

*Stefano Giovanni Loffi*

*Piccola*  
***Storia dell'Idraulica***

*libera traduzione, ridotta ma integrata, di*

*"History of Hydraulics"* di Hunter Rose e Simon Ince  
dell'Istituto di Ricerca Idraulica dell'Università Statale dell' IOWA – U.S.A.,  
édita, nel 1954, come supplemento, su *"LA HOUILLE BLANCHE"* .

**Cap. 15 – L'Idraulica italiana del secolo XVIII,  
tra scienza, conoscenza ed empirismo**

**Cremona 23 febbraio 2007**

## Capitolo 15 – L'Idraulica italiana del secolo XVIII, tra scienza, conoscenza ed empirismo

Gli sviluppi dell'Idraulica nel Settecento rendevano evidente la possibilità di indagare ed interpretare fenomeni che, sino a poco tempo addietro, sembravano destinati alla sola conoscenza empirica.

In particolare in Italia, qui considerata come unità culturale non essendolo per nulla dal punto di vista geo-politico, furono prodotti numerosi studi, tanto da far pensare alla rinascita della Scuola Italiana di Idraulica, la cui storia si era bruscamente interrotta con la morte prematura di Evangelista Torricelli, ad appena 35 anni, dopo aver raggiunto fama internazionale nello sviluppo degli studi in precedenza avviati dai grandi del Rinascimento e, probabilmente, ad un passo dall'avviare gli sviluppi del Calcolo Sublime, con alcuni decenni di anticipo.

Molto del progresso italiano, in questo periodo, appartiene alla diretta pratica idraulica degli ingegneri (o *'periti d'acqua'*); approccio paventato e criticato, come abbiamo visto nel precedente Capitolo 13, da Jean-Baptiste Le Rond d'Alembert, da Antonio Lecchi e da Bernard Forest de Bélidor, ma assai utile per rendere con maggior immediatezza alla società i primi benefici delle conoscenze sino ad allora raggiunte.

Un'idea assai completa delle caratteristiche prevalentemente pratiche degli studi italiani nel Settecento è ben presentata dall'opera, pubblicata per la prima volta a Firenze nel 1765, *'Raccolta d'autori italiani che trattano del moto delle acque'*, la cui quarta edizione comparve a Bologna nel 1823, a cura del conte Francesco Mengotti. In essa si possono trovare i lavori di molti autori come Guido Grandi (Cremona 1671 – Pisa 1742), il gesuita Antonio Lecchi (Milano 1702 – 1776), Paolo Frisi (Melegnano 1728 – Milano 1784), il barnabita Francesco Maria de' Regi (Milano 1720 – 1794), il gesuita Giuseppe Mari (Canneto sull'Oglio 1730 - ?) e Bernardino Zendrini (Saviore-Brescia 1679 – Venezia 1747), quest'ultimo noto per aver ideato i *'murazzi'*, sbarramenti per difendere la laguna di Venezia dalla forza del moto ondoso marino.

Questi scritti contengono poco di ciò che non fosse già conosciuto, con il conseguente prevalere, nella ricerca, delle altre scuole europee e poi americane, ma con un'originale sviluppo, prevalentemente nella parte settentrionale della penisola italiana, di studi ed esperienze attorno a due problemi che, in quelle aree, erano sostanziali per la tutela, la crescita, se non, a volte, per la sopravvivenza di intere comunità: l'Idraulica dell'Irrigazione e l'Idraulica Fluviale.

Prima di esaminare questi due ambiti, oggetto di grande attenzione nell'Italia del Settecento, si deve proporre una figura, qui inserita perché significativa nel fluire di questa Storia che mai si interrompe: Alberto Pitentino.

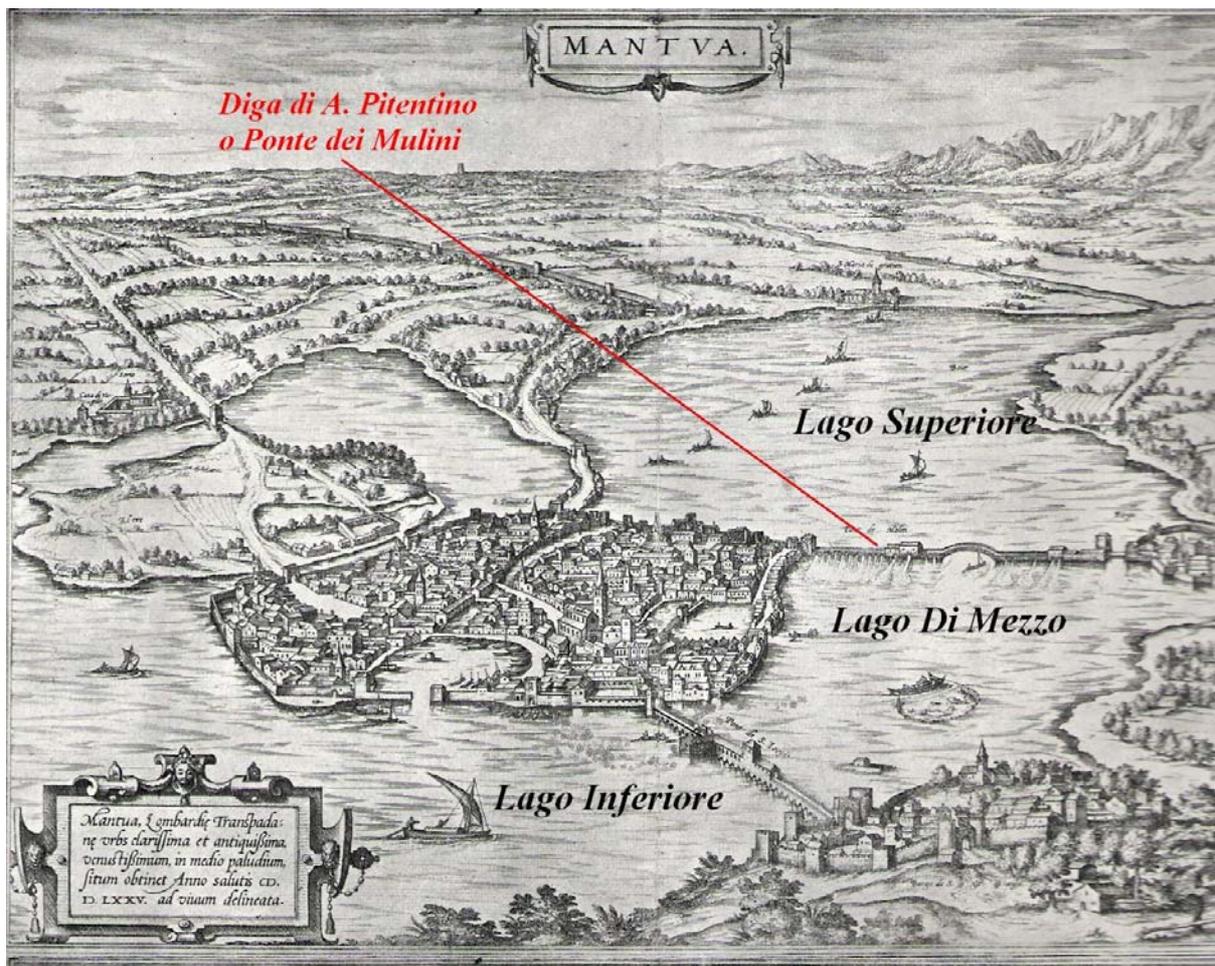
Non è infatti possibile parlare dell'Idraulica italiana del Settecento, così orientata alle pratiche applicazioni, senza fare un salto all'indietro di sei secoli, ancor prima delle conquiste del Rinascimento, di Leonardo da Vinci, di Galileo Galilei, . . .; senza cioè ricordare una figura di ingegnere idraulico caratterizzata da una duplice grandezza: aver concepito e poi realizzato opere



grandiose in pieno Medio Evo; opere che hanno senz'altro influenzato molti di coloro che poi seguirono nello studio dell'Idraulica.

Di Alberto Pitentino sappiamo soltanto che nacque a Bergamo e che raggiunse Mantova, nel 1187, al séguito di Attone Pagano, chiamato nella città di Virgilio ad assumere la carica di Podestà.

Mantova, in quel tempo, soffriva pel regime irregolare del fiume Mincio, che provocava inondazioni anche allo stesso centro abitato. Alberto Pitentino, già noto per la sua abilità in opere di regimazione delle acque, progettò un grandioso sistema di controllo del fiume che ancor oggi svolge egregiamente la propria funzione. Sbarrò il fiume nei pressi della città, con una diga in terra e muratura, dotata di dodici luci di regolazione, che formò stabilmente il lago oggi detto *Superiore*, così vasto d'essere in grado di attutire l'effetto delle piene. A valle dello sbarramento si scavò un secondo bacino, oggi diviso in due laghi, *Di mezzo* ed *Inferiore*.



Dal lago Superiore, Alberto Pitentino fece costruire inoltre un canale, il *Rio*, che, sfruttando il dislivello creato dallo sbarramento, garantiva acqua corrente e regolata per gli usi cittadini, primo fra tutti la difesa, costituendo la fossa che delimitava Mantova dalla parte opposta dei due laghi.

L'opera, certo grandiosa per il periodo nel quale essa fu concepita e per gli effetti che ottenne, venne costruita in dieci anni, tra il 1188 ed il 1199.

Nel 1229 in corrispondenza delle dodici bocche di regolazione del deflusso, volute dal progettista bergamasco, furono costruiti altrettanti mulini che sfruttavano il dislivello di quattro metri tra i due laghi.

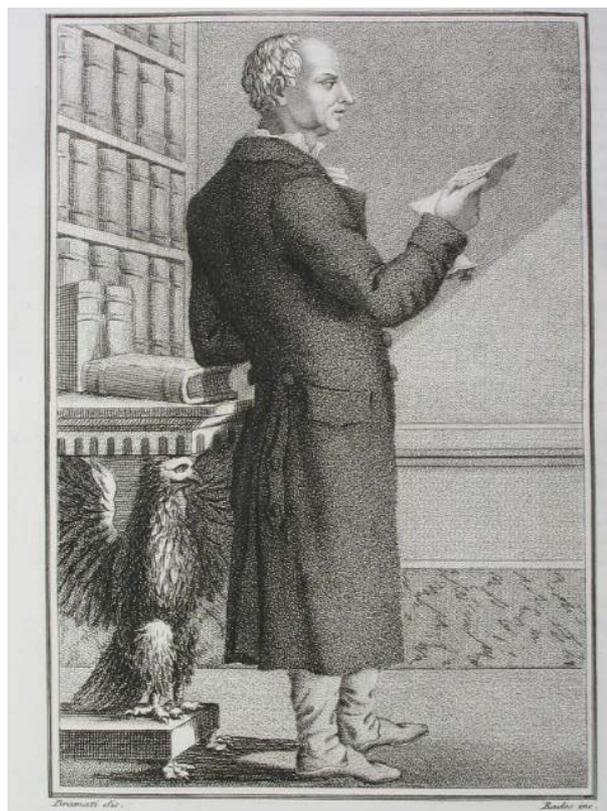
La testimonianza della grandezza di Alberto Pitentino si completa nel sapere, come molti storici ritengono, che fu lui il primo a concepire lo sbarramento di Governolo, presso la foce in Po del fiume Mincio, al fine di arrestare il rigurgito del più grande fiume italiano durante le

piene; la prima struttura, in quel punto, venne realizzata dai Gonzaga, signori di Mantova, nel XIV secolo.

In Italia, quindi, ben prima del Rinascimento, operarono ingegneri idraulici di grande ingegno e notevoli capacità, sebbene privi delle conoscenze teoriche di Idraulica, a testimonianza di un'attitudine, forse specialmente italiana, di costruire, armati delle sole costanza, abilità e fiducia (il "*patientia, virtus et spes*" di *librator* Nonio Dato . . . che abbiamo ricordato nel Capitolo 4)..

L'apparente isolamento accademico dell'Idraulica italiana del Settecento rende ora doveroso il citare Paolo Frisi (Melegnano 1728 – Milano 1784), matematico ed astronomo, protagonista di un'affermazione che fece scalpore ovunque, suscitando posizioni a volte contrastanti, ma che dava per la prima volta un'identità alla scienza Idraulica: egli infatti dichiarò l'assurdità d'esplorare i fenomeni in Idraulica attraverso l'analisi matematica, prima d'averli interpretati con le conoscenze della Fisica, perché di quest'ultima l'Idraulica è parte.

Paolo Frisi, barnabita, insegnante alle scuole Palatine di Milano nella cattedra, per lui stesso istituita, di Matematica e Meccanica, che tenne sino alla morte, fu uno degli esponenti di spicco dell'Illuminismo milanese e lombardo ed appartenne a quella schiera di ingegneri idraulici che, attraverso la realizzazione di grandi opere, soprattutto canalizzazioni, proseguirono concretamente negli sforzi costruttivi, tesi non tanto alla speculazione scientifica ma soprattutto al miglioramento dello sviluppo sociale. Dal nostro punto di vista, in quel periodo si procedeva secondo l'approccio tipico della Scuola Italiana di Idraulica del Rinascimento, applicata ed a volte assai empirica, al seguito della tradizione originata, in particolare, da Leonardo da Vinci e da Galileo Galilei, ma, come abbiamo visto, iniziata ancor prima di questi illustri personaggi; possiamo dire 'da secoli e secoli'.



Nel 1753 Paolo Frisi venne eletto Membro Corrispondente della *Académie royale des sciences* di Parigi; nel 1757 fu associato all'Accademia di San Pietroburgo ed accolto nella *Royal Society*; nel 1758 entrò nell'Accademia di Berlino; fu nel 1766 il suo ingresso nell'Accademia di Stoccolma; nel 1770 venne la volta delle Accademie di Copenaghen e di Berna. Lo scienziato italiano, inoltre, ricevette numerosi attestati e riconoscimenti dai sovrani europei: Maria Teresa d'Austria gli concesse un vitalizio annuo di cento zecchini; il granduca di Toscana, nel 1756, lo nominò professore di Matematica all'Università di Pisa; nel 1764 approdò alle Scuole Palatine di Milano.

Il suo impegno non fu solo scientifico: Paolo Frisi brillò, infatti, anche nella Letteratura, nella Morale, nella Filosofia . . . alcuni lo definirono 'Il d'Alembert italiano'.

Il suo impegno sociale si rafforzò quando, nel 1764, ottenne da Papa Pio VI lo scioglimento dalla giurisdizione ecclesiastica e la riduzione allo stato laicale, seppure nell'ambito della Chiesa. Divenne così uno dei massimi esponenti dell'Illuminismo nella città di Milano.

Nell'ambito dell'Idraulica è importante ricordare che fu di Paolo Frisi il definitivo progetto per il canale navigabile detto 'Naviglio di Pavia', per collegare, come tutt'oggi collega, la darsena di Milano con il Ticino e, da qui - a quel tempo e con i 'bastimenti' di quell'epoca - attraverso il fiume Po, con il mare. Quest'opera, già ideata nel 1579 da Giuseppe Meda, fu portata a compimento, su progetto del Frisi, soltanto nel 1819, sotto la direzione di Vincenzo Brunacci (Firenze 1768 – Pavia 1818) e poi di Carlo Parea, allora Ingegnere Capo del Dipartimento del fiume Olona.

Accanto a Paolo Frisi, Antonio Lecchi, Giuseppe Mari e Francesco Maria de' Regi, contribuirono a ridare vigore e prestigio alla Scuola Idraulica Lombarda, più attraverso le opere e le osservazioni che per nuove teorie e scoperte.

Un problema che assillava gli studiosi di Idraulica dell'Italia settentrionale era la misura delle acque correnti, questione che assunse sempre più rilevanza man mano che la rete delle canalizzazioni artificiali abbandonava le sue funzioni originali (difesa, igiene, trasporto, irrigazione) in favore della sola Irrigazione, attività residuale, rispetto alle origini della rete, ma di costante attualità e crescente interesse, poiché garanzia di raccolti non solo abbondanti ma anche più sicuri, cioè meno esposti ai capricci stagionali.

La società, non solo in Italia, stava accelerando nella ricchezza della popolazione e nella popolazione stessa, la quale, inevitabilmente, accresceva in proporzione le proprie esigenze di consumo, di derrate alimentari innanzitutto. Solo l'Irrigazione, in una terra fertile ma caratterizzata dalla concomitanza della stagione estiva con i minimi di piovosità, poteva garantire la sicurezza del raccolto, soddisfare la domanda di alimentazione della popolazione, aumentare il reddito rurale e garantire lo sviluppo della zootecnia e della conseguente filiera produttiva di derivati: latte, latticini, uova, carne.

L'acqua resa disponibile nei canali, non illimitata e sempre più richiesta, rendeva questione assai seria il problema della sua misura nella distribuzione ai canali secondari di irrigazione.

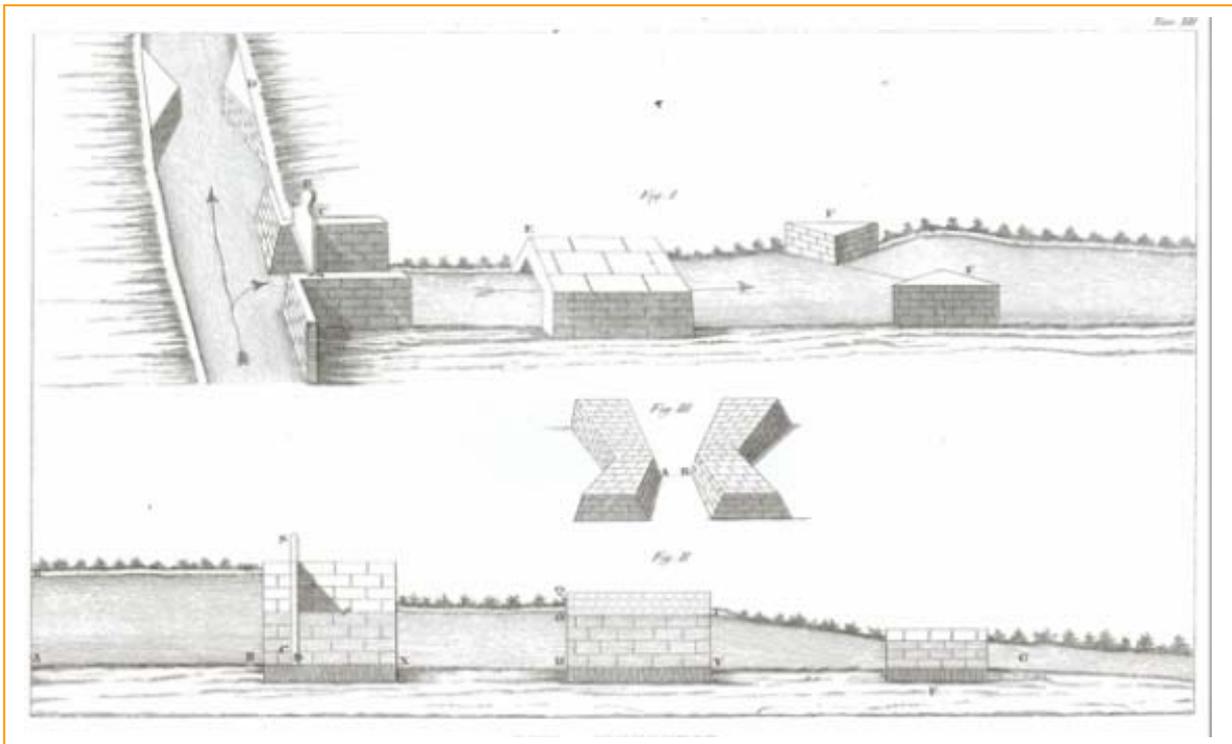
Già alla fine del XVI secolo, la rete dei Navigli milanesi, realizzati - il nome non è casuale - per garantire il trasporto via acqua ma gradualmente divenuti fonte di vita per l'agricoltura lombarda, soffriva di una tale riduzione di livello, nella stagione irrigua, da rendere impossibile la navigazione per . . . mancanza d'acqua! Misurare con precisione quanta acqua fosse estratta da ogni luce o bocca non era solo un problema fiscale, tanto caro alla dominazione spagnola del Seicento, ma una necessità, per garantire la continuità di un servizio di trasporto ancora essenziale per la città di Milano. Il problema non era solo del milanese, né della sola navigazione lungo la rete idrografica artificiale.

La definizione di metodi di misura delle acque dispensate alle bocche dei canali di irrigazione trovò il terreno più fertile nelle aree dove la misura era questione di aspre contese, se non addirittura di sopravvivenza; in aree cioè dove l'acqua era né troppo abbondante, perché della misura precisa se ne potesse fare a meno, né tanto scarsa da non essere risorsa preziosa alla quale tanti potessero ambire. Così fatta era la campagna cremonese. Proprio in questo territorio, non coincidente con l'attuale provincia, la



misura delle acque distribuite per l'irrigazione era stata materia di studi e sperimentazioni che portarono, nel XVI secolo, alla definizione di un sistema di misura, che sarà poi conosciuto come 'Bocca alla cremonese' o 'Bocca Cremonese', sviluppato dai tecnici del 'Condominio Pallavicino', una sorta di istituto a partecipazione azionaria, fondato da Adalberto Pallavicino († 1570) che, nelle disposizioni testamentarie, volle così trasmettere la proprietà della grande rete irrigua 'in stirpes et non in capita', evitando in tal modo il pericolo che si disperdesse lungo l'asse ereditario della grande nobile famiglia; rete che così si sviluppò sino al 1893, allorquando venne ceduta al Consorzio Irrigazioni Cremonesi.

Tale era la precisione della *Bocca Cremonese* che, nel 1570, un ingegnere del Collegio di Milano, Jacopo Soldati, convinse il Magistrato del Naviglio Grande milanese ad applicare questo misuratore alle bocche irrigue che, in quel tempo, estraevano acque dallo stesso Naviglio in tale incontrollata quantità da rendere impossibile la navigazione durante la stagione delle irrigazioni.



Altrettanto fecero, con determinazione 1 giugno 1584, i Deputati del Naviglio della città di Cremona, affinché con l'adozione della Bocca Cremonese “ . . . si partiranno le acque ugualmente che non si è fatto sin dora . . .”.

Possiamo quindi parlare di una Scuola Cremonese che, ancor priva delle conoscenze idrauliche teoriche sul moto dell'efflusso, aveva sviluppato un sistema di misura, seppur empirico e soltanto sperimentale, talmente soddisfacente da essere esportato laddove sulla misura nascessero serissimi problemi, altrimenti irrisolvibili.

Imporre o quantomeno rendere più precisa la misura delle acque erogate per l'Irrigazione comportava l'incisione di interessi allora forti, in particolare dei proprietari terrieri, latifondisti, spesso costituenti, se non solo influenti, la pubblica amministrazione che, attraverso il miglior controllo, poteva imporre adeguate imposte sull'uso dell'acqua. Mentre a Cremona il Naviglio Civico fu attrezzato con i misuratori ideati dai tecnici del Condominio Pallavicino, non raggiunse il medesimo obiettivo il Magistrato del Naviglio Grande di Milano; emblematica la lettera che l'ing. Jacopo Soldati inviò al detto Magistrato, Danese Filiodoni, nel giugno del 1573:

*“Jacopo Soldati Servitore delle Signorie Vostre illustrissime prima ch'egli si occupasse ne la moderazione del Naviglio Grande, era talmente ricercato da particolari nel mestier suo che quattro Ingegneri non haveriano potuto supplire al tutto; et guadagnava molto più in quelle estati di quello ch'egli habbi guadagnato in queste de la moderazione detta; oltre che alhora egli guadagnava altritanti l'inverno quanti l'estate; et ora è talmente desviato per causa della moderazione passata, per la qualo gli è convenuto lasciare tutte le altre imprese, che l'inverno passato ed l'altro, con tutto che siano stati molto temperati, non è mai stato ricercato neanche per un solo giorno.”*

L'incarico di rendere misurabile l'acqua si trovava, tra i principali oppositori, i proprietari fondiari, che avevano interesse affinché misurata non fosse. Poiché chi vantava la proprietà dei latifondi costituiva la categoria dominante, sia in economia che 'in politica', il compito ricevuto costava all'ing. Soldati la perdita di commesse ed incarichi: è questo il segnale più eloquente dell'insuccesso dell'impresa, interrotta definitivamente nel 1576. L'episodio è significativo di un problema che non deve stupire d'incontrare ancor oggi e che allora poneva un freno alle applicazioni pratiche e nessuno stimolo alla ricerca; oggi rallenta altri processi di sviluppo e di ammodernamento dei sistemi, a causa di tensioni molto simili a quelle di cinque secoli fa!

La misura delle acque erogate per l'irrigazione, cioè la corretta misura delle acque correnti, trovò definitiva soluzione nel XIX secolo, ma alla fine del secolo precedente trovò una codifica che ottenne un grande successo, ritenuta dagli interessati la soluzione del problema.

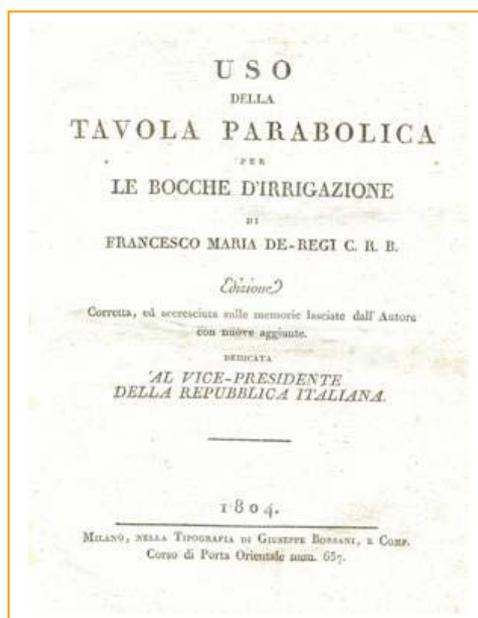
Francesco Maria de-Regi (Milano 1720 – 1794) padre Barnabita, a ventiquattro anni assunse la cattedra di Matematica, per lui appositamente creata, nella scuola presso il Collegio di S. Alessandro in Milano, annoverando tra i suoi allievi il confratello Paolo Frisi, del quale abbiamo già detto.

Esperto non solo di Matematica ma anche di Geometria e Trigonometria, il de-Regi si applicò con passione allo studio dell'Idraulica ed in particolare delle questioni legate all'irrigazione ed ai fiumi.

Nel 1765, risolta brillantemente una vertenza sull'uso irriguo delle acque del fiume Tartaro, che vedeva coinvolti direttamente – tanta era l'importanza della materia – la Repubblica di Venezia e la Casa d'Austria, per le quali il corso d'acqua era il comune confine, lo scienziato milanese venne nominato, dall'Imperatrice asburgica Maria Teresa, *Regio Matematico ed Idraulico* “ . . . con assegno annuo di lire due mille Mantovane . . . ”, con l'ingiunzione di sorvegliare di persona l'andamento delle irrigazioni in quelle terre “ . . . nel tempo in cui si da l'acqua ai risi . . . ”.

Dopo tale nomina, il Plenipotenziario austriaco in Lombardia, ancora nel 1765, gli ordinò di pubblicare senza indugio il suo metodo per misurare le acque destinate all'Irrigazione.

L'ordine fu tanto pressante che Francesco Maria de-Regi, in breve tempo “ . . . a penna corrente . . . ”, compilò e pubblicò, nello stesso anno ed a spese del governo austriaco, il suo manuale “*Uso della Tavola Parabolica per le Bocche di Irrigazione*”, che venne ristampato, nella “*Edizione corretta ed accresciuta sulle memorie lasciate dall'Autore con nuove aggiunte*”, nel 1804, perché l'opera “ . . . fu tanto applaudita, che in breve tempo divenne rarissima; ed è già lunga serie d'anni, che il Pubblico ne desiderava in vano una nuova



edizione . . . “.

Nel testo, il matematico Barnabita, partendo dalla considerazione che “*Il Torricelli, il Mariotte, il Guglielmini, ed altri, per quella analogia che passa tra l'acqua, che esce da un foro fatto nelle pareti laterali d'un vaso, e l'acqua, che scorre da una bocca, o sezione, hanno giudicato che la velocità dell'acqua corrente debba calcolarsi nello stesso modo, nel quale si computano le velocità dell'acqua uscenti da' fori laterali, e premute da diverse altezze d'acque sovrastanti . . . . [che sono] . . . in ragione . . . come le radici quadrate di quest'altzze medésime . . .*” definisce un processo geométrico che permette di calcolare la portata derivata dal canale principale attraverso l'uso di una tabella, la *Tavola Parabolica*, costituita da tre colonne, nelle quali la seconda riporta il valore della radice quadrata, approssimata alla quinta cifra decimale, del numero intero presente nella prima (da 1 a 2000), mentre, nella terza colonna, è segnato il valore del prodotto dei primi due numeri.

Oltre alla Tabella, Francesco Maria de' Regi, nel suo manuale, esamina tutte le casistiche che si possono incontrare nella pratica, dispiegando il metodo per risolvere ogni questione di misura.

TAVOLA PARABOLICA		
Principiando dall' unità sino a 2000.		
avvertendo che l'ultima cifra decimale è la più prossima al vero.		
Altezze date	Radici, o velocità	Prodotto delle altezze nelle velocità
1	1, 00000	1, 00000
2	1, 41421	2, 82842
3	1, 73205	5, 19615
4	2, 00000	8, 00000
5	2, 23607	11, 18035
6	2, 44949	14, 69694
7	2, 64575	18, 52025
8	2, 82843	22, 62744
9	3, 00000	27, 00000
10	3, 16228	31, 62280
11	3, 31662	36, 48282
12	3, 46410	41, 56920
13	3, 60555	46, 87215
14	3, 74166	52, 38324
15	3, 87298	58, 09470
16	4, 00000	64, 00000
17	4, 12310	70, 09270
18	4, 24264	76, 36752
19	4, 35890	82, 81910
20	4, 47213	89, 44260
21	4, 58257	96, 23397
22	4, 69041	103, 18902
23	4, 79583	110, 30409
24	4, 89898	117, 57552
25	5, 00000	125, 00000

La completezza del manuale sta nel riportare le unità di misura in voga in gran parte dell'Italia centro- settentrionale, così da poter applicare il metodo in ogni luogo di quella parte della penisola.

Il metodo ed i risultati non erano certo corretti, mancando di alcune conoscenze ancora non raggiunte, ma la *Tavola Parabolica* ebbe comunque un grande successo poiché rendeva disponibile un sistema comune di misura, per quanto inesatta, che per primo si avvicinava alla realtà e consentiva così di calcolare le portate derivate, cioè fare i primi conti, sempre uguali e dimostrabili; poco importava se ciascuna misura fosse errata nel calcolo del valore della portata.

L'utilizzo di fattori senz'altro proporzionali alla portata – la radice quadrata del carico idraulico e la superficie dell'area di passaggio del flusso – produceva valutazioni omogenee che consentivano il controllo del bilancio idrico tra le acque disponibili nel canale principale e le acque dallo stesso estratte per l'Irrigazione; al primo si consentiva così di non vedere l'acqua ridursi sino a rendere impraticabile qualunque altro uso (la navigazione, per esempio, o la pulizia delle fosse urbane, . . . ), alle seconde – le bocche irrigue – si garantiva una distribuzione equànime.

Era un passo avanti, nella pratica del controllo delle reti di distribuzione, rispetto alle *fistulae* ed alle *quinariae* di Sesto Giulio Frontino che, diciassette secoli prima, valutava la sola area di passaggio dell'acqua, senza alcuna considerazione della velocità del flusso.

Mentre i Matematici, i Fisici e, in uno con questi, gli studiosi di Idraulica penetravano sempre più le leggi di questa stessa scienza, in Italia, tanta era la necessità di giungere a misure 'usabili', che si usò ciò che già era noto per produrre quella risposta che fosse, per quei tempi, soddisfacente.

Le popolazioni della Pianura Padana erano, lo sono tuttora, sempre impegnate in un difficile rapporto con le abbondanti acque, così preziose per gli usi delle comunità, così pericolose nelle piene dei fiumi, così malsane nelle aree paludose.

Non stupisce il fatto che in queste terre si consolidasse un'esperienza pratica di governo delle acque che applicava, con prontezza quasi avida, ogni nuova conoscenza ed ogni studio sul moto delle acque.

L'Idraulica Fluviale trovò qui la sua culla, per mano, come si è già detto, di Doménico Guglielmini (Bologna 1655 – Padova 1710) che studiò, nel suo “*Della natura de' fiumi*” (Bologna, 1697), il comportamento dei fiumi e, in questi, delle correnti, dei depositi, delle erosioni, delle alluvioni, ed inoltre delle opere di difesa e prevenzione, argini, pennelli, rettifiche, nuove inalveazioni; elaborando teorie ed indicazioni sui rimedi possibili ad evitar danni. L'aspetto più rilevante di questo lavoro è senz'altro l'aver introdotto l'Idraulica Fluviale quale materia di studio, ma anche strumento pratico di azione nell'attività di manutenzione del corso dei fiumi, dando indicazioni sulle azioni che possono essere intraprese per evitare i fenomeni ai quali, sino ad allora, le comunità non riuscivano ad altro se non ad opporre deboli e precari rimedi.

Argini, difese, deviazioni della corrente (i cosiddetti ‘*pennelli*’), rettifica dell'alveo, canali di drenaggio, prosciugamento delle paludi, . . . erano opere di grande impegno ma che portavano ad un proporzionale vantaggio per intere comunità.

Cresce così la sete di conoscenza e la premura di trovar rimedio: sulla scia del Guglielmini, ecco comparire un altro studio “*Architettura d'acque*”, prima edizione - Piacenza 1699, a cura di Giovan Battista Barattieri, ingegnere idraulico a servizio del Duca di Parma, che, a differenza del Guglielmini, affronta prevalentemente problemi di Idraulica Fluviale.

Ecco alcuni argomenti:

- ◆ *Nascimento delle acque, origine de' Fiumi, effetti del Mare, de' Laghi, e delle Paludi, e Pantani.*
- ◆ *Corrosione di fiumi, e Fabbriche in essi per impedire le rovine.*
- ◆ *Alluvione d' Fiumi, e sue divisioni tra' Concorrenti.*
- ◆ *Isole fatte da' Fiumi, come li dividono a' legittimi padroni.*
- ◆ *Come si facciano mutare di letto li Fiumi Reali, per allontanarli dalle parti importanti, che offendono.*
- ◆ . . .
- ◆ *Innondazione de' Fiumi, e sue cause più probabili.*
- ◆ *Argini da fabbricarsi a' Fiumi, per difendere dalle loro Innondazioni le Province soggette.*



Anche Giovanni Poleni (Venezia 1683 – Padova 1761) si distinse nell'esplorazione dell'Idraulica Fluviale per la quale giunse ad abbandonare gli studi teorici d'Idraulica, nei quali dimostrava altrettanta capacità.

Due le opere sue più importanti in questa materia: *De motu aquae mixto* (1717) e *De Castellis per quae derivantur fluviorum aquae habentibus latera convergentia liber* (1718), nelle quali affronta problemi pratici, come l'accumulo di sedimenti nella laguna di Venezia e il problema

delle inondazioni, conducendo, per la loro risoluzione, prove sperimentali; in questo, lo vedremo nel prossimo Capitolo, è considerato il miglior esponente italiano della nascente Idraulica Sperimentale.

Principale di tutti i fiumi della Pianura Padana, il Po era anche il maggior portatore di ricchezza ma anche di disgrazie e rovine. Nel solo secolo XVIII si hanno testimonianze certe di numerose piene disastrose: 1705 (un disastro mai visto *'a memoria d'uomini'*), 1712, 1728, 1755, 1772, 1778, 1781 . . . ed altre ancora. Dopo ogni piena il corso del grande fiume cambiava aspetto ed a volte anche direzione.

Ormai l'idea di dominare anche il più grande dei fiumi italiani, così terribile nelle sue piene, diventò argomento di dissertazione ma anche di progettazione e realizzazione, secondo canoni in qualche modo codificati.

È del 1758 il progetto di deviazione del corso del Po, pericolosamente avvicinandosi alle mura della città di Cremona, *"Del riparo dei pennelli alle rive del Po di Cremona"*, per mano dell'idraulico Abate Antonio Lecchi (Milano 1702 – 1776). Gesuita, dopo essersi occupato di insegnamento in materie umanistiche, Lecchi si dedicò alla Matematica ed all'Idraulica, realizzando studi sulle sistemazioni di tratti di fiumi e canali.

L'imperatrice Maria Teresa d'Austria lo volle quale Matematico ed Idrografo imperiale, poi preteso da Papa Clemente XIII, anch'egli Gesuita, che lo nominò Direttore delle opere di Idraulica nei territorî pontifici.

Porre mano ai grandi fiumi non è tuttora cosa da poco, eppure le conoscenze di Idraulica Fluviale di quel tempo già furono efficaci nel produrre grandi vantaggi ai territorî nei quali si costruirono le opere, soprattutto di difesa e regimazione, senza però poter controllarne gli effetti riflessi in altre zone dello stesso corso, spesso diviso tra mille piccoli domini, soprattutto il fiume Po.

Ma porre mano a problemi che coinvolgevano vasti territorî, senza poterli indagare e comprendere nella loro completa dimensione spaziale, per giunta disponendo di un'Idraulica Fluviale ancora ai primi passi, portò ad conseguire successi ma anche a provocare nuovi disastri, tanto da far affermare, ad Elia Lombardini (La Brogne - Alsazia 1794 – Milano 1878): *"Le grandi e ripetute sventure che hanno scosso le menti, le quali spesso sopra malcerte supposizioni sono andate divisandosi vasti progetti di pubblica sicurezza, senza dimandarsi sin dove il rigore della scienza li possa accettare"*.

Sebbene già uomo del XIX secolo, a completamento di questo Capitolo, ci soffermiamo su questo grande cremonese, essendo nato in Alsazia da padre cremonese - colà trasferitosi in quanto Ufficiale della napoleonica *Armata del Reno* - e poi tornato, ancora bambino, nella città sulle rive del Po.

Elia Lombardini, ingegnere presso l'Ufficio Provinciale delle Pubbliche Costruzioni di Cremona per poi diventare Direttore Generale delle Pubbliche Costruzioni della Lombardia, segnò la svolta dell'Idraulica Fluviale italiana, grazie all'utilizzo, nelle osservazioni, dei rilievi idrometrici sistematici, sia di livello che di pioggia, nonché delle osservazioni morfologiche dei bacini idrografici, attraverso i quali poté dimostrare l'insussistenza di alcune affermazioni, come



l'esistenza di un progressivo innalzamento del letto del fiume Po, dando indicazioni su come impostare i lavori sul grande fiume con approcci più corretti.

Il lavoro di Lombardini fu conosciuto anche fuori d'Italia, tant'è che lo stesso ingegnere ricordò, in una sua memoria, la visita, nel 1844, dell'amico francese Baumgarten e, nel 1854, dell'americano Humphreys, che divennero “ . . . veri proséliti dell'Idraulica italiana propugnando, in Francia ed in America, fra le tante cose, l'arginamento de' fiumi, che incontrava forti opposizioni . . . ”.

Il primo, rientrato in Francia, pubblicò un sunto dei lavori dell'italiano seguendo poi con il lavoro “*Notizia sopra un tronco della Garonna a valle del Lot*”, fiume “ . . . del quale intraprese l'arginamento e la sistemazione . . . costruendo una scala delle portate, ma partendo dai risultamenti di ventitrè misure dirette, eseguite col mulinello di Woltmann da lui perfezionato . . . ”.

Humphreys, tornato negli Stati Uniti d'America, condusse uno studio accurato di sistemazione del Mississippi, compiendo il rilievo planimetrico ed idraulico di 93 sezioni del fiume e di 72 dei “ . . . poderosi suoi affluenti. . . ”.

Suscitando notevole interesse fuor d'Italia, dove grande era la sua fama, Elia Lombardini, per primo, rivolse scientifica attenzione all'idrologia del fiume Nilo, del quale erano state scoperte “ . . . talune più remote sorgenti . . . ” nel 1863.

Raccogliendo tutte le memorie, testimonianze scritte e documenti allora disponibili sul grande fiume africano, Lombardini seppe elaborare un “*Saggio idrologico sul Nilo; con quattro Appendici*”, comparso per la prima volta nel 1864, che può essere considerato il primo studio scientifico di quell'immenso bacino idrografico. Lo stesso Lombardini, con comprensibile compiacimento, scrisse, a proposito di quel lavoro realizzato ‘a tavolino’: “*In successive Appendici ho dato ragguaglio di posteriori esplorazioni delle sue sorgenti, di misure di portata del Nilo Bianco che collimavano con le mie, ricavate da semplici congetture . . .*”.

Per chiudere il richiamo all'Idraulica Italiana del XVIII sécolo, della quale anche Lombardini fu erede, possiamo affermare che essa, dopo molte esperienze, considerazioni, esplorazioni, tornava ad avere stimato accesso sulla scena internazionale, al tempo in cui le conoscenze erano ormai avviate a svelare la gran parte delle leggi che regolano il comportamento dei fluidi.

\* \* \*