipo parabolico (Figura 5).

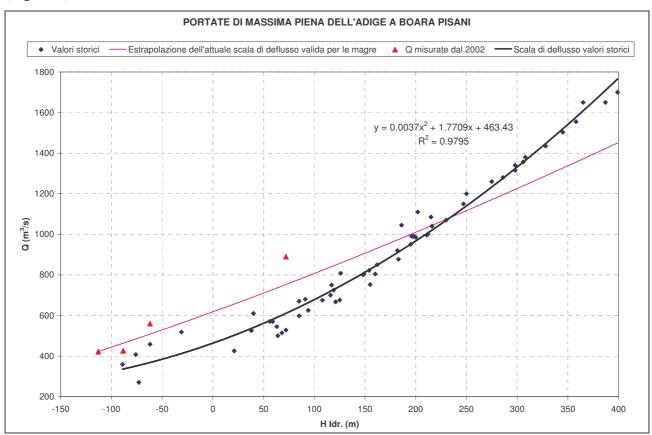


Figura 5- Scale di deflusso, riferite allo zero idrometrico dell'idrometrografo, per le portate di piena

Si segnala che in Figura 5 sono state abbassate di 13 cm le altezze idrometriche dell'attuale scala di deflusso e delle recenti misure di portata (relative al teleidrometro anziché all'idrometrografo), al fine di far coincidere il più possibile i due zeri idrometrici.

Il semplice prolungamento dell'attuale scala di deflusso valida per le magre porterebbe quindi ad un'iniziale sovrastima ed ad una finale sottostima delle portate di piena transitanti alla predetta sezione di misura, rispetto a quanto sarebbe stato ricavato in base alle scale di deflusso del passato.

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 14 di 21

U.O. Rete Idrografica Regionale

Una scala delle portate può essere estrapolata anche mediante diverse tecniche sperimentali; una delle più utilizzate risulta essere quella di osservare come si distribuiscono, in un piano cartesiano livello-velocità, le velocità medie effettivamente misurate in occasione dei pochi rilievi di morbida fluviale. Per l'estrapolazione della scala delle portate in piena è pertanto possibile procedere estrapolando la sola velocità media nella sezione di misura in funzione del livello e ricostruendo l'area bagnata a partire dai rilievi batimetrici disponibili, applicando poi la relazione $Q = v \times A$.

La velocità media in piena tende infatti a stabilizzarsi, se non addirittura a ridursi, per effetto della presenza delle aree golenali o per effetto di fenomeni di rigurgito.

Utilizzando il rilievo (Figura 7) della sezione immediatamente a monte del ponte stradale (dove solitamente ARPAV effettua le misure di portata con mulinello e pesce zavorrato, calato mediante argano), si è ricavato l'andamento della sezione liquida al variare del livello idrometrico. Si osserva che in prossimità del ponte non ci sono praticamente aree golenali e pertanto la portata tende a crescere proporzionalmente al tirante idrico. Il grafico della sezione liquida al variare del livello (Figura 6) conferma tale osservazione: le aree bagnate crescono infatti proporzionalmente al tirante idrico.

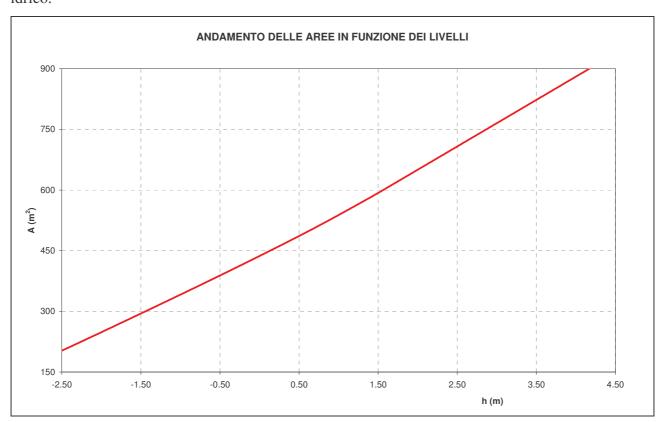


Figura 6 – Andamento delle aree bagnate in funzione del livello idrometrico



CONSIDERAZIONI SULLA SCALA DI DEFLUSSO DEL FIUME ADIGE A BOARA PISANI

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 15 di 21

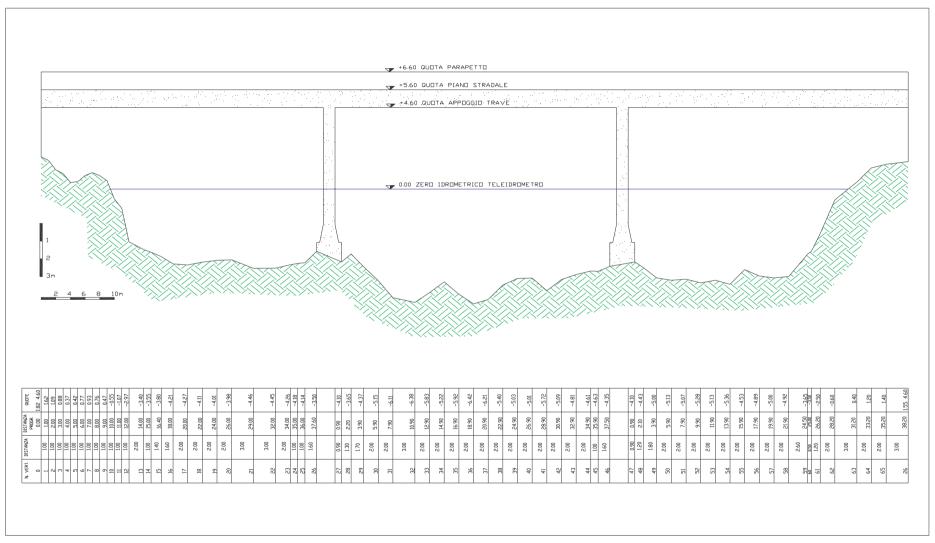
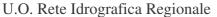


Figura 7 - Rilievo della sezione dell'Adige a Boara Pisani, immediatamente a monte del ponte stradale.



Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 16 di 21



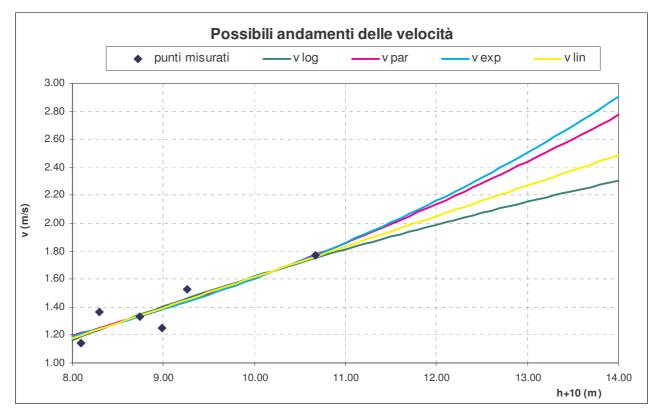


Figura 8 - Velocità medie misurate e tentativi di regolarizzazione ed estrapolazione dell'andamento per tiranti elevati.

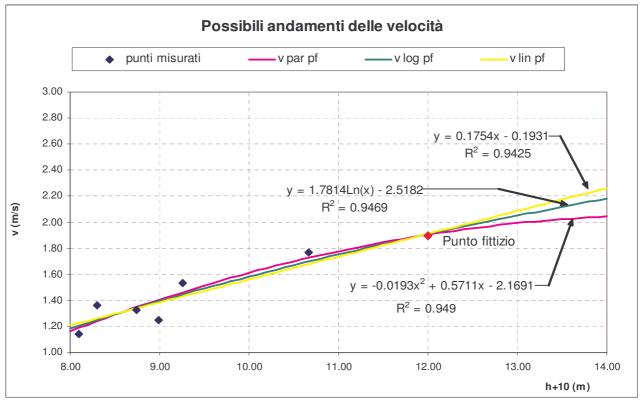


Figura 9– Ipotesi di variazione della velocità media in funzione dell'altezza idrometrica, nel caso di introduzione di un punto fittizio (h=+2.00m, v=1.9m/s)



Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 17 di 21

U.O. Rete Idrografica Regionale

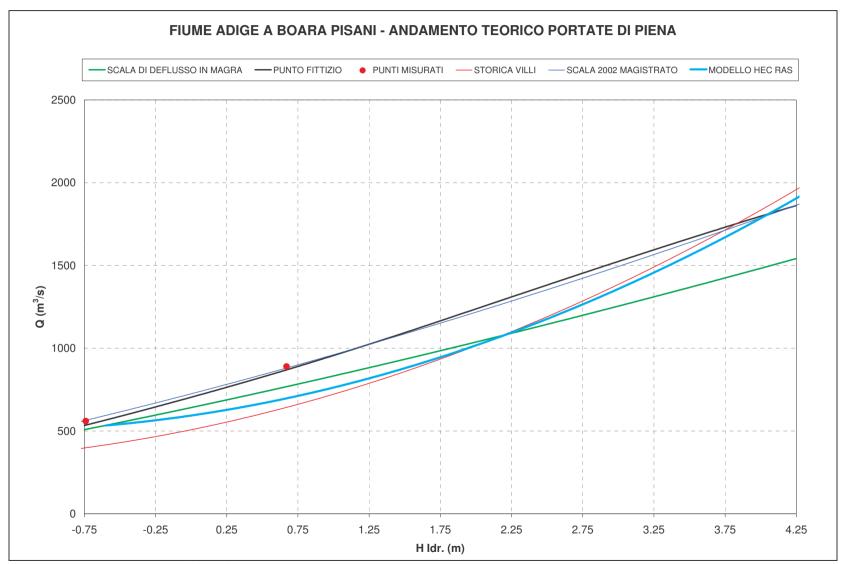


Figura 10- Diverse ipotetiche scale di deflusso in piena per il fiume Adige a Boara Pisani



U.O. Rete Idrografica Regionale DEFLUSSO DEL FIUME ADIGE A BOARA PISANI

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 18 di 21

In Figura 8 sono stati riportati i valori medi della velocità osservati in occasione delle misure in condizioni di piena e morbida e alcuni tentativi di regolarizzazione dell'andamento delle velocità.

CONSIDERAZIONI SULLA SCALA DI

Osservando, in Figura 10, l'andamento delle curve di portata così ottenute si nota che le varie interpolazioni con ogni probabilità ancora sovrastimano le portate transitanti per altezze idrometriche elevate; ciò è dovuto probabilmente al fatto che la massima altezza idrometrica in corrispondenza della quale è stata effettuata la misura di portata è pari ad appena + 0.67 m, valore ragguardevole, ma di certo non di eccezionale entità per la sezione in questione.

Si è pertanto deciso di assegnare un valore di velocità fittizia alla corrente idrica a quota + 2,00 m sullo zero idrometrografico del teleidrometro di Boara Pisani in modo tale da far convergere ad un valore prefissato le velocità massime di piena sotto il ponte stradale (Figura 9). Tale ipotesi, seppur non supportata da rilievi diretti delle velocità, è l'unica al momento percorribile al fine di salvaguardare le stime storiche di massima piena del fiume Adige alla sezione di Boara Pisani con gli attuali rilievi condotti in alveo.

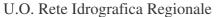
Nel 2002, nell'ambito della già citata indagine del Magistrato alle Acque, è stato anche predisposto un modello idraulico di propagazione delle piene nel fiume Adige del tipo Hec-Ras mediante il quale è stata ricalcolata un'ulteriore scala delle portate, che risente tuttavia della necessità di non scostarsi troppo dalla scala delle portate storica in condizioni di piena traslata di circa 13 cm (Figura 10). A tale proposito si riportano in Figura 11 i risultati del modello in moto vario per alcuni eventi, al fine di evidenziare l'ampiezza e l'incertezza insita nella formazione del cappio, per il quale, come è noto, a parità di altezza idrometrica, transita nel corso d'acqua una portata maggiore nella fase ascendente dell'evento rispetto a quella che scorre durante la fase di esaurimento del colmo.

Alla luce delle osservazioni sopra riportate si può affermare che i dati a disposizione, in particolare lo scarso numero di misure condotte con livelli idrometrici particolarmente elevati, non consentono una soddisfacente definizione della curva di deflusso che stimi le portate di piena.

Tra le varie possibilità appena illustrate e le scale già utilizzate in passato, sembra ragionevole fare riferimento alla scala di deflusso definita dall'interpolazione parabolica con punti fittizi delle velocità misurate in condizioni di morbida sostenuta, che ben si accorda con quella proposta per le piene dal modello Hec-Ras.

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 19 di 21



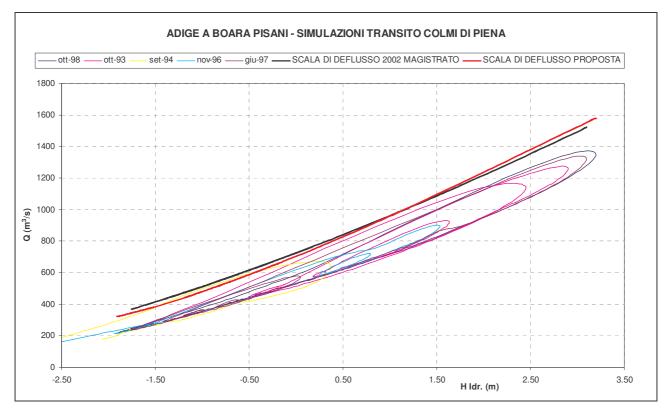


Figura 11- Risultati delle simulazioni dei deflussi in piena per il fiume Adige a Boara Pisani

La stima delle portate di massima piena così ottenuta risulta comunque soggetta ad un margine di incertezza non indifferente, al quale si aggiunge l'indeterminazione insita nella formazione del cappio di piena caratterizzante il transito delle intumescenze dell'Adige così come previsto dal modello idraulico.

Al momento attuale si è deciso di utilizzare la seguente scala di deflusso (Figura 12):

Q =
$$68,8325 * (h + 4,90)^{1.4044}$$
 per h < - 140 cm
Q = $(-0,0193 * h^2 + 0,1849 * h + 1,6106)*A$ per h > - 139 cm

Tale scala di deflusso non tiene quindi conto dell'influenza dei fenomeni indotti dal moto vario che, come è dimostrato dal modello idraulico utilizzato, comportano la formazione del cappio di piena.

Q (m₃/s)

600

300

-5.00

-4.00

-3.00

-2.00

CONSIDERAZIONI SULLA SCALA DI DEFLUSSO DEL FIUME ADIGE A BOARA PISANI

Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 20 di 21



Figura 12– Scala di deflusso proposta per il teleidrometro del fiume Adige a Boara Pisani

H Idr. (m)

0.00

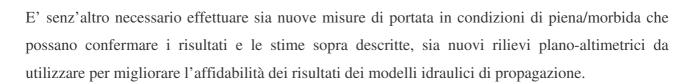
1.00

2.00

3.00

4.00

-1.00



5 CONCLUSIONI

In questo lavoro si è provveduto a spiegare tutte le difficoltà insite nel calcolo della scala delle portate su un corso d'acqua estremamente mutevole nel corso del tempo, anche se ci si è potuti basare su numerose recenti misure di portata.

Viste le considerazioni precedentemente esposte si è deciso per l'abbandono della stazione idrometrografica storica di Boara Pisani e per l'utilizzo, d'ora in avanti, dei livelli forniti dal sensore ubicato sul ponte stradale che sarà quanto prima raddoppiato con l'installazione di una sonda di pressione presso l'asta idrometrica di Boara Polesine.

La scala delle portate più sopra definita verrà utilizzata per produrre le tabelle delle portate giornaliere effettivamente defluite alla predetta sezione di misura, dal gennaio 2004 al dicembre 2005 e costituirà la "base" per le future elaborazioni. Si segnala che le portate che verranno calcolate non rappresenteranno tuttavia i deflussi naturali del fiume Adige, in quanto questi ultimi



Data 16/01/2006 Revisione 0 Relazione n° 01/06

Pagina 21 di 21

U.O. Rete Idrografica Regionale

risultano fortemente alterati sia dall'azione dei serbatoi esistenti a monte, sia dalle portate derivate ed utilizzate (soprattutto ad uso irriguo) nell'intero bacino idrografico chiuso a Boara Pisani.

Dall'esame delle misure di portata e delle scale di deflusso pubblicate in passato, si è confermata la tendenza nel tempo ad un aumento dei deflussi a parità di altezza idrometrica, imputabile ad un progressivo abbassamento dell'alveo; tale fatto non può che incrementare la necessità di continuare nell'effettuazione di rilievi e misure nei vari stati idrometrici, sia in magra (per il ben noto problema della risalita del cuneo salino ed al fine di poter controllare il transito della portata di rispetto attualmente fissata pari a 70 m³/s), sia in piena, viste le incertezze ancora esistenti sui reali deflussi in condizioni limite del corso d'acqua.

È stata rilevata inoltre la possibilità che i dati pubblicati nel corso del tempo negli Annali Idrologici contengano degli errori, soprattutto negli anni successivi al 1958-59. Non si ritiene in ogni caso possibile formulare ipotesi diverse sull'effettivo andamento della scala di deflusso per il periodo 1960-90, dato il lungo tempo trascorso e la mancanza di rilievi diretti di velocità e di portata; è pur tuttavia plausibile una correzione delle portate di magra pubblicate sugli Annali Idrologici nel periodo 1991-96 che sottostimano in modo eccessivo i reali deflussi del corso d'acqua.

Per le considerazioni innanzi esposte si ravvisa la necessità di disporre di rilievi batimetrici e planoaltimetrici recenti, con quotatura delle aste e dei riferimenti dei numerosi strumenti registratori tuttora presenti presso la sezione di misura di Boara Pisani.

La formazione e le "dimensioni" del cappio di piena (stimate mediante modello del tipo Hec-Ras) e più in generale i fenomeni idraulici di moto vario che possono instaurarsi nel tratto in esame, rendono indispensabile poter disporre in ARPAV di adeguata modellistica idraulica di supporto ai rilievi e alle misure e finalizzata anche alla comprensione della dinamica fluviale, in particolare in occasione del transito dei colmi di piena.