

*Bruno Loffi*

***ANTICHE MISURE***

***CREMONESI***

***DELL'ACQUA IRRIGUA***

Estratto dal “ Bollettino Storico Cremonese ”  
Volume XXIV – anno 1969

# ***ANTICHE MISURE CREMONESI DELL'ACQUA IRRIGUA***

*Durante il breve periodo nel quale tenni la direzione del Naviglio della Città di Cremona ebbi l'opportunità di proporre, alle Amministrazioni di quell'Ente e del Consorzio per l'incremento della irrigazione nel territorio cremonese, il deposito dell'antico materiale archivistico (sino ai primi decenni del XIX secolo) all'Archivio di Stato di Cremona.*

*Conclusa l'operazione, la gentile Dott.<sup>ssa</sup> Maria Luisa Corsi, direttrice dell'Archivio di Stato, rilevò la difficoltà, per lo studioso, di capire taluni riferimenti topografici ed ingegneristici frequentemente contenuti nei documenti depositati; da qui l'origine di questo lavoretto – in un certo senso introduttivo all'esame della copiosa documentazione – il quale ha lo scopo di fornire la chiave per la comprensione delle questioni relative alla misura delle acque.*

*Mi è gradito ringraziare la Dott.<sup>ssa</sup> M.L. Corsi, direttrice dell'Archivio di Stato di Cremona, la Dott. C. Almansi incaricata della conservazione dell'Archivio Storico della Camera di Commercio di Cremona e la Dott. R. Barbisotti della Biblioteca Governativa di Cremona per l'aiuto ed i consigli prestatimi per il reperimento e la lettura dei documenti: fatica, per me, altrimenti, assai ardua.*

## **2) LE TRIBOLAZIONI DELLE ACQUE**

Secondo il Campi <sup>1)</sup> Cremona è posta «... *in sito amenissimo, tutto piano, fertilissimo, e per natura, e per la copia dell'acque che lo irrigano, ...*»; e parrebbe che d'acqua ve ne fosse, allora, almeno tanta quanto ne bastasse.

Ma la realtà, all'interno del territorio cremonese, era meno idillica di quanto traspariva dalla descrizione riferita. Ne fanno fede le vivaci contestazioni degli utenti delle acque ai gestori dei canali, le ripetute ordinazioni di questi ultimi, le frequentissime liti giudiziarie per manomissione di prese e per furti d'acqua irrigua; infine le innumerevoli grida delle supreme autorità, sollecitate dai

gestori dei canali dispensatori, con le quali si comminavano pesanti pene per chi, appunto, commetteva tali reati.<sup>2)</sup>

D'altro canto il valore dell'acqua, commisurato alla produzione che essa e la terra cremonese generosamente consentivano, era tale da rendere sopportabile il rischio di incorrere nelle pene promesse; e tanto più in quanto, forse, si poteva mettere in conto la probabilità di non essere... pescati. Di ciò si preoccuparono i Magnifici deputati all'Amministrazione del Civico Naviglio; ed insistendo, perciò, affinché il Senato Milanese approvasse alcuni ordini<sup>3)</sup>, coi quali si prevedeva anche il raddoppio del valore delle contravvenzioni, così giustificavano il provvedimento da essi proposto: si *«cerca l'accrescimento delle pene a quelli che impongano nel naviglio restare over impedimenti de sotto le lor Bocche per accresere acqua a' dette sue bocche, si dice che quelli che fanno dette contraventioni procurano la pena de cento scuti, perché augmentando le acque nelle lor Bocche guadagneranno in un giorno o duoi di scuti cinquecento et più perché adacquando gran quantità de lini facilmente gli può reuscire tal utile perché il maggior fondamento delle entrate de possessioni adacquadore è la maggior sustantia de redditi de lini; et parimente può essere anche tal utile nel raccolto de feni et miglij, et perciò essi contravenienti conoscendo l'evidentissimo utile, non curaranno pagar cento scuti per guadagnarne e, quatro cento e, cinquecento come può essere; è vero che altre fiata la pena de simili contraventioni non eccedeva scuti vinticinque et fu per simili ragioni accresciuta al numero delli s.ti 100; per ordine però dell'Ecc.mo Senato, et perché di novo si crede tali non curar la pena delli s.ti 100, si è venuto in parere di dimandar all'Ecc.mo Senato questa nova gionta delli s.ti 200»*<sup>4)</sup>.

Né si creda che le lotte ed i sotterfugi escogitati per avvantaggiarsi nell'uso delle acque fosse limitato al riparto delle acque entro il territorio cremonese! E', per esempio, della stessa epoca la violenta diatriba, fra Bresciani e Cremonesi, per la derivazione delle acque dal fiume Oglio, che ebbe come autorevoli plenipotenziari il Conte Anguissola per il Governo di Milano ed il Vescovo Bollani per la Repubblica Veneta; in quel caso si dovevano sanare questioni per le quali ambo le parti avevano mandato cavalleggeri debitamente armati e regolarmente pagati per difendere gli operai incaricati di distruggere – magari nottetempo – quanto gli avversari avevano appena terminato di costruire!<sup>5)</sup>

Ma, tornando alle questioni...interne: le abusive sottrazioni d'acqua erano tanto frequenti anche perché esse, di facile realizzazione, erano stimulate dalla scarsità d'acqua e dall'incoercibile desiderio di salvare le colture che rinsecchivano. Il continuo ridursi del rapporto fra disponibilità e fabbisogno imponeva a coloro che amministravano i canali irrigui di escogitare ed imporre una disciplina nel prelievo di acqua; disciplina tanto più necessaria quanto maggiore era il numero dei

possidenti cui era stata attribuita la concessione del prelievo e quanto più frequenti e gravi erano le siccità estive.

A tutti questi motivi si ispiravano, appunto, i citati ordini che i Magnifici deputati all'Amministrazione del Civico Naviglio di Cremona, avendone discusso nella loro adunanza del 1° giugno 1584 <sup>6)</sup>, proposero al Consiglio Generale della città; il quale nello stesso giorno, approvò, con 62 sì ed 8 no, l'aumento delle pene; con 55 sì e 13 no, di attribuire autorità ai Deputati circa la sistemazione degli scanni <sup>7)</sup>; con 67 sì e 3 no, di autorizzare i Deputati a modulare e regolare le bocche estraenti del Naviglio Civico nei modi e nelle forme usate dai signori Pallavicino <sup>8)</sup>.

### 3) NOTE SULLE MAGGIORI RETI IRRIGUE CREMONESI

A questo punto ritengo necessario fornire, brevemente, qualche notizia sulla formazione di due delle reti irrigue cremonesi <sup>9)</sup>.

I canali dispensanti acqua irrigua al territorio cremonese posto ad oriente del fiume Serio erano per la gran parte alimentati, sino verso la fine del secolo scorso, dalla rete degli acquedotti dipendenti dall'Amministrazione del Naviglio della Città di Cremona (Naviglio Civico) e dall'Amministrazione dei canali Pallavicino <sup>10)</sup>.

La prima era una rete di canali principali e secondari la cui origine si perde nei tempi. Intorno al mille venivano utilizzate le acque di fontanili e di coli raccolti nel basso bergamasco e nel soncinese dai canali *Fosso bergamasco*, *Naviglietto di Barbata* (detto anche *Naviglio Vecchio*), *Naviglio di Melotta*, antiche possessioni (insieme col *Morbasco* e la *Cremonella*) della Comunità di Cremona <sup>11)</sup>.

Ben presto, però, i Cremonesi dovettero nutrire l'aspirazione di utilizzare acque del fiume Oglio; ed a ottenere, per questo scopo, la concessione di aprire una derivazione sul fiume stesso.

Sembra che un privilegio sulle acque dell'Oglio sia stato rilasciato ai Cremonesi nel 951 da Ottone I <sup>12)</sup> e più volte confermato dai successivi Imperatori. Ma l'avvio dei lavori per la costruzione delle opere di derivazione e del seguente canale sembra essere stato determinato dall'ampia concessione fatta il 21 giugno 1329 da Ludovico IV il Bavaro <sup>13)</sup> confermata il 13 maggio 1337 da Azzone Visconti signore delle città di Milano, Bergamo e Cremona.

La presa del nuovo canale fu aperta sull'Oglio in Calcio – territorio bergamasco – ed il canale chiamato Naviglio di Calcio (negli atti è indicato anche come Naviglio Nuovo per distinguerlo da quello del «*vecchio*» di Barbata).

Le disponibilità idriche del Naviglio Civico furono, poi, aumentate mediante:

- a) l'acquisizione:
- del fontanile *Medico* nel 1564;
  - del fontanile *Ceregallo* nel 1577 (poi impinguato dal Ceregallino pare nel 1582);
  - dei fontanili *d'Isso*, *Onete* e *Petentine* nel 1579;
  - dei fontanili *Vianoli* (o *Triulza*), *Lammetta*, *Lamme* e *Lunetta* nel 1583; alla stessa epoca, pare, anche dei Fontanili *Secco*, *Pellegallia* e *S. Cosmo*;
  - dei fontanili *Zenerolo* e *Prevosta* nel 1634;
- b) l'apertura del fontanile *Trobiate* nel 1564;
- c) l'acquisto del cavo *Borromeo* nel 1830; la quasi contemporanea apertura dei fontanili *Armandi*, *Nuova* e *Lochis* ed i molteplici lavori di ampliamenti e rettifiche delle quali ultime rimane tuttora il segno nei terreni (per esempio il tracciato del fontanile *Schizzi*).

Il Naviglio Civico termina a Cremona alimentando le fosse interne della città.

La natura di azienda pubblica della rete del Naviglio Civico spiega e giustifica i frequenti interventi delle autorità.

La consistenza – verso la metà del XIX secolo – dei canali appartenenti all'Amministrazione Navigliare, estesa per 150 km., è schematicamente indicata nella fig. 1.

La rete di proprietà della nobile famiglia Pallavicino (il cui schema è riportato in fig. 2) era formata da canali, alimentati dal fiume Oglio, e da fontanili <sup>14)</sup>; precisamente:

- a) *Calciana*: deriva dal fiume Oglio in Calcio (Bergamo).

La sua origine si perde nel tempo; il primo atto conosciuto relativo ad acque di questo canale è del 1380. Il suo corso era allora molto breve; fu prolungato intorno alla fine del XV secolo; il canale subì modificazioni planimetriche in periodi che non si riesce ad identificare. Giunto in territorio di Ticengo il cavo Calciana dava luogo al cavo Geronda.

- b) *Naviglio Grande Pallavicino* (detto anche *nuovo* per distinguerlo dal Naviglio Civico il quale, nel suo complesso, è chiamato anche *vecchio*): volendo irrigare i suoi vasti possedimenti il marchese Galeazzo I iniziò nel 1505 l'ampliamento di una roggia, derivante dall'Oglio in Pumenengo (Bergamo), pervenuta ai Pallavicino come dote matrimoniale. Questo progetto fu confermato nel 1514 dalla città di Cremona la quale vantava diritti sul fiume in forza del citato privilegio rilasciatole da Ludovico il Bavaro; ma vi si oppose la città di Brescia, sotto la Repubblica veneziana, richiamandosi al privilegio del dominio del fiume Oglio concessole nel 1037 da Corrado II (privilegio confermatole nella pace di Costanza – 1183). Ne nacque una controversia che fu accomodata, nel 1525, con l'autorizzazione data da Brescia ai Pallavicino di estrarre dal

fiume Oglio, attraverso la presa già costruita, una portata pari a 35 quadretti bresciani (unità di cui nessuno è riuscito sinora a fare traduzione in misure metriche) <sup>15)</sup>.

Il Naviglio Grande dà origine ai cavi secondari Ciria Nuova – da cui si deriva il cavo Canobbia Nuova – Canobbia Vecchia e Ciria Vecchia (al principio del XVI secolo erano originati da sorgive); quest'ultimo ai cavi Bolla (acquistato dal condominio nel 1783) e Nuovo Delmona (aperto verso la fine del XVIII secolo) e questo al Diversivo Magio (concesso ai Pallavicino nel 1787).

c) *Molinara*: deriva dal fiume Oglio in Pumenengo (Bergamo); fu aperto nel 1780-82 per riprendere acque decadenti in Oglio dal Naviglio Grande; era destinato all'azionamento di opifici ed alla irrigazione di beni dei Pallavicino; forma, insieme col cavo di Suppeditazione, il Naviglio Nuovo Pallavicino.

d) *Cavo di Suppeditazione*: a seguito delle crescenti estrazioni d'acqua dal fiume effettuate specialmente dai bresciani, alle derivazioni dei Pallavicino, citate ai precedenti paragrafi ed in particolare al Naviglio Grande, non pervenivano più le portate per le quali erano state costruite; cosicchè nel 1784 il marchese Galeazzo VII Pallavicino ottenne dai Governi di Milano e della Repubblica Veneta di aprire una nuova presa sul fiume Oglio *per suppeditare quella quantità che fosse per mancare ai già concessi 35 quadretti bresciani*.

Il cavo di Suppeditazione, insieme col Molinara e con fontanili diversi, forma il Naviglio Nuovo il quale si getta nel Naviglio Grande a Cumignano.

e) *Filibbera Brugnana*: acquistata da Adalberto I Pallavicino nel 1532.

f) *Fontanili*:

➤ *Naviglietto di Calcio* (e capifonte Isolabella e Postale): la prima concessione di cui si ha notizia è del 1522;

➤ *Cavo delle Fontane*: ceduto al Condominio Pallavicino nel 1781;

➤ *Fornace*: sembra essere stato, originariamente, un ramello d'Oglio;

➤ *Bobbio e Grumella*: acquistati da Adalberto nel 1595;

➤ *Facina*: scavato nel 1579.

g) *Scaricatore di Grumone*: costruito verso la fine del XVIII secolo.

### 3) LA MODELLAZIONE DELLE BOCCHE DI DERIVAZIONE

Conviene qui premettere, per comodità del lettore, che le misure lineari, correnti nel cremonese durante i secoli XVI – XVIII, utilizzate per indicare le dimensioni delle modellazioni erano le seguenti <sup>16)</sup>:

Trabucco cremonese o Cavezzo	= 6 braccia	= metri	2,90123
Braccio da fabbrica cremonese o agrimensorio	= 12 once	= metri	0,48354
Oncia <sup>17)</sup> . . . . .	= 12 punti	= metri	0,04029
Punto . . . . .	= 12 atomi	= metri	0,00336
Atomo . . . . .		metri	0,00028

Il Consiglio di Cremona, dunque, il 1° Giugno 1584 autorizzò i Deputati del Naviglio a regolare le bocche come i signori Pallavicino. Ma il Senato di Milano ha bisogno di chiarimenti; per cui, comunica F. Tinti con lettera 5 dicembre 1584 <sup>19)</sup>: «... si desidera sapere il modo che usano detti signori Pallavicino e la differenza che è dall'uno all'altro acciò possano (i Senatori) deliberare sopra l'applicazione...».

Dopo varia corrispondenza <sup>20)</sup> i Deputati al Naviglio chiariscono, con la precitata lettera 9 marzo 1584 ab Inc., che «...a questo modo (dei Pallavicino) si soccorrava alle bocche che sono nel Naviglio nella parte da basso et a questo modo si partiranno le acque egualmente che non si è fatto sin dora <sup>21)</sup>, et a questo fine si manda il disegno <sup>22)</sup> dove si vedeva il modo che se usa nel Naviglio nostro, et anche quello si usa nel modular le bocche del Naviglio Pallavicino, et anche se intende questa forma medesima di modular servarsi nel lodeviano in ripartir le acque della Muzza; et volendo detti nostri Ill. S. Senatori intendere che differenza è dal modo di modular alla forma del nostro Naviglio alla forma Pallavicina si dice che la forma Pallavicina ha trei edificij cioè, bocca, modello, et briglia, et la nostra modo di modular a solum Boccha et briglia il che causa che per la quantità del acqua che si ritrova nel Naviglio e, anche per essere ben situate le bocche delle seriole poste nel detto Naviglio causa che non si può giustar detto modello con la sola paradora, ma mettendo il modello conforme alla ragione di tal bocche si può giustar tal modello con la paradora perché è credibile che non è tanta forza d'acqua fra la bocca et modello come è nel Naviglio...».

La sostanziale differenza sembrerebbe essere stata intesa nel fatto che l'esistente tipo di bocca sul Naviglio cremonese aveva prima il modello e poi la paratoia, mentre in quello dei Pallavicino la paratoia precedeva il modello da questo separata a mezzo di un “castello d'acqua”

(o canale di colma) e che ciò consentisse di ridurre la forza (rectius: pressione, carico d'acqua). In realtà la differenza costruttiva doveva accompagnarsi al diverso modo con cui si regolava la paratoia; nel Civico le paratoie delle bocche erano disposte con una luce di efflusso, sotto di esse, uguale per tutta l'estensione della rete <sup>23)</sup> cosicché l'acqua che entrava dipendeva dal battente davanti al modello (e quindi si spiega perché le bocche a monte derivassero proporzionalmente di più di quelle a valle); sembra, invece, che sui canali Pallavicino la paratoia si manovrasse in modo che, combinandosi il battente davanti ad essa e la luce sotto di essa, l'altezza d'acqua davanti al modulo fosse quella voluta (e quindi, anche se inconsapevolmente, con criterio moderno) <sup>24)</sup>.

Il Senato si convinse dell'opportunità di introdurre la nuova modellazione ed il 13 giugno 1585 <sup>25)</sup> approvò i nuovi *ordini* in forza dei quali i Deputati, nell'interesse pubblico e privato, furono autorizzati ad imporre sul Naviglio Civico le modellazioni « *nel modo e forma* » usato dai Pallavicino, o come « *più e meglio* » essi avessero a giudicare. La nuova modellazione imponeva nuove spese e non poteva certo essere gradita dagli utenti. Non fu facile impresa, pertanto, ottenere che i *partecipanti* (cioè gli utenti) delle varie seriole *rimodellassero* le loro bocche; molti di essi, anzi, cercarono di ... tirare in lungo; lo testimoniano i vari documenti pubblicati nel 1710 insieme alle *Provvisioni* <sup>26)</sup> e le diligenti memorie di Galosio nel suo *La perizia e l'agrimensura*.

Questa resistenza aveva anche fondamento, oltre che nella generale stanchezza economica di quell'epoca, nel fatto che con quella del 1585 erano almeno tre le forme di modellazione imposte agli utenti del Naviglio Civico nell'arco di due secoli <sup>27)</sup>.

Se, infatti, gli Statuti di Cremona del 1339 nulla stabilivano in materia <sup>28)</sup>, quelli del 1387, invece, avviavano la disciplina nell'uso delle acque disponendo – nei capitoli relativi alla manutenzione degli argini, delle strade, dei canali e delle cloache – che chiunque, avendone l'autorizzazione, volesse estrarre acqua dal Naviglio dovesse entro sei mesi costruire, con pietra e calcina, una chiavica o bocchetto fatto in modo da non poter estrarre più acqua di quanta gli competesse <sup>29)</sup> (prima modellazione).

Le *Provisiones* anni 1444 (seconda modellazione) <sup>30)</sup> accennano vagamente anche alla *tromba*; mentre nei capitoli approvati da Francesco I Sforza il 6 agosto 1454 ed in quelli 22 dicembre 1466 approvati da Bianca Maria Visconti, stabilito di doversi porre il *modulo lapideo*, (terza modellazione) si rimandava per il *resto a come sarà ordinato dai Deputati et ingegneri del Navilio* <sup>31)</sup>. Con una ordinazione del 28 febbraio 1472, e fatto riferimento alle lamentele di molti utenti perché il battente era stato ridotto da due onces a un'oncia, si fissano le norme per la modellazione (che poi saranno sostanzialmente riprese nel 1551): primo modulo, paratoia,



secondo modulo, indi briglia a 25 cavezzi <sup>32)</sup> e confermato il battente di un'oncia (quarta modellazione).

Nessuna modifica alla modellazione è apportata con la riforma dei capitoli intorno ai navigli nuovi (era progettata una nuova presa sull'Oglio a Soncino) e vecchi che ottenne l'interinazione del Senato il 24 maggio 1481 e l'approvazione del Duca Gian Galeazzo Sforza il successivo 18 settembre <sup>33)</sup>. Le *Provisiones Navigij* del 1551 trattando specificatamente della modellazione ribadirono che tutte le bocche dovessero essere modulate – a spese degli utenti, cominciando da quelle superiori e scendendo gradualmente, rigettata qualunque contraria consuetudine – nel modo stabilito nelle stesse provvisioni; e che nessuno potesse estrarre acqua se non avesse regolarmente modulato la bocca.

La modellazione fu dettagliatamente illustrata nel modo seguente <sup>35)</sup> e come in fig. 3: « *Le bocche delle sariuole si modellino, et si facciano in questa guisa. Facciasi lungo la riva del Naviglio un muro di pietre, et di calcina, diritto come se ne va appunto la riva; lungo duodici braccia; et di quella altezza, che dal Commissario, et da' Deputati sarà ordinato. Nel cui mezo pongasi un pezzo di marmo, o di sasso forato quadratamente nel mezo (chiamasi comunemente un Modello) il quale per conto niuno si sporga adentro nel vaso d'esso Naviglio: il cui forame, o bocchetto, che si vogliam dire; sia tante oncie largo, quante quella sariuola, dove esso Modello si porrà, n'havrà di ragione da cavare; et alto dieci. Questo Modello pongasi talmente levato dal fondo del Naviglio, che il labbro di sopra del bocchetto non sia dall'acqua soverchiato se non tanto, quanto importa un'oncia, et non più; havuto però risguardo all'altezza dell'acqua, che comunemente suole essere in quel luogo. Ma in ogni caso, comunque ella si sia, non si ponga mai per modo alcuno tanto basso et profondo, che il labbro di sotto d'esso bocchetto sia più basso del fondo del Naviglio. Facciansi poi per diritta linea di qua, et di là dalla bocca del Modello due spalle di pietra, et di calcina tanto distanti l'una dall'altra, quanta è la larghezza del bocchetto; longhe dieci braccia, a guisa d'un canale, della predetta larghezza; in capo alle quai spalle pongasi un altro Modello di legno, over di marmo, in quel medesimo modo alto, largo et uguale, come è il Modello verso il Naviglio in maniera, che il canale, che dalle sopradette spalle habbiam detto formarsi, non habbia alcuna discesa, o vogliam dir dicaduta, ma sia per tutto equale, et piano. Facciasi poi sopra questo canale un ponte di pietra per li viandanti longo sei, over sette braccia si fattamente, che da ciascun de' lati d'esso ponte vi rimanga un vuoto di due braccia, o d'uno et mezo. Per ispatio poi di venticinque cavezzi facciasi nel vaso della sariuola al traverso di quella un sostegno di pietre, o vogliam dire una briglia, la qual sostenga il corso dell'acqua, et sia più bassa una oncia solamente del labbro di sotto del bocchetto del Modello; et un tanto et mezo più larga d'esso bocchetto, et non più.*

*Avvertirassi ancora, che la bocca del Modello verso il Naviglio sia in tal guisa fatta, che si possa chiudere, et metterle uno usciuolo, ovvero un paratoio per serrarla a suoi tempi, et secondo che comandano gli Ordini»* <sup>36)</sup>.

Le *Provisiones* 1551 stabilivano pure, poco avanti, che le bocche non potessero superare la larghezza di 24 once (occorrendo, si sarebbero dovuti costruire, come avvenne, più moduli per una sola bocca estraente <sup>37)</sup>, e davano subito dopo il significato dell'unità di misura: «*intendasi un'oncia d'acqua una in larghezza e dieci di altezza*» cioè la quantità che passa in un bocchello largo un'oncia, alto dieci e col battente di un'oncia <sup>38)</sup>.

Successivamente ed allo scopo di assicurare una migliore erogazione, il Podestà di Cremona, Ludovico Magenta, con ordinanza datata 1° dicembre 1559, dispose che le bocche del Naviglio Civico avessero il labbro inferiore all'altezza del fondo del cavo <sup>39)</sup>; ed il Galosio <sup>40)</sup> ritiene che per ottenere con sicurezza tale scopo si fosse subito dopo dato mano alla costruzione degli scanni <sup>41)</sup>.

Fra il 1559 ed il 1561, secondo Galosio <sup>42)</sup>, il marchese Adalberto Pallavicino adottò per i suoi canali il tipo di modellazione in uso presso il Naviglio ma intelligentemente modificato: introdusse, cioè, la cosiddetta tromba (una specie di tunnel) le cui sezioni iniziale e terminale avevano le dimensioni stabilite per il modulo; e dispose che la misura dell'acqua doveva essere fatta sul primo modulo (cioè all'ingresso della tromba) manovrando opportunamente la paratoia per regolarne il tirante (la modellazione Pallavicino è sostanzialmente quella indicata in fig. 4 ma senza l'obbligo dello scanno). In altre parole si potrebbe dire che il Pallavicino arretrò i modelli delle Provvisioni 1551 e vi premise la paratoia (nelle provvisioni la paratoia era disposta fra i modelli). La misura dell'acqua estratta dalla bocca risultava, pertanto, autonoma rispetto al canale dispensatore <sup>43)</sup> e proporzionata ad un solo parametro: l'altezza o tirante all'imboccatura della tromba <sup>44)</sup> (quinta modellazione). La modellazione disposta dal Pallavicino non era, quindi, condizionata all'esistenza dello scanno. Alla modellazione Pallavicino si rifecero, come detto, i citati ordini del 1584-85 la cui esecuzione (anche d'ufficio come vuole l'ordinanza podestarile 15 marzo 1588) <sup>45)</sup> si conciliò, di fatto, con la consuetudine ormai consolidata che il labbro inferiore del modello fosse collocato alla quota della soglia dello scanno.

Amministratori e tecnici dei canali principali si trovarono anche nella necessità di escogitare una modalità di consegna che consentisse la dispensa quando nel canale principale il tirante d'acqua fosse stato permanentemente scarso: adottarono, per questi casi, le cosiddette *bocche coricate* le quali rispetto alle bocche tipiche (dette *in piedi*, il cui modulo, ricordiamo, era alto 10 once) avevano un modulo di minore altezza. E' probabile che le bocche coricate siano

state costruite a cominciare dagli ultimi anni del XVIII secolo atteso che Galosio non ne accenna nell'opera sua più volte citata mentre esistono negli archivi del Consorzio Irrigazioni documenti del 1790 che si riferiscono a questi tipi.

Le vicende qui sommariamente richiamate giustificano, a mio avviso, il lento adeguarsi delle opere agli ordini; vi influì, certo anche l'evolvere della scienza idraulica che si inseriva fra gli uni e le altre, favorendo continui miglioramenti.

Nessuna meraviglia, allora, se non tutti gli edifici esistenti alla metà del XVIII secolo rispettavano, nelle misure e strutture secondarie, la modellazione tipo. Per rimediarvi nel 1782 il Condominio Pallavicino provvide alla *rimodellazione* delle bocche e colse così l'occasione per ripristinare gli edifici delle derivazioni che si trovavano in pessimo stato. In quell'anno le bocche del Naviglio Civico risultavano ancora in grave disordine <sup>46)</sup>; la loro definitiva regolazione si ebbe a seguito dell'avviso 26 luglio 1812 del Podestà di Cremona col quale furono fissate tutte le misure come in fig. 4 <sup>47)</sup>.

La tradizione formatasi in materia di misura delle acque ha così potuto mettere radici tanto robuste che la valutazione delle acque irrigue in once e la loro misura attraverso la tipica modellazione cremonese – nonostante le critiche degli esperti <sup>48)</sup>, peraltro avvertite da pochi – tuttora resiste, diffusissima, specie sul Naviglio Civico; e le incertezze che ne discendono concorrono ad ingrossare le non poche remore all'evolvere di un sano rimodernamento dei servizi irrigui cremonesi!

#### **4) PORTATA DELLE BOCCHE CREMONESI E VALORE DELL'ONCIA**

L'efflusso attraverso le bocche modellate alla cremonese rappresenta un caso particolare dei fenomeni studiati dalla *Foronomia*: quella parte, cioè, dell'idraulica che tratta delle portate effluenti dalle bocche.

L'idraulica si può dire nasca con le mirabili intuizioni di Leonardo e cominci a muovere i primi passi con Galileo, Torricelli, Castelli, Guglielmini, e Pascal nel secolo XVII; diventa, con l'ausilio della matematica che nel frattempo si sviluppava meravigliosamente, un complesso definito con Bernoulli, Poleni e Venturi nel XVIII secolo e si arricchisce nel successivo di rigore sperimentale puntando a divenire un organismo completo.

Non stupiscano, dunque, le ...sbandate delle autorità che sovrintendevano alle acque nei secoli XVI e XVII; solo successivamente i *saggi* cominciarono ad offrire soluzioni, sia pure perfettibili, suffragate da motivazioni scientifiche.

Nel quadro ora sommariamente abbozzato Galosio, con dotto ragionamento, e dopo aver avvertito che le acque davanti al modulo devono essere “*come prive di movimento in superficie*“, accoglie la seguente espressione per il calcolo delle portate delle bocche cremonesi (notazione: *sqr* = radice quadrata):

$$\frac{[(a + b) * \text{sqr}(a+b) - b * \text{sqr}(b)] * l}{35,4828} = Q (\text{in once d'acqua})^{49)}$$

nella quale le lettere hanno il seguente significato:

**a** = altezza del modulo, espressa in once lineari;

**b** = valore del battente, espresso come sopra;

**l** = larghezza del modulo, sempre in once lineari.

Codesta formula aveva dei difetti; ed il Galosio, sulla base degli studi di Guglielmini e Lecchi, se ne rendeva conto. Solo la sperimentazione li potrà, quantificandoli, correggere; ma questa arriverà dopo che la formula sarà entrata nella tradizione della idraulica agraria e tarderà e faticherà non poco (ammesso che ci sia completamente riuscita) a contrastarne l’impiego.

Nel 1851 il Parrochetti pubblicò <sup>50)</sup> i risultati delle esperienze da lui eseguite per misurare il l/sec. le portate effettivamente erogate dalle bocche cremonesi sotto il battente normale di un’uncia. Da tali esperienze dedusse che la portata della bocca unitaria – cioè il *valore dell’uncia d’acqua cremonese* <sup>51)</sup> – è di 16,32 l/sec.; ed altresì, confermando l’intuizione degli idraulici del XVII secolo e dando espressione quantitativa ai loro ragionamenti, che a causa anche del fenomeno della contrazione delle vene all’imbocco del modulo la portata delle bocche cresceva più che proporzionalmente rispetto alla loro larghezza; che non vi era, cioè, corrispondenza biunivoca fra *once d’acqua* (di portata) ed *once lineari* (di larghezza) come, invece, supponevano le antiche provvisioni. In altri termini, e se si preferisce una terminologia ormai tradizionale, il valore unitario dell’uncia aumentava col crescere della

larghezza della bocca; l' *oncia d'acqua*, pertanto, non era un'unità di misura universale (come è il litro, il metro, il secondo) bensì caratteristica di ogni tipo di bocca <sup>52</sup>).

E' evidente la gravità di tale condizione la quale toglie ogni possibilità di sicuro confronto fra grandezze chiamate con lo stesso nome ma significanti valori diversi.

Parrochetti impiegò per la valutazione della portata defluente dalle bocche cremonesi la formula che individua la legge dell'efflusso da una bocca rettangolare scaricante liberamente nell'atmosfera; cioè:

$$Q = \frac{2}{3} * m * l * \text{sqr}(2 * g) * [(a + b)^{\uparrow 3/2} - b^{\uparrow 3/2}] = 2,952 * m * l * [(a+b)^{\uparrow 3/2} - b^{\uparrow 3/2}]$$

essendo in essa:

- **Q** = la portata effluente in mc/sec.;
- **m** = il coefficiente di riduzione ricavato sperimentalmente dal Parrochetti (mette in conto la contrazione della vena, il minor valore della velocità media rispetto alla torricelliana e l'influenza della forma della bocca);
- **l** = la larghezza della bocca in metri;
- **g** = l'accelerazione di gravità in m/sec.<sup>2</sup>;
- **a** = altezza del modulo in metri;
- **b** = battente in metri.

Il valore dell' *oncia d'acqua* ricavato per le bocche in piedi varia, secondo Parrochetti, da l/sec. 16,32 per la bocca larga un'oncia a 18,97 per quella di 10 onces a 19,98 per la bocca larga 24 onces; differenze cospicue, dunque, dell'ordine di non poche unità percentuali. Con le sue esperienze il Parrochetti definì anche il valore del coefficiente di riduzione **m** per le singole bocche in piedi e per taluni tipi di bocche coricate, sempre sotto battente di un'oncia, individuandone il campo di variazione fra 0,478 e 0,591 <sup>53</sup>).

E' opportuno ripetere che i valori del coefficiente **m** sono stati verificati dal Parrochetti per un battente uguale ad un'oncia; ma il valore di **m** per **b** diverso da un'oncia non è mai stato individuato (per quanto consta a me) sperimentalmente.

L'estensione del valore di **m** calcolato dal Parrochetti a tutto il campo di variabilità del battente è da accettarsi, quindi, con riserva <sup>54</sup>). Quando, poi, non c'è battente – cioè, quando l'altezza d'acqua è inferiore o, al limite, uguale all'altezza del modulo – il fenomeno idraulico

dell'efflusso può differenziarsi sensibilmente dal precedente; perciò l'utilizzo dello stesso valore di **m** per il calcolo delle portate delle bocche con tirante inferiore all'altezza del modulo appare alquanto arbitrario. Ciò nonostante, nella pratica irrigua nella nostra provincia, è consuetudine applicare codesta estensione.

L'ing. Vigolini osservò che la portata delle bocche cremonesi calcolata con la formula adottata dal Parrochetti può essere definita come differenza fra le portate di due stramazzi, larghi quanto la bocca in esame, con carico pari al tirante l'uno ed al battente il secondo <sup>55)</sup>; la qual cosa appare evidente scrivendo la formula come segue:

$$Q = [2/3 * m * l * ( a +b) * \text{sqr} (2* g * ( a+b))]-[2/3* m * l * \text{sqr} (2*g*b)]$$

Vigolini osservò ancora che il rapporto fra le singole portate elementari (cioè le due portate espresse fra parentesi quadrata) e quella di uno stramazzo in parete sottile a contrazione completa largo un metro si riduce, in definitiva, al rapporto:

$$C_m = \frac{m * l}{\mu}$$

Chiamò questo rapporto *coefficiente di moltiplicazione* <sup>56)</sup> – il quale, essendo funzione di **m**, è caratteristico di ogni tipo di bocca – e semplificò la calcolazione predisponendo la tabella delle portate di un ipotetico stramazzo a contrazione completa largo un metro; con tale tabella – qui avanti in parte riprodotta sotto il n. 1 – la portata di una bocca a modellazione cremonese è, nella pratica, calcolata con:

$$Q = C_m ( Q_{(a+b)} - Q_b )^{57)}$$

Va da sé che questo metodo di calcolazione – come, del resto, già osservato dal proponente – non evita le critiche espresse in precedenza.

**TABELLA 1*****Portata dello stramazzo di riferimento largo un metro (Vigolini)***

<b><i>H</i></b> <b><i>(metri)</i></b>	<b><i>Q</i></b> <b><i>(l/sec.)</i></b>	<b><i>h</i></b> <b><i>(metri)</i></b>	<b><i>Q</i></b> <b><i>(l/sec.)</i></b>
0.01	1.77	0.31	305.75
2	5.01	2	320.66
3	9.20	3	335.81
4	14.17	4	351.19
5	19.81	5	366.79
6	26.03	6	382.63
7	32.81	7	398.68
8	40.08	8	414.95
9	47.83	9	431.44
0.10	56.02	0.40	448.14
1	64.63	1	465.05
2	73.64	2	482.16
3	83.03	3	499.49
4	92.79	4	517.01
5	102.91	5	534.74
6	113.37	6	552.66
7	124.16	7	570.78
8	135.28	8	589.09
9	146.71	9	607.60
0.20	158.44	0.50	626.29
1	170.47	1	645.17
2	182.79	2	664.24
3	195.39	3	683.49
4	208.28	4	702.93
5	221.43	5	722.54
6	234.84	6	742.34
7	248.52	7	762.31
8	262.46	8	782.46
9	276.64	9	802.78
0.30	291.07	0.60	823.28

Nella Tabella n. 2 espongo le portate, da me calcolate col metodo suggerito da Vigolini, arrotondate al l/sec. <sup>58)</sup>, per i tipi di bocche in piedi modellate alla cremonese più diffusi sui canali delle reti del Naviglio Civico ed ex Pallavicino; e anche per valori di tirante che danno luogo alla formazione di notevoli battenti.

Per le altre bocche in piedi e per quelle coricate non ho ritenuto di impegnare ulteriore spazio se non per indicare, nella tabella n. 3, i valori dei coefficienti di moltiplicazione; resterà allo studioso di eseguire il calcolo della portata <sup>59)</sup>.



**TABELLA 2**

*Portata in l./sec. delle bocche in piedi (alte 10 once) e di varia larghezza*

<i>Larghezza in once</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>10</i>	<i>12</i>	<i>15</i>	<i>18</i>	<i>21</i>	<i>24</i>
<i>Coefficiente di moltiplicazione C<sub>m</sub></i>	<i>0,135</i>	<i>0,210</i>	<i>0,290</i>	<i>0,373</i>	<i>0,459</i>	<i>0,585</i>	<i>0,706</i>	<i>0,825</i>	<i>0,943</i>
<i>Tirante h cm</i>	<i>Portate in l./sec.</i>								
5	3	4	6	7	9	12	14	16	19
6	4	5	8	10	12	15	18	21	25
7	4	7	10	12	15	19	23	27	31
8	5	8	12	15	18	23	28	33	38
9	6	10	14	18	22	28	34	39	45
10	8	12	16	21	26	33	40	46	53
11	9	14	19	24	30	38	46	53	61
12	10	15	21	27	34	43	52	61	69
13	11	17	24	31	38	49	59	68	78
14	13	19	27	35	43	54	66	77	88
15	14	22	30	38	47	60	73	85	97
16	15	24	33	42	52	66	80	94	107
17	17	26	36	46	57	73	88	102	117
18	18	28	39	50	62	79	96	112	128
19	20	31	43	55	67	86	104	121	138
20	21	33	46	59	73	93	112	131	149
21	23	36	49	64	78	100	120	141	161
22	25	38	53	68	84	107	129	151	172
23	26	41	57	73	90	114	138	161	184
24	28	44	60	78	96	122	147	172	196
25	30	47	64	83	102	130	156	183	209
26	32	49	68	88	108	137	166	194	221
27	34	52	72	93	114	145	175	205	234
28	35	55	76	98	120	154	185	217	247
29	37	58	80	103	127	162	195	228	261
30	39	61	84	109	134	170	205	240	274
31	41	64	89	114	140	179	216	252	288
32	43	67	93	120	147	188	226	265	302
33	45	71	97	125	154	196	237	277	317
34	47	74	102	131	161	205	248	290	331
35	50	77	106	137	168	215	259	303	346
36	52	80	111	143	176	224	270	316	361
37	54	84	116	149	183	233	281	329	376
38	56	87	120	155	190	243	293	342	391
39	58	91	125	161	198	252	305	356	407
40	60	94	130	167	206	262	316	370	423
41	63	97	135	173	213	271	327	383	437
42	65	100	139	178	219	280	338	394	451
43	66	103	143	183	226	288	347	405	463
44	68	106	146	188	231	295	356	416	476
Battente 1 oncia	69	107	147	190	233	297	359	419	480

### **TABELLA 3**

#### ***Coefficienti di moltiplicazione***

##### ***A) BOCCHE IN PIEDI (a = 10 once)***

***(per le bocche larghe once 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24 ved. tabella 2)***

<b><i>Larghezza in once Punti ed atomi</i></b>	<b><i>Coefficiente di moltiplicazione <math>C_m</math></i></b>
1	0,032
2	0,065
3	0,100
3.7.2	0,125
5	0,172
6.10	0,242
7	0,249
9	0,331
10.6	0,395
11	0,416
13	0,503
14	0,543
14.6	0,564
16	0,625
17	0,666
17.6	0,686
19	0,745
19.6	0,765
20	0,784
22	0,864
22.5	0,881
23	0,904
25	0,981

## **B) BOCCHE CORICATE**

<b>Altezza in once punti ed atomi</b>	<b>Larghezza in once punti ed atomi</b>	<b>Coefficiente di moltiplicazione <math>C_m</math></b>
3	10.2	0,385
3	15.1	0,614
3.5	6.5	0,239
3.7	6.4	0,225
3.10	3.10	0,135
3.10	5.8	0,201
4	3	0,102
4	3.5.9	0,120
4	4	0,138
4	4.8	0,163
4	5	0,175
4	6	0,213
4	6.11.7	0,251
4	6.11.8	0,251
4	7	0,252
4	8	0,293
4	9	0,334
4	10	0,377
4	10.5.6	0,397
4	11	0,420
4	12	0,463
4	13	0,506
4	14	0,549
4	15	0,591
4	16	0,632
4	17.8.3	0,673
4	18	0,700
4	19	0,713
4	20	0,753
4	21	0,792
4	22	0,833
4	23	0,873
4	24	0,913
4	8	0,952
4.3	8	0,292
4.8	12.2	0,467
5	3	0,101
5	4	0,137
5	4.10	0,168
5	5	0,174
5	6	0,212
5	7	0,251
5	8	0,292

<b>Altezza in once punti ed atomi</b>	<b>Larghezza in once punti ed atomi</b>	<b>Coefficiente di moltiplicazione <math>C_m</math></b>
5	9	0,334
5	10	0,376
5	11	0,420
5	12	0,463
5	12.11.6	0,503
5	13	0,505
5	14	0,548
5	15	0,590
5	16	0,631
5	17	0,671
5	18	0,712
5	19	0,751
5	20	0,792
5	20.9	0,822
5	21	0,832
5	22	0,872
5	23	0,911
5	24	0,952
5.1	3.1	0,103
5.5	5.11	0,211
5.7	10	0,376
6	3.10	0,131
6	6.1	0,213
6	7.7.10	0,277
6	8.1	0,294
6	10	0,376
6	12.2	0,468
6.7.6	16.4.3	0,644
6.8	13.6	0,526
6.8	22.9	0,898
7	6.7	0,233
7	8.2.6	0,301
7	13.1.6	0,510
7	14.9	0,584
7	18.1	0,712
7	19.9	0,782
7.4	12	0,460
7.6	14	0,544
8	9.7	0,357
8	9.9	0,364
8	19.1.6	0,752
8	20	0,787
11.6	23.1.2	0,902

## INDICE NOTE

- 1) A. CAMPI, *Cremona fedelissima*, Cremona 1585, p. 2.
- 2) Naturalmente uno dei compiti di chi amministrava i canali era di assicurare il materiale blocco delle paratoie; a tale fine l'8 giugno 1584 i Deputati all'amministrazione del Naviglio chiedevano all'oratore cremonese presso il Senato di Milano, Francesco Tinti, di procurare loro una chiusura (*chiavadura*) del tipo in uso fuori Porta Ticinese a Milano al fine di servirsene come modello per le paratoie del naviglio (Archivio Naviglio Civico – nel seguito indicato ANC – Atti 1584 – 85, Filza 29, part. II, cass. 35, c. 59).  
Tuttavia, e nonostante i chiavistelli, il furto dell'acqua, reato abbastanza comune, continuò, come ci conferma (fra le tante) la grida data ad Alessandria conservata presso il Consorzio irrigazioni cremonesi) il 15 settembre 1617 dal Governatore spagnolo don Pedro Alvarez di Toledo a favore dei Pallavicino (v. al n. 2 di questo lavoro) i quali «...vengono in più modi turbati, e molestati tanto nelle dette acque del recitato Naviglio [Grande Pallavicino] come in dette Rogge [Calciana, Geronda, Filibbera, Naviletto, ecc] quali li sono da molte bande divertite, e usurpate, con rottura delli incastri, canali, tomboni, ponti, chiaveghe, e argini, massime nel tempo di sicità...»; per cui chi se ne appropria abusivamente: «...incorre nella pena di trecento scudi... o vero di tre anni di galera...» o, se donne: «nella pena dell'esilio... sotto pena della fustigazione se contraveranno al bando».
- 3) Gli ordini e le provvisioni erano manifestazioni della autonomia amministrativa di cui il Governo locale godeva anche durante la dominazione spagnola (v. *Storia di Milano*, Fond. Treccani, vol. IX, Milano 1961, pag. 473 e segg.; volume X, Milano 1957, pag. 19 e pag. 69 e segg.); ed essi vanno inquadrati, ovviamente, nell'ambito del diritto comune di quell'epoca.
- 4) Lettera 9 marzo 1584 *ab Incarnatione* (1585) inviata all'Oratore a Milano (F. Tinti) in ANC, Atti anni 1584-85, Filza 29, P. II, cassetta 36, c. 106.
- 5) Notizie tratte da documenti dell'Archivio del naviglio Civico di Cremona e degli Archivi di Stato di Cremona, Milano e Venezia sui quali è in corso un studio da parte del Dr. Christopher S. Cairns, lettore di lingua e letteratura italiana all'Università di Southampton.
- 6) ANC, Liber provisionum n. 11 (1583-1591), f. 15 v.
- 7) Si chiamavano scanni o scagni quei particolari edifici che formano soglie nel letto del corso, creano un salto delle acque e servono a tenere alto – a *rincollare*, come si dice fra tecnici – il pelo d'acqua nel tratto di monte. Il nome di scanni è mantenuto ancor oggi nel gergo cremonese, mentre la terminologia tecnico-scientifica li definisce *traverse*.
- 8) ANC, F. 29, P. II, cass. 36, c. 144; estratto dal Registro del Consiglio Generale della città n. 2, f. 129.
- 9) Per qualche ulteriore informazione si veda: B. LOFFI, *Il servizio irriguo nel cremonese*, Cremona 1966.
- 10) Traggio la maggior parte delle notizie intorno alle dette reti di canali da documenti d'archivio delle due Amministrazioni ed in particolare: a) *per il Civico*: dal *Registro dei Transunti* ancora esistente presso l'Ufficio del Naviglio; in esso – concludendo il lungo lavoro svolto intorno al 1786

per il riordinamento dell'Archivio Navigliare – un certo Benini riportò con grande diligenza i sunti degli atti principali raccolti nelle filze dell'ANC (v. Archivio di Stato, Milano, Parte Antica, cart. 728). Ed anche dalla relazione 21 dicembre 1874 dell'Assessore S. Lucca al Consiglio Comunale di Cremona (Atti del Consiglio Comunale di Cremona 1874-75, p. 65 sg.); *per i canali Pallavicino*: dalla «*Guida, ossia storia descrizione andamento visuale*» scritta nel 1845 dall'Ing. Angelo Parrocchetti, allora regolatore della rete condominiale, in possesso del Consorzio irrigazioni cremonesi.

Ho ritenuto che questo lavoro intorno all'antica misura delle acque irrigue, mi consentisse di utilizzare fonti indirette per redigere il presente capitolo sulla formazione delle reti irrigue. Ma la storia obiettiva delle acque cremonesi scorrenti ad oriente del fiume Serio – e, più in generale, dei diritti sulle acque dell'Oglio – è ancora tutta da scrivere. Ed ora che bergamaschi, bresciani e cremonesi, sopite le liti tradizionali ed abbandonate le interessate esagerazioni, hanno visto definitivamente sanzionata la ripartizione delle acque del fiume fra le antiche utenze (D.M. 7 gennaio 1960 n. 6061 e 7 marzo 1960 n. 913), varrebbe la pena di rispolverare le vecchie carte; ne resterebbe illuminato un interessantissimo capitolo delle vicende delle nostre comunità.

11) La rete del Civico Naviglio – gestita sino al 1786 da una speciale Magistratura poi dalla Congregazione municipale indi dalla Giunta Comunale di Cremona – ha dal 1880 una particolare amministrazione autonoma (v. Atti Consiglio Comunale di Cremona 1872-73 p. 129 sg.; 1874-75 p. 62 sg. E 125 sg.; 1876 p. 89 sg; 1877 p. 96 sg. E p. 144).

12) A proposito di tale privilegio (peraltro non segnalato nel Codex Diplomaticus Cremonae a cura di L. ASTEGIANO, Torino 1895) in un elenco cronologico di documenti – dal 951 al 1558 – riguardanti la controversia fra Cremona e Brescia circa la derivazione delle acque del fiume Oglio (archivio di Stato di Cremona, Archivio Storico del Comune di Cremona, Inv. 11, cassetta IX – c – 2 N. 75, c. 3) si legge: « *Privilegium Ottonis anni 951 per quod concedentur Cremonensibus regalia flumen Padi et Ollii; hic authenticum omissum, quia licet de eo in diversi locis reperietur mentio, tunc adhuc non potuit reperiri in archivio*».

13) Il diploma originale, con sigillo aureo, si trova nel Fondo segreto al n. 1905 dell'Archivio Storico del Comune di Cremona depositato presso l'Archivio di Stato di Cremona; v. anche J. F. BÖHMER, *Acta imperii selecta*, Innsbruck 1868 al n. 1117 pag. 804. Per ricompensare i cremonesi dei servizi resigli, Ludovico « *quod et quam habemus ac retro principes habuerunt in flumine Ollii et in rivis ad utraque parte dicti fluminis, damus et concedimus in privilegium pleno iure...* ».

La concessione fu ribadita, infine, da Carlo V con Diploma 3 novembre 1546 conservato all' A. S. Cremona, Archivio Storico del Comune, Fondo segreto n. 1903.

14) Nel secolo scorso l'intera rete – estesa per 225 km. – andava sotto il nome di *Condominio Pallavicino* e come tale passò, nel 1893, *al Consorzio per l'incremento della irrigazione nel territorio cremonese* (detto anche, brevemente, Consorzio irrigazioni cremonesi) che tuttora la gestisce.

15) Fra gli altri patti fu concordato che i Pallavicino pagassero alla città di Brescia un canone annuo di 400 ducati d'oro che – confermato nel Trattato di Vaprio 30 novembre e 6 dicembre 1754, fra Maria Teresa e la Repubblica Veneta (Trattato fra Sua Maestà l'Imperatrice Regina e la Serenissima Repubblica Veneta sulla materia dei confini, Brescia 1755, art. XVII, p. 10) – fu riscattato dal Consorzio irrigazioni cremonesi con atto 12 marzo 1940, not. Metelli, mediante versamento al Comune di Brescia di L. 1.122,54.

- 16) V. *Tavole di ragguaglio dei pesi e delle misure già in uso nelle varie Provincie del Regno col sistema metrico decimale approvate con R.D. 20 maggio 1877 n. 3836*, Roma 1877 p. 259. In questo si afferma che il trabucco si divide in 6 piedi mentre sembra più attendibile che il sottomultiplo fosse generalmente chiamato *braccio* e non *piede*; v. G.A. GALOSIO, *Perizia e Agrimensura*, Cremona 1786 p. 1; però A. PARROCCHETTI in *Manuale pratico di idrometria*, Milano 1876 p. 200, lo definisce «*braccio agrimensorio o piede cremonese*».
- 17) Negli atti *l'oncia lineare* e *l'oncia d'acqua* sono indicate  $\upsilon$  ed anche  $\sigma$  come l'omonima misura di peso; v. A. CAPPELLI, *Dizionario di abbreviature latine ed italiane*, Milano 1954, p. 410); alla voce *oncia* non aggiungerò la specificazione *lineare* o *d'acqua* quando il contesto consentirà di evitare l'equivoco.
- 18) Cui gli *ordini* furono spediti dai Deputati con lettera 2 luglio 1584 (ANC cass. 35, c. 62).
- 19) ANC, Atti 1584-85, F. 29, P. I, cass. 35, c. 94; con questa lettera il Tinti ribadisce la segnalazione già fatta il 31 ottobre 1584 (c. 81).
- 20) ANC, come sopra, c. 95, datata 4 gennaio 1585 (il Tinti datò questa lettera secondo il criterio moderno già in uso a Milano); c. 96, 22 gennaio 1584 ab Inc.
- 21) Più che ovvia appare la preoccupazione dei Deputati di escogitare un modo di regolazione che perequasse il prelievo, per tutte le bocche estraenti, in misura proporzionale alle disponibilità; ed esatta l'osservazione che la *modellazione* usata sino ad allora non assicurava tale perequazione. Illusoria, invece, la convinzione che il tipo di modellazione potesse garantire da sé solo – direi autonomamente e per il fatto di essere costruito in un modo piuttosto che in un altro – la giusta dispensa; sfuggiva, cioè, ai Periti dei Deputati che il fenomeno dell'efflusso sotto la paratoia era funzione concomitante del carico contro di essa (cioè del livello relativo dell'acqua nel canale dispensatore rispetto a quello esistente nell'incile della bocca ricevente) e della luce sotto la paratoia medesima (v. anche la nota 44).  
La *perequazione* della dispensa alle bocche – volta che fossero tutte modellate allo stesso modo – avrebbe potuto, infatti, effettuarsi anche con la precedente modellazione in misura approssimata, sì, ma non molto diversa da come si sarebbe effettuata con la nuova.  
E' da ricordare, inoltre, che mancando (od essendo assai oneroso) intercomunicazioni relativamente rapide, i vari settori di una rete tanto estesa come quella del Civico, dovevano regolarsi in modo autonomo; e che, quindi, le zone di monte, potendosi ivi disporre di maggiore copia d'acque, fossero sempre meglio servite (a danno, di fatto, di quelle a valle).  
L'esperienza suggerirà, in seguito, che in ogni zona (chiamata *camperia*) l'acqua – disponibile in misura solitamente assai inferiore alle portate nominali corrispondenti al battente di un'oncia misurato sul primo *modello* – venisse distribuita in relazione allo *stato idrometrico* del canale rilevato ad un particolare idrometro (metodo usato tuttora). Ma – giova sottolinearlo – la buona distribuzione delle acque lungo una rete così estesa era, come è, legata anche alla possibilità di conoscere, tempestivamente, lo stato dei canali dell'intera rete; cosa particolarmente necessaria per il Civico attesa la «*grandissima incostanza del fiume Oglio*» (GALOSIO, op. cit., p. 100)
- 22) Nonostante attente ricerche non sono riuscito a trovare il cennato disegno né nell'ANC, né agli Archivi di Stato di Cremona e di Milano.
- 23) Così almeno appare da GALOSIO, op. cit., p. 116.
- 24) Si osservi che questo criterio – se veramente adottato – sarebbe stato conforme alla norma dettata dal Podestà Magenta nel 1559 come dirò alla nota 39.

- 25) Atto autentico in ANC, Filza 29 P. II, cass. 36, c. 145.
- 26) *Provisionum et ordinum Navigij illustrissimae civitatis Cremonae volumen*, Cremonae, per Petrum Ricchinum, 1710. Annoto che in questa edizione le *Provisiones 1551* sono divise in capitoli come si usò fare dal 1589 (v. nota 27). La sentenza Filidoni del 1557 di cui alla nota seguente, richiama al secondo capoverso (*Quia per hanc eius sententiam...*) due *provisiones* che nell'edizione a stampa sono indicate coi n. 28 e 35 mentre nella copia autentica, in ANC, coi n. 14 e 17 riferendosi, questi, ai capoversi risultanti nei registri della Cancelleria della Magnifica Comunità. Il che può creare – ed aver creato dei tempi andati – per chi si è affidato alla citata pubblicazione, difficoltà interpretative; a sciogliere le quali valga l'avvertenza che il rinvio alla provvisione 28 deve intendersi alle provvisioni numerate nel volume come segue: 28, 29 e 30.
- 27) Preferisco ignorare qui le *ordinazioni* rimaste, per quanto appare, lettera morta. Così, per esempio, della sentenza 1° dicembre 1557 del Podestà di Cremona Daneso Filidoni (in ANC cassetta VIII, *Scagni, modellazioni e provisioni antiche*; la sentenza è riportata anche in *Provisiones et ordines Navigij*, Cremona 1589, con lo stesso errore segnalato nella nota precedente) il disposto che i modelli fossero costruiti larghi quanto il diritto delle bocche ed alti 6 once e  $\frac{2}{3}$  e messi in modo che il battente non superasse le due once. Codesta norma fu dedotta dalla relazione 12 novembre 1557 con la quale il perito Bernardo Lonato suggeriva «*poiché l'acqua è scarsa* (di circa un terzo) *si deve togliere un terzo a tutti* (i bocchelli o alzando) *tutti li bocchetti over modelli* (...oppure, volendo usare le bocche costruite secondo la precedente modellazione, alte cioè 10 once, mettendo) *un pezzo di marmo così da ridurre l'altezza a 6 once e  $\frac{2}{3}$*  ». Codesto suggerimento – infelicemente accolto nella citata sentenza – conferma quanto dico alla nota 21 circa l'incomprensione della funzione della paratoia per la parzializzazione dell'efflusso.
- 28) *Statuta et ordinamenta comunis Cremonae 1339* in *Corpus Statutorum*, I, Milano 1952, a cura di U. GUALAZZINI.  
Poiché la Rubrica CLV del cod. L. 78, l'unica che trattasse delle acque del Naviglio, stabiliva che l'acqua del naviglio venisse portata a Cremona a comodo dei cittadini, che in quel canale vi potessero scorrere anche le acque dell'Oglio e che nessuno rubasse o divertisse l'acqua, si sarebbe indotti a credere che il fenomeno dell'utilizzo dell'acqua scorrente nel Civico Naviglio per l'irrigazione fosse, all'epoca, pressoché inesistente; per contro, era intensa la navigazione (v. il saggio di U. GUALAZZINI, *La mercandia nella vita cremonese* in *Inventario dell'archivio storico camerale di Cremona*, Milano 1955, p. CIV).  
Confortano questa convinzione anche le *Provisiones Navigij* approvate l'11 agosto 1506 con le quali è, fra l'altro, disposto che non si costruissero nuovi ponti-canalì (*navaze*) sopra il Naviglio né tomboni al di sotto, e ciò dall'origine del canale sino a Cremona, «*affinchè il Naviglio ritornasse ad esse navigabile come era in principio*» (ANC cass. VIII).
- 29) Così al f. CXXXVIII v. degli *Statuta civitatis cremonae* stampati a Brescia da Boninum de Boninis il 15 novembre 1485.
- 30) Per la diversa natura degli Statuti e delle Provisioni v. U. GUALAZZINI, *Preliminari osservazioni sugli Statuti di Cremona del 1339* in *Corpus Statutorum*, II, Milano 1953, p. 168 sg.
- 31) A. S. Milano, Acque, Parte antica cartella 727.
- 32) ANC, cassetta VIII (*Scagni, modellazioni e provisioni antiche*). Ma quando il battente era stato fissato in due once vi «*erano solo 36 bocche e l'acqua era abbondante per tutti*».

- 33) Diploma in A. S. Cremona, Archivio Naviglio Civico, cass. 225.
- 34) *In Statuta civitatis Cremonae accuratius quam antea excusa, et cum archetypo collata*, Cremona 1578, p. 280 sg.
- 35) Utilizzo la traduzione del capoverso 17 «Acquaeductum Buccae seu Incilia moderentur» fatta da V. CONTI (in *Le previsioni del Naviglio della magnifica comunità di Cremona*, Cremona 1565 p. 21 sg.) e riportata – ma suddivisa in capitoli come nelle pubblicazioni edite nel 1589 e 1710 citate alle note 27 e 26 – dalla stessa Amministrazione navigliare nel fascicolo *Provvisori ordini decreti e direttive per il buon governo delle acque del Naviglio della città di Cremona*, Cremona 1871.
- 36) Anche la modellazione cremonese rispecchiava il criterio, diffuso ove si dispensavano acque correnti, per il quale «...ogni paese ha per esse stabilito a suo beneplacito l'unità di misura, che è quella quantità d'acqua, che con un moto perenne sbocca liberamente per un'apertura, o luce di data altezza, la cui grandezza viene considerata quale unità di superficie; ma siccome per una medesima luce può passare più o meno copiosa quantità di fluido, secondo che a tergo di essa sovrasti una maggiore, o minore altezza, o battente di acqua, da questo derivando il più, o meno veloce, e più o meno abbondante sgorgamento del fluido, ogni paese che ha portato attenzione su l'effetto del battente, ha stabilito a suo piacere la misura anche per questo». Così si legge in *Tavole idrometriche per la dispensa delle acque correnti per uso della regia città di Bergamo*, Bergamo 1825, p. II, preparate da A. TADINI.
- 37) Esisteva e fu mantenuta la bocca *Castelvisconta*, aperta sul naviglio di Calcio in Fontanella prima del 1386, in piedi, larga once 25. Sui canali Pallavicino furono costruite due bocche più larghe: *Cortese* fra il 1626 ed il 1637 sul Naviglio Grande in Cumignano s. N., in piedi, larga 34 once; *Monticelli*, aperta in epoca non individuata, sul cavo Ciria Vecchia in Pescarolo, alta once 6 e larga once 32.4.7.
- 38) Gli acquaioli aziendali cremonesi (cioè i salariati dell'azienda agricola addetti all'irrigazione) procedono alla bagnatura dei campi derivando l'acqua dalla roggetta mediante una provvisoria apertura, o *bocchetta*, ricavata nell'arginello; è interessante osservare che la quantità d'acqua defluente dalle dette *bocchette* (chiamata, in gergo, *bocca d'acqua* e che l'esperienza del contadino fa praticamente costante) corrisponde, grosso modo, all'oncia. Nella zona centrale cremonese codeste aperture vengono praticate negli arginelli dell'irrigatrice ogni 10 ÷ 12 metri.
- 39) La sentenza del Magenta – di cui non sono riuscito a trovare né l'originale né copie autentiche – è riportata in *Provisiones et ordines Navigii* edito a Cremona presso C. DRAGONI nel 1589 ed in altre successive pubblicazioni. In essa è pure rilevante la disposizione che la misura dell'acqua si facesse sulla briglia e la portata fosse modulata, in relazione alle disponibilità del Naviglio ed ai diritti della bocca, mediante la manovra della paratoia di cui è minutamente dettata la costruzione; che restasse salvaguardata la quantità destinata alla città di Cremona, nonostante l'eventuale deficienza costringesse a ridurre le portate alle bocche anche di 2/3 rispetto ai loro diritti; e che quando le bocche fossero state correttamente modulate, fosse cura del Naviglio di mantenere costante, a sue spese, il fondo del canale.
- Questa sentenza, però, ingenera equivoco circa la distanza cui dev'essere costruita la briglia: 25 cavezzi dall'incile, vi si legge; mentre dalle provvisori 1551 sembravano misurarsi dal secondo modello.
- Nota, incidentalmente, che le scarse disponibilità del Naviglio Civico costringevano a consegnare frequentemente alle bocche assai meno acqua di quanta loro competesse; problema grosso, dunque, era di escogitare un modo di dispensa che consentisse di proporzionare con



uniformità – *di perequare*, come si diceva – la portata disponibile. L’ordinanza del Magenta può essere intesa come un (consapevole?) tentativo in questo senso: del quale rilevo la giustizia nel voler parzializzare la dispensa mediante la manovra della paratoia (criterio moderno), e l’errore di misurare a portata sulla briglia ove non poteva sussistere la corrispondenza univoca fra altezza d’acqua e portata defluente.

Non va in proposito sottaciuto che lo stato di permanente scarsità, derivante dall’insufficiente rapporto (minore di uno, direbbero i matematici) fra le grandezze rappresentanti le disponibilità ed i fabbisogni, ci impone di scegliere la giustificazione fra queste: o era ridotto il prelievo medio dal fiume; oppure erano stati assegnati diritti nel loro insieme quantitativamente sproporzionati. Tenuto conto che le tasse erano applicate in proporzione ai diritti nominali, mi sembra più probabile la seconda alternativa.

40) Op. cit., p. 73.

41) L’impiego dello scanno è, però, già contemplato nella precitata sentenza Filidoni 1 dicembre 1557 con la quale ne fu autorizzata la costruzione per la bocca Orfea allo scopo di assicurare ai relativi utenti la soddisfazione del loro diritto ma essendo esplicitamente escluso che essi potessero pretendere *“di avere maggiori diritti per il fatto di tenere lo scanno nel Naviglio di quanti ne avessero prima della sentenza”*. Questo scanno doveva essere l’unico della rete atteso che la stessa sentenza disponeva fosse tolto qualunque sostegno nell’alveo del Naviglio *“salvo il diritto dei partecipanti di roggia Orfea di tenere lo scanno sopradetto”*.

42) Op. cit., p. 89 sg.; l’archivio della nobile famiglia Pallavicino, almeno per quanto riguarda le acque, si è praticamente disperso e per ora non ci è possibile che riferirci ai documenti dell’epoca raccolti in altri archivi ed alle pubblicazioni degli ingegneri che, nei secoli passati, dedicarono la loro attività alle acque.

43) Purchè, evidentemente, vi fosse acqua sufficiente nel canale.

44) In condizioni di buon funzionamento e col battente normale la modellazione costruita dal Pallavicino aveva abbastanza prossimamente, nel suo complesso, la caratteristica di semimodularità; la sua portata, cioè, nel limite suddetto, era determinata dal livello dell’acqua a monte della tromba ed indipendente dal livello a valle della briglia. Aveva, cioè (ripeto: sotto i limiti predetti) il carattere di una moderna bocca di dispensa irrigua; salvi gli aspetti negativi circa la misura delle portate indicati al cap. 4.

45) ANC, Liber provisionum n. 11, f. 87 sg.: v. anche in Provisionum et ordinum Nagigij cit. p. 59.

46) GALOSIO, op. cit., p. 107.

47) L’ordine fu emanato dal Podestà perché le casse navigliari non disponevano del necessario per fronteggiare le spese di stampa; così riferisce il capo del dipartimento delle acque (nota 14 luglio 1812 in ANC, Atti 1812 fasc. 24. Si noti peraltro che tale ordine fu proposto dal Podestà – a seguito di rapporto dello stesso capo del dipartimento – 31 dicembre 1806 al Prefetto che lo approvò il 26 ottobre 1809; il giorno successivo il Podestà ne dette notizia al capo dipartimento acque con l’invito a pubblicarlo. Quando nel 1812 il capo dipartimento avvertì della difficoltà delle casse navigliari, il Podestà chiese ancora l’approvazione del Prefetto. Si spiega, così, perché l’ordine podestabile indichi nel modo seguente i fini perseguiti: *“Intento quindi sempre a procurare i maggiori vantaggi di quest’importantissimo Ramo di pubblica Azienda, da cui dipende l’ubertà della massima parte dell’Agro Cremonese, richiamando ad esatta osservanza le Leggi Patrie*

conservatorie dello stesso Naviglio, e le di lui dipendenze, e riformandole in quelle parti rispettivamente, che si oppongono alle veglianti Leggi, o che richieggono gli introdottisti disordini, ordina, e prescrive per la conservazione di un acquedotto così riguardevole, e per buono regolamento delle civiche Acque, le seguenti discipline, sanzionate dalla Prefettura Dipartimentale con sue Decisioni 26 ottobre 1809 al n. 16670, e 23 andante al n. 17569”; e poco oltre “5) Per sradicare poi i più frequenti disordini, e togliere ogni facilità, ed adito alli furti i più quotidiani, la modellazione di tutte le Bocche si riformerà colle modalità, e sicurezze già prescritte dal Piano approvato dal cessato Governo, sotto il giorno 30 settembre 1788, e messe in corso dall’Ufficio del Naviglio sopra non poche erogazioni” e dopo aver descritto analiticamente come doveva essere la modellazione aggiungeva: “6) A comodo della predetta riforma, seguirà entro tre anni. Nel 1814 si eseguirà quanto concerne la Bocca, ed il di lei Canale; la Tromba nel 1815, la Briglia nel 1816, sempre entro Marzo. Per chi sarà renitente, l’opera verrà fatta ex-Officio, a di lui spese, senza ulteriore avviso. 7) Andranno soggette a tale riforma tutte quelle Bocche, che ora mancano di qualche requisito, e quelle non meno smodellate, le quali non hanno né convenzioni, né legittime concessioni in contrario”. Ciò nonostante talune bocche sia sul Naviglio sia sui canali Pallavicino rimasero modellate imperfettamente.

48) G. DI RICCO, *L’Irrigazione dei terreni*, Bologna 1967, p. 307.

49) GALOSIO, op. cit., p. 131 sg. L’A. distingue la portata assoluta espressa da

$$[(a + b) \sqrt[3]{a + b} - b \sqrt[3]{b}] \cdot 1$$

che sarebbe misurata in once cubiche (sotto il profilo longitudinale: potenza 2,5 dell’uncia lineare) e la portata relativa che risulta espressa in *once d’acqua* (l’uncia d’acqua va considerata particolare unità di misura); quest’ultima ricavata come valore *relativo* della portata di una bocca qualunque rispetto alla portata della bocca unitaria.

E poiché la *portata assoluta* della bocca unitaria – cioè di una bocca alta 10 once, larga un’uncia e col battente di un’uncia – risulta

$$[(10 + 1) \sqrt[3]{10 + 1} - 1 \sqrt[3]{1}] \cdot 1 = 35,4828$$

ne viene che la portata relativa in *once d’acqua* di una bocca cremonese qualunque è espressa dalla formula riportata nel testo. I valori del prodotto di un numero per la sua radice quadrata – cioè della potenza 3/2 del numero (nella formula  $(a + b) \sqrt[3]{a + b} - b \sqrt[3]{b}$  sono, per l’appunto, potenza 3/2 il primo di  $(a + b)$  ed il secondo di  $b$ ) – furono calcolati da vari autori e raccolti in tavole chiamate *paraboliche* che si trovano anche in moderni trattati di idraulica; ma per i valori che si incontrano nel calcolo delle portate delle bocche cremonesi è più comodo servirsi dei manuali del secolo scorso. Le tavole paraboliche pubblicate come sopra sono affette da approssimazioni diverse; ciò spiega perché il Galosio attribuisce alla predetta portata unitaria il valore di 35,52 invece di 35,4828. Il primo risulta, infatti, adottando le tavole paraboliche raccolte dallo stesso Galosio (op. cit., p. 143) mentre il secondo si deduce con l’impiego delle tavole – da me utilizzate e che suggerisco – riportate da F. COLOMBANI, *Manuale pratico di idrodinamica*, Milano 1845, p. 295 sg. Non sembri superfluo sottolineare – come avverte Galosio – che l’acqua, davanti al modulo, deve avere velocità d’arrivo nulla o trascurabile; diversamente andrebbe messo in conto il conseguente sovraccarico con complicazioni di calcolo.

50) *Esperimenti idrometrici*, Milano 1851.

51) Mi si consenta di ripetere: l'oncia d'acqua, unità di misura a mente delle Provvisioni 1551, è la quantità d'acqua che passa (nell'unità di tempo) da una bocca modellata alla cremonese con modulo alto 10 once e largo un'oncia, sotto battente di oncia e velocità d'arrivo della corrente praticamente nulla o trascurabile (per la verità le Provvisioni non fissarono questa condizione la quale, peraltro, appare molto ovvia oltreché tradizionalmente accettata – v. nota 49 e PARROCHETTI, *Idrometria cit.*, p. 200).

52) Poiché le Provvisioni 1551 definirono l'oncia d'acqua unitaria si dovrebbe dire che le bocche cremonesi (in piedi) larghe più di un'oncia consentono l'efflusso di portate maggiori del loro valore nominale, come appare dalla seguente tabella che stralcio da PARROCHETTI (*esperimenti, cit. tav. 1, p. 19*) ed integro a titolo di esempio:

larghezza bocca once	Portata effettiva		Valore in l/sec. del rapporto fra portata effettiva in l/sec. e larghezza in once lineari.
	In once d'acqua (1 oncia = 16,32 l/sec.)	In l/sec.	
1	1,0000	16,32	16,32
6	6,5466	106,84	17,81
12	14,2868	233,16	19,43
18	21,9706	358,56	19,92
24	29,3823	479,52	19,98

In tal senso si esprime anche il PARROCHETTI (*Esperimenti, cit.*, p. 28): «*Conosciuta ora la portata assoluta del modulo unitario cremonese, che si trovò di litri 16,32 in un secondo sessagesimale, dovrebbero ritenere per base dell'unità di misura siccome risultante dalla conformazione dell'edificio estrattore determinata dalle Provvisioni, a cui vi si riportano tuttora le contrattazioni; e siccome è pure dalle medesime determinato che per avere un dato numero di once d'acqua, altrettante once lineari si fa largo il modulo, così per attenersi a tali prescrizioni e per avere nondimeno riguardo alle differenze della portata effettiva risultanti dagli esperimenti, si potrà in caso di nuovi contratti di affitto o vendita, proporzionare il prezzo alle differenze stesse*».

Fra i chiosatori del PARROCHETTI prevalse, invece, la tradizione che vuole variato il valore unitario dell'oncia (quoziente fra la portata effettiva in l/sec. della bocca ricavata sperimentalmente dal PARROCHETTI e la sua competenza nominale numericamente pari alla sua larghezza espressa in once lineari; come indicato alla colonna 4 della tabellina).

A codesta tradizione sono, di certo, imputabili taluni equivoci in cui caddero valentissimi studiosi (v. per es. A. FERRARO, *Piccolo dizionario di metrologia generale*, Bologna 1959, p. 186 alla voce *Oncia cremonese*; C. BONATO, *L'economia agraria della Lombardia*, Milano 1952, p. 76, e, indirettamente, M. ROMANI, *L'agricoltura in Lombardia dal periodo delle riforme al 1859*, Milano 1957); ma allo stato attuale, avvertita l'improprietà e l'incongruenza, mi pare conveniente non opporcisi. E chiedo venia se, questa volta, mi abbandono...all'andazzo!

53) *Esperimenti idrometrici cit.*, p. 19 sg. Vale la pena di osservare che la formula del PARROCHETTI è identica a quella del GALOSIO a meno del fattore:

$$2/3 m \sqrt{2g}$$

fattore che si elide – nell’ipotesi che i termini letterali restino costanti – nella calcolazione della portata relativa definita come rapporto fra la bocca esaminata e quella larga un’oncia. Ma, come dimostrò il PARROCHETTI, il coefficiente  $m$  è caratteristico di ciascun tipo di bocca e variabile con esso; le calcolazioni fatte con la formula adottata dal GALOSIO sono perciò affette da errori proporzionali alle variazioni di  $m$ .

54) Il giusto valore del coefficiente di efflusso – tipico di ogni bocca e per ogni condizione di funzionamento – è definibile, infatti, solo con la sperimentazione; v. E. SCIMEMI, *Compendio di idraulica*, Padova 1964, p. 69.

55) A. VIGOLINI *Modellazione e misura delle acque irrigue nella provincia di Cremona*, Cremona 1931, p. 47. Ricordo che la formula generica per gli stramazzi in parete sottile è

$$Q = \frac{2}{3} \mu \sqrt{2gh}$$

56) Op. cit., p. 37 sg. L’autore indica il coefficiente di contrazione con  $m$ ; qui preferisco indicarlo  $C_m$  per non confonderlo col coefficiente di riduzione  $m$  del PARROCHETTI.

57) Si legge, cioè, nella tabella 1 la portata corrispondente al carico  $h = a + b$ ; da questa si deduce la portata letta in corrispondenza di  $h = b$  (se esiste il battente  $b$ ); e si moltiplica il risultato per  $C_m$ .

58) Il metodo di calcolo e le ipotesi sulle quali esso si basa rappresentano una schematizzazione semplificativa del fenomeno dell’efflusso; i risultati cui si perviene sono, pertanto, affetti da errori rispetto alla complessa realtà, ma tali errori sono trascurabili se si accetta che nella misura dell’acqua irrigua il valore dell’approssimazione sia del  $2 \div 4\%$  (G. DE MARCHI, *Nozioni di idraulica*, Bologna 1953, p. 214, giudica *sufficienti* anche approssimazioni del 5%); non maggiore di detta entità è, infatti, l’ordine degli errori di cui sopra.

Alla non perfetta coincidenza delle ipotesi di calcolo rispetto al fenomeno vero si devono, inoltre, aggiungere le imperfezioni costruttive; in tali condizioni è del tutto illusorio ritenere di aver raggiunto approssimazioni finissime aggiungendo i decimali alle portate, espresse in l/sec., usate nelle irrigazioni. Il peso di queste considerazioni scema assai nei confronti della tabella n. 1 che è un mero strumento di calcolo matematico e non anche (e quindi da non utilizzare come) una scala di portata.

59) Lo studioso che vorrà conoscere la portata in l/sec. della bocca che gli interessa (di cui deve sapere le dimensioni del modulo) dovrà tradurre in metri il tirante se questo, come solitamente negli atti d’archivio, è espresso in onces; *se si tratta di bocche in piedi* nella tabella 2 alla colonna corrispondente al tipo di bocca che egli sta esaminando leggerà direttamente la portata se il tirante coinciderà con uno di quelli esposti oppure interpolerà con una semplice proporzione. Se invece si tratta di bocca coricata o di bocca in piedi non contemplata alla tabella 2, dovrà individuare il tipo ed il relativo coefficiente di moltiplicazione usando la tabella 3; indi, convertite le misure del tirante da onces a metri, leggere nella tabella 1 le portate corrispondenti al tirante ed al battente (se c’è e fatta l’eventuale interpolazione); ne farà la differenza e moltiplicherà questa per il coefficiente di moltiplicazione. Trattandosi di bocche neanche segnate nella tabella 3 potrà ricavare  $C_m$  mediante interpolazione.