



CONSORZIO IRRIGAZIONI CREMONESI

Via Cesare Battisti, 21 - Cremona - Partita IVA e Codice Fiscale 00106640196

☎ 0372-22308 - ☎ 0372-22492

✉: segreteria@cic.cr.it - ✉: segreteria@pec.consorzioirrigazioni.it - 🌐: www.cic.cr.it

DELL' ORIGINE E DEL PROGRESSO DELLA SCIENZA IDRAULICA NEL MILANESE ED IN ALTRE PARTI D'ITALIA

OSSERVAZIONI STORICO-CRITICHE

CONCERNENTI PRINCIPALMENTE I LAVORI DI LEONARDO DA VINCI
DI BENEDETTO CASTELLI E DI GIAN DOMENICO GUGLIELMINI

PER L'INGEGNERE

ELIA LOMBARDINI

EMERITO DIRETTORE GEN. DELLE PUBBL. COSTRUZ. DELLA LOMBARDIA,
MEMBRO EFFETTIVO DEL R. ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE,
E DELLA SOC. FILOSOFICA AMERICANA IN FILADELFIA; UNO DEI XL DELLA SOC. ITAL. DELLE SCIENZE
SOCIO DI ALTRE ACCADEMIE SCIENTIFICHE

lette nelle tornate del 24 Maggio, 26 Luglio e 9 Agosto 1860
di esso Istituto.

EDIZIONE III CON RETTIFICAZIONI ED AGGIUNTE

MILANO
PREMIATA LIT. E TIP. DEGLI INGEGNERI
EDITORE B. SALDINI
Via Lupetta Num. 7 e 9

1872



Elia Lombardini, il più grande scienziato idraulico cremonese!

Elia Lombardini nacque nel 1794 a Labroque, in Francia, dove suo padre era in servizio come Ufficiale della napoleonica Armata del Reno, per la quale morì poco dopo la nascita del figlio. La mamma francese riportò il piccolo Elia a Cremona, dove trascorse l'intera giovinezza. Diplomato al locale Ginnasio e poi laureatosi al corso di filosofia, allora attivo a Cremona, Lombardini concluse il corso di matematica e fisica a Pavia ed a Bologna. A Cremona iniziò la carriera lavorativa, come ingegnere e professore dello stesso Ginnasio e poi, dal 1821, con l'incarico di Ingegnere presso l'Ufficio Provinciale delle Pubbliche Costruzioni di Cremona. Dal 1839 al 1847 venne assunto con l'incarico di Ingegnere di Prima Classe presso la Direzione Centrale delle Pubbliche Costruzioni della Lombardia, a Milano, della quale divenne Direttore Generale nel 1847. Nel 1856 si ritirò a vita privata, anche a causa della salute cagionevole, ma restò attivo, come tecnico e come scienziato, sin quasi alla morte, perché – usando le sue stesse parole: “... *con questa ginnastica intellettuale procuro di allontanare quel periodo fatale in cui dovrò istupidire, facendo voti di poterlo evitare con una fine anche più precoce che non sarà gran male.*”

Elia Lombardini, tra tanto altro, fu Accademico dei Lincei e Senatore del Regno nell'VIII legislatura (la prima dell'Italia Unità), anche se il precario stato di salute gli impedì di recarsi a Roma per accettare la carica; riuscì comunque a dare la propria collaborazione, assieme a Pietro Paleòcapa (Nese (BG), 11 novembre 1788 – Torino, 13 febbraio 1869), al Ministro Stefano Francesco Jacini (Casalbuttano (CR), 20 giugno 1826 – Milano, 25 marzo 1891), anch'egli cremonese, nella stesura della parte sui Lavori Pubblici della fondamentale legge n. 2248 del 20 marzo 1865.

Sono quarantanove le pubblicazioni, dell'ing. Elia Lombardini, che i Transunti dell'Accademia dei Lincei ricorda, alle quali si aggiungono i numerosissimi documenti che hanno costituito, per volontà del fratello Paolo, arciprete di Calcio (BG), il Fondo Lombardini, di oltre 11.000 documenti, in origine conservato presso il Collegio degli Ingegneri e degli Architetti di Milano ed ora spostato all'Istituto dell'Età Contemporanea di Sesto San Giovanni (MI).

Elia Lombardini merita certamente un posto di primo piano tra i maestri della Scienza Idraulica, potendogli riconoscere la primazia di averne aperto nuove frontiere:

- la Geologia storica
- la Statistica fluviale
- l'importanza dello studio del territorio e dell'ambiente
- il legame tra l'Idraulica fluviale con la Meteorologia e con la Geografia fisica
- l'importanza delle aree golenali, quali casse d'esondazione delle piene dei fiumi
- la Scienza Forestale, o, come lui diceva, l'Economia Forestale, determinante nel comportamento idrologico dello scorrere delle acque.

Singolare l'apprezzamento che gli fu dedicato negli U.S.A. Il Capitano A. A. Humphreys di lui scrisse: “...è uno dei più importanti Ingegneri Idraulici di questa epoca.”, e George Perkins Marsh (Woodstock 1801 – Vallombrosa 1882), tra i più prestigiosi intellettuali USA del diciannovesimo secolo, noto anche quale primo ecologista americano, considerava Lombardini la più alta autorità in materia di Idraulica fluviale.

Elia Lombardini morì a Milano, dove è sepolto, il 19 dicembre 1878.



Principali pubblicazioni dell'ing. Elia Lombardini (dai *Transunti dell'Accademia dei Lincei*)

1. Sulla somma utilità di estendere in Lombardia l'applicazione dei motori idraulici (Biblioteca Italiana, 1839)
2. Nuovo sistema di chiuse ad aprimento spontaneo (Politecnico, T. II 1839).
3. Intorno al sistema idraulico del Po, ai principali cangiamenti che ha subito ed alle più importanti opere eseguite, o proposte pel suo regolamento (Pol. T. III 1840).
4. Altre osservazioni sul Po colle quali si rettificano alcune cose esposte dall'Ing. Stoppani nella Memoria sul prolungamento delle linee fluviali (Pol. T.VI 1843).
5. Cenni idrografici sulla Lombardia. – sono compresi nelle Notizie naturali e civili sulla Lombardia, tip. G. Bernardoni Milano 1844.
6. Della natura dei laghi e delle opere intese a regolarne l'efflusso (Memorie dell'Istituto Lombardo, T. II 1846).
7. Sull'omonimia de' fiumi dell'Italia settentrionale e di quelli della Francia (Memorie e giornale dell'Istituto Lombardo, T. III, 1852).
8. Dei cangiamenti cui soggiacque l'idraulica condizione del Po nel territorio di Ferrara (Mem. e Gior. dell'Ist. T. IV, 1852).
9. Della sistemazione dei laghi di Mantova per liberare la città dalle inondazioni (Giorn. e Mem. Dell'Ist. T. V, 1854).
10. Importanza degli studi sulla statistica dei fiumi (Mem. Dell'Ist. T.V, 1854)
11. Sulla piena de' fiumi e laghi della Lombardia avvenuta nel giugno 1855 (Giorn. Dell'Ist. T. VII).
12. Sulla piena de' fiumi della Lombardia del novembre 1855 (Giorn. Dell'Ist. T.VIII).
13. Sulle inondazioni avvenute nella Francia in questi ultimi tempi, e sui provvedimenti proposti per apportarvi rimedio (Mem. Dell'Ist. T VII 1858 – Giornale dell'Ingegnere Architetto 1858).
14. Dei progetti intesi a provvedere alla deficienza di acque irrigue nel cremonese (Atti dell'Ist. Lombardo T. II, 1858 – Giorn. Ing. Arch. 1858).
15. Sul reggime delle acque del progettato canale marittimo di Suez e dei laghi amari interposti (Mem. Dell'Ist. T. VIII - Giorn. Ing. Arch. 1859).
16. Dell'origine e del progresso della scienza idraulica nel Milanese ed in altre parti d'Italia (Mem. Dell'Ist. T. VIII - Giorn. Ing. Arch. 1860).
17. Studi sull'origine dei terreni quadernari di trasporto, e specialmente di quelli della pianura lombarda (Mem. Dell'Ist. T. VIII - Giorn. Ing. Arch. 1861).
18. Sui progetti intesi ad estendere l'irrigazione della pianura nella valle del Po (Atti dell'Ist. T. III – Giorn. Ing. Arch. 1863)
19. Altre considerazioni sulle irrigazioni della Lombardia, e particolarmente su quella dell'alta pianura milanese col nuovo canale del Ticino; e studii idrologici sull'Adda e sulle sue derivazioni (Atti dell'Ist. T. III – Giorn. Ing. Arch. 1863).
20. Intorno al progetto di abbassare le piene del lago Maggiore; con relativa appendice (Atti dell'Ist. T. III – Giorn dell'Ing. Arch 1863).
21. Saggio idrologico sul Nilo; con quattro appendici (Mem. Dell'Ist. T. X – Giorn. Ing. Arch. 1864 – 69).
22. Della condizione idraulica della pianura subappennina fra l'Enza ed il Panaro e dei cangiamenti ivi avvenuti (Giorn. Ing. Arch. 1865).
23. Essai sur l'hydrologie du Nil, traduit par l'auteur, avec deux appendices. Milan, imprimerie Bernardoni, 1865–66-69.
24. Sulle opere intraprese pel prosciugamento del lago Fucino, e su quelle da eseguirsi pel radicale bonifichamento del suo bacino, con due appendici (Giorn. Ing. Arch. 1862-66).
25. Della natura dei laghi e delle opere intese a regolarne l'efflusso; II° edizione con aggiunte, compresevi le memorie n. 9 ed 11 (Giorn. Ing. Arch. 1866).
26. Considerazioni sulla scala padimetrica di Pontelagoscuro (Pol. 1867).
27. Il voto della Commissione Provinciale sui progetti dei canali irrigui per l'alto Milanese (rendiconti dell'Istituto Lombardo T. IV – V – Giorn. Ing. Arch. 1867).
28. Studi idrologici e storici sopra il grande estuario adriatico, i fiumi che vi confluiscono e principalmente gli ultimi tronchi del Po, susseguiti da considerazioni intorno ai progetti per la regolazione delle acque alla destra di questi (Giorn. Ing. Arch. 1868. – Mem. Dell'Ist. T. XI 1870).
29. Sulla piena de' fiumi del 1868 e particolarmente su quella del lago Maggiore (Rend. Dell'Ist. Vol. V – Politecnico ossia Giorn. Ing. Arch. 1869).
30. Alcune considerazioni sulla Memoria dell'Ing. Goretti intitolata: sulla sistemazione dei corsi d'acqua per la pianura a destra del basso Po ecc. (Pol. Giorn. 1870).
31. Sistema irriguo della Lombardia, disposizioni legislative e pratiche che le riguardano, e loro effetti nel perfezionamento agricolo (Pol. Giorn. 1870).
32. Guida allo studio dell'idrologia fluviale e dell'idraulica pratica (Pol. Giorn. Vol. XVIII, 1870).
33. Importanza degli studi sulla statistica dei fiumi e cenni intorno a quelli finora intrapresi (Pol. Giorn. Vol. XIX 1871).
34. Esame degli studi idrologici fatti e da farsi sul Tevere e cenno dei provvedimenti che richiederebbe la condizione delle sue adiacenze, con appendice (Pol. Giorn. Vol. XIX 1871 – Mem. Dell'Ist. T. XII, 1873).
35. Osservazioni sulla risposta dell'Ing. Goretti alle considerazioni del Lombardini rispetto alla proposta di riattivare il Po di Primaro; e sul piano di divertire Burana in Po, oppure di condurlo al mare coll'attivazione della botte sotto Panaro (Pol. Giorn. Vol. XX, 1872).
36. Consulta 26 marzo 1831, n. 1923, sul progetto d'avviso per la sistemazione del grande colatore Burana e del Naviglio di Volano fino al mare, coll'attivazione della botte sotto il Panaro (Pol. Giorn. Vol. XX, 1872).
37. Osservazioni sul piano di bonificazione del bacino del lago di Fucino. – Nuove osservazioni sulle opere di bonifichamento del lago di Fucino (Pol. Giorn. Vol. XX, 1872).
38. Nota sulla Memoria del Com. Possenti sopra il prosciugamento del lago Fucino (Pol. Giorn. Vol. XX 1872).
39. Dell'origine e del progresso della scienza idraulica nel milanese ed in altre parti d'Italia. Osservazioni storico-critiche concernenti principalmente i lavori di Leonardo da Vinci, di Benedetto Castelli e di Giandomenico Guglielmini. Edizione III con rettificazioni ed aggiunte (Milano, Tip. Saldini 1872).
40. Sulle piene e sulle inondazioni del Po nel 1872 (Pol. Giorn, Vol XXI, 1873).
41. Ultime informazioni sulle inondazioni del mantovano e sui provvedimenti impartiti (Pol. Gior. Vol. XXI, 1873).
42. Cenno necrologico sul Comm. Possenti (Pol. Giorn. Vol.-XXI – Rend. dell'Ist. Vol. VI 1873).
43. Nuove considerazioni sulle piene e sulle inondazioni del Po dell'anno 1872, e cenno degli scritti pubblicati su tale argomento (Pol. Giorn. Vol. XXII, 1874).
44. Alcuni errori circa all'idrografia del Po in recenti trattati di geografia (Pol. Giorn. Vol XXII, 1874).
45. Sulla bonificazione del circondario di Burana coll'attivazione della botte sotto il Panaro e sulla regolazione degli altri scoli superiori dell'antico Bondeno (Pol. Giorn. Vol. XXII, 1874).
46. Cenni riassuntivi dei progetti e delle opere intraprese pel prosciugamento e definitivo bonifichamento del lago Fucino e considerazioni su queste ultime; con appendice (Pol. Gior. Vol. XXIII 1875 – Vol. XXIV, 1876).
47. Osservazioni sulla risposta del signor Dausse relativa alla questione degli argini insommergibili dei fiumi; con appendice (Pol. Giorn. Vol. XXIV 1876).
48. L'Africa niliaca e l'Egitto sunto del saggio sull'idrologia del Nilo e delle relative appendici (Pol. Giorn. Vol. XXIV 1876).
49. L'arginamento del Po e il bonifichamento delle laterali pianure con appendici (Pol. Giorn. Vol. XXIV 1876 – Vol. XXV 1877).



CONSORZIO IRRIGAZIONI CREMONESI

Via Cesare Battisti, 21 – Cremona - Partita IVA e Codice Fiscale 00106640196

☎ 0372-22308 - ☎ 0372-22492

✉: segreteria@cic.cr.it - ✉: segreteria@pec.consorziourrigazioni.it - 🌐: www.cic.cr.it

DELL'ORIGINE

E

*DEL PROGRESSO DELLA SCIENZA
IDRAULICA*

NEL MILANESE ED IN ALTRE PARTI D'ITALIA

OSSERVAZIONI STORICO-CRITICHE

*Concernenti principalmente i lavori di Leonardo da Vinci
di Benedetto Castelli e di Gian Domenico Guglielmini*

PER L'INGEGNERE

ELIA LOMBARDINI

MILANO

PREMIATA LIT. E TIP. DEGLI INGEGNERI

EDITORE B. SALDINI

Via Lupetta Num. 7 e 9

1872



P R O E M I O

Il Comitato esecutivo per l'Esposizione nazionale di Belle Arti e pel Congresso Artistico del 1872, con circolare del 2 Marzo annunziò che i due Congressi degli Artisti e degli Ingegneri Architetti, consociati in fraterno accordo, concorreranno alla solenne inaugurazione del monumento da erigersi a Leonardo da Vinci. Aggiunse che in sì fausta circostanza vedrà la luce un Saggio dell'immensa congerie delle meditazioni di quel genio straordinario, contenuta nel Codice Atlantico posseduto dalla Biblioteca Ambrosiana. Esso è l'unico, e il più importante, che venne restituito nel 1815 dalla Francia, la quale nel 1797 quattordici ne ha tolti alla stessa Biblioteca per arricchirne senza alcun frutto quella del suo Istituto Nazionale.

La Commissione esecutiva del Collegio degli Ingegneri pel Congresso medesimo, avendo riconosciuto che nella presente Memoria non solo dimostro che Leonardo da Vinci fu il vero creatore della scienza idraulica, ma che il Castelli si è valso degli scritti di lui per appropriarsene la gloria, trovò di accogliere la proposta di pubblicarne una nuova edizione, per distribuirla ai Membri del Congresso degli Ingegneri, previa quelle modificazioni ed aggiunte che avessi reputate opportune; sul quale proposito trovo di premetterne un breve sunto.



CONSORZIO IRRIGAZIONI CREMONESI

Via Cesare Battisti, 21 – Cremona - Partita IVA e Codice Fiscale 00106640196

☎0372-22308 - ☎0372-22492

✉: segreteria@cic.cr.it - ✉: segreteria@pec.consorzioirrigazioni.it - 🌐: www.cic.cr.it

In essa esordisco coll'esporre i cangiamenti operati dai Milanesi in epoche remote, allo scopo di guidare alla loro città le acque de' fiumi che solcano la pianura, onde servirsene per usi edilizj, per l'industria manifatturiera, e per le prime irrigazioni. Passo quindi a parlare dei grandi canali derivati di poi dal Ticino e dall'Adda per l'ultimo fine, e per la navigazione, e della invenzione delle conche a sussidio di questa.

Creata per tal modo nel Milanese l'idraulica, quale arte puramente pratica, dimostro come Leonardo da Vinci, venuto quivi sul cadere del secolo XV, l'abbia convertita in scienza, siccome appare da suoi scritti, difficili a decifrarsi; introducendo egli in pari tempo notevoli perfezionamenti nelle opere intraprese. Accenno alle vicende qui soggiacquero i preziosi suoi autografi, ed all'influenza che gli accidentali loro disperdimenti esercitarono sull'ingegneria del Milanese.

Il Venturi, che nel 1797 prese ad esaminarli a Parigi, nel Saggio da lui allora pubblicato, dice, che proponevasi di estrarne un trattato di meccanica, altro d'ottica, ed un terzo d'idrostatica, notando che rispetto a questa Leonardo aveva determinate le leggi del moto delle acque in modo più compiuto che non erasi fatto dal Castelli. Da un brano poi da lui riportato appare che un secolo avanti a Bacon e a Galileo, Leonardo aveva raccomandato d'interrogare la natura coll'esperienza, ossia il metodo, cui si è attenuto anche nella parte idraulica; principio che Carlo Cattaneo caratterizza siccome la scienza delle scienze.

Publicatosi nel 1828 in Bologna un Trattato d'idraulica compilato fino dal 1643 dal frate milanese Luigi Maria Arconati, mediante estratti dagli autografi di Leonardo, manoscritto che per



CONSORZIO IRRIGAZIONI CREMONESI

Via Cesare Battisti, 21 – Cremona - Partita IVA e Codice Fiscale 00106640196
☎0372-22308 - ☎ 0372-22492

✉: segreteria@cic.cr.it - ✉: segreteria@pec.consorziourrigazioni.it - 🌐: www.cic.cr.it

due secoli era rimasto sepolto nella Biblioteca Barberini in Roma, di esso porgo un breve sunto.

Scorgesi ivi come questi parli del moto accelerato delle acque ne' canali pendenti, ed il loro rallentamento per le resistenze delle pareti dell'alveo, fenomeni dai quali si è dedotta la dottrina del moto equabile delle acque; e come dimostri la permanenza del moto stesso ne' canali e ne' fiumi.

Passando all'analisi degli scritti del Castelli, stesi dal 1625 al 1642, osservo come i principj idraulici fondamentali in essi esposti e per la forma, e per l'essenza loro appariscano ricavati da quelli di Leonardo; e come altri vi abbia frammisti evidentemente erronei, che sotto il prestigio dalla fama acquistata, venivano ammessi fino a questi ultimi tempi anche da distinti scienziati. Fo notare come anteriormente al Castelli gli ingegneri del Milanese sapessero calcolare l'elemento della velocità nella misura di portata delle acque, e come per la loro distribuzione avessero inventati i moduli, dei quali egli manifesta assoluta ignoranza.

Esposti di poi i progressi della scienza idraulica per opera principalmente del Torricelli e di Gio. Domenico Guglielmini, che senza conoscere i lavori di Leonardo, creò la fisica de' fiumi, la quale è fondamento dell'idraulica italiana, osservo come le sue dottrine dopo cento ottant'anni non abbiano menomamente scemato del loro valore, e come la statistica, ossia la scienza delle osservazioni, sia il mezzo più efficace per fare progredire tanto l'idrologia, quanto l'idraulica pratica. Fino a questo punto, nella nuova edizione mi sono limitato a poche rettificazioni, ed all'aggiunta di qualche nota.

Ma poiché posteriormente ad essa pubblicai ben venti Memorie sopra varj argomenti che riguardano l'uno e l'altro ramo, reputai



CONSORZIO IRRIGAZIONI CREMONESI

Via Cesare Battisti, 21 – Cremona - Partita IVA e Codice Fiscale 00106640196

☎0372-22308 - ☎0372-22492

✉: segreteria@cic.cr.it - ✉: segreteria@pec.consorzioirrigazioni.it - 🌐: www.cic.cr.it

opportuno di rifonderne l'ultima parte, porgendo in ordine cronologico un cenno de' miei scritti, lo che riesce conforme al programma concernente i più recenti progressi della scienza delle acque presso di noi. E qui pur troppo non potei dissimulare essere avvenuto un vero regresso, particolarmente in ciò che concerne la statistica fluviale, al confronto di quanto si è fatto altrove, siccome appare dai fatti che qui adduco.

Visitata l'Italia nel 1844 dal compianto amico Baumgarten, e dieci anni dopo dall'Humphreys, e l'uno e l'altro divennero veri proseliti dell'idraulica italiana, propugnando in Francia e in America, fra le altre cose, l'arginamento de' fiumi, che incontrava ivi forti opposizioni, le quali partivano da fatti erronei proclamati da eminenti scienziati.

*Il primo, dopo avere esordito colla pubblicazione di un sunto dei miei lavori, proseguì colla pregevolissima **Notizia sopra un tronco della Garonna a valle del Lot**, del quale s'intraprese l'arginamento e la sistemazione. Egli pure costruì a tal fine una scala delle portate, ma partendo dai risultamenti di ventitré misure dirette, eseguite col molinello di Woltmann da lui perfezionato, e di altra misura in massima piena ricavata dalla velocità superficiale.*

L'illustre Humphreys, associato al suo collaboratore Abbot, nella stupenda monografia del Mississippi ha regulate le misure ed i suoi studj sopra 93 sezioni del fiume principale, e 72 dei poderosi suoi influenti, spingendosi all'indagine delle leggi seguite dalla natura nella distribuzione delle velocità nella corrente fluviale, ed alla composizione di nuove formule per determinarne la portata. Ove si consideri che il deflusso medio del Mississippi è circa quaranta volte quello del Tevere, si potrà formarsi un'idea di quanto si è fatto in



CONSORZIO IRRIGAZIONI CREMONESI

Via Cesare Battisti, 21 – Cremona - Partita IVA e Codice Fiscale 00106640196

☎0372-22308 - ☎0372-22492

✉: segreteria@cic.cr.it - ✉: segreteria@pec.consorziourrigazioni.it - 🌐: www.cic.cr.it

America al confronto dell'unica misura di cinquant'anni sono del fiume che bagna la Metropoli Italiana, che si propone di sistemare per liberarla dalle disastrose sue inondazioni; fiume che merita di essere particolarmente studiato anche nell'interesse della scienza per la singolarità del suo reggime.

Non è già che io intenda avere in Italia scapitata l'ingegneria, mentre e per l'architettura stradale, rispetto alle ferrovie ed alle annessevi costruzioni, e per la meccanica applicata alle industrie manifatturiera ed agricola, sono sorti in questi ultimi tempi abilissimi soggetti. Ma altrettanto è avvenuto nella prossima Elvezia, ove in pari tempo sul versante settentrionale delle Alpi si va sistemando con grandiosi lavori il corso del Rodano e del Reno co' suoi influenti, premettendo sulla loro statistica studj accuratissimi.

E' a desiderarsi che il Congresso degli Ingegneri, il quale concorre all'inaugurazione del monumento eretto al sommo Leonardo, persuaso che il modo più adeguato di onorarne la memoria è quello di coltivare la scienza delle acque da lui creata, abbia ad adoperarsi a questo fine; e che il Governo abbia a far sì che gli studj relativi non si limitino a lavori individuali, ma piuttosto procedano in vasta scala coll'opera de' agenti. In tal guisa soltanto potranno impartirsi efficaci provvedimenti per la difesa d'immensi territorj, e per la prosperità dell'industria agricola, seguendo la traccia che ci hanno segnata i padri nostri.

Non ha guari per opera del signor Arsenio Houssay si sono scoperte ad Amboise le spoglie mortali di Leonardo, e si fa sperare che la Francia, la quale tanto lo onorò, e generosamente gli prestò sontuoso asilo negli ultimi suoi anni, vi eleverà un monumento. Essa poi compirebbe l'opera restituendo all'Ambrosiana i suoi autografi che



CONSORZIO IRRIGAZIONI CREMONESI

Via Cesare Battisti, 21 – Cremona - Partita IVA e Codice Fiscale 00106640196

☎0372-22308 - ☎ 0372-22492

✉: segreteria@cic.cr.it - ✉: segreteria@pec.consorzioirrigazioni.it - 🌐: www.cic.cr.it

le furono tolti contro ogni principio di ragione, e che da tre quarti di secolo giacciono senza alcun frutto per la scienza nella Biblioteca dell'Istituto Nazionale. Ove ciò avvenisse, Milano riuscirebbe a possedere i cimeli di Leonardo e di Alessandro Volta, che devono considerarsi siccome i più sublimi geni del risorgimento.

* * *



Unicuique suum meritum posteritas rependet.

TACITO

1. Tutti i dotti nazionali e stranieri si accordavano in addietro nell'attribuire al Padre Benedetto Castelli la gloria di aver creata la scienza idraulica, apparendo infatti da' suoi scritti, avere egli per il primo preso a considerare nel moto delle acque l'elemento della velocità, che dicevasi non conosciuto da' suoi predecessori. La cosa per verità sembrava strana ove si pensasse che ne' quattro secoli anteriori questi avevano intraprese nell'Italia opere di una grandiosità senza esempio, sia per difendersi dall'irruzione delle acque, sia per utilizzarle e regolarmente distribuirle con un sistema irriguo unico al mondo per la scala gigantesca in che venne esteso, oppure per l'aprimiento di canali navigabili, che offerse loro occasione a quel mirabile trovato delle conche, il quale promosse una vera rivoluzione nelle vie di comunicazione di tutti i popoli inciviliti.

2. Dopo che un mal inteso spirito di conquista tolse alla nostra Ambrosiana gli scritti di Leonardo da Vinci, per arricchirne infruttuosamente la Biblioteca dell'Istituto Nazionale della Francia, il chiarissimo fisico ed idraulico Venturi, sul cadere dello scorso secolo, in un succoso sunto di essi, che prometteva dover essere prodromo di più esteso lavoro, ebbene tra le altre cose a notare, come quel genio veramente straordinario avesse stabilite le leggi del moto delle acque in modo più compiuto che non si è fatto un secolo dopo dal Castelli¹

3. Nel 1828 pubblicavasi a Bologna, nella *Raccolta degli autori idraulici italiani*, un *Trattato sul moto e misura delle acque* di Leonardo da Vinci, il cui manoscritto dichiaravasi esistere in Roma nella Biblioteca Barberini.² Il confronto delle proposizioni in

¹ - *Essai sur les ouvrages de Léonard da Vinci*. Paris, 1797. – L'Amoretti nelle sue Memorie storiche su Leonardo parla sempre della Biblioteca Nazionale; ma da recenti informazioni risulta che i manoscritti tuttora rimasti in Francia si trovano nella Biblioteca dell'Istituto delle Scienze.

² - Il Prof. Francesco Cardinali, editore di quella Raccolta, nella dedica del Trattato di Leonardo, inserito nel 1828 nel vol. X, che non venne posto in commercio, dopo aver detto che del manoscritto di esso, esistente nella Biblioteca Barberini, poté ottenere copia col prezzo del dottore Francesco Tassi, già bibliotecario del granduca di Toscana, osserva che presso di questo trovavasi un codice dello stesso Leonardo, intitolato: *Trattato nella natura, peso, e moto delle acque, e osservazioni sul corso de' fiumi*, che gli aveva offerto a



questo contenute con quelle del Castelli confermava quanto erasi dichiarato dal Venturi; e la rassomiglianza che scorgevasi nelle une e nelle altre mi svegliò il sospetto, che al Castelli non fossero ignoti gli scritti di Leonardo, sospetto cui accresceva la circostanza da quello notata, di essere stato oltre a sedici anni al servizio di papa Urbano VIII Barberini, pel regolamento delle acque del territorio pontificio.³

4. Mentre era mio intendimento di procedere ad indagini sopra tale argomento, venni a sapere che l'eruditissimo signor canonico Dozio, dottore dell'Ambrosiana, stava occupandosi di studj sui libri, codici e carteggi esistenti in quell'insigne biblioteca, concernenti particolarmente i lavori di Leonardo da Vinci. Avanti d'impegnarmi in una analisi critica di questi per la parte idraulica, e di confrontarli con quelli del Castelli, valendomi in ciò, per la parte storica, degli schiarimenti che il signor Dozio mi ha gentilmente offerti anche in pendenza della pubblicazione del suo scritto, premetterò un cenno delle grandi opere eseguite nel territorio milanese, ed in particolare nei contorni della città di Milano, pel miglior regolamento delle sue acque.

In tal modo verrò a dimostrare, come sia quivi stata la culla dell'idraulica, e come essa abbia progredito col carattere d'arte puramente pratica, per assumere poi quello di scienza; punti che ebbi a trattare in memorie anteriori⁴, e cui ora potrò dare maggiore sviluppo, giovandomi di positive notizie posteriormente raccolte.

5. Se si consideri che Milano è stata fondata nel mezzo di una vasta pianura, sopra un terreno naturalmente acquitrinoso, lontano da corsi d'acqua di qualche importanza, dovrà far maraviglia come con tutto ciò sia sempre stata floridissima, e ne' remoti tempi degli Insubri, che a quanto sembra la edificarono, e sotto l'impero romano, ed al risorgere della moderna civiltà, malgrado le reiterate distruzioni cui soggiacque. Si ha in questo una prova che la geografica sua posizione, ed un complesso di cause, che arduo sarebbe determinare, ma delle quali vedonsi gli effetti, costituiscono le fonti di quella prosperità che, scemata talvolta per isfavorevoli circostanze, rinasceva al primo cessare di esse.

6. Dai colli comensi scendevano naturalmente alla bassa pianura i due fiumicelli Seveso e Lura, l'ultimo de' quali prendeva nel suo corso il nome di Lirone, ed anche il

fine di pubblicarlo. Vedremo in seguito come il manoscritto della Biblioteca Barberini sia una rapsodia formata sugli scritti originali e sparsi di Leonardo, tale dovendo essere anche l'altro codice suaccennato, forse con varianti nella qualità, ordine ed esposizione delle materie.

³ - Il Castelli nel 1625 venne delegato da Urbano VIII ad accompagnare monsignor Corsini nella visita pel regolamento delle acque di Bologna, Ferrara e Romagna, continuando di poi a prestar servigi al pontefice nella qualità di matematico e consulente idraulico, siccome dichiara nel *Discorso sulla Laguna di Venezia del 1641* (Raccolta di Bologna, T. III, pag. 199).

⁴ - *Cenni idrografici inseriti nelle Notizie Naturali e Civili su la Lombardia*, Milano 1844, dalla pag. 171 alla 182.



Nirone. Il primo, attraversata l'originaria sede della città di Milano, con corso serpeggiante portavasi a sboccare nel Lambro presso Melegnano. L'altro, approssimatosi alla città e, scorrendo in quel letto incassato, che posteriormente chiamossi *Lambretto* o *Lambro Meridionale*, dopo aver toccata l'unghia de' colli di S. Colombano, portava la sua foce in Po. L'ultimo tronco di questo sarebbe stato anticamente divertito presso Villanterio, per isboccare esso pure nel Lambro a S. Angelo.

7. Dalle Prealpi sopra Varese scendeva pure l'Olona, incassata per lungo tratto al piano in ampio avvallamento; dopo di che continuava il suo corso a fior di campagna da Pogliano a Binasco, tenendosi lontana sette chilometri da Milano, per incassarsi nuovamente nell'altipiano coll'approssimarsi alla sua foce in Po presso S. Zenone, ove l'odierno colatore ha conservato l'antico suo nome. La Lura superiore fu divertita nell'Olona presso Rho, in prossimità della quale confluenza si immise dopo il 1792 anche il Bozzente, che in origine sembra fosse un influente della Lura, e che dal 1601 erasi portato a spagliare sulle brughiere, insieme coi torrenti Guardaluso e di Tradate, che le coprono di uno strato di terra e ne facilitarono l'imboschimento e la successiva coltura⁵.

8. I Milanesi divertirono l'Olona sopra Rho, conducendola in un canale artefatto di oltre sette miglia (chilom. 11) a sboccare nel letto del Nirone presso S. Siro, in prossimità di Milano; donde mediante edificio derivavano le acque utilizzabili del fiume, per rivolgerle col nome di *Vepra*, *Vetra* o *Vetera*, nel lato occidentale della fossa circondaria delle antiche sue mura.

9. Nel luogo denominato il *Ponte dell'Archetto*, presso il bivio delle due strade di Varese e di Sesto Calende, derivarono pure a monte le acque utili del Nirone in apposito canale fin presso la distrutta chiesa suburbana di S. Trinità, cui ora corrisponde la contrada del Baggio; rivolgendole ivi in due rami nella fossa circondaria, il primo verso la parte occidentale, per unirsi alla Vetera, ed il secondo nella parte settentrionale, fino alla porta Orientale⁶.

10. Il Seveso, attraversata la vecchia strada di Vallassina nel luogo detto anche oggi Ponte Seveso, ed unito all'Acqualunga, che sembra si derivasse principalmente dal Lambro presso Crescenzago, dopo aver animato un molino in prossimità della demolita chiesa di S. Dionigi, ossia dell'odierna barriera di porta Orientale, dirigevasi alla porta dello stesso

⁵ - Vedasi la Memoria del Padre Lecchi sulla sistemazione di quei torrenti; e la relazione a stampa dell'ingegnere Pessina del 1792 citata nella nota al § 102.

⁶ - I cangiamenti summentovati e quelli che seguono, sonosi desunti dalle indicazioni dei documenti storici combinate con quelle della grande carta topografica della Lombardia, e dell'altra in maggior scala del Brenna. Vedasi quanto su questo particolare si è esposto nei *Cenni idrografici* precitati, pag. 147.



nome presso S. Babila, e quindi, unito al Nirone, da quel lato scorreva nell'antica fossa fino all'altro molino contiguo al chiostro dei monaci della Colombetta, ove confluiva nella Vetera. Tutte quelle acque per tal modo riunite, dopo aver servito agli usi della nascente industria della città, alla sua difesa ed allo spurgo di essa, si gettavano nella Vettabbia, o Vecchiabbia, che occupava l'ultimo trono primitivo del Seveso summentovato⁷. Impinguate per tal modo quelle acque di materie animali, i monaci cistercensi di Chiaravalle, stabiliti sul corso di esse, le utilizzarono in ampia scala per usi irrigui sul principio del secolo dodicesimo (1138).

⁷ - Negli Statuti di Milano del 1396, pubblicati di nuovo nel 1502, è detto:

Cap. 311. *Lectus Sevesi spaciatur et spaciari debeat quando expedierit a Molendino Monasterii sancti Dionisii existentis extra portam Orientalem usque ad Molendinum Fratrum de la Columbata.*

Cap. 312. *Clusa pontis Archeti debeat tensari et defendi per Commune Mediolani... et singuli habentes utilitatem ex aqua Nironis a dicta clusa infra teneantur et compelli possint reficere et reaptare ipsam clusam. Vedi anche i capitoli successivi rispetto al Nirone.*

Al **Cap. 310.** *Eligatur per Officium Provisionum Communis Mediolani unis camparius qui sit camparius et custos Lambri a Carsenzago supra... Et a dorso de Carsenzago infra non possit ille camparius nec Iudex Officii aquarum deputatus se intromittere de illa camparia, nec aqua.*

Si ha quindi motivo di credere che a Crescenzago esistesse nel Lambro una chiusa, colla quale derivavasi l'Acqualunga, cui si saranno aggiunte acque di sorgenti, essendo naturale che, in tanta penuria d'acque civiche, avessero i Milanesi ad utilizzare anche quelle del Lambro nella più opportuna località. Attraversato posteriormente questo col Naviglio della Martesana, cessò tale derivazione, limitandosi l'Acqualunga a convogliare le sole sorgive che confluiscono nella Fossa Interna presso il palazzo Busca Serbelloni. Prima del 1760 quel canale scorreva nel mezzo dell'attuale corso di Porta Orientale.

La fossa sull'antico perimetro di Milano, nella quale si conducevano le acque civiche preaccennate, partendo da Baggio, seguiva le contrade dell'Orso-Olmetto, del Monte di Pietà, del Monte, del Durino, del corso di Porta Tosa; quindi passando per le attuali case, e particolarmente sotto il Palazzo arcivescovile, ed il teatro della Canobbiana, continuava fino alla svolta della contrada di S. Ambrogio de' Disciplini, e di poi sotto il monastero di S. Michele alla Chiusa, gettandosi nella Vetra presso la piazza dello stesso nome. Nella parte occidentale, partendo ancora dal Baggio, passava la fossa a S. Giovanni sul Muro, quindi esternamente al Monastero Maggiore, seguiva il corso di Porta Vercellina; volgevasi di poi nel Nirone di S. Francesco, donde per la contrada del Torchio dell'Olio, portavasi al Carrobbio, e di là alla Vetra nella contrada de' Vetraschi.

Questo perimetro sembra corrispondesse alla cerchia delle mura erette nel secolo IX dall'arcivescovo Ansperto, diversa da quella dell'imperatore Massimiliano Ercoleo. Il defunto nobile Antonio Litta Biumi ha fatto studj interessantissimi circa alla figura della pianta delle antiche città romane, dimostrando che, in generale, era quadrata o rettangolare, giusta la traccia che ne rimane nelle principali città d'Italia. Ammesso questo principio, l'unico avanzo del perimetro romano, che forma un angolo retto, si avrebbe nelle contrade degli Stampi, delle Cornacchie, dei Moroni e del Pesce, colle parallele esterne che segnerebbero l'antica fossa, la quale, protratta, terminerebbe all'imboccatura della contrada del Monte verso S. Babila. Quest'ultima contrada potrebbe appartenere all'elemento romano, ma con qualche leggera divergenza. Vi apparirebbero pure nel senso longitudinale le contrade del Bocchetto, del Nerino, dei Ratti, di S. Margherita, colla corsia del Giardino; e quelle della Palla, Lupa, Pennacchiari e Mercanti d'Oro; e nel senso trasversale quelle di S. Ambrogio alla Palla, S. Giovanni alla Conca, la cui direzione collima col corso di Porta Romana; quelle del Bollo, delle Asole, di S. Mattia alla Moneta, dei Tre Re, Speronari, Spadari ed Armorari, della Dogana e degli Orefici, del Marino e di S. Giovanni alle Case Rotte. Il sontuoso edificio romano, i cui avanzi sonosi scoperti nel 1841 nella contrada della Passerella, allorché si ricostruirono le case fronteggianti il palazzo Litta Modignani, sotto il quale si estendeva, sarebbesi trovato fuori delle mura romane, e pressoché a traverso delle posteriori di Ansperto. Vedansi le tavole annesse all'illustrazione che ne dà, nel vol. VII del Politecnico (pag. 66), l'onorevole mio amico ingegnere architetto Luigi Tatti. Si avrebbe con ciò una prova che le distruzioni, cui soggiacque Milano per opera di Attila e di Uraja, devono essere state tali da cancellare nella più parte la traccia dell'antica città, e da non confrontarsi colla posteriore sotto Federico Barbarossa. Questa circostanza può aver influito ad indurre di poi i dominatori longobardi a preferire, per loro sede, a Milano, Pavia, che per la sua giacitura riusciva eziandio di più facile difesa.



Erettasi in pari tempo presso la costa del Ticino l'altra società de' monaci dello stesso ordine, detti di Morimondo, i quali erano venuti dalla Francia⁸, mossi, a quanto sembra, dall'esempio dei loro confratelli di Chiaravalle, concepirono un progetto più ardito, quello cioè di estrarre un canale dalla bassa valle del Ticino, e guidarlo lungo la costa dell'altipiano fino a raggiungerne la superficie, per estendervi le irrigazioni, e convertire così le sterili brughiere in campi e prati ubertosissimi. Il nuovo canale derivato a Tornavento dal fiume con nome di Ticinello, in una direzione pressoché rettilinea, passava per Castelletto di Abbiategrosso, proseguiva fra Rosate e Basiano, ed occupando di poi il letto di un colatore o fiumicello naturale, presso Binasco gettavasi in quello derelitto dell'antica Olona⁹.

11. Dopo la prima spedizione dell'imperatore Federico Barbarossa in Lombardia, i Milanesi, prevedendo nuove ostilità, attesero a premunire la loro città con un ampio fossato comprendente i suoi sobborghi (1156), il quale convertito, come vedremo, in canale di navigazione, dopo il successivo ingrandimento di essa, conservò fino a noi il nome di Fossa Interna. Debellati malgrado ciò dalle armi dell'imperatore, collegate a quelle dei municipj rivali, e rimasta Milano pressoché distrutta (1162), i Milanesi con eroico coraggio vendicarono pochi anni dopo (1176) ne' campi di Legnano l'onta ricevuta, e diedero indi opera a tutti que' miglioramenti che potevano far prosperare la loro città redenta. Uno de' più grandiosi provvedimenti intesi a questo fine fu quello di rivolgere verso Milano il canale Ticinello, ove venne condotto nel 1179, lateralmente alla strada di Abbiategrosso e Vigevano, partendo da Castelletto; canale che, ampliato nel secolo successivo, si rese sempre più atto, non solo a sopperire ad una più estesa irrigazione, ma a procurare eziandio alla città una diretta comunicazione navigabile col Verbano¹⁰.

12. Emancipati i municipj dell'Italia settentrionale mediante la pace di Costanza (1183), che fu conseguenza della vittoria riportata dai Milanesi, andarono a gara nell'imitare

⁸ - *Antichità Longobardiche*, T. II, dissert. XIII, pag. 138; T. IV, pag. 187, 191, 382. VERRI, *Storia di Milano*, T. I, pag. 188.

⁹ - Di fronte alla Villa di Morimondo ove esisteva l'Abbazia, sulla riva del Ticinello, esiste un villaggio dello stesso nome; lo che proverebbe essere stato una dipendenza di quell'Abbazia, fondata in occasione della derivazione di esso Ticinello dal Ticino, ove avranno risieduto i compari incaricati del suo regolamento.

¹⁰ - Vedansi i *Cenni idrografici* precitati, pag. 172. Ivi ed in altro scritto osservai con quanto accorgimento si fosse condotto il canale da Castelletto a Milano, sopra una linea che prestavasi senza sensibili incassamenti od argomenti ad una degradazione di pendenza tale, da supplire alla mancanza delle conche, per conservare la profondità occorrente alla navigazione, malgrado il progressivo emungimento delle sue acque col mezzo delle bocche d'estrazione. Da Castelletto a Gaggiano il canale è rettilineo, costeggiato alla sinistra dalla strada di Abbiategrosso, formata coll'escavazione di quello, nell'intervallo di due antiche strade preesistenti. Da Gaggiano a Milano, la strada passa alla destra per Trezzano, Corsico, Ronchetto e Cascina Bianca con qualche tortuosità, e deve essere antica.



l'esempio di questi con grandiose opere pubbliche, intese principalmente a facilitare le comunicazioni¹¹.

13. Intorno al 1220, per l'interesse dell'Ospedale di Milano, si derivò dall'Adda presso Cassano il Canale Muzza, che ingrandito e prolungato poscia di concerto col municipio di Lodi, prese il carattere piuttosto di fiume, conservando fino agli ultimi tempi per copia di acque irrigue il primato fra tutti i canali artificiali del mondo¹²

14. Essendo di poi passata Milano sotto la dominazione dei Visconti, Azzone contribuì non poco al suo abbellimento, e la munì di mura sulla linea del nuovo fossato. Galeazzo II, diviso in appresso il dominio dello Stato col fratello Bernabò, suo emulo in atti di crudeltà, fece costruire i due castelli di Milano e di Pavia, ove stabilì la sua sede; ed allo scopo di portar acque nel grandioso parco quivi formato, vi fece condurre da Milano un canale estratto dal Ticinello.

Esso seguiva lateralmente la interposta strada maestra di Binasco, e sopra Pavia con notevole salto, metteva capo alla bassa valle del Ticino. Siccome a quel canale si diede il nome di Naviglietto, od anche di Navigliaccio, taluni credettero che fin dall'origine servisse alla navigazione, lo che era impossibile, atteso il soverchio pendio del terreno, cui non potevasi allora moderare col sussidio delle conche, le quali non eransi ancora inventate¹³.

15. Altr'opera non meno grandiosa ha egli fatto eseguire, raddrizzando il corso del Po per un tratto di ben undici miglia da Port'Albera alle foci del Tidone e del Lambro, ove dapprima il fiume si avvolgeva in tortuoso meandro; tratto che dopo cinque secoli si è

¹¹ - Ne' *Cenni idrografici* precitati, a pag. 171, si annoverano fra tali opere le grandi dighe e chiuse elevate dopo il 1188 dai Mantovani sul Mincio per la difesa della loro città; il canale della Battaglia sul Padovano, fatto eseguire nel 1191 dal podestà milanese Guglielmo da Osa; il Naviglio di Bologna e quello di Modena. Circa a quest'ultimo, giusta posteriori studj da me fatti sulle acque modenesi, risulta che, mediante convenzione del 18 settembre 1172, il vescovo di Modena Arrigo avrebbe rinunciato al Municipio il diritto di proprietà di due canali, derivati rispettivamente dal Panaro e dalla Secchia, che uniti ad altri di acque chiare, pure appartenenti già al vescovo, servirono ad alimentare il canale Naviglio costruito in quel torno. Da tale documento appare, come in que' tempi i municipj subentrassero ai vescovi nei diritti a questi concessi anteriormente, allorché erano investiti anche del potere temporale.

¹² - Il gran canale dell'Indostan, derivato in questi ultimi anni dal Gange, sarebbe il solo che lo supera in portata ed in lunghezza, giungendo la prima a 191 m. c. per l'', e la seconda ad oltre 453 miglia inglesi. Nella sua costruzione ebbe parte il compianto ingegnere inglese Baird Smith, che ne dà un cenno nell'opera *Italian Irrigation*. Edimburgh and London, 1855, T. I, pag. 372-376.

¹³ - E' verisimile che quel canale servisse principalmente per irrigazioni, e pel movimento d'opifici. Ove dall'altipiano le acque discendevano nella bassa valle, vi si formò il così detto *Travacatore del Maglio*. Del resto il nome di naviglio fu pur dato ai canali derivati in quei tempi dall'Oglio sul Cremonese e dal Chiese sul Bresciano, quantunque non abbiano se non in qualche tratto servito alla navigazione.



tuttavia conservato pressoché rettilineo, lo che attesta l'accorgimento col quale fu condotto quel lavoro¹⁴

16. L'industria di Milano era frattanto giunta ad un grado eminente di prosperità, e lo dimostrano le disposizioni degli Statuti, intese ad impedire il disperdimento delle acque civiche per irrigazioni.

In essi era prescritto che gli aventi diritto ad usare a tal fine di quelle dell'Olonæ e del Seveso, dovessero limitarlo ai soli giorni festivi, meno nei tempi di piena, ne' quali potevano estenderlo ad altri giorni; mentre in caso di penuria d'acque, doveva cessare qualsiasi irrigazione. Le acque civiche erano principalmente adoperate per l'imbiancamento del filo, de' frustagni e di altre stoffe. Raccomandavasi di mantenere sempre espurgate le fonti che arricchivano i canali preaccennati, e di scavarne delle nuove, quando lo permettevano le circostanze locali¹⁵.

¹⁴ - Questo fatto viene indicato da certo Giuseppe Ceredi, medico di Piacenza, in un'operetta intitolata: *Tre discorsi sopra il modo di alzar le acque da luoghi bassi*; stampata in Parma nel 1567. L'autore, che aveva praticati i luoghi facendo una livellazione sulla destra del Po, si appoggia all'autorità del *Cesariense* (pag. 79), che forse sarà Cesare Cesariano, commentatore di Vitruvio. In quei prolissi commenti non mi è stato dato di trovare tale dichiarazione, meno poi parecchie fole, forse aggiunte dal Ceredi, fra le altre quella che il Po fosse ivi diviso in tre rami, e che venisse raccolto in un solo. Le tracce tuttavia esistenti alla sinistra del fiume degli anteriori serpeggiamenti, dimostrano che invece trattossi di un raddrizzamento, conservatosi fino ai nostri giorni. Una prova di ciò la si avrebbe eziandio dalla circostanza, che il fiume è incassato nei terreni alluviali a monte, mentre lo è pochissimo verso l'estremo a valle, siccome lo indica l'altezza delle arginature, che è poco più di un metro presso S. Zenone, mentre oltrepassa i quattro metri di fronte a Monticelli. Quivi avvennero negli ultimi 150 anni notevoli cangiamenti in conseguenza di un salto del Po alle Gabbiane presso la foce del Lambro, verificatosi nel 1708 (*MANFREDI, Racc. di Bologna*, T. V, pag. 249), dell'artificiale cangiamento della foce del Tidone per taglio eseguito intorno al 1770 (*LECCHI, Parere intorno al nuovo taglio del Tidone*, 1774), e dell'abbandono del ramo del Po a sinistra dell'Isolone Marazzani, sulla destra del quale forma presentemente una viziosa svolta.

¹⁵ - Statut. **Cap. 280.** Eligatur unus officialis forasterius jurisperitus... qui debeat superesse ad faciendam quod aqua Olonæ, Vepre, Navigii, Nironis et Sevesi continue fluant ad civitatem Mediolani.

Cap. 286. Licetum sit cuilibet habenti Buccam... super flumine Olonæ... derivare et derivari facere de dicta aqua pro adaquando eorum prata et terras ab hora vesperarum dierum sabbati usque ad horam vesperarum dierum dominicorum...

Cap. 287. Tempore plenæ superfluitatis aquarum licetum sit unicuique habenti buccam... derivare et derivari facere de aqua Olonæ quocumque die, nocte et hora tam feriata...

Cap. 288. Tempore siccitatis non liceat alicui derivare nec derivari facere de aqua Olonæ aliquo die, nocte et hora etiam si sit dies Dominica...

Cap. 289. Quilibet qui derivabit vel derivari faciet de aqua fluminis Olonæ teneatur et debeat facere soratorem per quem scoraducium dictæ aquæ possit reverti et revertatur in lecto Olonæ antequam attingat ad tertium Molendinum...

Cap. 306. Si reperiatur modus per quem possit multiplicari et addi aqua in lecto veteri aquæ Olonæ... tunc fiat illud Cavamentum seu opus in deliberatione ipsius judicis...

Cap. 308. Licetum sit Dealbatoribus fustaneorum, aciarum, et aliorum drapporum, quocumque die et tempore et in quacumque parte civitatis, suburbiorum, et corporum sanctorum Mediolani, impune derivare et auferre quamlibet aquam eis necessariam et utilem pro dicta sua arte exercenda.

Cap. 309. Eligantur per Officium Provisionum comparius et unus notarius qui... inquirent et investigent si aqua fluminis Sevesi, Aquælongæ, Fontanæ, Arrisii, Carrariæ et Romani extrahitur de lecto contra Statuta...

Cap. 323...... et ille qui est vel erit camparius super illa aqua, compariam illam faciat et facere debeat bona fide ut illæ aquæ quæ decurrunt, vel decurrere consueverunt, seu fluere in suprascriptum flumen



17. Gian Galeazzo Visconti, dopo avere esteso il suo dominio sopra molte città italiane conquistate, intraprese verso il termine del secolo XIV l'erezione di due documenti, per magnificenza unici al mondo, quali sono il Duomo di Milano e la Certosa di Pavia. Destinato per la costruzione del primo il marmo delle cave di Gandoglia sul Verbano, trattavasi di trasportare l'immenso materiale occorrente col mezzo della navigazione, spingendola fino in prossimità della nuova fabbrica. In quel tempo la navigazione del Ticinello terminava di fronte a S. Eustorgio nel *Laghetto Vecchio*, che faceva l'ufficio di darsena, e le acque residue, raggiunto il Fossato alla porta Ticinese, di là si scaricavano mediante un canale o roggia, chiamata pure Ticinello, parallela e prossima alla Vettabbia, la quale avrà attraversato in piano il fossato stesso¹⁶. Formatosi contiguo a questo un nuovo laghetto presso S. Stefano in Brolio, il cui livello, per la maggior elevazione del terreno, avrà dovuto sovrastare di alcune braccia a quello del laghetto vecchio, somma doveva essere la difficoltà di spingere fino ad esso le barche cariche. Gli studj e tentativi fatti per superarle, condussero appunto alla meravigliosa invenzione delle conche. Giovandomi delle indicazioni ricavate da' documenti di tale epoca, parecchi de' quali scoperti da ultimo, fra cui sono a comprendersi quelli esistenti nell'archivio della Fabbrica del Duomo, pubblicati non ha guari dal signor conte Nava¹⁷, procurerò di raccogliere e coordinare i fatti che si riferiscono all'argomento.

18. Al fine di scemare la differenza di livello fra i due laghetti, prescrivevasi che, verso sera, in occasione del passaggio delle barche, dovessero chiudersi tutte le bocche d'estrazione dell'ultimo tronco del Ticinello, compresa quella del suo residuo e l'imboccatura della Vettabbia, per portare la coda del Naviglio alla massima elevazione. Sembra che il tronco del Fossato più prossimo al Laghetto Nuovo si alimentasse anche con acque del Seveso, derivate mediante acquidotto dall'antico suo canale in prossimità della piazza di S. Stefano in Brolio¹⁸

Nironis, decurrant seu fluant in ipsum flumen, et maxime aqua quae dicitur Pibigera (Pobbia) et Roversella, et quod alibi non decurrant nec ducantur.

Cap. 326. *Statuitur quod aciaroli et dealbatores fustaneorum teneantur aquam, quam extraxerint de lecto Nironis, tenere in Rozalibus et areis suis ita quod non exeat de ipsis Rozalibus nisi reduci facerent ut ea ad lectum Nironis revertatur.*

Vi ha ancora la roggia Pobbia, influente nel Nirone; e rispetto al canale **Fontana**, sembra si derivasse dal luogo chiamato Fontana, fuori di porta Comasina. Per l'Acqualunga richiamasi quanto si è detto nella nota al § 10. Degli altri influenti delle acque civiche, e cioè delle acque Roversella, Aresia, Romana, ecc., non mi è stato dato scoprire traccia di sorta.

¹⁶ - Vedansi le *Antichità Long.*, T. II, Dissert. XII; ed i *Cenni idrografici* nelle *Notizie Naturali e Civili* ecc., pag. 172.

¹⁷ - *Notizie e documenti storici intorno all'origine, alle vicende ed ai riti del Duomo di Milano*. Milano, 1854.

¹⁸ - Avanti che nel 1857, per vedute igieniche, venisse colmato quel laghetto, sospettavasi che ad accrescere l'insalubrità delle acque ivi pressoché stagnanti, concorressero le fogne della città siccome sembrava indicarlo un'ampia cloaca, proveniente dalla contrada del Laghetto, che in questo metteva capo nel lato



19. Le acque residue del Ticinello, che scaricavansi per mezzo di travacatore sotto il Ponte del Torno al Baluardo di Porta Ticinese, e costituivano la roggia Ticinello, Giovanni Galeazzo le donò in parte al monastero della Certosa di Pavia, insieme al podere di Selvanesco, ed in parte ai monaci gerolomini del Castellazzo, imponendo però il vincolo del chiudimento della bocca nelle ultime due ore della sera, onde agevolare il passaggio delle barche. Questo vincolo, imposto anche alla bocca della Vettabbia, promoveva continui reclami da parte dell'abbazia di Chiaravalle e degli altri utenti di quel canale. Al tronco del Fossato interposto ai due laghetti summentovati si diede il nome di *Naviglio Nuovo*, a differenza del *Naviglio Vecchio*, che, per quanto sembra, era tutto il tronco superiore, fino alla sua derivazione dal Ticino.¹⁹

20. Nel 1400 moriva in Milano l'architetto Andrea da Modena, che era al servizio della Fabbrica del Duomo, lasciando in giovanile età un figlio, Filippo da Modena, il quale era architetto egli pure e scultore. Raccomandato questo alla Deputazione della Fabbrica dal duca Giovanni Galeazzo, affinché fosse assunto in servizio, ciò avvenne nel gennajo di quell'anno, dapprima come disegnatore, e dipoi nella qualità d'ingegnere, continuando in essa fino all'anno 1448, in cui venne destituito per immoralità e negligenza dal governo repubblicano.²⁰ Egli doveva essere di talenti veramente distinti, ma di carattere difficile e capriccioso.

21. Da un documento del 1413 appare che la Fabbrica del Duomo ha acquistato dagli Umiliati le acque di alcune fontane di loro ragione, esistenti fra porta Nuova e porta Orientale, e ciò in servizio ed aumento delle acque del Naviglio del Laghetto di S. Stefano in Brolio.

occidentale. Ma, dietro le praticate ispezioni, si riconobbe che essa era otturata. E' quindi verisimile che servisse un tempo per dirigersi le acque del canale Seveso, il quale attualmente sottopassa la casa Lorini.

¹⁹ - Nelle Memorie precitate del conte Nava, pag. 31, è riportato il brano di un ordine dei deputati della Fabbrica del Duomo, 17 febbraio 1391, ove è detto: *quod fiant expense que fieri expendiunt ad buccam Ticinelli Med. Que est subtus pontem de Turno juxta buccam Vitabiæ pro fatiens quod naves oneratae navigare possint usque ad laghetum S. Stefani in brollio.*

Nella Relazione del Settala sul Naviglio Grande del 1591, riportandosi allo stato anteriore ed alle relative concessioni, è detto: *Residuum dicti Navigii appellatum il Tesinello ad pontem de Turno prope Baluardum portæ Ticinensis ad beneficium et commodum monasterii Cartusie Papiæ, pro irrigatione bonorum Salvanitij; et Rever. Fratrum S. Hieronimi de Castellatio, ecc.*

Prosegue: *Et viso Privilegio, seu confirmatione Privilegiorum concesso per Ducem Jo. Galeatium præf. Cartusien. diei 25 Octobr. 1399, in quo apparet Bona de Salvanitio per eum esse concessa eis Cartusien...*

Et visis litteris tunc Mediolani Ducis concessis sub die 20 Maij 1400, in quibus declaratur dictæ Buccæ apponen. esse claces et clavaturas ad hoc ut tempore transitus navium claudi posset bucca ipsa ad hora 22 usque ad horam 24 cujuslibet diei.

In un documento del 23 maggio 1392, riportato nelle Memorie precit., pag. 33, parlasi di un compenso domandato all'Amministrazione della Fabbrica *pro platatis marmoris quod conduci fecit et faciet donec navigium vetus et novum erit in bono ordine possendi navigare*. Sembra che fino d'allora al tratto di Fossa Interna destinata alla navigazione, si desse il nome di Naviglio Nuovo.

²⁰ - Nova, Mem. precit., pag. 85, 122 e seguenti.



Dicesi che le acque sarebbero a condursi pel Redefosso, che si estendeva dalla chiesa di S. Dionigi al Fossato della città; cioè fra porta Orientale e porta Nuova, valendosene eziandio nel loro corso siccome forza motrice per una *folla*.²¹ Combinato tutto ciò, con altre indicazioni, si può per induzione inferire quali fossero i tentativi che facevansi onde agevolare il passaggio delle barche cariche dal *Laghetto Vecchio* al *Nuovo*, ed il ritorno delle vuote.

22. Colle acque del Seveso, rivolte in parte nel Fossato presso porta Orientale, ed in parte derivate, insieme a quelle del Nirone, dagli antichi canali divenuti interni, si sarà riempito il Fossato stesso fino in prossimità di S. Celso, sostenendole ivi mediante steccaja munita di cateratta di sufficiente ampiezza, per lasciar col suo aprimento libero il varco alle barche. Altra steccaja simile si sarà costrutta nel tratto successivo, ma avanti di raggiungere il baluardo di porta Ticinese, ove esistevano le due bocche della Vettabbia e della roggia Ticinello, residuo del Naviglio, al fine di ridurre al minimo il tempo del chiudimento di que' due canali, operazione che era fonte, come vedemmo, di incessanti reclami da parte degli utenti. Disposte verso sera le barche vuote procedenti dal *Laghetto Nuovo* nell'intervallo delle due steccaje, e chiusa di poi la prima, si saranno in esso intervallo abbassate le acque quanto bastava per portarle all'egual livello di quelle del *Laghetto Vecchio*, il quale contemporaneamente rialzavasi col chiudimento delle ultime bocche d'estrazione del Naviglio Vecchio, comprese le due preaccennate. Uscite dal mentovato intervallo le barche vuote, vi saranno entrate le cariche; e chiusa la seconda steccaja, se ne sarà rialzato il livello colle acque del Fossato a monte della prima, fino a che, aperta questa, potessero portarsi al *Laghetto Nuovo*. Da principio si sarà verosimilmente fatto uso di una sola di esse steccaje, siccome apparirebbe dai documenti del 1400 e del 1439 citati, ma non riportati, dal Fumagalli, nelle *Antichità Longobardiche*. In vista per altro dell'impegno di fare oscillare il livello delle acque del Fossato fino al *Laghetto Nuovo*, è naturale che siasi avvisato di limitare tale oscillazione al solo intervallo delle due steccaje, di lunghezza e capacità sufficiente a contenere un intero convoglio di barche. Osservai già in altro scritto, come questo dovesse essere il primo passo per inventare le conche, e come s'incominciasse con quella di Viarenna,

²¹ - Sotto la data del 12 luglio 1413, gli ingegneri *Gulliminus de Mirasolle et Anthonius de Miglhoe* riferirono: *de et pro quibusdam aquis trium seu certorum fontanillium existentium extra Portam Orientalem Med. Que pro modica expensa Fab. Sicut ibidem asseruit trahi et redduci seu conduci possunt per Redefossum se extendes ab Eccl. S. Dionisii in fossatum civitatis hujus, videlicet inter eam Portam Orientalem et Portam Novam ejus civitatis ad servitium et augmentum aque Navigij lageti S. Steffani in Brollio*. Segue l'altro documento, col quale si concede a Manfredino da Corsico l'uso di quelle acque, per servizio di una *folla*, assumendosi egli una metà della spesa.



costrutta nel 1439 dal nominato Filippo da Modena, o degli Organi, e da Fioravante da Bologna.²² Nuovi documenti da ultimo scoperti comproverebbero questo fatto.

23. Il cavaliere Amoretti, nelle *Memorie storiche di Leonardo da Vinci* (pag. 182), cita un libro che esisteva nell'archivio pubblico detto del Castello, intitolato: *Dati et accepti*, nel quale vi ha un capo: *Delle spese de' lavorerii ducali fatte da Delfino De Giorgi tesoriere pe' medesimi nell'anno 1438*. In questo «non solo parlasi del Naviglio nuovamente cominciato, detto ducale, a differenza del Tesinello detto Grande (navigium magnum), ma trattasi de' sostegni che servivano per far crescere e decrescere l'acqua (pro faciando crescere et decrescere aquam), e convien dire che nuovo fosse il modo di quel sostegno perchè, prima di eseguirlo nel Naviglio, provaronlo in piccolo Redefossino, canale che costeggiava il giardino del Castello. I medesimi sostegni adoperar voleansi nel canale allor nuovo di Bereguardo (pro experientia substineorum fiendorum in ducali navigio noviter constructo ab Habiate Belriguardum)».

24. Nella storia de' Municipj Italiani di Carlo Morbio²³ è riportato un decreto del 25 gennajo 1443 del duca Filippo Maria, ove sono prescritti alcuni capitoli da osservarsi da quelli ai quali fosse concesso di adoperare per usi irrigui le acque del nuovo Naviglio di Bereguardo. Ivi è detto: «Item che l'extrahente la dicta aqua sia atenuto a fare a le sue spexe ogni cavamento necessario a sorare el dicto Navilio menando lui l'aqua che gli sarà concessa per lo dicto cavamento intra in el Navilio de sotto da quelle conche de sopra le quale sarà fatto el dicto incastro». Seguono altri capitoli per moderare ed anche sospendere l'estrazione delle acque irrigue, quando per penuria ne dovesse soffrire la navigazione; come pure per provvedere all'espurgo del Naviglio.

25. Coordinando le indicazioni dei documenti precitati, viene provato, in modo ineccepibile, che nel 1438 erasi incominciata la costruzione del Naviglio di Bereguardo, punto finora rimasto dubbio rispetto all'epoca; che in quell'anno si facevano esperimenti sotto le mura di Milano per la prima applicazione delle conche ad esso Naviglio; che nell'anno seguente 1439 si sarebbe costrutta quella di Viarenna sul nuovo Naviglio Ducale percorrente il Fossato interno di Milano, ed altrettanto sarebbesi fatto sul Naviglio di Bereguardo, ove le nuove conche erano attivate nel 1443.

26. A quest'epoca, e non al 1420, come opinò il Giulini, dovrebbesi riferire il progetto di Filippo Maria Visconti, accennato nella sua vita dal Decembrio, di costruire col mezzo delle conche un Naviglio da Abbiategrasso a Vigevano, attraversante a doppio pendio

²² - V. *Cenni idrograf.* Precit. nelle *Notizie Nat. e Civ.*, pag. 177; e le *Ant. Long.*, T. II, pag. 109.

²³ - Vol. IV. Milano, 1846.



la bassa valle del Ticino; concetto che dichiarai altrove nuovo e veramente grandioso, quantunque il Fumagalli, per non averlo compreso, lo qualificasse siccome una stranezza.²⁴

27. Se nella carta chiaravallese del 1439 è detto che in quell'anno erasi costruita la conca di Viarenna; se nello stesso documento dichiarasi che i nominati due architetti, Filippino degli Organi, o da Modena, e Fioravante da Bilogna, erano *specialiter deputati circa modum adhibendum ut fovea civitatis navigabilis reddatur*; è naturale il supporre che superate le anteriori difficoltà, vi sieno riusciti coll'applicazione di altre conche, tanto nel ramo orientale che in quello occidentale del Fossato, alimentando il nuovo Naviglio colle acque del Seveso e del Nirone, arricchite, in quanto potevasi, da fontanili. In tal modo spiegasi come nel documento del 1445, che dicevasi esistere nell'Ambrosiana, non si parli di una, ma di più conche, chiamandosi quella di Viarenna *conca inferior navigii ducalis noviter constructi*; e come in quell'anno esistesse in questo la conca di S. Ambrogio, menzionata in altro documento contemporaneo.²⁵

28. Colla progressiva prosperità di Milano essendosi estesi i suoi sobborghi anche oltre la cerchia del Fossato, secondo il cronista Donato Bosso, Galeazzo I Visconti, figlio di Matteo, fino dall'anno 1323 avrebbe fatto escavare altro fosso comprendente essi borghi, il quale avrà servito allo scopo precipuo della difesa, ed in pari tempo per lo scarico delle acque esuberanti di piena de' fiumi condotti verso la città. Su quella nuova cerchia, corrispondente all'odierno Redefosso, intorno alla metà del secolo XVI si sarebbero costruite, come vedremo, le mura attuali.²⁶

²⁴ - *Cenni idrog. Precit.*, pag. 176. *Ant. Long.*, T. II, pag. 122. Il Decembrio dice: *meditatus est et aquæ rivum, per quem ab Abiate ad Viglevanum usque sursum veheretur, aquis altiora scandentibus machinarum arte, quas concas appellant.*

Diramatosi dal Naviglio Grande presso Castelletto il nuovo Naviglio per Abbiategrasso e Bereguardo, ed applicate ad esso, intorno al 1440, le conche allora appunto inventate, è naturale il supporre che in tale circostanza sorgesse il pensiero a Filippo Maria di utilizzare quel trovato per discendere con un secondo ramo la costa del Ticino, ed attraversare questo nel letto del fiume, od anche con acquidotto, risalendo la costiera opposta per portarsi a Vigevano, col sussidio di altro canale derivato superiormente dallo stesso Ticino. E' verisimile che la poca importanza di quella comunicazione, e l'entità del dispendio richiesto, abbiano indotto il principe a rinunziare a tale progetto, che, in linea d'arte, era veramente nuovo, grandioso ed eseguibile.

Al § 365 della mia *Guida allo studio dell'idrologia fluviale ecc.* del 1870, dimostrasi come il Fumagalli avesse ricavato quell'errore dalle *Istituzioni* del Frisi pubblicate quindici anni innanzi.

²⁵ - La conca di Viarenna sarebbesi allora costruita in maggiore prossimità di S. Eustorgio; ricostruendosi poi, come vedremo, nella località attuale 120 anni dopo. Rialzatosi con ciò il Naviglio interno a monte di essa conca, il travacatore o roggia Ticinello, ove defluisce il residuo del Naviglio Grande, si sarà trasportato più all'insù al principio del *Laghetto Vecchio*, togliendo ogni vincolo di chiudimento alla sua bocca pel passaggio delle barche. In causa poi del mentovato alzamento del Naviglio interno, la Vettabbia, anziché attraversarlo come dapprima in piano, si è fatta passare sotto di esso con tomba. E poiché l'utenza di questo canale veniva così defraudata di tutte le acque del Seveso colle quali si alimentava il Naviglio Nuovo, sembra che fin d'allora le si fosse assegnata la bocca sulla Fossa immittente in essa Vettabbia, alla così detta Torre dell'Imperatore, coll'acqua della quale è mosso il Molino delle Armi. Il Settala la chiama *Bocca della Torrazza alla Vittabbia di diversi ecclesiastici, onca 27*; aggiungendo: *sopra questa si ha da conoscere se vi siano comprese le acque della Vedra o Vittabbia.*

²⁶ - *Ant. Long.*, T. II, pag. 113.



29. L'esempio dato dai Milanesi e Lodigiani fu seguito dagli altri municipj lombardi, che andarono a gara nel derivare dall'Oglio, dal Mella, dal Clisio e dal Mincio grandiosi canali, destinati ad estendere l'irrigazione della vasta pianura. Propagandosi questi agricoli perfezionamenti anche nelle alte regioni comensi, donde avevano origine i fiumicelli Nirone e Seveso, se ne esaurivano ivi le acque perenni di sorgente, non lasciandosi libero il corso se non a quelle infeste di piena.

Depauperati per tal modo i canali delle acque civiche, si accrescevano le difficoltà di alimentare il nuovo Naviglio interno.²⁷

30. Essendo passata Milano sotto il dominio degli Sforzeschi, Francesco I, che alle militari accoppiava le civili virtù, coll'intendimento di provvedere a tale difetto, e di estendere il beneficio della irrigazione e della navigazione alla parte orientale del Milanese, ordinò nel 1457 la costruzione del Naviglio della Martesana, derivato dall'Adda. Eseguita l'opera intorno al 1460, e moderato il corso delle acque con due conche, terminava interinalmente il canale al mentovato Redefosso, fuori dei sobborghi di Milano.²⁸

²⁷ - Rispetto all'estensione data in Lombardia alle irrigazioni colle derivazioni qui indicate, le quali furono compiute sul principiare del secolo XVI, vedansi i *Cenni idrografici* precitati. Dal prospetto XVI che vi è annesso risulta che la portata totale dei canali irrigui ascende a 360 m. c. per 1", e servono per una superficie di 420.000 ettari nell'estate e di 3.100 ettari nell'inverno. Per alcune rettificazioni di quel prospetto vedasi la mia Memoria del 1870, *Sul sistema irriguo della Lombardia*. Colle prescrizioni degli Statuti si sarà, non senza difficoltà, impedita sull'usurpazione delle acque civiche nei contorni di Milano, e rispetto all'Olona si poté riuscirvi eziandio nei tronchi superiori, per la circostanza che essa scorre ivi sempre incassata in ampio avvallamento, e che gli utenti di quelle acque per usi industriali e per irrigazioni, da epoca remota si riunirono in consorzio. Ma per il Nirone e pel Seveso non potevasi fare altrettanto, prestandosi la condizione dei luoghi ad utilizzare le acque di sorgiva anche nelle regioni dei colli fuori della giurisdizione di Milano, ove si moltiplicarono le praterie irrigate con quelle della Lura, del Seveso e degli influenti di questo, Acqua Nera e torrente Terò. Non defluendo più verso Milano se non le acque infeste di piena di questi ultimi fiumicelli, i provvedimenti si limitano a renderle possibilmente innocue. Avanti perciò che si introducesse nella Fossa Interna la coda del Naviglio della Martesana, e per le mentovate sottrazioni nelle parti superiori, e per le esigenze degli estranei acqua dalla Fossa stessa, malagevole se ne rendeva la navigazione, siccome desumesi da un decreto del 16 luglio 1448 (Mem. prec., 217), ove è detto: *Confectore et Tinctores draporum et etiam monasterium Clarevallis et plures alia personæ dicitur eximere et extraere solunt aquam de fovea Civitatis pertinente Fabricæ (del Duomo) ex qua diminutione aque sepe numero impeditur navigatio ipsius foveæ...*

²⁸ - Nel decreto riportato dal Benaglia (*Relaz. Istor. del Magistrato delle ducali entrate ecc.*, Milano 1711, pag. 150), era delegato a dirigere l'opera, Bertola da Novate. Questa indicasi dal Settala eseguita intorno al 1460 (*Relaz.*, § 2); e con decreto 11 settembre 1465, pochi mesi avanti alla morte di Francesco, la moglie Bianca Maria Visconti, qual reggente a nome eziandio del figlio maggiore Galeazzo Maria, stabilì le norme per la vendita, l'affitto ed il regolamento delle acque del nuovo Naviglio (ivi § 10).

Estratto dall'Adda presso Trezzo, esso venne condotto lungo la costiera per otto chilometri fino a Gropello, ove raggiunge l'altipiano, escavandolo per la più parte nella roccia, ossia pudinga, e sostenendolo ed enorme altezza con robusto argine. Presso Cassano si rivolge verso occidente, attraversa con acquidotto a tre archi la Molgora, ed allo stesso livello il Lambro presso Crescenzago, mediante grandioso edificio con porte di scarico, donde passa per Gorla, ed attraversato pure il Seveso, il prossimità di Milano gettavasi da principio nel Redefosso. Sembra che in origine siensi costrutte due conche, cioè quella di Gorla e quella della Cascina de' Pomi per moderarne la pendenza, siccome appare dal decreto del 1° novembre 1471, in cui è detto: *Deputamus officialem Cameræ Ducalis ad exigendum pecunias datii concarum novigij Marthesanæ*. La conca di Gorla sarebbe stata demolita nel 1533 (Benaglia, pag. 152).



31. Contemporaneamente decretava la costruzione di un Naviglio da Milano a Pavia, che passasse per Binasco e Bereguardo, col quale Pavia avrebbe direttamente comunicato, mediante la biforcazione di Bereguardo, con Milano per una parte, e col Verbano per l'altra.²⁹

Di questo canale non fu allora eseguito che il primo tronco da Milano a Binasco, giovandosi dell'antecedente, costruito da Galeazzo II Visconti.

La sopravvenuta morte di Francesco sembra aver influito a sospendere il compimento di quelle imprese. Il figlio di lui Galeazzo Maria, erede del dominio, ma non delle virtù del padre, dal 1473 al 1475 fece proseguire la costruzione del Naviglio di Pavia sull'antica linea diretta da Binasco a quella città, opera che allora sarebbe rimasta incompleta.³⁰

²⁹ - BENAGLIA, op. cit., pag. 138.

³⁰ - L'ingegnere Bruschetti, nella *Storia della Navigazione del Milanese*, ha pubblicato i seguenti decreti, del 1473 e del 1475, di Galeazzo Maria Sforza, i primi due de' quali si riferiscono alla costruzione del tronco di Naviglio da Binasco a Pavia, e gli ultimi due ne comprovano l'attivazione.

1. Capitaneo Parci Papiae.

Ilavemo ordenato chel se facia un Nauiglio da Binasco ad quella nostra cità de Pauia, per stabilimento del quale gli bisognarano alcuni ligni da opera quali siamo contenti lassu tuore ne li boschi de quello nostro Parco, secondo richiederà Bertola da Nouà o Imello Nauarolo, alli quali hauemo dato questa impessa hauendo aduertentia ad farli tuore oue darano manco d'oro et ad lassarne tuore quanto bisognare et non più. Dat. Belreguardi die primo Junii 1473.

2. Magistris Intratarum.

Uolemo faciati che de presente questo nostro Nauiglio da Binasco habia del aqua per modo che uolengo Nuy venire in Naue a Milano possiamo nauigare securamente a nostra posta. Et perchè intendemo che l'aqua che uene da Milano non saria bastante a ciò, uolemoche per la boca sua da Castelletto ne lassu uenire tanta che sia a sufficientia per potere nauigare como auemo dicto. Dat. die 21 Junii 1473.

3. Magistris Petro de Trinitate et Joanni de Ghiringhellis phisicis.

Scriptimus ad Castellatum nostrum Binaschi quod mittat Papiam nauem, qua uenire possitis Mediolanum: ea cras aderit ad trauacatorem cum nauaculariis opportunis. Quare uolumus quod postridie summo mane, scilicet die XXVII, ipsam conscendatis et ad nos ueniat eadem die. Dat. Mediolani die XXV Decembris 1475.

4. Castellano Arcis Binaschi.

Ricevuta questa, manda presto un naueto ad Pauia per condurre qui Mag. Joanne Ghiringhello et Mag. Pedro de la Trinità phisici, quale gli manderai ordenato et cum tanti caualli che basteno per condurli comodamente et presto, et Nuy faremo pagare li nauaroli debita mercede. Ma chel naueto sia domane ad Pauia senza fallo ad ciò post domane ad bonora essi phisici possano uenire ad Nuy como gli scriuemo. Dat. Mediolani die XXV Decembris 1475.

Il Bruschetti aggiunge l'estratto di una relazione dell'anno 1477, diretta dalla Duchessa Bona ed al Duca Gio. Galeazzo Sforza Visconti, in cui si dice che il Duca defunto Galeazzo Maria Sforza era già stato consultato «perchè il Naviglio che decore da questa città di Milano a Pauia fosse recomodato e cauato per ridurlo nauigabile, ad ciò le uettovaglie potessero essere condotte comodamente alla nostra città, e che inoltre si era fatto eseguire la uisita et trabuccare i lochi dall'ingegnere Bertola». Si instava quindi perchè avesse luogo questa provvienza, e venisse somministrato l'occorrevole denaro, prova che l'opera era tuttavia incompleta ed abbandonata.

Nel secondo dei decreti surriferiti parlasi di alimentare il nuovo tronco di Naviglio sotto Binasco colla Bocca di Castelletto, per non essere sufficiente quella derivata da Milano. Osservasi in proposito, che per bocca di Castelletto devesi intendere quella che alimenta l'antico Ticinello summentovato, il quale passa fra Rosate e Basiano, ed in origine era prolungamento del canale primitivo derivato dal Ticino. Ora esso serve



32. Per tal modo Milano aveva costruito 90 chilometri di canali navigabili, con ben 25 conche, dal 1439 al 1475, sei anni avanti che i fratelli di Viterbo costruissero la conca sull'unione del Piovego col Brenta sotto Padova, conca stata in addietro considerata erroneamente siccome la prima³¹. Dal 1491 al 1493 sonosi costrutte le prime due conche sul Naviglio di Bologna da un ingegnere milanese,³² ed altrettanto sarebbesi fatto nel tempo stesso sul Naviglio di Modena colla costruzione del primo sostegno alla Bastiglia.³³

33. Caduto Galeazzo Maria sotto i colpi del partito popolare, il fratello di lui Lodovico assunse dapprima la reggenza, e quindi il dominio dello Stato, dopo aver rimosso col veleno l'impaccio che davagli il figlio ed erede dell'estinto. Alfine di cattivarsi malgrado ciò la pubblica opinione, manteneva una corte sfarzosa, ove concorrevano i più distinti ingegni, che vi trovavano protezione ed incoraggiamento. Fra questi primeggiava Leonardo da Vinci, genio veramente straordinario, del quale ogni passo segnava una scoperta nelle molteplici vie cui rivolgeva l'alta sua mente. Quantunque nato nella mediocrità, egli emerse fin da' suoi primordj in guisa da poter vivere con lusso e dedicarsi a tutti gli esercizi cavallereschi, allettato in ciò anche dall'avvenenza e robustezza della persona. Questa circostanza avrebbe bastato ad ammortire qualsiasi bell'ingegno, ma non già quello di Leonardo. In mezzo ai garruli vaneggiamenti della dominante filosofia scolastica, egli precedette di un secolo Bacone e Galileo nello stabilire il principio d'interrogare la natura

principalmente all'ufficio di scaricatore delle acque esuberanti del Naviglio Grande. Questo pure da principio chiamavasi Ticinello, e di poi Naviglio di Gaggiano, e Naviglio Vecchio, lasciando, come vedemmo, il nome di Ticinello al suo residuo che scaricasi presso l'odierna porta Ticinese, e forma un canale che scorre per lungo tratto parallelo alla Vettabbia. Valgano queste osservazioni per evitare gli equivoci in cui taluno è caduto nell'interpretare antichi documenti ove incontrasi il nome di Ticinello.

³¹ - Di questa opinione era il Frisi, il quale cadde nel grossolano errore di qualificare siccome conche piane, cioè senza salto, le due chiuse di Mantova e di Governolo costrutte dal Pitentino sul Mincio nel 1188 (*Istituz. di Meccanica, Idrostatica*, ecc., pag., 427), mentre la prima non è che un lungo argine o diga sostenente il lago superiore all'altezza di 4^m,75, con bocche di scarico, e la seconda era una semplice chiusa di restringimento. Nè lieve si fu quello sfuggito al Leggi nella prefazione al suo trattato dei *Canali Navigabili*, ove pure confonde l'antica chiusa di Governolo con una conca, attribuendone l'invenzione al Pitentino. Se egli avesse letto il *Discorso* del Bertazzolo, che cita, ma che sicuramente non ha veduto, ove si danno i particolari di quegli antichi edificj, e della vera Conca di Governolo da lui costrutta nel 1609, e se l'avesse consultato anche il Frisi, che censura il Lecchi, si sarebbero evitate tali inesattezze, non tollerabili in libri destinati all'istruzione dei giovani ingegneri.

Il chiarissimo Simone Stratico, nella sua Memoria sulla invenzione de' sostegni a conca (*Mem. dell'Ist. L.-V., T. II*, p. 80), portò molta luce sull'argomento colla citazione del passo dell'*Arte edificatoria* di Leon Battista Alberti, pubblicata nel 1452, ove parlasi di quest'artificio come di cosa già conosciuta. Ma non avendo, a quanto pare, esaminati gli scritti del Fumagalli e dell'Amoretti, disse nulla di quanto ivi è esposto circa alla parte presa dai Milanesi in tale invenzione: Delle antiche chiuse di restringimento, adoperate in origine anche pel Naviglio di Modena, una se ne vedeva ancora in vicinanza della città, che venne demolita nel 1826. Ad esse veniva dato il nome di *bova*, ossia bocca, nome che applicavasi eziandio ad alcune grandi chiaviche, da cui sarà derivato sui canali milanesi quello di Bovaregio, *Boveregius* (*Stat. di Milano*, cap. 329), col quale si distinguevano, a quanto sembra, le bocche riservate allo Stato proprietario del canale.

³² - *Memorie storiche sul Canale Naviglio di Bologna*, di Gio. Battista Masetti (*Nuova Raccolta di Bol.*, T. IV, pag. 499).

³³ - Questo mi risulta dagli studj fatti dal 1847 in avanti, sulle acque della pianura modenese.



cogli esperimenti, e di far precedere alle teorie l'osservazione³⁴ Applicando queste regole anche all'estetica, fu primo a sostituire nella pittura uno stile largo inarrivabile, a quello secco del Quattrocento; e creata in Milano la scuola lombarda, venne a porgere modelli di studio anche al grande Urbinate per correggere la maniera del Perugino, nella quale erasi avviato.

Della sua eccellenza nella scultura altra memoria non ci lasciò, fuorché la testimonianza di chi ammirò il magnifico modello della statua equestre di Francesco I Sforza, rimasto distrutto nella guerra del 1499.

Il suo *Trattato della Pittura* è un complesso di precetti, che anche oggidi servono di guida all'artista nella giudiziosa imitazione della natura. Nell'architettura militare inventò l'odierno sistema di difesa con bastioni poligoni ad angolo mediano sagliente, ed, a quanto sembra, anche le trincee a zigzag per l'attacco delle piazze forti. Lungo sarebbe l'enumerare le sue invenzioni e le scoperte nei varj rami della fisica, delle quali ci ha offerto, come dicemmo, un sunto il cavaliere Venturi, che proponevasi di estrarre dagli scritti di Leonardo un trattato di meccanica, un'altro d'ottica, ed un terzo d'idrostatica.³⁵

34. Dovendo occuparci specialmente di quest'ultima parte, gioverà innanzi tutto esaminare le circostanze locali che possono aver influito a rivolgere il suo spirito indagatore verso lo studio di fenomeni naturali, che lo hanno condotto a creare una scienza, la quale è fonte di immensi benefizj per le culte nazioni che sanno applicarla.

35. Il corso inferiore dell'Arno da Firenze a Pisa è alla sua destra accompagnato da tre vasti avvallamenti o bacini, che un tempo erano palude. Questa scomparve nella pianura tra Firenze e Pistoja colle deposizioni portatevi dai poderosi torrenti Bisenzio ed Ombrone, e da altri minori, che insieme ai primi, l'arte condusse di poi pensili fin presso all'Arno fra alte arginature. Ma altrettanto non avvenne per la Val di Nievole e per la pianura di Lucca e Pisa, ove si conservarono i grandi paduli di Fucecchio e di Bientina, che per malintesa avidità di lucro si estendevano anche ad arte, con immenso danno delle adjacenti popolazioni. Nato

³⁴ - Il seguente brano del *Saggio* del Venturi, potrà porgere un'idea adeguata dei principj di Leonardo sotto tale rapporto:

«§ XV. Del metodo. E' sempre bene per l'intelletto acquistare cognizioni qualunque sieno; si potrà in seguito scegliere le buone, e scartare le inutili.»

«La teoria è il generale, la pratica i soldati.»

«L'esperienza è l'interprete degli *artifizj* della natura»

«Essa non inganna mai; è il nostro giudizio che talvolta s'inganna, ripromettendosi effetti cui l'esperienza si rifiuta. Conviene consultare l'esperienza, variarne le circostanze fino a tanto che ne abbiamo ricavate delle regole generali, poiché è dessa che ci somministra le vere regole. Ma a che queste regole? mi direte. Rispondo che esse ci dirigono nelle ricerche sui fenomeni naturali e sulle operazioni dell'arte. Esse impediscono che noi inganniamo noi stessi o gli altri, ripromettendoci risultamenti che non potremmo ottenere».

³⁵ - *Essai sur les ouvrages ecc.*, precit.



Leonardo in prossimità del padule di Fucecchio, fino da' suoi verdi anni ebbe ad essere testimonia dei conflitti che insorgevano per liberarsi dall'irruzioni, e dagli stagnamenti di quelle acque infeste, per gli ostacoli che altri vi opponevano.³⁶

Dovette pure ammirare l'arte colla quale le acque stesse si erano rese innocue nella pianura fiorentina, ed i provvedimenti intesi ad utilizzarle, sia come forza motrice, sia per irrigazioni. Avrà in pari tempo osservato, come nelle arsurre estive l'Appennino non porga ivi se non un umile tributo d'acque di sorgenti quando maggiore n'è il bisogno, e come l'Arno stesso si riduca allora alla condizione di semplice rivo serpeggiante ne' greti che ne formano l'ampio letto.

36. Venuto trentenne a Milano e contratti vincoli di amicizia colla doviziosa famiglia dei Melzi, nelle loro ville di Vaprio e di Canonica, ove si dilettaua trattenersi a lungo, gli si offerse uno spettacolo ben differente. Quivi, sotto la sferza di un sole canicolare, alimentata dalle nevi alpine, scorre turgida l'Adda, incassata nell'alta pianura, donde a poche miglia a valle l'arte ne estrae col fiume Muzza in copia veramente straordinaria le limpide acque, che vanno ad esaurirsi in infinite ramificazioni sulle campagne del Lodigiano, a destra del fiume.

Altri canali minori, ma contuttociò copiosissimi, il Ritorno e la Vajlata, si derivano in maggior prossimità ancora, per arrecare lo stesso beneficio verso sinistra alla Gera d'Adda ed al Cremasco, che a tal fine utilizzano eziandio presso la sua foce le acque del Brembo.³⁷

37. A due miglia a monte sotto Trezzo, lo stesso principe del quale egli proponevasi eternare la memoria con statua equestre, aveva intrapresa, come vedemmo, un'opera più ardita ancora, derivando alla destra dell'Adda il canale Martesana, che pensile per cinque miglia conduce si intagliato nella roccia fino all'altipiano. Sia che dal basso si rimirino le navi percorrere a tanta elevazione quel canale, sia che dall'altissimo argine, da cui

³⁶ - Il Repetti, nel suo *Dizionario Geografico Storico della Toscana*, all'articolo *Padule di Fucecchio*, riporta due iscrizioni di Cosimo de' Medici relative al ripristinamento del *Callone di Cappiano*, inteso ad estendere quello stagno, quasiché fosse un beneficio al paese; mentre era cagione immediata d'insalubrità. Solo con decreto 4 settembre 1780, il granduca Leopoldo, revocando gli anteriori, fece abbassare quella diga, riducendo al minimo la superficie del padule. E questo e i successivi miglioramenti eseguiti nel 1824, contribuirono a risanare l'aria di quel territorio, e ad accrescere la produzione del suolo. Per successivi miglioramenti proposti nel 1864 vedasi il § 268 della mia *Guida* precitata.

In quanto al lago di Bientina, sarebbesi ora provveduto per facilitarne lo scolo diretto al mare, con una tomba sotto l'Arno, che venne attivata nel dicembre 1859. Percorrendo il nuovo emissario la bassa pianura meridionale Pisana, se ne è avuta una generale inondazione, circostanza che potrebbe dipendere dal non essersi sufficientemente provveduto per la separazione delle sue acque da quelle di essa pianura, lo che potrà farsi successivamente coi dati offerti dall'esperienza. Vedansi i § § 269 e 270 di essa *Guida* per ulteriori particolari.

³⁷ - Il Ritorto, canale di circa 200 once magistrali (8 m.c. per l'"), venne derivato ai tempi di Filippo Maria Visconti; e la Vajlata intorno al 1480, quindi qualche anno avanti la venuta di Leonardo. Sotto Brembate si



è sostenuto, si domini il rapido corso del fiume sottoposto e l'immensa pianura che di là si distende, lo spettacolo per chicchessia è sempre imponente e maestoso.

Ma l'opera era tuttavia incompiuta, non trovandosi ancora il canale congiunto con quello interno di Milano, che soffriva sovente penuria d'acqua, malgrado l'applicazione del trovato delle conche, mirabile pel suo principio, ma che esso

38. Trattandosi di un esame critico, sarà innanzi tutto necessario di porgere un sunto delle vicende cui soggiacquero gli scritti e i disegni da lui lasciati; al qual fine gioverà trascrivere il cenno che ne dà il barnabita Gian Ambrogio Mazzenta, riportato dall'Amoretti (pagine 138-141).

«Vennermi nelle mani (scrive egli), sono ormai 50 anni, tredici volumi di Lionardo da Vinci, in foglio ed in 4.° scritti a rovescio; e'l caso me li fe' capitare nella seguente maniera. Io studiava le leggi a Pisa in compagnia del giovane Aldo Manuzio, grand'amator di libri. Certo Lelio Gavardi d'Asola, preposto di san Zeno a Pavia e parente stretto di Aldo, venne in nostra casa. Egli era stato in Milano maestro di belle lettere in casa de' signori Melzi che chiamansi di Vavero (Vaprio), per distinguere questa da altre famiglie Melzi della stessa città. Egli aveva veduti nella loro casa di campagna a Vaprio molti disegni, istromenti e libri di Lionardo..... Francesco Melzo (suo scolaro ed erede) erasi avvicinato piuchè altri alla maniera del Vinci: lavorò poco perché era ricco; ma i suoi quadri sono ben finiti, e sovente confondoni coi lavori del maestro.... Egli, morendo, lasciò le opere di Lionardo nella sua casa di Vavero ai suoi figliuoli, che avendo differenti gusti e impieghi, neglimentarono que' tesori, e ben presto li dispersero. Lelio Gavardi ne prese ciò che gli piacque. Ne portò 13 volumi a Firenze, sperando di ricavarne buon prezzo dal grand duca Francesco, che volonteroso era d'acquistare simili opere; tanto più che Lionardo era molto stimato nella sua patria. Ma all'arrivo del Gavardi a Firenze il principe morì (1587), ond'egli sen venne a Pisa. Io non potei astenermi dal disapprovare la sua condotta: egli arrossinne; e poiché io, avendo colà terminati gli studj, doveva tornare a Milano, mi consegnò i volumi del Vinci, pregandomi di restituirli ai Melzi. Io feci lealmente la sua commissione, e'l tutto riportai al signor Dottor Orazio, capo della famiglia Melzi, che fu ben sorpreso perchè io mi fossi preso tanto incomodo; e regalommi que' libri, dicendomi che molti altri disegni aveva dell'autor medesimo, neglimentati da lungo tempo in un angolo della sua casa di campagna. Così que' libri divennero miei, e poscia de' miei fratelli. Vantandosi questi di tale acquisto fatto sì facilmente, destarono l'invidia di altri amatori, che portaronsi al dotto Orazio, e n'ebbero de'

derivano dal Brembo la roggia Vecchia e la Nuova di Treviglio, come pure la roggia Melzi, canali che, se non tutti, in parte avranno anche allora esistito.



CONSORZIO IRRIGAZIONI CREMONESI

Via Cesare Battisti, 21 – Cremona - Partita IVA e Codice Fiscale 00106640196

☎0372-22308 - 📠0372-22492

✉: segreteria@cic.cr.it - ✉: segreteria@pec.consorzioirrigazioni.it - 🌐: www.cic.cr.it

disegni, delle figure, delle preparazioni anatomiche, ed altri preziosi avanzi dello studio di Leonardo. Un di que' che più n'ebbero fu Pompeo Aretino, figliuolo del cavalier Leoni, scolare di Bonarotti, ch'era al servizio del Re di Spagna Filippo II, per cui aveva fatti tutti i bronzi che sono all'Escuriale. Pompeo promise al dottor Melzi un posto nel Senato di Milano, se riuscivali di riavere i tredici volumi, volendo offerirgli al re Filippo, che di tali curiosità era amatore. Lusingato da questa speranza, il dottor Orazio andò a mio fratello, pregandolo in ginocchio di rendergli il fatto regalo; e poiché gli era collega, amico e benefattore, gli ne rendè sette. Degli altri sei che restarono alla casa Mazzenta, uno ne fu donato al cardinale Federico Borromeo (1603) per la Biblioteca Ambrosiana.... Un altro ne diede poi mio fratello ad Ambrogio Figini, che lasciollo al suo erede Ercole Bianchi col resto del suo studio. Per la premura fattami dal Duca di Savoia, un terzo a lui pure ne procurai. Essendo poi morto mio fratello fuor di Milano, pervennero anche gli altri tre volumi alle mani di Pompeo Aretino, che altri disegni e scritti di Leonardo v'unì, e separandone i fogli ne formò un grosso volume che passò al suo erede Polidoro Calchi, e fu poi venduto al signor Galeazzo Arconati. Quest'uomo generoso lo ha tuttavia nella sua ricca biblioteca, avendo ruscato di venderlo al Duca di Savoia e ad altri principi che 'l ricercavano».

39. Il gran volume messo insieme dal cavalier Pompeo Leoni è il così detto *Codice Atlantico*, contenente sopra 786 pagine, oltre a molti scritti, 1750 disegni. Per esso il re d'Inghilterra Giacomo I aveva offerto 3000 doppie di Spagna al conte Galeazzo Arconati, il quale nel 1637, con tratto di generosità, che gioverebbe trovasse imitatori, preferì di farne dono alla Biblioteca Ambrosiana, unendovi altri undici volumi di manoscritti e disegni dello stesso Leonardo. Oltre poi al volume che dalla famiglia Mazzenta era stato donato ad essa biblioteca, altro volumetto le donò nel 1674 il conte Orazio Archinto, cosicché possedeva quattordici volumi. Questi le furono tolti nel 1796, per arricchirne la Biblioteca dell'Istituto Nazionale di Francia, non venendone restituito nel 1815, in forza dell'atto generale del congresso di Vienna se non il solo *Codice Atlantico*. Il volume donato dai fratelli Mazzenta al Figini, che passò ad Ercole Bianchi, il quale probabilmente contiene il Trattato dei molini, fu venduto all'inglese Smith; conservandosi poi tuttavia nella Biblioteca Reale di Torino quello che il monaco Mazzenta procurò al duca di Savoia.³⁸ E' però verisimile che molti altri manoscritti di Leonardo esistano, quantunque se ne sia perduta la traccia, sapendosi che un piccolo volume trovasi nella Biblioteca Trivulzio di Milano, e che dal milanese Giuseppe Vallardi, negoziante di stampe, fu venduto a caro prezzo a Parigi pel museo del Louvre altro grosso volume, formato con scritti e disegni dello stesso Leonardo, da lui raccolti.



40. Osservai già come di quei manoscritti se ne fosse infruttuosamente arricchita la Biblioteca dell'Istituto Nazionale di Francia, e la prova si avrebbe in ciò che, dopo sessantaquattro anni (1860), le uniche notizie avutesi sul loro contenuto sono quelle date dal Venturi nel 1797, ed il breve cenno che ne porge il Libri nella sua storia delle matematiche. Giovandomi dei pochi estratti da questi fatti, e del ragguaglio datone dal cavalier Amoretti, dopo aver io esaminato il *Codice Atlantico*, verrò ora indicato quanto mi risulta circa ai lavori diretti da Leonardo pel compimento del Naviglio della Martesana, colla introduzione di esso nella Fossa Interna. Egli avrebbe il merito dell'invenzione delle doppie porte angolari (busquès) applicate alle conche, mercè le quali queste furono perfezionate in guisa da rendersene agevolissima la manovra. Senza di ciò noi non avremmo veduto estendersene, particolarmente in questi tempi, l'uso presso tutte le nazioni incivilite, talvolta in una scala gigantesta, sia pel loro numero, sia per le colossali dimensioni loro assegnate.

Basta considerare l'immensa rete di canali navigabili che, principalmente nella Francia, nell'Inghilterra e nell'America del Nord, uniscono ora con questo artificio i varj bacini de' fiumi e mari diversi, attraversando le catene di monti che li separano; la redenzione del suolo dell'Olanda, ove mediante il movimento spontaneo di tali porte, escludendosi le inondazioni delle alte maree, si facilitò il bonificamento di que' territorj ed eziandio del fondo di laghi depressi di più metri sotto il livello del mare; e finalmente il partito tratto da tale congegno ne' porti marittimi per utilizzare le grandi maree oceaniche, onde rialzare quanto basta il livello di bacini (*docks*) di stanziamento dei navigli, o per promuovere con còlte enormi correnti, a fine di escavare le deposizioni che ne impedirebbero l'accesso. I grandi piroscafi dell'Oceano passano oggidì agevolmente in que' bacini mercè le conche, talune delle quali di oltre 20 metri di apertura.³⁹

41. La bella descrizione di esse che ci ha lasciato Leon Battista Alberti nella sua *Architettura*, dedicata l'anno 1452 al pontefice Nicolò V, è sicuramente ricavata dall'esame delle conche inventate e costrutte dodici anni innanzi sui Navigli di Milano. Ivi dice che l'edifizio può chiudersi con cateratte (saracinesche) o con porte. Indica con quale artificio si possano muovere agevolmente le prime ne' loro incastri, e come fra le porte sieno preferibili quelle aventi il loro albero (fuso) presso il mezzo, colla differenza di circa tre dita nella lunghezza delle loro ali, onde renderne facile l'aprimiento e spontaneo il successivo

³⁸ - Mem. stor. precit., pag. 138,

³⁹ - I *docks* di Liverpool, che, dopo gli ingrandimenti praticativi fino al 1850, occupano una fronte di cinque chilometri sulla riva destra della Mersey, hanno in generale per le conche d'accesso l'apertura di 18^m, eccetto il *Coburgdock*, ove si è aumentata fino a 21^m, misura colla quale si costruirono di poi i *docks* di Birkenhead, città sorta sull'opposta riva della Mersey dopo il 1830, e che nel 1848 contava già 30 mila abitanti (*Annales des ponts et chaussées*, 1849, sem. 1.°). Vedasi anche la mia *Guida* precitata all'art. XXII.



chiusura. Prosegue poi nel descrivere l'intero edificio e la manovra per il passaggio delle barche.⁴⁰

42. Venendo ora a parlare dei disegni del *Codice Atlantico* di Leonardo, al foglio 7, *verso* (rovescio), vedesi quello prospettico di una conca a salto con portina e portone semplici. Dalla sommità dell'albero costituente l'asse, parte un tirante obliquo, che termina all'altro estremo della porta. Sulla stessa tavola vi è il disegno prospettico di doppia porta angolare, delle armature in legnami, della sottoposta capriata, ossia battente, e dello sportello a ventola in una delle ali. La scritturazione è estranea alla figura.

Nel foglio 32 *verso* vi ha il disegno prospettico di un canale attraversato da tre pescaje. Due di queste hanno al loro estremo una conca, ciascuna delle quali chiudesi con cateratta scorrevole negli incastri; del quale artificio si danno i particolari in due figure di maggiori dimensioni. Nella prima vedesi una leva orizzontale, che attraversa all'alto la bocca della conca, e sporge sulla riva coll'altro braccio, dall'estremo del quale discende una catena obliqua, che presso la sponda dovrebbe avvolgersi sopra un torno. Coll'azione di questo si alzerebbe dapprima verticalmente, mediante due catene laterali, la cateratta fino a raggiungere la leva orizzontale; dopo di che, continuando il movimento del torno, colla doppia catena obliqua, si raddrizzerebbe la leva fino a divenire verticale, mantenendovisi aderente la cateratta alzata, siccome appare dalla fig. 2^a. Per tal modo il varco della conca rimarrebbe libero al passaggio delle barche. Nella conca superiore vedonsi disegnate tre barchette, lo che sarebbe indizio che, avanti al perfezionamento dell'edificio, attese le dimensioni delle barche limitate alla minor larghezza del varco, ne passavano parecchie ad ogni concata. E' verisimile che quel disegno si riferisca ad un progetto di rendere navigabile la Muzza, la quale nel suo corso è attraversata da tredici pescaje. Le complicazioni inerenti all'artificio suddescritto devono appunto aver condotto Leonardo alla invenzione delle porte accoppiate ad angolo.

⁴⁰ - *Claudetur aquæ defluvium cataractis, claudetur et valvis. In utrisque latera lapidea pilarum ope firmissima debentur. Cataractæ pondus tollemus sine hominum periculo, adhibitis ad tractorium fustum rotis dentatis, quas veluti in horologio moveamus dentibus alterius fusi ad id opus ad motum adactis. Sed omnium commodissima erit valva, quæ medio sui habeat fustum statutum ad perpendicularum, vertibilem. Fuso appingetur valva quadrangula, ut pansa adsit, velut in oneraria navi quadratum explicatur velum, quod hoc et hoc sui brachio possit ad proram puppimque circumagi. Sed valvæ istius brachia erunt non coequalia, altero enim paullo erit retractior ad digitos usque ad tres. Nam fiet tunc quidem ut uno a puero reseretur et rursus sponte claudatur vincente ponderibus latere prolixiore. Duplices facito clausuras, secto duobus locis flumine, spatio intermedio quod navis longitudinem capiat, ut si erit navis conscensura, cum eo applicuerit inferior clausura occludatur, aperiat superior: sin autem erit descensura, contra claudatur superior, aperiat inferior. Navis eo pacto cum ista parte fluenti evehetur fluvio secundo.*

Lo Stratico riporta eziandio la traduzione italiana di Cosimo Bartoli del passo surriferito, nella quale vi sono errori madornali, che rivelano non aver questi compreso il concetto dell'autore (*Mem. dell'I. R. Istit. L. V., Vol. II, pag. 84*).



Nel foglio 127 *verso* vi sono varie figure che sembrano indicare studj sulla condizione statica delle porte angolari.

Nel foglio 148 vedesi il disegno in grande di porta angolare senza leggenda, con particolari delle sue ferramenta.

Nel foglio 237 vi ha il disegno prospettico in grande di una porta angolare, colla pianta dello sportello a ventola e dei battenti di essa.

Nel foglio 333 *verso* vi ha il disegno prospettico di una conca con doppie porte angolari, e coi particolari dello sportello a ventola. La notevole differenza nella lunghezza dei bracci di questo, non ammissibile all'atto pratico, fa supporre che fosse semplicemente uno studio.

Nel foglio 46, tav. I, vi è il disegno prospettico di un ponte canale in tre archi, attraversante un fiume con successiva conca. Sembra essere riferibile al progetto dell'acquidotto col quale il Naviglio della Martesana avrebbe dovuto sorpassare il Lambro presso Crescenzago.⁴¹

43. Ne' disegni preaccennati noi vediamo così rappresentati i metodi imperfetti anteriormente seguiti pel chiudimento delle conche, descritti da Leon Battista Alberti; i tentativi fatti da Leonardo per migliorare taluno di essi; e finalmente il mirabile suo concetto delle porte accoppiate ad angolo, col quale, introdottavi la ventola a braccia diseguali siccome accessorio utilissimo, oltre a rendersi agevole la manovra, libero e più ampio il varco, si risolve nel modo più completo il problema dal lato statico. Imperocché la pressione dell'acqua viene distribuita in guisa da farvi fronte, in parte colla resistenza relativa delle travi orizzontali d'armatura, resa più efficace dalla scemata lunghezza delle porte, ed in parte con quella

⁴¹ - Esaminando la traccia del Naviglio della Martesana, rilevasi che tra Vimodrone e Crescenzago è disposta con una notevole deviazione dall'andamento rettilineo, allo scopo di attraversare all'egual livello il Lambro. Sembra però che fin dall'origine vi fosse il progetto di praticare quel passaggio con acquidotto e conca, raddrizzando a tal uopo il canale; al qual progetto appunto si riferirebbe probabilmente il disegno di Leonardo. Per vedute economiche non fu finora mandato ad effetto, supplendosi col sistema di paraporti, ivi disposti per impedire che le piene del Lambro entrino nel Naviglio, lo che non è sempre dato di ottenere.

Dalle indagini preaccennate scorgesi che i concetti contenuti negli autografi di Leonardo si riferiscono in gran parte, rispetto all'idraulica, all'idrografia del Milanese, e che il decifrarli può soltanto essere opera di dotti italiani e particolarmente lombardi. Ne consegue che il rifiuto di restituire all'Ambrosiana, Biblioteca di proprietà privata, i tredici volumi tuttora esistenti presso quella dell'Istituto di Francia, ove in tre quarti di secolo solo a due scienziati italiani fu dato ricavare qualche cenno del loro contenuto, è atto che sicuramente non porta ad onore di quell'eminente corpo accademico. Imperocché l'averli tolti ad una istituzione privata fu vera spogliazione, per non dir di peggio; ed il loro spostamento dalla sede naturale ove si trovavano per volontà di Leonardo, rende pressoché impossibile di ricavarne qualche frutto, se non pel progresso, per la storia almeno della scienza.



negativa di esse travi. La maggior ampiezza del varco permise di conseguenza l'aumento di dimensioni e di portata delle barche.⁴²

44. Ora rimarrebbe a stabilirsi il tempo nel quale avrebbe eseguiti quei lavori di perfezionamento nei Navigli milanesi.

Un decreto del 16 maggio 1483 del duca di Milano, sembra accennare a tale perfezionamento che volevasi allora intraprendere;⁴³ ma egli è fuor di dubbio che nel luglio 1495 le acque del Naviglio della Martesana non entravano ancora nella Fossa Interna, essendo però verisimile che imminente ne fosse l'introduzione. Sotto quell'epoca difatti stipulavasi un contratto di vendita di nove once delle sue acque da estrarsi, dopo che ciò fosse avvenuto, presso il ponte dei Fabbri, nel quartiere di Viarenna, per immetterla nella coda del Naviglio Grande, e di là estrarla di nuovo presso il ponte *Scudellino*.

Ciò risulta da una relazione dell'ingegnere Filippo della Torazza, e dal successivo decreto di concessione; documenti in vero preziosi, perchè ci fanno conoscere con data certa, oltre al fatto preaccennato, altri di qualche importanza. Dicesi ivi che fra il Castello ed il ponte de' Fabbri esisteva allora sulla fossa una conca nel luogo detto il Beverone (forse abbeveratojo), cui dovrebbe corrispondere la conchetta di S. Ambrogio, costrutta intorno al 1440. Indicasi poi che l'acqua derivata di nuovo dal Naviglio Grande doveva guidarsi nel letto del già Naviglio di Pavia; nel che si avrebbe la prova che questo, dopo la sua attivazione avvenuta nel 1475, sarebbe stato abbandonato.⁴⁴

⁴² - Taluni credettero che gli Olandesi applicassero ai loro canali le porte angolari avanti che si introducessero nelle conche del Milanese. Ma Belidor nella sua *Architettura idraulica* (P. II, Lib. II, Cap. I) dichiara colla testimonianza di Stevin, che esse vi furono introdotte solo sul cadere del secolo XVI. Questi ne attribuisce il merito ai due carpentieri Adriano Janssen e Cornelio Derixen Muis, che presero per modello una porta semplice a ventola, costrutta poco prima a Brielle presso la foce della Mosa

⁴³ - SETTALA, *Relazione sul Naviglio della Martesana*.

⁴⁴ - I due documenti, de' quali qui si aggiunge l'estratto, si trovarono fra le carte del defunto ingegnere Bernardino Ferrari (BRUSCHETTI, *Storia della irrigazione Milanese*, pag. 27): «Circa la richiesta fatta per messer Giacomo Filippo et fratelli Simonetti di possere estrarre un rodizino et mezo de once noue de aqua dil fosso de Milano apresso il ponte de faurecha (*de' Fabbri*) et condurlo in lo fosso de detta città appresso il ponte di Viarena, et extraherla poi al ponte del Squilino (*Scudellino*) sotto le pianche per il letto solia andare il Nauilio di Pauia: pertanto dico lo parer moi è chel se pò tal uendita fare senza pregiudizio alcuno, atteso quando l'aqua del Nauiglio de Martesana vignarà in el fosso di questa città».
«Ex domo mea die 22 luglio 1495. Ego Filippus de la Toratia».

Nel decreto successivo è detto: *Nominative de dictis onziis novem et de jure unziarum novem dictæ aquæ Navigij Marthesanæ postquam ipsa aqua intraverit in fossum civitatis Mediolani et serviverit molandinis Castri et deinde intraverit a prima concha existen. ad locum appellatum Beueronum infra extrahendis...*

Nell'elenco delle bocche del Naviglio Grande che dà il Settala (§ 11 della sua Relazione) è detto: B. *appellata scudellino seu della Desa. Parlando poi della cessione di once 6 di detta acqua fatta a Giorgio Desio con istromento del 26 agosto 1495, è detto: unc. 6 aquarum exeuntibus e fosso civitatis et intrantibus dictum Navigium, et per lectum ubi alias decurrebat Navigium Papiæ.*

Nella nota al § 31 dimostrasi come l'abbandono del Naviglio di Pavia dopo il 1475, dipendesse da incompleta esecuzione e trascurata conservazione.

Coll'introduzione della coda del Naviglio della Martesana nell'interno di Milano, avvenuta sul cadere del secolo XV, e col successivo ampliamento del Naviglio stesso, praticato ottant'anni dopo, si venne a



45. Risulta pure da un decreto dell'arcivescovo di Milano del 1496, che colla conca di S. Marco erasi occupata una parte del sagrato, ossia cimitero di quella chiesa.⁴⁵ Finalmente, dall'elenco degli ingegneri camerale dato dal Benaglia, appare che nel 1498 lo fosse *Leonardo Vincio*, cui non vedesi dato successore se non nel 1503. Nel 1494 lo era il mentovato Filippo della Torazza, e nel 1496 Luigi Cavenago⁴⁶. Si deve quindi supporre che, dopo il 1490, mentre Leonardo era occupato nel meraviglioso dipinto del Cenacolo, lo fosse pure negli studj pel perfezionamento delle conche e pel compimento del Naviglio della Martesana colla sistemazione della Fossa Interna, assistito da lauti emolumenti. Ma intorno al 1497, accumulatesi sul capo di Lodovico Sforza le sciagure domestiche, e le altre ben meritate, più gravi ancora, per le quali perdette poco dopo lo Stato e la libertà, sembra passasse Leonardo a coprire l'impiego di ingegnere camerale, al fine di non rimanere affatto sprovveduto di mezzi. L'infelice sua condizione economica scorgesi da un brano di lettera scritta in quel tempo al duca.⁴⁷ Della conca di S. Marco, Leonardo dà una descrizione in ciò particolarmente che concerne il metodo seguito nelle fondazioni, lo che toglie ogni dubbio sul punto d'aver egli diretta l'opera.⁴⁸

provvedere all'alimento dei canali che circolano sul suo perimetro, nella Fossa Interna, e negli antichi alvei del Seveso e del Nirone, come pure alla irrigazione, non solo degli orti interposti agli antichi suoi sobborghi, ma eziandio a quella di parecchi de' suoi più prossimi territorj. Il signor Emilio Bignami, ingegnere municipale, ne porge una interessantissima descrizione nella sua Memoria del 1868 sotto il titolo: *I canali della città di Milano*, corredata di documenti e di una carta idrografica, ove si estende alla proporzione d'importanti provvedimenti sotto i rapporti igienici e pel più pronto scarico delle pluviali col perfezionamento della sua fognatura, come pure per l'abbellimento della città mediante pubbliche fontane.

⁴⁵ - AMORETTI, op. precit., pag. 188.

⁴⁶ - BENAGLIA, Relaz. precit., pag. 76.

⁴⁷ - Nel frammento di tale lettera riportato dell'Amoretti (pag. 83), Leonardo lamenta di non toccare i suoi stipendj da due anni; che dovette sostenere le spese di due maestri; che non gli restavano di netto in mano se non lire 15; e che aveva intenzione di mutare la sua arte. Ciò per altro non prova che in tempi migliori non si trovasse in favorevole condizione, sembrando del resto assurda l'opinione del Libri, che Leonardo venisse alla corte di Lodovico Sforza nella qualità di citaredo, appoggiandosi alla lettera precitata e ad una dichiarazione del Vasari. L'Amoretti combatte questa opinione, dimostrando che quando Leonardo venne a Milano nell'età di 31 anni, egli godeva già un'immensa riputazione quale artista, poiché il duca di Milano, molti anni prima, aveva acquistata per 300 scudi la celebre rotella di legno, sulla quale nella sua prima giovinezza aveva dipinta con verità sorprendente una quantità di serpenti ed altri rettili schifosi. Uno degli argomenti del Libri sta in ciò, che Leonardo nella lettera scritta a Lodovico, ove enumera le sue abilità, non fa cenno di quella della musica; lo che era naturale, imperocché un solo cenno di essa, avrebbe svegliata l'idea d'esser venuto alla corte di Milano nella qualità d'istrione.

⁴⁸ - L'Amoretti (pag. 188) pone in dubbio che Leonardo abbia costruito la conca di S. Marco, dicendo che da un documento esistente nell'archivio di quella chiesa risulterebbe essere stata costrutta anteriormente da Galeazzo Maria Sforza, lo che non toglie che si fosse almeno ricostrutta da Leonardo col riordinamento della Fossa Interna, se egli dà i più minuti particolari della sua fondazione, come alla pag. 193, ove non si indica il codice dal quale quel passo venne ricavato.

Il Venturi dichiara che nel 1518, un anno avanti alla sua morte, Leonardo veniva incaricato di far costruire un canale navigabile, il quale passasse per Romorantin (Sologne, Dipartimento della Loire e Cher), lo che, attesa la grave età, è verosimile non abbia avuto effetto. Secondo il Dutens (*Hist. de la navigat. intér. de la France, 1829*, T. I, pag. 81), Leonardo avrebbe fatto costruire in Francia la prima conca sul fiume Ourcq; lo che potrebbe essere avvenuto intorno al 1506, quando vi andò per la prima volta.



46. Per gli avvenuti rivolgimenti politici, Leonardo passò nel 1500 in Toscana, ove rimase parecchi anni. Nel 1506 pare facesse una escursione in Francia, ritornando poi a Milano, ove venne nominato da Luigi XII pittore del re. Nel 1509 fece costruire gli scaricatori del Naviglio Grande detti di S. Cristoforo presso Milano, ed ottenne dal re in dono dodici once d'acqua di quel canale. Partiti i Francesi nel 1512, egli si portò nel 1514 a Firenze e quindi a Roma, ritornando a Milano nel 1515, dopo la conquista fattane da Francesco I di Francia, che accompagnò allora a Bologna. L'anno successivo passò in Francia, ove morì nel maggio 1519, in età di 67 anni.⁴⁹

47. Da due disegni del *Codice Atlantico* (fog. 273, 328) e dalla relativa scritturazione desumesi, che egli aveva fatti degli studj per aprire un canale navigabile laterale all'Adda, fra la derivazione del Naviglio della Martesana ed il lago di Como, estendendoli anche ad altre linee che, partendo da questo, passano pei laghi della Brianza fino al Lambro; studj però incompleti, riguardanti semplici indagini.

Le stesse linee vennero scandagliate da una Commissione governativa nel 1518 per l'identico fine, siccome ne dà ragguaglio Carlo Pagnano nella pregevole sua Relazione stampata nel 1520.

48. Si è pure detto che, dietro i reclami dei Lodigiani e dei proprietarj della Gera d'Adda, pei danni che loro provenivano dal depauperamento delle loro acque irrigue in causa della derivazione del Naviglio della Martesana, Leonardo proponesse di alimentare questo con fontanili. Ma avendo io esaminato un codice manoscritto dell'Ambrosiana, ricavato dagli autografi di Leonardo, ho riconosciuto che questi limitavasi a consigliare ai reclamanti di sopperire alla deficienza delle acque colla escavazione di fontanili.⁵⁰

49. Premessi questi cenni intorno ai lavori idraulici del Milanese, ne' quali prese parte Leonardo, verremo ora a parlare de' suoi scritti che si riferiscono a tale scienza. Il

⁴⁹ - Vedasi Amoretti, *Mem.*, pag. 120.

Vasari dice: «*E fu il primo ancorché giovanetto discorresse sopra il fiume Arno per metterlo in canale da Pisa a Fiorenza*». Il Libri, partendo da questo passo e dalle indicazioni di una carta geografica della Toscana disegnata da Leonardo (Cod. F, fogli 45 e 109), ne inferisce che egli progettasse nientemeno che di praticare una nuova inalveazione dell'Arno nella pianura di Prato e Pistoja e nelle paludi del Valdarno inferiore; al che dubito possano opporsi, oltre a tante altre difficoltà, i livelli del terreno, particolarmente pel passaggio della pianura Pistoiese alla Val di Nievole (*Hist. des sciences mathémat.*, T. III, pag 48). E' più verisimile che egli proponesse di regolare (*canalizer*) l'Arno Inferiore, siccome sarebbesi praticato giusta il piano del Viviani sul cadere del secolo XVII; o forse di escavare un canale laterale da Firenze a Signa, ove nelle magre estive cessa la navigazione; miglioramento che avrebbe accennato lo stesso Viviani, non senza dichiararne difficile l'esecuzione.

⁵⁰ - Vedasi la pag. 76 di quel manoscritto, il quale è una miscellanea di proposizioni idrauliche e di altre concernenti la pittura, l'architettura, la meccanica, ecc. Il concetto per altro di Leonardo partiva dal supposto, che in tutta la pianura si potessero escavare fontanili, mentre ciò non è praticabile utilmente se non nella striscia di quattro a cinque chilometri di larghezza, ricca di sorgenti, che dalla Sesia all'Adige separa la formazione diluviale dall'alluviale antica stratificata, ed in qualche altra località saltuaria.



bibliotecario Manzi, nel Trattato della Pittura dello stesso Leonardo, pubblicato da lui in Roma l'anno 1817, osserva che nella Biblioteca Barberini (in Roma) cui sovrintendeva, «conservasi sotto il numero 3457 un nitido manoscritto copiato dagli originali di Leonardo con questo titolo: *Lionardo da Vinci. Del moto e della misura delle acque*. E vi è in fine questa Nota: *Questi sono nove libri del moto e della misura delle acque di Lionardo da Vinci, da diversi suoi manoscritti raccolti ed ordinati da Fra Luigi Maria Arconati Domenicano, maestro di Teologia. 1643*».

Notammo già come quel manoscritto venisse pubblicato per la prima volta in Bologna nel 1828.

50. Il dottor Dozio ha fatto ricerche onde conoscere in quali rapporti fosse quel frate col conte Galeazzo Arconati, che fece dono, come vedemmo, degli autografi di Leonardo all'Ambrosiana; ma esse tornarono frustranee, opinando però che dovesse essergli congiunto, e forse fratello. Sembra che dal cardinale Barberini, nipote di Urbano VIII, il quale ad imitazione del cardinale Federico Borromeo erigeva in Roma una biblioteca simile all'Ambrosiana, si desse commissione al frate Arconati di eseguire il lavoro preaccennato. Questo consiste nientemeno che in un Trattato contenente 567 proposizioni, che vengono illustrate con 51 tavole, ove sono disegnate 219 figure. Se si consideri la sua vastità, la somma difficoltà di decifrare gli scritti di Leonardo, stesi a rovescio, ossia da destra a sinistra, non sempre intelligibili, ed il più delle volte consistenti in concetti tronchi; l'impegno di raccogliarli da molteplici fonti ed ordinarli metodicamente se ne potrà inferire che potesse richiedere l'opera assidua di una serie di anni.⁵¹

51. Essendo pressoché impossibile il porgere un'analisi di quel Trattato, mi limiterò a dare un indice delle cose più notevoli che contiene, riservandomi ad esporre con maggior estensione quelle fra le proposizioni che saranno per richiedere un particolare esame.

Nel lib. I: Definizioni de' nomi più usati nella materia delle acque. Cap. 1.

Formazione degli stagni, lagune, dune e porti presso le foci dei fiumi in mare. Cap. 32.

Origine delle piogge per l'evaporazione del mare, dei laghi e degli stagni; alimento che porgono ai fiumi; aumento delle piogge negli strati inferiori dell'atmosfera; e talvolta disperdimento di esse. Cap. 40, 44, 45.⁵²

⁵¹ - Il Libri (pag. 32) osserva che nel Codice E di Leonardo trovasi un indice del Lib. I del suo *Trattato del moto e misura delle acque*, diverso da quello del manoscritto della Biblioteca Barberini, lo che è naturale, per la ragione addotta di essersi successivi manoscritti formati con proposizioni isolate, prese da' codici originali, taluni dei quali andarono dispersi.

⁵² - L'alimento de' fiumi colle piogge e disgelo delle nevi, e l'origine di queste dall'evaporazione dei mari, laghi, ecc., intraveduto da Aristotile, solo qualche secolo dopo Leonardo venne dimostrato, mercè osservazioni e calcoli, da Perault, Mariotte, Sedilot, de la Hire e Vallisnieri. I fenomeni poi dell'incremento delle piogge negli



Nel lib. II: Velocità dell'acqua maggiore in distanza dall'argine, ossia sponda. Cap. 18, 23, 32.

Accelerazione delle acque per effetto della gravità, e loro rallentamento per le resistenze dell'alveo. Cap. 21, 22, 31. Quindi principio del moto equabile.

Velocità maggiore colla maggior pendenza. Cap. 27, 53, 54.

Velocità maggiore alla superficie che al fondo, per effetto delle resistenze di questo. Cap. 33, 34, 37, 40, 41.

Modificazioni di velocità cagionate dai venti. Cap. 38.

Descrizione dell'asta galleggiante intesa ad indicare se la velocità sia maggiore in superficie, oppure al basso. Cap. 42.

Principio del moto permanente delle acque ne' fiumi; velocità in ragione reciproca della superficie delle sezioni. Cap. 50, 51 e 52. Vi si dà maggiore sviluppo nel lib. VIII.

A pari larghezza e pendenza, maggior velocità nel fiume più profondo, in causa della minor resistenza del letto. Cap. 58.

A pari pendenza e profondità, la portata proporzionale alla larghezza degli alvei. Cap. 60.

Distanze delle briccole del filone maggiori, quanto minore è la curvatura delle svolte o concavità.

Influenza delle tortuosità ad allentare il corso de' fiumi. Cap. 82.

Nel lib. III: Moto ondoso delle acque; contenente bellissime riflessioni.

Nel lib. IV: Ritrosi, o vortici.

Nel lib. V: acqua cadente.

Nel lib. VI: Rotture fatte dalle acque, ossia escavazioni e corrosioni; confluente, moti trasversali in acque magre che scompajono nelle piene. Cap. 19, 26.

Forza escavatrice che si accresce col restringere la sezione del fiume. Cap. 46.

Raddrizzamenti de' fiumi serpeggianti; difese delle sponde dalle corrosioni mediante gabbioni formati di fascine e ghiaja. Cap. 58.

Regole per colmare le paludi colle acque torbide de' torrenti. Cap. 63.⁵³

Nel lib. VII: Deposizioni de' fiumi; effetti dei diboscamenti de' monti.

strati inferiori dell'atmosfera e dell'accidentale loro disperdimento, appartengono alla meteorologia moderna soltanto (Kaemtz, *Cours complet de météorologie; De la pluie et de la neige*, Paris, 1843).

⁵³ - Il Libri, nella Nota IX (vol. precitato, pag. 219), osserva che il Cap. 63 sulle colmate lo ha trovato nel Cod. F, fogl. 14, ma con alcune varianti, le quali dimostrano la difficoltà che aveva il copista a leggere lo scritto di Leonardo. Aggiunge poi un altro capitolo interessantissimo, cavato dal detto Codice, fogl. 4, ove Leonardo entra in maggiori particolari sul moto col quale le correnti dei fiumi trasportano le materie, che sono in maggior copia *di sotto che di sopra*, e come le depongono nel padule da cui si scaricano le acque chiarificate.



Nel lib. VIII: Enumerazione di sedici casi per variate circostanze che influiscono sulla erogazione di una bocca. Cap. 16.

Efflussi proporzionali al peso della colonna premente, ossia alla sua altezza. Cap. 17.

Per lo stesso principio, velocità negli alvei proporzionali alle altezze della corrente. Cap. 19, 21.

Efflussi delle bocche proporzionali all'altezza del battente. Cap. 25. Principio del moto permanente delle acque, di cui si dà una dimostrazione. Cap. 39, 40, 41.

Nel lib. IX: Descrizione di molini ed altri ordigni d'acque.

52. Sul merito di questo Trattato gioverà riportare il giudizio dell'illustre Bidone, che lo reputa il miglior scritto sul deflusso delle acque (*Mem. della R. Accademia delle Scienze di Torino*, T. XXXVII, pag. 234).

«Questo manoscritto, ei dice, riferito ai tempi ne' quali venne composto (1500 circa), sarà sicuramente riguardato dai dotti siccome uno de' più bei monumenti del genio del suo autore, di già così celebre per tanti altri titoli. Se quell'opera fosse stata pubblicata nell'epoca in che fu scritta, avrebbe senza dubbio accelerato il progresso dell'idraulica. La parte descrittiva della forma e della direzione che prendono le acque correnti in un canale secondo i diversi casi, è di tale esattezza e verità, che nulla lascia desiderare; essa porta l'impronta del suo autore a ben cogliere ed a ben rappresentare gli oggetti sui quali volgeva la sua attenzione. Ma qui non sta il solo merito di tale opera. Le spiegazioni che ne offre di quelle forme e di quelle direzioni sono in generale giuste e conformi ai principj della meccanica, o lo divengono mercé lievi modificazioni. Vi ha di più: queste forme e queste direzioni non vi sono considerate in un modo puramente astratto e sterile, ma vengono esaminate rapporto agli effetti che producono sul fondo e contro le pareti del canale, e per tal guisa si indicano in quali casi ed in quali luoghi si formano i vortici, le escavazioni, gli interrimenti, le corrosioni, fenomeni tutti che dipendono dalla forma e dalla direzione della corrente, e ne sono la necessaria conseguenza».

53. Dimostrato così come Leonardo sia stato il vero creatore della scienza idraulica, di qualche interesse tornerebbe lo indagare le circostanze ed il tempo in che verisimilmente ciò avvenne.

Nella lettera scritta intorno al 1483 a Lodovico Sforza, sì tosto giunto a Milano, ove fa una esposizione della sua capacità in varj rami, e particolarmente nell'architettura militare, rispetto a quella civile ed idraulica si limita a dire: *In tempo di pace credo soddisfare benissimo a paragoni de omni altro in architettura, in composizione di edifici et pubblici et privati: et in conducere aqua da uno loco ad un altro.*



Sembra perciò che gli studj idraulici più importanti gli abbia di poi intrapresi in Lombardia, pei motivi esposti, in ciò specialmente che riguarda la parte fondamentale, ossia idrometrica, valendosi tanto delle nozioni raccolte dai pratici, quanto delle osservazioni da lui direttamente fatte; e che si giovasse di quelle praticate anteriormente, od anche posteriormente nella Toscana, per la parte concernente la fisica de' fiumi. Imperciocchè per quella vediamo adoperati i vocaboli lombardi di *oncia d'acqua, battente ecc.*, mentre per l'altra sostituisce alle sponde *gli argini*, che non vedonsi nell'Alto Milanese, e che invece servono generalmente di sponde ai fiumi del Val d'Arno Inferiore.

54. Abbiamo già notato come, malgrado ciò, si fosse in addietro considerato Benedetto Castelli qual fondatore della scienza idraulica, dicendosi che egli, innanzi ad ogn'altro, avesse calcolato l'elemento della velocità nella misura delle acque correnti. I suoi primi studj d'idraulica gli avrebbe fatti nel 1624, mentre era professore di matematica all'università di Pisa, pubblicandone di poi un Trattato. Avanti di prendere in esame e questo e gli altri suoi scritti, gioverà porgere un cenno dei principali lavori idraulici eseguiti o proposti in Italia dai tempi di Leonardo fino a lui, molti de' quali furono argomento di vive discussioni.

55. Intorno alla metà del secolo XVI, nel fortificare Milano sulla cerchia delle moderne sue mura, si rettificarono sotto Ferrante Gonzaga gli ultimi tronchi suburbani del Naviglio della Martesana e del Naviglio Grande, modificando il loro congiungimento nell'interno della città ed il sistema dei loro scaricatori.⁵⁴ Sul cadere poi di quel secolo, o ne' primi anni del successivo, sotto la principale direzione del celebre ingegnere Giuseppe Meda, si riformarono gli edifizj di derivazione del Naviglio Grande dal Ticino, e si iniziarono i lavori per l'aprimiento del Naviglio di Pavia, e di quello di Paderno laterale all'Adda, ove quell'uomo di genio, meritevole di miglior fortuna, ardì costruire una conca del salto di 17^m; lavori questi ultimi che, per isfavorevoli combinazioni, non furono allora portati a compimento.⁵⁵

⁵⁴ - Sono i due raddrizzamenti, del Naviglio della Martesana, dalla conca della Cascina dei Pomi al Tombone di porta Nuova ed alla conca di S. Marco; e del Naviglio Grande, dalla Cascina Ferrera a Milano. L'alveo derelitto del Naviglio della Martesana fino al Redefosso, è stato allora destinato per scaricarvi le acque di piena del Seveso mediante sfioratore in isponda del Naviglio. In tale circostanza, e precisamente dal 1554 al 1558, venne ricostrutta nell'attuale località, quindi in posizione più occidentale, la conca di Viarenna, al che hanno riferimento alcuni documenti raccolti dal consigliere De Pagave, de' quali ho consultate le copie.

⁵⁵ - Vedasi la descrizione di quella conca che ne dà l'ingegnere Bernardino Ferrari nella lettera diretta ad Eustachio Zanotti, accompagnata da disegno da lui rilevato sul luogo (*Nuova Racc. di Bologna*, T. IV). Egli dimostra che il bacino della conca si caricava d'acqua dalle portine soltanto, presso cui doveva stabilirsi un tramezzo o tavolato verticale, che contenesse le acque cadenti, le quali passavano poi sotto di esso. Il canale laterale al bacino, formato a gradinata, doveva servire semplicemente dal scaricatore al Naviglio e pel vuotamento del bacino, mediante cinque aperture intermedie collocate a diverse altezze; e non già per riempimento di questo, come suppose il Bruschetti (*Storia dei progetti e delle opere per la navigazione interna*



56. Coll'essersi estese le irrigazioni nella pianura lombarda, si sentiva sempre più il bisogno di una esatta misura delle acque pel loro ripartimento, e nel 1572 venne proposto a tal fine dall'ingegnere Soldati il modulo milanese, col quale intendeva eliminare gli effetti delle oscillazioni di livello nel canale distributore. Qualche anno prima, l'ingegnere di Cremona, Doninini, introduceva il modulo cremonese, che ha il pregio di maggiore semplicità, ed è più appropriato alla particolare condizione dei canali irrigui di quella provincia.⁵⁶ Per la suddivisione delle acque, molto tempo innanzi erano in uso i partitori prismatici.⁵⁷

57. Fino dal 1300 in essa provincia erasi aperto lungo la via Postumia un grandioso diversivo chiamato Delmona o Tagliata inteso a deviare nell'Oglio presso Calvatone le acque naturalmente defluenti dalle parti superiori, le quali invadevano le inferiori. Reso insufficiente questo provvedimento dopo l'introduzione delle irrigazioni, le quali concorrevano ad aggravare i danni apportati ai più bassi territorj, intorno al 1550 i Cremonesi aprirono a monte altro diversivo a punto di partizione, attraversante nella sua larghezza la provincia stessa, col quale le acque vive si possono scaricare in parte nell'Oglio ed in parte nel Po. Esse a tal fine intersecano quel canale con acquidotti o doccie, che in tempo di piogge vi versano le acque esuberanti, e che, occorrendo, si chiudono, per scaricarvisi in totalità; sistema ingegnosissimo, e senz'altro esempio.

58. Riconosciuti i danni che i fiumi arrecavano alla Laguna di Venezia, sul cadere del secolo XV se ne è deviato il Brenta, coll'intendimento di fare altrettanto per gli altri. Venendosi ad alterare per tal modo col prolungato corso il loro regime, a pregiudizio della pianura di terraferma, ne insorsero conflitti, che diedero luogo ad infinite discussioni. Altrettanto avvenne per regolare col diversivo Castagnaro lo scarico di una parte delle piene dell'Adige nel Tartaro o Canal Bianco, e più ancora per cambiare lo sbocco del Po in mare mediante il taglio di Porto Viro, onde abbreviarne il corso, migliorare con ciò la condizione del Polesine compreso fra il Po e l'Adige, ed impedire in pari tempo gli insabbiamenti della foce di questo, operazione intrapresa nel 1599.⁵⁸

59. Colmatisi in gran parte dai torrenti dell'Appennino gli immensi stagni alla destra del Po, che sotto i nomi di Bondeno e di Padusa si estendevano dall'Enza al mare, fino

del Milanese). Imperocchè d'immensa difficoltà sarebbe stato allora il chiudimento ed aprimento di esso canale laterale al suo sbocco, non scorgendosi ivi del resto traccia di porte. I portoni della conca avrebbero avuto l'altezza ordinaria, fermandosi in sommità contro un *battente o capriata* angolare annessa all'architrave.

⁵⁶ - Bruschetti, *Storia dei progetti e delle opere per l'irrigazione del Milanese*, pag. 34. Lugano, 1834.
Galosio, *La Perizia e l'Agrimensura*. Cremona, 1786, pag. 90.

⁵⁷ - La coda del Naviglio Civico di Cremona si divideva in diversi rami mediante partitori simili, che, giusta le precitate Provvisioni del 1551, dovevano ripararsi, e la cui costruzione risaliva per lo meno a due secoli innanzi.

⁵⁸ - ZENDRINI, *Memorie storiche dello stato antico delle lagune di Venezia ecc.* Padova, 1811.



dal 1334 erasi inalveata fra argini la Secchia, portandola a sboccare nel Po presso S. Benedetto. Il territorio a monte di essa, sul quale spagliavano i torrenti minori, era tuttavia per molta parte nella condizione di palude; ma verso la metà del secolo XVI venne redento con un'opera di bonificazione veramente grandiosa, mercè la quale si condussero que' torrenti fra argini altissimi a metter foce in Po, attraverso il corso di essi con tombe sotterranee, per dirigere gli scoli delle campagne a scaricarsi a valle nella Secchia. Eseguitasi questa operazione sotto l'influenza dell'intraprendente marchese Ippolito Bentivoglio, il duca Alfonso II di Ferrara ne seguì l'esempio pel regolamento degli scoli del Polesine di Ferrara, che furono condotti al mare.⁵⁹

60. Il nuovo ramo del Po, detto di Venezia, malgrado il prolungamento della sua foce, diveniva mano mano prevalente a quello di Ferrara, la cui condizione andava peggiorando, dapprima per l'immissione dei torrenti della Romagna nel braccio di Primaro, ossia d'Argenta, avvenuta nell'ultima metà del secolo XV, e di poi per quella del Reno nel Po di Ferrara, praticata nel 1526. Dopo d'allora insorsero continui conflitti fra i Bolognesi ed i Ferraresi, e sul cadere di quel secolo, assorbito tutto il Po dal ramo di Venezia, colla perdita di quello di Ferrara, nella speranza di riattivare questo, si rivolse nel 1604 il Reno nelle valli, e pochi anni appresso il Panaro inalveato nel Po Grande.

61. Passando ora a parlare degli scritti idraulici di Benedetto Castelli, il primo di essi venne pubblicato nel gennajo 1628, sotto il titolo di *Misura delle acque correnti*, siccome ricavasi da una lettera di Galileo inviata allo stesso Castelli l'8 di quel mese.⁶⁰ Egli prende innanzi tutto a considerare la maggiore o minor velocità colla quale l'acqua si scaricherebbe da cannelle di egual sezione applicate a differenti altezze sotto il livello di una conserva, e di poi il rapporto delle velocità alle sezioni in cannelle disuguali scaricanti eguali quantità d'acqua; dopo di che discende al principio del moto permanente negli alvei, donde inferisce che, nell'uno e nell'altro caso, le velocità sono in ragione reciproca delle sezioni.

62. Ne' corollarj di tale proposizione fondamentale, viene a parlare con molto senno della maggior velocità che acquistano i fiumi coll'accrescersi la copia delle loro acque, senza darne però dimostrazione, nè indicarne la legge; come pure degli effetti che si hanno nella velocità dei fiumi tributarj, a seconda dello stato del fiume recipiente; e dell'azione dei venti per ritardare il corso delle acque. Osserva poi come, per non intendere l'influenza della

⁵⁹ - Vedasi la mia Memoria del 1865, *Della condizione idraulica della pianura subapennina*, e quella del 1868 sull'Estuario Adriatico.

⁶⁰ - Vedi **Racc. di Bol.**, T. III. – Galileo dice in quella lettera: *La scrittura è piaciuta assai a tutti che l'hanno letta, e qui si trattava di ristamparla; ma intendo ch'ella non se ne contenta. Io la rileggerò più volte, e se mi parrà alcuna cosa da notarsi, l'avviserò in occasione che bisognasse ristamparla.*



velocità nella misura delle acque correnti, l'architetto Giovanni Fontana, in occasione della straordinaria piena del Tevere del 1598, si fosse limitato a misurare la superficie delle sezioni dei diversi influenti a monte di Roma, che sarebbe ascesa in totalità a circa cinquecento canne quadrate oltre la misura ordinaria, e qualifica di errore grossolano la dichiarazione di lui, che sotto il ponte *Quattro Capi* si scaricassero solo centocinquanta canne di acqua premuta, quasi che si trattasse, come egli dice, di lana o di bambagia. Su questo particolare Galileo, nella lettera precitata, osserva: «Rispetto a quell'acqua premuta, che ella interpreta come condensata, dalla quale opposizione potrebbe l'autore (Fontana) difendersi, non è necessario che l'acqua premuta si condensi per scappare con maggior impeto, siccome il nocciolo di ciriegia premuto dalle dita scappa con velocità senza condensarsi, e l'acqua stessa, premuta nello schizzatojo, salta anco in su, e compressa dal proprio peso, esce dalla botte piena velocemente».

63. Nel corollario XIII dimostra con solide ragioni la sconvenienza della pratica de' Ferraresi, di tagliare in tempo delle maggiori piene del Po il *cavedone*, o diga che chiudeva il ramo derelitto di Ferrara, al fine di scaricarvele in parte, per ribassarne il livello. Nel corollario XIV parla della progressiva depressione della piena di un fiume approssimandosi alla sua foce in mare, fatto dal quale, come vedremo, deduce in altri scritti posteriori erronee conseguenze.

64. In tredici appendici successive aggiunge osservazioni generalmente importanti, notando poi, che quelli i quali dividono le acque che servono per adacquare le campagne, come si fa nel Bresciano, Cremasco, Bergamasco, Pavese, Lodigiano, Cremonese, ecc, abbiano nella lor misura a considerare l'elemento della velocità. A questo fine vorrebbe che misurassero la superficie della sezione de' canali, e con galleggianti la velocità delle acque, e quindi la loro quantità per un tempo dato (appendici VI e XI).

65. Esposte queste cose col ragionamento ordinario, ne porge in fine le dimostrazioni geometriche in sei proposizioni.

66. Di quello scritto, che costituirebbe il primo libro del suo Trattato, giusta una lettera del 1° Settembre 1639 di Galileo, avrebbe in quell'anno pubblicata una seconda edizione, nella quale si dà qualche maggior estensione alle premesse soltanto, siccome appare confrontando il testo della prima edizione, riportata dal Barattieri nella sua *Architettura d'acque*, con quello della *Raccolta di Bologna*.⁶¹

⁶¹ - Vedasi la lettera del Galileo nel precit. Vol. della *Raccolta di Bologna*, pag. 126. A tali lettere di Galileo succedono ivi le opere del Castelli, delle quali si parla più avanti.



67. Nel 1641 e nell'anno successivo emise le sue *Considerazioni sulla Laguna di Venezia*, pretendendo dimostrare che colla diversione del Brenta se ne è peggiorata la condizione, sia per l'abbassamento delle sue acque, sia pei maggiori interramenti dei porti; danni che verrebbero, secondo lui, ad aggravarsi in misura maggiore ancora colla ideata diversione del Sile e degli altri fiumi minori. Su tale argomento avrebbe sentito anche il parere di Bonaventura Cavalieri, suo discepolo, il quale, con alcune riserve intorno alle circostanze di fatto, sarebbe concorso nel suo avviso.

68. Nel 1642 stese due scritture sopra la diversione di Fiume Morto dal Serchio, per rivolgerlo al mare, ed un'Appendice alla Relazione di monsignor Corsini sul regolamento delle acque del Bolognese, del Ferrarese e della Romagna, ove lo aveva accompagnato nella visita del 1625.

69. In quell'anno sembra abbia composto anche il secondo libro del suo *Trattato della misura delle acque correnti*, consistente in cinque proposizioni, di cui le principali sono quelle che in un fiume o canale le velocità delle acque stanno come le altezze, e le portate come i quadrati delle altezze, legge che dichiara maravigliosa, ed aver desunta da una serie di esperienze. Di tal legge vorrebbe valersi per calcolare la portata di un canale, divertendone una parte delle sue acque, la quantità della quale si determinerebbe mediante misure di capacità, e confrontando di poi le altezze nel canale prima e dopo la diversione: metodo che raccomanda di adoperare per la distribuzione delle acque irrigue del Bresciano, Cremonese, Bergamasco, Lodigiano e Milanese.

Osserva come «L'ingegnere istruito delle cose sopradette eviterebbe gravi errori, particolarmente ove a queste notizie aggiungesse la cognizione della filosofia e matematica, conforme a quello che altamente ha penetrato il signor Galileo, e dopo lui passando più oltre, il signor Evangelista Torricelli, matematico del serenissimo Gran Duca di Toscana, *il quale sottilmente e maravigliosamente tutta questa materia del moto ha trattata*»⁶²

Questo secondo libro sembra postumo, dichiarando il Barattieri che venne ricavato dai manoscritti del Castelli.⁶³

70. Prendiamo ora ad indagare se gli ingegneri italiani, innanzi alla pubblicazione del Trattato del Castelli, non considerassero nella misura delle acque correnti l'elemento della velocità.

⁶² - *Racc. di Bol.*, vol. III, pag. 183, prop. V.

⁶³ - Il Barattieri, nella seconda parte della sua *Architettura d'acque*, pubblicata nel 1663, riproduce l'edizione del 1628 del Lib. I del Castelli, dichiarando che il Lib. II è preso da' suoi manoscritti. In testa poi alle scritture sul Reno ivi riportate (Lib. V), dice che frattanto sonosi pubblicate in Bologna dal Dozzi in un sol corpo tutte le opere del Castelli, compresi i suoi manoscritti; lo che sembra essere avvenuto intorno al 1660.



Sta in fatto che, dopo la straordinaria piena del Tevere, avvenuta l'anno 1598, l'architetto Fontana, nel determinarne la portata a Roma, si attenne puramente al corpo, ossia alla superficie della sezione degli influenti, facendo però una giusta osservazione sull'acqua che passava per pressione, quindi con velocità maggiore, sotto il ponte *Quattro Capi*, osservazione che venne frantesa, come vedemmo, dal Castelli.

71. Sta pure in fatto, che l'Aleotti d'Argenta, celebre ingegnere ferrarese, nella sua *Difesa*, stampata l'anno 1601, determina in egual modo la portata degli affluenti del Po di Primaro a valle del Reno (pag. 21). Solo nella posteriore sua opera, intitolata: *Della Scientia et Arte di ben regolare le acque*, che manoscritta conservasi nella Biblioteca Estense, e che contiene fatti, i quali giungono al 1632, vedesi calcolata la portata del Reno coll'elemento della velocità⁶⁴. Sembra che in ciò si sia giovato del Trattato del Castelli, pubblicato quattro anni innanzi. Ma anche nella prima Memoria precitata, dimostra di conoscere l'influenza della maggiore o minor *cadente* sulla velocità delle acque, e gli effetti dei rigurgiti sul regime de' fiumi, in relazione al grado di torbidezza di quelle.

72. Rispetto alla Lombardia, la cosa procede diversamente. Prima del secolo XVI non era ancora esattamente stabilito cosa s'intendesse per oncia d'acqua, trovandosi con tal nome indicata la quantità che usciva da un foro, ove di un'oncia quadra, ove di tre, e talvolta di dodici once quadre, misura che in ultimo venne adottata siccome normale.

Negli *Statuti di Milano*, che risalgono al 1396, vedesi prescritto che la soglia della bocca sia elevata di una data quantità sul fondo del fiume, o canale distributore, senza però precisare il battente⁶⁵.

⁶⁴ - In quel manoscritto, al Cap. XVI, l'Aleotti dice che nelle piene la sezione del Reno è larga 15 pertiche ferraresi, profonda 10 piedi, ossia una pertica; che esso percorre quattro miglia ferraresi all'ora; e che la piena dura otto ore, cosicché ne risulterebbe un deflusso orario di pert. cub. 20.000; ed integrale di pert. cub. 160.000. La pertica cubica equivale a met. Cub. 66,43 e ridotte anche le altre misure in metri, si avrebbe la sezione larga 60^m,60; alta 4^m,04, con una velocità per 1^{''} di 1^m,50, che darebbe la portata unitaria di 367 m. c. Il Venturoli, nelle sue *Ricerche idrometriche* del 1821, determinerebbe in 1^m,52 la velocità media per 1^{''} del Reno in piena, ed in 334 m. c. la sua portata, risultamento prossimo al precedente, ma che reputo assai inferiore al vero.

⁶⁵ - Nei Cap. 301 e 302 degli Statuti di Milano, è concesso ai comuni di Parabiago e di Rho di estrarre per ciascuno dall'Olonza sei once d'acqua mediante bocca larga $\frac{1}{3}$ di braccio, ossia once 4, ed alta una mezza quarta, ossia once $1\frac{1}{2}$, cosicché la superficie di esse bocche sarebbe di 6 once quadre.

Nell'elenco delle bocche del Naviglio Grande del 1485, riportato dal Benaglia (pag. 117), si indica la bocca delle monache del Monastero Maggiore di un rodigino, lunga once 18, alta once 4. Eguali dimensioni avrebbero le bocche delle monache di S. Maria Valle e di Giovanni Corio, e si indicano di once 24 ciascheduna, mentre non sarebbero che di once 6. Nello stesso elenco la bocca di Ambrogio di Alzate nel territorio di Gaggiano, della competenza di due once, doveva essere lunga once 6, ed alta once 4, lo che corrisponde alla misura normale; come vedrebbe determinato posteriormente anche per le altre due bocche precedenti, nell'elenco del 1566, riportato dal Settala, ove la prima di esse bocche indicasi di ventiquattro quarti d'oncia e l'altra di 6 once. Giusta gli Statuti, le soglie delle bocche dell'Olonza summentovate dovevano essere elevate sul fondo del fiume per $\frac{1}{3}$ di braccio, e per $\frac{2}{3}$ quelle del Naviglio Grande.



In ciò si avrebbe una prova, che conoscevasi bensì l'influenza della maggior depressione della bocca nell'accrescerne l'erogazione, ma in modo alquanto vago. Anche nell'elenco delle bocche del Naviglio Grande del 1566, dato dal Settala nella sua Relazione (§ 11), nulla è determinato rispetto al battente, conchiudendosi le premesse in questi termini: *Ordinant et declarant Buccas infrascriptas derivantes et deservientes aquas ex Navigio Magno ad beneficium et commodum eorum utentium defluere debere in quantitatem untiarum infrascr., factis modulationibus cum debito battenti limitando per ingenierios Cameræ singulariter et debitè referendo.*

73. Nelle *Provisioni* invece del *Naviglio Civico di Cremona*, approvate l'anno 1551, è detto al cap. 35, che le bocche alte once 10 del braccio cremonese, sieno talmente elevate sul fondo, *ut super se habeant nisi untiam aquæ, ut dicitur, pro battitura, habito respectu ad alitudinem aquæ quæ communiter adesse solet.*

74. Ma nel 1572, come vedemmo, l'ingegnere Soldati avrebbe proposto il modulo magistrale milanese, ed alcuni anni avanti l'ingegnere Doninetti il Cremonese, prova che essi sapevano apprezzare l'influenza della pressione delle acque nelle erogazioni, quindi la loro velocità.

75. Nella citata Relazione del cancelliere Settala pel Naviglio Grande, la quale dev'essere del 1591, è detto (§ 2): «per questo canale si cava dal Tesino una quantità d'acqua che è di corpo, secondo la misura fattane al ponte di Castano, luogo più comodo a tal misura, in larghezza del Naviglio br. 35 di legname, di modo che gli ingegneri havendo consideratione al corrente dell'acqua ed alla caduta del fondo, giudicano detta quantità d'acqua essere d'once mille milanesi».

76. E nella contemporanea Relazione di lui sul Naviglio della Martesana, è detto (§ 8): «la quantità dell'acqua che scorre per questo canale dall'Adda, nel più stretto di sotto il ponte di Croppello, è di corpo, cioè d'altezza di tre brazza, e largo 16; et secondo la misura fatta dagli ingegneri per verisimile al *corrente* del ponte d'Inzago, è di 500 once milanesi».

77. Sembra che, stabilita regolarmente negli anni precedenti la forma del modulo magistrale, gli ingegneri milanesi, conoscendo in once la competenza di un dato canale, ne misurassero la portata in braccia cubiche, moltiplicando la superficie della sezione per lo spazio percorso da un galleggiante in una data unità di tempo, come sarebbe un minuto primo; col qual calcolo venivano a determinare quella di un'oncia in braccia cubiche. Cosicché, rinnovando una operazione analoga sopra qualsiasi canale regolare, potevano inferirne a quante once equivalesse la sua portata. La circostanza di avere pel Naviglio della Martesana fatto uso della corrente sotto il ponte d'Inzago, la quale sarebbe stata promossa, non solo dalla



pendenza del canale, ma, per quanto pare, anche da un battente o carico a monte, può avere influito nell'ottenere un risultamento che troverebbesi alquanto inferiore al vero.⁶⁶

78. Per tal modo sarebbe provato che quarant'anni avanti la pubblicazione dell'opera del Castelli, in Lombardia conoscevasi l'influenza della velocità nella portata de' fiumi e canali, avendosi inoltre indizj che si sapesse anche calcolarla per determinare la misura di questa.

79. Il Barattieri, nella p. I della sua *Architettura d'acque* (Lib. VI), dopo avere sviluppata la proposizione del Castelli, che le portate di un canale stanno come i quadrati delle altezze delle acque, così si esprime:

Dai manoscritti lasciati dal già Alessandro Betinzoli di Crema, dei quali siamo stati favoriti dal signor Gio. Giacomo Marchesi, cittadino virtuoso di quella città, si vede che egli teneva l'istessa opinione, perché al Quesito e Proposizione XII, dice in questo modo:

«Volendosi sapere quanto cresce un'acqua alzandosi a oncia per oncia, si dee sapere che un'oncia d'altezza fa un'oncia; che due once alte saranno quattro volte tant'acqua, perchè due volte sarà per la quantità del corpo, e due altre volte per la quantità della gravezza, che cresce per l'altezza; e alzandosi a once 3, sarà nove volte tanto; e quattro d'altezza saranno sedici volte tanto».

«Al qual Betinzoli, per mio parere, si deve molta lode, perchè egli è stato il primo (che io sappi) che abbi scoperta quella bella sottigliezza, e dico il primo, perchè egli passò da questa a miglior vita, prima che l'abate Castelli cominciasse li suoi studi, non solo di queste materie, ma delle altre ancora».

80. Il Betinzoli fece parte della Commissione d'ingegneri che, nel 1599, d'ordine del Senato veneto, stabilì il piano esecutivo pel taglio del Po si Porto Viro⁶⁷. Di lui si ha eziandio una Relazione del 24 novembre 1606, concernente la sistemazione degli scoli del Cremonese⁶⁸

81. In quanto agli ingegneri del Veneto, noi vediamo nella prima scrittura dell'architetto frà Giocondo, dell'anno 1506, riguardante la deviazione del Brenta dalla Laguna, che fin d'allora volevasi rivolgere insieme al Bacchiglione a Brondolo, o per lo meno

⁶⁶ - Quando un ponte restringe alquanto la sezione di un fiume o canale, vi si forma una cateratta che modifica la scala della velocità, siccome osservai nella nota 31 (pag. 24) della mia Memoria, *Dei cangiamenti cui soggiacque l'idraulica condizione del Po nel territorio di Ferrara*.

Allora, la velocità media, anziché corrispondere a circa $\frac{2}{3}$ di quella superficiale nel filone, siccome avviene nelle sezioni libere, potrà approssimarsi di più al valore di questa, o fors'anche superarla, circostanza che, nel caso del ponte d'Inzago, avrà potuto influire nel calcolo della portata del Naviglio della Martesana, che presenta un errore in meno di oltre un quinto.

⁶⁷ - ZENDRINI, *Memorie storiche delle Lagune di Venezia. T. I*, pag. 369.

⁶⁸ - *Provisiones Aggerum et Dugalium Agri cremonensis*. Cremonce, 1713, pag. 65.



nella laguna di Chioggia, com'egli sapesse apprezzare i danni che sarebbero provenuti al regime del fiume da quel piano che avversava.⁶⁹

Egli dice che «quegli i quali hanno osservato i peli delle *brentane*, hanno potuto riconoscere che quanto le acque sono piccolissime, hanno pochissima caduta, mentre nelle piene questa si accresce, ed il corso delle acque diviene più veloce ed impetuoso».

A dimostrazione del suo assunto porge la livellazione del pelo d'acqua da Strà a Lizza Fusina, primitiva foce del Brenta, indicandone in piedi 12.6 la totale caduta in magra, mentre in piena portasi a piedi 24.6, con un aumento così di 12 piedi. Nota quindi come, allungandosi il corso del fiume coll'ideata diversione, di poco o nessun vantaggio potesse riuscire la maggiore ampiezza d'alveo assegnata alla *Brenta nova per tenerla abbasso con un lunga planitie senza caduta e con l'incontro del Bacchiglione e con volte ed allungazione del tramite languido, che tutt'insieme più contrariano queste cose che non ajuta detta latitudine.*

Egli poi osserva in due luoghi, che *ritegni anche piccoli*, per es. di un piede, *che sostengano le acque dabbasso nell'esito, sono causa che di sopra si alzino 4 o 5 piedi*; proposizione erronea, che avrebbe posteriormente ammessa il Castelli.

82. Nel discorso di Grotto Cieco, ambasciatore d'Adria, col quale nel Senato veneto propugnava nel 1569 il taglio del Po, per portarne la foce a Porto Viro, dopo aver dimostrato come per tale accorciamento di linea sarebbesi abbassato il pelo d'acqua del tronco superiore del Po e di quello inferiore, ove metteva capo il *Canal Bianco* ossia *Castagnaro*, osserva che le acque di questo, «trovando più bassa la fuosa (foce), avranno maggior discaduta; dalla maggior discaduta, maggiore velocità; dalla maggiore velocità, maggior corso; dal maggior corso, più presto passaggio e più cavo letto⁷⁰».

83. Risulterebbe dai fatti preaccennati, che realmente fino ai tempi del Castelli, nella Romagna e nel Ferrarese non sapevasi applicare l'elemento della velocità delle acque per determinarne la misura, ma che, anche senza ciò, se ne sapeva apprezzare l'influenza sul regime de' fiumi. E che nel Veneto, fino dai tempi di Leonardo si conoscevano, se non con precisione numerica, in generale almeno, i rapporti della velocità colla maggiore o minor copia delle acque di un fiume, e colla maggiore o minor sua cadente negli ultimi tronchi, e la sua efficacia nello scarico più o meno pronto di esse. In que' territorj le questioni che si agitavano, si riferivano principalmente alla fisica de' fiumi, cosicché, anche ne' limiti preaccennati, tali nozioni riuscivano di somma importanza.

⁶⁹ - ZENDRINI, op. precit., T. II, pag. 247.

⁷⁰ - ZENDRINI, op. precit., T. II, pag. 319.



84. Nella Lombardia poi, mentre eravi un prevalente interesse per lo studio della parte idrometrica, fino al 1566 non si ha alcun dato che gli ingegneri sapessero calcolare razionalmente gli effetti del battente sulla velocità delle acque. Dopo d'allora, per altro, non solo inventarono i moduli per la regolare loro distribuzione, ma seppero inoltre, a quanto sembra, servirsi dell'elemento della velocità per praticarne la misura; e da taluno si conobbe eziandio la legge annunciata da Leonardo, e riprodotta in ultimo dal Castelli, quantunque in fatto non sussistente, che variando la copia delle acque in un canale, le velocità stanno come le altezze, e le portate come i quadrati di queste, secondo appare dalla proposizione ricavata dai manoscritti del Betinzoli, riferita dal Barattieri.

85. Si ha quindi fondamento di credere che le vere nozioni d'idraulica contenute nel meraviglioso Trattato di Leonardo da Vinci, ma sparse qua e là ne' molteplici suoi scritti, fino all'epoca precitata, fossero ignarate dagli ingegneri lombardi, per la circostanza che que' preziosi documenti erano gelosamente custoditi dall'erede di lui, Francesco Melzi⁷¹. Ma dopo la morte di questo, passati, come vedemmo, tali autografi a' suoi figli e nipoti, che, non sapendo calcolarne il pregio, non si curarono d'impedirne il disperdimento, fu dato così agli ingegneri di ricavarne de' brani ed arricchirne i loro manoscritti, i quali in que' tempi costituivano il codice dell'arte loro, fondata la più parte sull'empirismo; manoscritti che conservavano con misterioso secreto, per trasmetterli ai proprj successori⁷². Allora appunto sursero in copia nel Milanese ingegneri abilissimi, quali furono il Meda, il Bassi, il Pellegrini, i Pirovano, i Lonati, e da ultimo i Barca, che tutti, a quanto pare, attinsero a quella fonte, di cui profittarono eziandio ingegneri d'altro dominio, fra i quali era il Betinzoli.

86. Sul principiare del secolo successivo è verisimile che, avendo il conte Galeazzo Arconati con ogni cura e con ingenti sacrificj, raccolti per la più parte gli autografi di

⁷¹ - Francesco Melzi, erede di Leonardo, è nato nel 1492. Vasari, nella vita di questo, dice: *Di queste carte della notomia degli uomini n'è gran parte nelle mani di M. Francesco da Melzo, gentiluomo milanese, che nel tempo di Lionardo era bellissimo fanciullo e molto amato da lui, così come oggi è bello e gentile vecchio, che le ha care, e tiene come reliquie tal carte.* Vasari scriveva nel 1566, cosicché pochi anni dopo dovrebbe essere avvenuta la morte di Francesco Melzo. Sembra che il dott. Orazio Melzo, il quale venti anni di poi, giusta il Mazzenta, era capo di quella famiglia, fosse abiativo di Francesco.

⁷² - Ne fa prova la surriferita proposizione, trovata ne' manoscritti del Betinzoli. Essa non vedesi esposta in que' termini nel manoscritto dell'Arconati, e non sarebbe che una conseguenza di altre proposizioni di Leonardo in questo contenute, e di quella in particolare, che le velocità negli alvei stanno come le altezze (Lib. VIII, Cap. 21). Potrebbe essere che la proposizione del Betinzoli fosse ricavata da un autografo non veduto dall'Arconati, al quale ne sfuggirono risguardanti le colmate, di cui parla il Libri. Vedasi la nota al § 51.

Ai tempi di Leonardo, già da due o tre secoli erasi resa generale l'irrigazione nel Milanese. Devesi quindi supporre che un abile adacquajolo, abituato a vedere lo stesso corpo d'acqua passare dallo stadio di rigagnolo velocissimo ad un corso mano mano più pigro in più ampio canale rigurgitato, avesse un'idea dell'influenza della velocità sulla portata, che nè egli, nè gli ingegneri pratici, i quali da lui attingevano le cognizioni di fatto, sapevano tradurre in linguaggio scientifico. Ma e l'uno e gli altri possedevano sicuramente quel tatto intuitivo, mercé il quale, alla sola ispezione di un'acqua corrente, si decide con sufficiente approssimazione a quante onces essa corrisponda, lo che implica appunto il calcolo della velocità.



Leonardo, i quali generosamente donò di poi, come vedemmo, all'Ambrosiana, tornasse maggiormente arduo il consultarli. Ma intrapresa in pari tempo dal frate Luigi Maria Arconati la trascrizione e l'ordinamento di tutta la parte idraulica, costituente un Trattato estesissimo, era naturale che anche in corso d'opera trasparissero le cose più importanti in esso contenute. Se poi, come sembra, quel lavoro era destinato alla Biblioteca Barberini, che erigevasi a Roma ad imitazione dell'Ambrosiana, ciò sarebbe prova che il cardinale nipote di Urbano VIII teneva in sommo pregio gli scritti di quel genio incomparabile, e che, in difetto degli originali, procurasse con dispendio non lieve di raccogliarli in copie ordinate, anche per la parte che riguarda specialmente l'idraulica. Tutte queste circostanze, e quella principalmente che in quel tempo il Castelli, per oltre diciotto anni, fu al servizio di papa Urbano VIII in qualità di consulente idraulico, destano il sospetto che non ignorasse taluna delle più importanti proposizioni di Leonardo. Trattasi di un punto veramente delicato, d'indagare, cioè, se uno scienziato che ha posseduto finora una immensa fama, siccome distinto discepolo di Galileo, e creatore della scienza idraulica, siasi in ciò valuto dell'opera altrui, spacciandola per propria. Rileva quindi assaissimo il sottoporre a rigorosa critica gli scritti del Castelli, al fine, se non di risolvere in via assoluta, di chiarire possibilmente la questione, e di scernere in pari tempo quanto vi ha in essi di pregevole e di fallace, imperocchè nulla e più pregiudizievole al progresso delle scienze, quanto l'errore sostenuto dall'autorità di un gran nome, che lo rende immensamente contagioso.

87. Nelle premesse della prima parte del suo *Trattato della misura delle acque correnti*, ove incomincia collo sviluppare le diverse proposizioni mediante il linguaggio ordinario, dichiara di averle dedotte da esperienze, delle quali però non dà alcun cenno, e nemmeno si scorge la traccia, o lo scopo. Quindi così si esprime (pag. 133):

«E per esplicare con esempio più vivamente il tutto, intendasi un vaso pieno d'acqua, come sarebbe una botte, la quale si mantenga piena, ancorchè di continuo esca fuori acqua, ed esca l'acqua per due cannelle eguali d'ampiezza, una posta nella parte inferiore del vaso e l'altra nella parte superiore; è manifesto che nel tempo nel quale dalla parte superiore uscirà una determinata quantità d'acqua, dalla parte inferiore usciranno quattro, cinque ed assai più delle medesime misure; secondo che sarà *maggiore* la differenza dell'altezza delle cannelle *e la lontananza della superiore cannella dalla superficie o livello dell'acqua del vaso*».

L'ultima proposizione è evidentemente un errore, non già di stampa, ma di concetto, dovendo essere maggiore l'efflusso della cannella inferiore al confronto della superiore, quanto *minore* e non *maggiore* è la distanza di questa dalla superficie della conserva.



88. Aggiunge poi: «E se noi più attentamente considereremo questo negozio, ritroveremo che l'acqua per la cannella inferiore corre e passa con assai maggiore velocità di quello che fa per la superiore, *qual si sia la cagione.*» (Ivi).

Non era in vero difficile il discendere a tale conseguenza; ma ciò che fa meraviglia si è il vedere, come il Castelli confessi d'ignorare la causa di questa maggiore velocità. E che fosse lontano dall'attribuirla alla maggior pressione dell'acqua, lo dimostra l'appunto summentovato fatto al Fontana sull'*acqua premuta*, che passava pel ponte Quattro Capi nella piena del Tevere, concetto che intende di rettificare, col dire che l'acqua era quivi più veloce. E queste cose pubblicavansi quali scoperte, e fondamento di una nuova scienza, cento trent'anni dopo che Leonardo le aveva indicate, risalendo alle cause, e quarant'anni dopo che il Meda aveva costrutta la maravigliosa sua conca di 17^m di salto, mediante artifizj che rivelavano in lui una sufficiente cognizione dei principj dell'idrodinamica.

89. Dichiarato in seguito, che cannelle le quali scarichino in tempi eguali, eguali quantità d'acqua con velocità ineguali, dovranno avere l'ampiezza della sezione in ragione reciproca di esse velocità, conchiude:

«Ora applicando tutto quello che si è detto più al proposito nostro, considero ch'essendo verissimo che, *in diverse parti del medesimo fiume*, od alveo d'acqua corrente, *sempre passano eguali quantità d'acqua in tempi eguali* (la qual cosa è dimostrata nella prima nostra proposizione) ed essendo ancora vero, ecc.... le velocità di diverse parti dello stesso fiume avranno eternamente reciproca e scambievole proporzione colle loro misure». (pag. 135).

90. Nella proposizione I delle successive dimostrazioni geometriche osservasi appunto, che se non stesse una tal proporzione ed in un fiume si scaricasse per una data sezione più o meno acqua di quella che affluisce da altra superiore, dovrebbe od esaurirsi l'acqua nel tratto intermedio, nel primo caso, od accumularvisi nel secondo, lo che in fatto non avviene (pag. 166).

91. Ora il cap. 40 del lib. VIII di Leonardo è esposto in questi termini: «*Il fiume dà transito in ogni parte della sua lunghezza con equal tempo ad equal quantità d'acqua, essendo esso fiume di qualunque varietà si sia, o per larghezza, o per profondità, ed è manifesta per la passata.*».

E difatti così chiude il precedente cap. 39: Altrimenti se nello sboccamento si scaricasse maggior somma d'acqua di quella che si aveva al principio del fiume, seguirebbe che nel mezzo del canale l'acqua di continuo s'andasse sminuendo; e per il contrario, se nel medesimo sboccamento passasse minor somma d'acqua di quella che entra al suo nascimento,



l'acqua di mezzo crescerebbe continuamente; ma l'uno e l'altro è manifestamente falso. Adunque il moto d'ogni fiume con egual tempo dà in ogni parte della sua lunghezza egual peso d'acqua».

92. Nel successivo cap. 41 e nei cap. 50 e 51 del lib. II dichiarasi in sostanza, che le velocità in un fiume stanno nella ragione reciproca delle sezioni, osservandosi che, a pari larghezza, sarà maggiore la velocità ove minore sarà la profondità; e quindi questa minore ove la velocità sarà maggiore; ed a pari profondità sarà maggiore la velocità ove minore sarà la larghezza.

93. Così le proposizioni di Leonardo e del Castelli, rispetto al moto permanente delle acque, sarebbero espresse in termini pressoché identici, e vedrebbe maggior precisione ancora in quella del primo. E se in eguali termini non vedesi esposta la dimostrazione relativa, identica però ne è la sostanza. Si hanno quindi in ciò i più chiari indizi che la proposizione del Castelli possa essersi ricavata dagli atti di Leonardo.

94. Quando il Castelli dice che nella distribuzione delle acque irrigue della Lombardia gli ingegneri non fanno calcolo dell'elemento della velocità, porge la prova che egli ignorava totalmente le pratiche ivi in corso. Imperocché da oltre mezzo secolo eransi applicati i moduli aventi, oltre ad una cedente determinata, un dato battente. E se questo non era prescritto pel modulo o quadretto di Brescia sua patria, vi provvedevano i due regolatori, posti l'uno a braccia 300 e l'altro a braccia 600 di distanza dalla bocca d'estrazione, e depressi sotto la soglia di questa di due once il primo, e di quattro once il secondo.⁷³ Per la suddivisione delle acque, già da qualche secolo si faceva uso, come vedemmo, dei partitori prismatici. Malgrado i progressi della scienza idraulica, tali metodi di distribuzione delle acque, mercé i quali si assegna loro una velocità pressoché uniforme, sono seguiti anche oggidi in quelle province. Col proporre poi il Castelli di far uso a questo fine di misure dirette, dimostra di non aver punto compreso il problema che pretendeva risolvere. Imperocché precipua condizione da adempersi nella distribuzione delle acque, quella si è che essa avvenga spontaneamente mediante edifizj stabili colla minima cooperazione dell'uomo, lo che è conseguibile con più o meno di esattezza mercé gli artifizj summentovati, ma non già colle misure da lui proposte.

95. Nel 1641 essendo egli stato invitato dal Governo veneto ad emettere, come si è detto, la sua opinione sul grave argomento della diversione dei fiumi dalla Laguna, le

⁷³ - Della modellazione bresciana dà una descrizione il Barattieri (op. precit., Parte II, Lib. I, Cap. II). Il Tadini dichiara che la misura dell'acqua si fa al secondo regolatore, lo che è razionale.



Considerazioni che ebbe a presentare rivelano nel modo più evidente che egli non ha saputo formarsi un'idea adeguata della essenza della questione.

Partendo dal principio, che in un fiume o canale le portate variabili sieno proporzionali al quadrato delle altezze, e supponendo che la portata del Brenta di già divertito fosse 5, e quella del Sile e degli altri fiumi minori fosse 4, quindi in totalità 9; sostenne che, quanto avverrebbe in un canale, si verificherebbe eziandio nella Laguna; e che se colla diversione del Brenta le acque di questa si sono abbassate di un piede, con quella degli altri fiumi minori si abbasserebbero del doppio, cosicché si ridurrebbe in secco.

96. E rispetto ai temuti interramenti di que' fiumi, nota come il Rodano, il Ticino, l'Adda, l'Oglio, la Sarca non abbiano, in tanti secoli, colmati i laghi di Ginevra, Maggiore, di Como, Sebino e di Garda, senza abbadare che la loro profondità in generale è cento e più volte maggiore di quella della Laguna (pag. 203).

97. Per meglio sostenere il suo assunto sentì, come dicemmo, sopra quest'oggetto il suo discepolo Bonaventura Cavalieri, il quale nella sua risposta premette di essere totalmente estraneo a tali materie. Dichiarò che, qualora sussistesse in fatto la legge delle velocità delle acque correnti nei canali proporzionali alle altezze e delle portate ai quadrati di queste, ella sarebbe bellissima, e sembrerebbe applicabile al caso della Laguna. Provasi eziandio a rintracciarne la ragione, ed in ciò fare, suppone che all'acqua corrente in un canale, aggiunto altro strato eguale, esso avrà, oltre alla velocità primitiva dello strato sottoposto, quella di questo, da cui sarà trasportato, e che altrettanto avverrà per un terzo strato che si aggiunga; talché andrebbe mano mano crescendo la velocità dei successivi strati sovrapposti. Diffidando per altro della sua dimostrazione, soggiunge con ingenuità: «Ma qui ci ho principalmente due dubbj: primo che per questa mia ragione bisognerebbe che in un fiume le acque superiori camminassero più veloci delle medie, e queste delle inferiori, il che non so come ben concordi coll'esperienza, ecc.» (pag. 210).

Malgrado tale dubitazione, il Castelli trasmise al senatore Basadonna la lettera del Cavalieri, soggiungendo che in essa egli *avrebbe veduto la sublimità di quell'ingegno*; cui sicuramente quella lettera non avrebbe procurata la celebrità da lui giustamente conseguita colla *geometria degli indivisibili*.

98. Per poco che si esamini la cosa, dovrà qualificarsi di vera stranezza l'applicazione alla Laguna della supposta legge delle acque correnti ne' fiumi, ove si consideri che, ad ogni marea, l'acqua che entra in quella e di poi ne esce, è in quantità trenta o



quaranta volte maggiore della portata ordinaria del Brenta.⁷⁴ Eppure tanto è il prestigio dell'autorità, che anche in questi ultimi tempi fu invocata quella del Castelli per propugnare la restituzione de' fiumi nella veneta Laguna.

99. Convien supporre che in tale circostanza il Castelli abbia consultate le anteriori scritture sulla diversione de' fiumi dalla Laguna, e tra esse la prima di frà Giocondo di sopra mentovata, ove questi, come vedemmo, dopo aver fatte bellissime considerazioni, cade nell'errore, che il ritegno od impedimento d'un piede presso la foce di un fiume, possa essere causa di un alzamento di 4 a 5 piedi ne' tronchi superiori. Il Castelli, che fino dal 1624 aveva adottato delle ragioni plausibili per divertire la foce di Fiume Morto dall'ultimo tronco del Serchio onde portarla al mare, come effettivamente avvenne, nella scrittura del 1642, concernente lo stesso argomento, a difesa della praticata diversione fa questa osservazione:

«Perchè, quando bene l'alzamento del Fiume Morto per dover sgorgare le sue acque nel Serchio verso la marina fosse solo un quarto di braccio, potremo molto bene essere sicuri che lontano dalla marina intorno a Pisa, e sopra quelle campagne, l'alzamento sarà molto maggiore e riuscirà due o tre braccia» (pag. 216).

100. L'oppositore ingegnere Bartolotti risponde con maggiore assennatezza, che l'abbassamento della piena da monte a valle avvicinandosi alla foce in mare, sta «quando essa proviene *da causa di sopra*, cioè per pioggia od apertura di laghi; ma quando la causa è di sotto, cioè sia per qualche ostacolo, come di pescaja o traversa, o impedimento messo discosto alla marina, sebbene il livello si alzerà qualche braccio dov'è l'impedimento, in ogni modo tale alzamento anderà poco all'insù» (pag. 221).

101. Ma il Castelli tronca la questione, adducendo un caso bellissimo a lui occorso nella campagna di Roma *vicino alla marina*, «ove rasciugò un pantano, e gli riuscì l'impresa sbassando l'acque nel sito loro alla marina solo tre palmi, ed in ogni modo nel pantano si sbassarono quindici palmi» (pag. 222).

⁷⁴ - Supposto che nelle maree delle sizigie entri nella laguna di Malamocco, della superficie di 72 chilom. Q., e ne esca un prisma d'acqua dell'altezza di 0^m,84, riducibile a $\frac{2}{3}$, ossia a 0^m,56, avuto riguardo allo spazio occupato dal fondo più elevato della bassa marea, se ne avrebbe un deflusso unitario medio di m. c. 1867; mentre quello ordinario del Brenta può calcolarsi di m. c. 56. La diversione del Brenta perciò non poteva ivi cagionare un abbassamento maggiore di 17 millim. nel livello dell'alta marea. Con un calcolo simile si potrebbe dimostrare che la rimozione del Sile e degli altri fiumi minori della Laguna di Venezia, della superficie di chilom. Q. 80, con una marea alta circa 0^m,90, supposta la portata di questi equivalente a $\frac{1}{5}$ di quella del Brenta, non ne avrebbe abbassato il livello di oltre 12 millimetri; calcolo che si dà per semplice approssimazione. Il Castelli invece, nella prima scrittura intendeva dimostrare che se l'acqua del Brenta scorre in larghezza di B.^a 40, ed in altezza di B.^a $\frac{1}{2}$, la sua rimozione dalla Laguna avrebbe cagionato in essa un abbassamento di circa mezzo braccio, e non già di $\frac{1}{200}$ di braccio, come altri pretendeva; soggiungendo: *Or vedasi in quanto grande errore, che è di 99 per 100, si casca per non intendere bene la quantità dell'acqua corrente, la quale ben intesa poi, ci apre la strada sicura di poter dirittamente giudicare intorno a questo gravissimo negozio* (pag. 192).



102. Basta annunziare tali proposizioni per scoprirne l'assurdità. Eppure il celebre idraulico Barattieri avrebbe ammessa quella legge, per dimostrare che l'elevazione delle piene del Po nel Lodigiano e nel Pavese, dipendono talora dai rigurgiti dell'ultimo suo tronco presso la foce in mare. E lo stesso padre Lecchi (ciò che non sembra credibile), nella sua Memoria sulla sistemazione del Bozzente e di altri torrenti minori dell'Alto Milanese, ed in quella sul taglio del Tidone, propugna lo stesso principio, appoggiandosi all'autorità del Castelli.⁷⁵

103. Compiacendosi questi delle cose che ha rivelate nelle *Considerazioni sulla Laguna Veneta*, ove, come vedemmo, ha creduta applicabile la *maravigliosa* legge delle portate proporzionali ai quadrati delle altezze; in aggiunta alla Relazione precitata di monsignor Corsini sulle acque del Ferrarese, del Bolognese e della Romagna, fa in una scrittura la proposta di divertir dalle valli, non solo il Reno cogli altri fiumi che vi furono immessi, ma eziandio il Canale Naviglio di Bologna, conducendolo a traverso di esse inalveato, per portarlo a sboccare nel Po di Volano (pag. 230). Osserva in proposito che «quando fossero divertiti dalle valli il Reno e gli altri fiumi, e ci rimanesse solo il canale di navigazione, il quale fosse solamente la decima parte di tutta l'acqua che casca nelle valli, in ogni modo manterrebbe alta l'acqua nelle medesime valli una decima parte di quell'altezza che veniva congiunta dal concorso di tutti i fiumi.... Ma per incamminare bene questa impresa sarebbe (secondo lui) necessario misurare la quantità dell'acqua che scaricano i fiumi nelle valli e quelle che porta il canale della navigazione». In tale supposto le portate starebbero come le altezze e non già come i loro quadrati, giusta le premesse.

⁷⁵ - *Piano d'inalveazione de' tre torrenti, di Tradate, del Guardaluso e del Bozzente. Racc. di Bol., Vol. VI, pag. 373.*

Parere intorno al taglio del Tidone e della Luretta, 1774, pag. 19.

Colla prima Memoria, del 1758, propose il Lecchi un piano d'inalveazione di que' tre torrenti che dovevano terminare e disperdersi nelle brughiere e boschi, al fine di bonificarli coi loro depositi terrosi. La cosa riuscì nei primi due torrenti, ma rispetto al Bozzente, dopo non poche contestazioni e variazioni d'opere, e dopo frequenti inondazioni di que' territori, sul cadere dello scorso secolo esso fu finalmente condotto a sboccare inalveato nell'Olonza al di sotto dei molini fra Rho e Cerchiate. Vedasi la supplica a stampa del 1792, cui va annessa la contemporanea Relazione dell'ingegnere Giuseppe Antonio Pissina.

In quanto al taglio del Tidone, il Lecchi aveva a difendere una causa giustissima, ed in due o tre pagine poteva dimostrare la convenienza di tale operazione, colla quale, per effetto dell'abbreviazione di corso e della posizione più elevata della foce, si cagionava uno scompiglio nell'alveo di que' torrenti che scorrono in ghiaja, e si accresceva l'altezza dei rigurgiti del Po nelle insistenti sue piene. L'autore invece, in una indigesta Memoria di 88 pagine in 4.°, sostiene il suo assunto facendo pompa d'erudizione e di dottrine, le quali in gran parte poggiano sull'assurdo proclamato dal Castelli, assurdo che propugna anche nella Memoria precedente. La cosa per altro è così patente, che lascia dubitare della buona fede di lui. Imperocchè dovendo egli di solito contrastare con semplici ingegneri, sembra volesse soverchiarli coll'erudizione e coll'autorità di celebri scienziati; lo che non sempre gli riusciva.

Ciò che deve fare maraviglia, si è il vedere il Frisi collaudare, per ispirito d'opposizione, la mal consigliata opera di quel taglio, in un libro destinato all'istruzione della gioventù (*Istituzioni di meccanica, idrostatica, ecc.* Milano, 1777, pag. 339), appoggiando i suoi ragionamenti a dati di fatto insussistenti, dopo aver confessato di non conoscere le circostanze locali.



104. Il caso è diverso da quello della Laguna, non essendovi del resto dubbio sulla utilità per quelle valli di divertire non solo i fiumi, ma eziandio il canale, quantunque non sussistesse rispetto a queste la legge preaccennata, che non si vedrebbe come vi si potesse applicare. Le valli costituiscono un bacino di fondo irregolare, ove le acque entrano per uno o più immissarij, e ne escono per un emissario. La portata del Canale Naviglio varia di poco nel corso dell'anno, mentre quella de' fiumi, che sono torrenti temporanei, varia immensamente ne' diversi tempi, cosicchè non si saprebbe come regolare e per l'uno e per gli altri il calcolo degli afflussi, efflussi, e delle quantità che rimarrebbero nel bacino. In ciò si ha la prova che il Castelli mancava di quel criterio pratico che si richiedeva per determinare se, supposta vera una legge pei fiumi e canali, potesse esserlo tanto in questo caso, quanto in quello della Laguna, ove e le circostanze locali ed i fenomeni concernenti il moto delle acque erano essenzialmente diversi.

105. Abbiamo già veduto come sianvi indizj per credere che la legge del moto permanente delle acque ne' fiumi e canali, possa il Castelli averla desunta dagli scritti di Leonardo, attesa la somiglianza de' termini ne' quali è espressa, e della relativa dimostrazione. Esaminiamo ora se altrettanto non avvenga per quella delle velocità proporzionali alle altezze, e conseguentemente delle portate proporzionali ai quadrati delle altezze, che il Castelli dichiara avere ricavata da appositi esperimenti.

106. Nel cap. 21 del lib. VIII del suo Trattato, Leonardo così si esprime: «Se un sostegno dà sopra di sé il transito ad una data quantità d'acqua di due once di grossezza, e vi si aggiunga una terz'oncia, allora l'oncia di sotto *raddoppia la potenza, la velocità e la quantità della primitiva sua acqua*. Provasi per la seguente, che mostra come le (nelle) acque correnti sopra li fondi de' fiumi d'uniforme obliquità, tali essere le proporzioni della velocità del moto, quale è quella delle loro altezze. Adunque se la prima oncia detta sopra sia premuta da un'altr'oncia, e poi da due once, senza dubbio la potenza che preme è duplicata, e per conseguenza, come è detto, la velocità e la quantità è raddoppiata».

Sorpassando all'inesattezza che vi sarebbe in tale proposizione, per essersi assunto siccome elemento differenziale la quantità finita di un'oncia, del resto l'induzione di Leonardo è logica, in quanto che nelle precedenti proposizioni suppone che le velocità degli efflussi sieno proporzionali alle pressioni dell'acqua, e quindi al peso od all'altezza della colonna premente; lo che in fatto non è vero.

107. La proposizione II del lib. II del Castelli è la seguente:



CONSORZIO IRRIGAZIONI CREMONESI

Via Cesare Battisti, 21 – Cremona - Partita IVA e Codice Fiscale 00106640196

☎0372-22308 - ☎ 0372-22492

✉: segreteria@cic.cr.it - ✉: segreteria@pec.consortziourrigazioni.it - 🌐: www.cic.cr.it

Se l'acqua d'un fiume, o vero di un acquedotto, movendosi con una tale velocità per un suo regolatore, avrà una data altezza viva, e poi per nuova acqua crescerà il doppio, crescerà anche il doppio di velocità.

«Sia l'altezza viva dell'acqua di un fiume nel Regolatore A B C D come la perpendicolare E B, e poi per nuova acqua sopravvenuta nel fiume, o vero acquedotto, si sia alzata l'acqua altrettanto sino in G, sì che la G B sia doppia

A	D
G	H
E	F
B	C

della E B; dico che tutta l'acqua G C sarà doppia di velocità di quello che era prima la E C; imperocchè avendo l'acqua G F per suo letto il fondo E F egualmente inchinato come il fondo o letto B C, ed essendo la sua altezza viva G E, eguale all'altezza viva E B, ed avendo la medesima larghezza B C, avrà per se stessa una velocità eguale alla

velocità della prima acqua E C, ma perchè oltre al proprio moto vien portata dal moto dell'acqua E C, avrà ancora, oltre il proprio moto, il moto dell' E C; e perchè l'acqua E B vien caricata di proprio peso, per avere il peso di se stessa e quello di E G, per la quale riceve anche doppio impulso, e forma perciò doppia la sua potenza nella velocità, e perchè le due acque G C ed E C sono sempre simili di velocità per la seconda supposizione, perciò tutta l'acqua G C sarà doppia di velocità di quello che sarà l'acqua E C, che era quello che si doveva dimostrare».

108. Nella *Raccolta di Bologna* si ommette questa dimostrazione, riprodotta dal Barattieri (*Arch. d'acque*, par. II pag. 57), avendo dichiarato il Guglielmini nella sua prefazione al Trattato *Della misura delle acque correnti*, che il Castelli confessava sinceramente di non esserne contento. In vista di ciò mi sarei astenuto io pure dal riportarla, se non vi fossi stato indotto dallo scopo di confrontarla colla proposizione di Leonardo. E di fatto, mentre nell'una e nell'altra proposizione vi è similitudine di forma, parlando Leonardo di sostegno, ed il Castelli di regolatore; questi, passando alla relativa dimostrazione, nell'espressione: *l'acqua E B vien caricata di proprio peso per avere il peso di se stessa e quello di E G, per la quale riceve doppio impulso, e forma doppia la sua potenza nella velocità*, adopera non solo le parole, ma eziandio il principio di Leonardo, di proporzionare la velocità al peso al peso della colonna premente; principio del quale nelle opere anteriori di Castelli non scorgesi traccia. E molto meno doveva appigliarvisi in questo scritto, steso nel 1642, se allora conosceva la bella teoria di Torricelli degli efflussi proporzionali alle radici



delle altezze, e dopo la proposizione V, ne raccomandava, come vedemmo, lo studio agli ingegneri.⁷⁶

109. Dalle premesse considerazioni vedrebbe confermato che la scienza idraulica è stata senza dubbio creata da Leonardo; che verisimilmente intorno al 1570 soltanto cominciarono gli ingegneri della Lombardia a profittare de' suoi scritti, sì tosto fu loro dato di consultarli, trovandovi sparse le varie proposizioni, esposte, però in modo che ardua se ne rendeva la lettura; che altrettanto sembra aver fatto il Castelli, sessanta o settant'anni dopo, quantunque asserisca aver dedotte da esperimenti proposizioni che, nella forma e nei termini, appaiono ricavate dagli scritti di Leonardo; che il contemporaneo riordinamento di questi per opera del frate Arconati, onde formarne un Trattato il quale passò alla Biblioteca Barberini, rende tanto più credibile la cosa, in quanto che il Castelli era allora, come si disse, al servizio di Urbano VIII Barberini. Un altro argomento ne porrebbero gli errori ne' quali è caduto nelle questioni della Laguna Veneta, della foce di Fiume Morto, e dicasi pure della diversione del Reno e del Canal Naviglio dalle valli, i quali allontanerebbero l'idea che egli possa aver veduto molto più in là degli altri, se non sorgesse il dubbio, che, essendo ciò avvenuto due o tre anni innanzi alla sua morte, la mente di lui si fosse già alquanto indebolita. Imperocché ne' primi suoi scritti egli appalesa, se non dappertutto, in generale però, fino a un certo punto, senza di che non avrebbe potuto acquistarsi la fama di essere uno dei più distinti discepoli di Galileo.⁷⁷

⁷⁶ - Il Torricelli pubblicò la sua opera l'anno seguente, 1643; ma il Castelli conosceva anche in precedenza i suoi lavori, come si è accennato al § 69.

⁷⁷ - Il Castelli è morto nel 1644, e il dubbio che nel 1642 si fosse indebolita la sua mente verrebbe appunto avvalorato dalla citata dimostrazione.

Egli si poggerebbe in essa, come vedemmo, al principio di Leonardo, che le velocità sono proporzionali alle altezze; secondo il quale la scala delle velocità per una data perpendicolare terminerebbe ad una retta che sarebbe ipotenusata del triangolo rettangolo di cui la base sul fondo corrisponderebbe alla velocità massima, e la superficie alla somma delle velocità di quella perpendicolare. Ma in precedenza nota come lo strato aggiunto G E oltre al proprio moto, equivalente al primitivo di E C, avrebbe quello di E C da cui sarebbe trasportato; e verrebbe così ad ammettere contemporaneamente anche il principio esposto in via dubitativa dal Cavalieri, accennato al § 97, giusta il quale la scala e la somma delle velocità sarebbero egualmente rappresentate da un triangolo rettangolo, ma capovolto, ossia col vertice al basso, lo che è da considerarsi siccome una stranezza.

E poiché, come si è detto, il Castelli conosceva sicuramente allora anche la vera legge torricelliana, secondo la quale le velocità degli efflussi sono proporzionali alle radici delle altezze, deve conchiudersi che quella dimostrazione è prova del disordine in che trovavasi la sua mente.

Lo che sarebbe da attribuirsi ad uno stato anormale di essa se, come vedemmo, i primi suoi scritti contengono una serie di considerazioni pregevoli, mentre negli ultimi egli ha propugnato principj erronei.

Allorquando Leonardo dichiarava nella sua proposizione che, aggiunta un'oncia d'acqua sul sostegno, per la pressione di questa *l'oncia di sotto raddoppia la potenza, la velocità e la quantità della sua acqua*, egli adopera un linguaggio suo proprio abbastanza chiaro, e quale poteva attendersi da un artista di genio che crea una nuova scienza. Ma altrettanto non vale per il Castelli, discepolo di Galileo e professore di matematica all'Università di Pisa, il quale cento quarant'anni dopo dice, *che l'acqua E B vien caricata di proprio peso, per avere il peso di se stessa e quello di E G, per la quale riceve anche doppio impulso e forma perciò doppia la sua potenza nella velocità*. Non essendo scientifico tale linguaggio, la sua coincidenza con quello di Leonardo non potrebbe attribuirsi al caso, ma alla circostanza piuttosto di averlo ricavato dagli scritti di questo.



110. Un fatto meritevole di osservazione si è pure quello, che il manoscritto dell'Arconati, compiuto nel 1643,⁷⁸ mercé il quale era tolta la difficoltà di decifrare le proposizioni di Leonardo, che eransi ordinate in forma di trattato, malgrado la somma importanza delle materie contenute, rimanesse per due secoli sepolto nella Biblioteca Barberini, cui sembra fosse fino dall'origine destinato, senza che alcuno ne porgesse giammai cenno.

111. La critica nella quale mi sono impegnato è un assunto oltremodo spiacevole, che esce dalle mie tendenze. Ma mi vi ha indotto il desiderio di scoprire la verità; di far giustizia al merito reale; e di combattere errori, che venivano seguiti anche negli ultimi tempi da distinti scienziati, sotto il fascino dell'autorità da cui scaturivano.

112. Dal 1650 al 1660, il Barattieri inserì nella sua *Architettura d'acque* gli scritti del Castelli, dopo avere in precedenza dato maggior sviluppo al principio del moto permanente negli alvei de' fiumi, e propugnata eziandio la legge delle velocità proporzionali alle altezze, e delle portate ai quadrati di queste, pretendendo provarlo con esperimento da lui praticato sulla roggia Cologna nel Lodigiano, esperimento sulla cui attendibilità si ha luogo di dubitare.⁷⁹

113. Nei tempi del Castelli, come vedemmo, Evangelista Torricelli, con un tratto di genio che rivela l'inventore del barometro, dall'osservazione dei getti verticali delle acque razionalmente dedusse la mirabile legge, che la velocità degli efflussi è proporzionale alla radice dell'altezza della colonna premente, ed eguale a quella acquistata da un grave cadente dalla stessa altezza. Mariotte la confermò con una serie di esperimenti, ed il padre Milliet de Chales si dichiarò d'opinione, che la stessa legge avesse a valere anche per le acque correnti negli alvei, ove le velocità dovrebbero pure essere proporzionali alla radice delle altezze.⁸⁰

⁷⁸ - Il manoscritto dell'Arconati venne terminato un anno avanti alla morte del Castelli, e se ne avesse presa cognizione qualche intelligente, poteva scorgere che Leonardo aveva scoperto il mirabile principio del moto permanente delle acque in un fiume; e che tanto esso quanto la relativa dimostrazione, erano identici con ciò che il Castelli aveva pubblicato quindici anni innanzi, come vedemmo dal § 90 al 93; mentre questi confessava la sua ignoranza che la pressione potesse essere causa della velocità delle acque (§ 88). Svelato per tal modo il plagio, è agevole dedurne le conseguenze, circostanza che accresce il sospetto di non doversi attribuire al caso se, malgrado la somma sua importanza, quel manoscritto rimase per due secoli sepolto nella Biblioteca Barberini.

⁷⁹ - Op. precit., Parte II, Lib. III, Cap. II. La roggia Codogna si divide in quattro canali, mediante partitori costituenti un edificio unico. Misurata ivi l'altezza libera, si chiusero due canali, e si misurò l'altezza di tutta l'acqua raccolta negli altri due; e, secondo l'autore, essa sarebbe stata conforme al rapporto dei quadrati delle portate. Ma siccome per tal modo, dopo il chiudimento dei due canali, doveva formarsi ivi un ringorgo con cateratta, non si avrebbe un dato sicuro desumibile dall'altezza misurata. Questa avrebbe dovuto prendere a tale distanza, da essere certi che il moto delle acque si fosse ridotto all'equilibrio.

⁸⁰ - Bossut nella prefazione alla sua *Idrodinamica* (edizione del 1796), dopo avere accennata la scoperta del Torricelli, ed il modo col quale l'ha dedotta, aggiunge: «Torricelli publico sa découverte en 1643 à la suite d'un petit traité intitulé: *De motu gravium naturaliter accelerato*. Alors l'hydraulique, dans sa partie relative aux écoulemens par des petits orifices, devint une véritable science, dont la pratique a retiré les avantages les plus importants. Mais dans les écoulemens par des orifices un peu grands par rapport aux sections horizontales du



114. Il medico modenese Bernardino Ramazzini pubblicò nel 1691 la bellissima sua Memoria sui pozzi modenesi,⁸¹ ove dà ragguaglio delle esperienze da lui istituite onde indagare come si compia il fenomeno di quelle fonti saglienti. Con tali esperimenti avrebbe per primo provato che la pressione laterale delle acque ne' tubi scema alcorchè queste sono in movimento. Daniele Bernouilli, Venturi e Weisbach avrebbero successivamente dimostrato in modo analogo, che la pressione laterale scema colla velocità delle acque, al punto di divenire eziandio negativa, deducendo dalle esperienze la legge in ciò seguita dalla natura.⁸²

115. Gian Domenico Guglielmini, medico bolognese, erasi particolarmente dedicato anche alle matematiche ed all'idrometria. Nominato nel 1686 intendente generale delle acque del Bolognese, e di poi professore di matematica nella patria università, nel 1691 pubblicò il suo trattato *Della misura delle acque correnti*.⁸³ Nel primo libro sviluppa le proposizioni del Castelli sul moto permanente delle acque negli alvei; e nei successivi applica la legge torricelliana tanto agli efflussi, giusta appositi esperimenti da lui praticati, quanto alle acque correnti negli alvei o ne' canali. Per quest'ultima parte i metodi seguiti avevano tuttavia un carattere astratto che lasciava dubitare della loro applicabilità.

116. I conflitti insorti rispetto al regolamento delle acque nelle provincie di Bologna, Ferrara e Romagna, indussero il pontefice Innocenzo XII a delegare nel 1693 i cardinali d'Adda e Barberini a visitare i luoghi, allo scopo di provvedervi. A difendere l'interesse dei Bolognesi venne da essi incaricato il Guglielmini, che in una serie di scritture allora stampate prese in esame i varj partiti a tal fine proposti. E per questa circostanza, e per quella eziandio che al Guglielmini è stato in pari tempo affidato l'insegnamento della idrometria, cattedra allora appunto istituita in Bologna, gli si offrì un'occasione opportunissima allo studio della fisica de' fiumi. Imperocchè, attesi i notevoli cangiamenti avvenuti nel corso del Po e nell'estesa pianura a destra di esso, per opera principalmente dei torrenti dell'Apennino, i quali, come vedemmo, avevano ivi più o meno compiutamente colmato la preesistente Padusa, un attento esame dei fatti lo condusse a scoprire le leggi in ciò seguite dalla natura, ed a determinare gli effetti che potevansi attendere dalle modificazioni

vase, la vitesse suit une loi beaucoup plus composée, que la géométrie, aux temps de Torricelli, ne pouvait découvrir». Se l'editore della *Raccolta di Bologna*, oltre alle scritture del Torricelli sulla Val di Chiana, ove per verità non dà prove di tatto pratico nella scienza idraulica, come ho dimostrato ai §§ 251 e 252 della mia *Guida*, avesse aggiunto la Memoria di lui citata dal Bossut, avrebbe in modo assai più adeguato posto in evidenza i titoli di gloria di quell'uomo di genio anche in tale scienza.

⁸¹ - *De fontium mutinensium admiranda scaturigine*, Modena, 1691.

⁸² - *Comment. dell'Accad. Imper. di Pietroburgo*, T. IV, pag. 105.

Venturi, *Recherches expérimentales sur le principe de la communication latérale du mouvement dans les fluides*. Paris, 1797.

Weisbach, *Die experimental hydraulik*, Cap. 10. Freiberg. 1855.

⁸³ - La sua prima edizione uscì in latino, col titolo: *Aquarum fluentium mensura*.



cui l'arte intendesse introdurvi. Il libro *Della natura de' fiumi*, pubblicato per la prima volta nel 1697, segna l'epoca nella quale l'idraulica italiana è stata fondata sopra principj veramente positivi.

117. Già da due secoli, come vedemmo, Leonardo da Vinci aveva creata la scienza, seguendo lo stesso metodo di osservare i fatti, e di interrogare la natura cogli esperimenti; ma se se ne eccettui il principio fondamentale del moto permanente delle acque, appropriatosi, a quanto sembra, dal Castelli, tutta la parte concernente la fisica dei fiumi era ignorata, perchè il manoscritto dell'Arconati, mercé il quale poteva rendersi accessibile alla comune intelligenza, rimaneva, come si disse, sepolto nella Biblioteca Barberini. Il Guglielmini dovette quindi, in generale, tornare da capo, prendendo a considerare il moto delle acque correnti, non più sotto un punto di vista puramente astratto, ma in relazione alle resistenze che incontrano, alle materie che trasportano, ed agli effetti che ne derivano nella formazione degli alvei de' fiumi, e nelle successive modificazioni di essi, per escavazione o per deposizione di tali materie. Stupefatto il Fontenelle dall'evidenza e chiarezza colla quale è esposta quella dottrina del tutto nuova, ebbe a dire ben a ragione che, mentre i fisici presumevano di conoscere anteriormente a sufficienza la natura de' fiumi, dopo la lettura di quel libro, dovettero convincersi che punto non l'intendevano.

118. Eustachio Manfredi, che lo illustrò con una serie di annotazioni interessantissime, dichiara che, quantunque «nella parte idrometrica abbia la dottrina dell'autore corsa la sorte di tutte le altre di argomento misto di fisico e di matematico, cioè di non essere stata ricevuta che in grado di probabilità (il che nasce dal non aversi per anco una intera evidenza, ma solo qualche conghiettura intorno alle vere regole della velocità de' fiumi), tuttavia il suo sistema degli alvei in 40 anni da che uscì alla luce, non ha trovato chi si avvisi di rivocarne in dubbio i principj».⁸⁴

119. Altri cento trent'anni trascorsero di poi, e lungi dal venir meno il pregio in che tenevasi quel libro, si è immensamente accresciuto, dacché una lunga esperienza ebbe a dimostrare la giustezza dei principj che ne costituiscono la base, malgrado le opposizioni che incontrarono, particolarmente in quanto concerne lo stabilimento del fondo de' fiumi.⁸⁵ Che

⁸⁴ - Prefazione del Manfredi, pag. VI (*Racc. di Bologna*, T. I).

⁸⁵ - Uno de' più ostinati oppositori del Guglielmini, rispetto allo stabilimento del fondo dei fiumi, fu il Frisi, il quale a sostenere il suo assunto, dichiara: *Dopo di avere raccolto insieme le mie idee, ho creduto primieramente, che i sassi rotondi, le ghiaie e le arene siano corpi originarj già preparati dalla natura e largamente sparsi anche dove non è mai corso fiume (Istituz. Di meccan. ecc., pag. 278. Del modo di regolare i fiumi e torrenti, Lib. I, Cap. II)*. Si ammette che le arene possono essere talvolta corpi originariamente sciolti e cristallizzati, o procedenti dalla decomposizione di rocce, senza provenire dal detrito de' sassi. Ma rispetto ai ciottoli rotondati, è naturale il supporre che sieno ruderi delle rocce costituenti i monti generalmente più prossimi, ed in qualche caso trasportati da grandi distanze, e che abbiano presa quella forma per effetto di



anzi, anche la parte idrometrica, intorno alla quale sursero dubbj allo stesso suo commentatore, avrebbe in generale, per l'egual motivo, avvantaggiato, siccome vedremo in appresso.

120. Creata ai tempi del Guglielmini l'analisi matematica sublime, gli immensi progressi che mercé questo potente mezzo fece la meccanica speculativa ed anche quella celeste, indussero i geometri ad applicarla all'idrodinamica. Avendo per altro dimostrato il fatto la somma difficoltà di giungere così a risultamenti adoperabili negli usi pratici, si riconobbe preferibile il partito di ricorrere a metodi sperimentali, valendosi del calcolo per costruire le formole empiriche che se ne deducevano. Per gli efflussi da' pertugi, da' regolatori e dagli stramazzi, si verificò sussistere sempre la legge torricelliana, con coefficienti di riduzione ricavati appunto dall'esperienza. Ed in quanto alle acque correnti ne' tubi, ne' canali e negli alvei de' fiumi, intorno al 1780 surse la dottrina del moto equabile, iniziata da Dubuat, e perfezionata da Prony, la quale anche oggi è quella che meglio si adatta alle pratiche applicazioni, malgrado l'essersi di poi portata a maggiore generalità colla dottrina del moto permanente.⁸⁶

121. Osservò Dubuat, che all'uscire l'acqua da una conserva, o lago, per passare in un canale inclinato, il moto iniziale in questo è promosso da una specie di carico, ossia cateratta, che formasi alla sua imboccatura. Le acque, discendendo pel declivio del canale, vanno mano mano accelerandosi; ma crescendo in pari tempo la resistenza che provano contro le pareti dell'alveo, si giunge ad un punto ove, equilibrata la forza acceleratrice colle resistenze, ne risulta l'equabilità del moto, giusta il principio della caduta de' gravi in un mezzo resistente. La velocità massima si avrebbe nel mezzo del canale e presso il fondo e le sponde. Per una data pendenza la velocità media è tanto maggiore, quanto è maggiore la superficie della sezione, e minore al confronto di questa il contorno bagnato. Prony ha date due formole, colla prima delle quali dalla velocità superficiale massima si deduce la media, e coll'altra ricavasi questa dalla superficie della sezione, dal contorno bagnato e dalla pendenza, formola le cui quantità costanti vennero di poi modificate da Eytelwein in base ad un maggior numero di esperienze.⁸⁷

collisione nelle correnti fluviali, e talvolta per l'azione delle acque del mare. Intorno poi alla progressiva attenuazione di tali materie attribuibile in gran parte anche alla loro decomposizione, vedasi la nota finale (I) alla mia Memoria *Sulle inondazioni della Francia*, come pure il § 23 della mia *Guida*, ove altra mia Memoria anteriore nella quale la questione viene discussa.

⁸⁶ - DUBUAT, *Principes d'hydraulique*. Paris, 1786. L'edizione del 1779 non è che un primo tentativo, cui tennero dietro le esperienze, delle quali venne arricchita la 2^a edizione precitata.

PRONY, *Recherches physico – mathématiques sur la théorie des eaux courantes*. Paris, 1804.

⁸⁷ - EYTELWEIN, *Mem. della Reale Accademia di Berlino* per gli anni 1814 – 15. *Parte Matematica*, pag. 135 e seguenti.



122. Il Tadini, nel quale fa contrasto un merito eminente con millanterie sconvenevoli per uno scienziato, diceva⁸⁸ di avere «le osservazioni per questi tre elementi, cioè, pendenza, velocità ed altezza d'acqua in filone di sessanta e più correnti diverse di canali e fiumi, ed (aver) potuto quindi raccogliere che pei canali almeno artificiali, che si cavano ne' terreni, si può prendere per sicura norma la formola, cui (dà) il nome di *canone generale dei nuovi canali*,» la quale in sostanza altro non è, se non quella di Eytelwein compendiata. In essa la velocità media espressa in metri, si avrebbe moltiplicando per 50 la radice quadra del prodotto dell'altezza nella pendenza. Ciò avviene trascurando i termini poco influenti di quella formola, e pel caso più comune che la larghezza dell'alveo sia circa 21 volte altezza.⁸⁹

123. Anche pel moto equabile delle acque negli alvei si verificherebbe così all'atto pratico la legge torricelliana, giusta la formola empirica ricavata dall'esperienza.

124. Veduti i risultamenti finali di questa, esaminiamo ora come considerassero le cose i fondatori dell'idraulica italiana.

Nel lib. II del Trattato di Leonardo, si hanno le seguenti proposizioni:

Cap. 21. «Il fiume diritto con eguale larghezza e profondità ed obliquità di fondo, in ogni grado di moto acquista grado di velocità».

Cap. 22. «Il fiume diritto come sopra, sebbene in ogni grado di moto acquista grado di velocità, non di meno quanto più impedimenti trova nel corso, tanto più si ritarda e fassi meno veloce».

Egli dunque, cento anni innanzi a Galileo, aveva osservato l'acceleramento delle acque correnti negli alvei pendenti, ed il loro rallentamento per effetto degli impedimenti, fenomeni dai quali dipende appunto il principio del moto equabile.⁹⁰

⁸⁸ - *Di varie cose alla idraulica scienza appartenenti*. Bergamo, 1830, pag. 68.

⁸⁹ - Il preteso canone generale del Tadini è dato sotto questa forma:

$$\frac{L^2 A^3}{Q^2 p} = 0,00040,$$

ove L, A, Q, p rappresentano rispettivamente la larghezza, l'altezza, la portata e la pendenza in metri. Essa riducesi alla forma: $u = 50 \sqrt{A p}$, chiamata *u* la velocità media.

La nota formola di Eytelwein è: $u = -0,03319 + \sqrt{(0,0011 + 2735,66 D \cos \varphi)}$, la quale, fatti eguali a zero i due termini poco influenti - 0,03319; 0,0011; ed $L = 21,27 A$, si riduce ad $u = 50 \sqrt{A \cos \varphi}$, identica al canone del Tadini.

Se questi nota (pag. 68) esservi a dubitare sull'attendibilità della formola di Eytelwein per qualche inesattezza negli esperimenti fatti sul canale del Jard; *e finattanto che non si sappia la maniera e la circostanza degli altri esperimenti*, non poter essi fare autorità, altrettanto può dirsi per le osservazioni da lui praticate *sulle sessanta e più correnti*. Imperocché intorno a ciò altra giustificazione non porge fuorché la sua asserzione, la quale vedrebbe male appoggiata dalla coincidenza delle due formole, di cui non fa alcun cenno, quantunque non potesse ignorarla.

⁹⁰ - Allorché Galileo, nella sua *Lettera sul fiume Bisenzio*, sconsigliava dal praticare i raddrizzamenti per la ragione che, secondo lui, con tal mezzo non si otterrebbe sensibile acceleramento nel corso delle acque (*Racc. di Bol.*, T. III, pag. 106), partiva da' principj puramente teorici circa alle leggi della caduta dei gravi, senza apprezzare convenientemente l'effetto delle resistenze degli alvei sul moto di esse.



125. Il Guglielmini dice: «L'acqua passando dalla quiete al moto, o nell'uscire dalle vasche delle proprie fonti, o nello squagliamento delle nevi, o in altra maniera, acquista nella discesa per gli alvei de' fiumi, che sono altrettanti piani per lo più inclinati all'orizzonte, qualche grado di velocità, ma questa ben presto si riduce all'equabilità per le grandi resistenze che incontra l'acqua nel suo moto (*Natura de' fiumi*, Cap. IV, Reg. I)».

«Ridotto che sia il corso dell'acqua all'equabilità, le dee però restare impressa quella velocità che ha acquistata antecedentemente nello scorrere pel suo piano, e questa è regolarmente maggiore, quanto maggiore è la declività del suo letto (ivi, Reg. II)».

Osserva che col crescere il corpo d'acqua, crescerà la velocità, perchè, supposte le medesime resistenze, minore su di esso sarà l'azione di queste (ivi, Reg. III).⁹¹

Alla Reg. VI: «Trovandosi l'acqua in qualche altezza di corpo, le parti superiori premono le inferiori e colla forza della caduta le obbligano a ricevere uno sforzo di muoversi verso qualsivoglia differenza di luogo, che, ridotto all'atto, produce nelle parti che ne sono dotate quel preciso grado di velocità che loro avrebbe dato la discesa dalla superficie dell'acqua sino al luogo nel quale ciascheduna di esse si trova; bisogna confessare che *la velocità dell'acqua non solo dipende dalla discesa fatta sur un alveo declive, ma ancora dal peso o pressione esercitata dalle parti superiori sulle inferiori secondo la regola segnata di sopra*».

Nella Reg. VII rappresenta le velocità dell'acqua colle ordinate di una semiparabola, il cui vertice collima col livello della conserva o lago, ove si ha il movimento iniziale del successivo canale o fiume emissario; e dimostra che nel corso di questo, l'equabilità presso il fondo, a cagione delle resistenze, si raggiungerà a minor distanza dall'origine, che non sia verso la superficie dell'acqua, cosicchè l'ordinata rappresentante la prima velocità equabile, sarà minore dell'altra.

Nella Reg. VIII, dopo aver dimostrato come, attraversando la sezione di un fiume o canale mediante regolatore che annulli la velocità superficiale, si possa colla legge parabolica

Il suo discepolo Vincenzo Viviani, malgrado la venerazione del proprio maestro, non esitò per altro a praticare que' raddrizzamenti (ivi, pag. 123), dai quali sembra siasi avuto un risultamento favorevole, se l'esempio di cui fu poscia seguito dal Fantoni (*REPETTI, Diz. geog. della Toscana, Art. Bisenzio*).

Leonardo aveva pure scorta l'accelerazione delle acque negli alvei pendenti, ma in pari tempo l'influenza delle resistenze del letto a moderarla, siccome appare dalle riferite proposizioni. E se fosse stato interrogato circa ai mentovati raddrizzamenti, è verisimile che ne avrebbe dichiarata la convenienza. Egli difatti dopo avere dimostrato ai Cap. 27, 63, ed 82 del Lib. II, che la velocità delle acque cresce colla pendenza; che quindi è maggiore ne' fiumi retti, perchè di più breve corso, aggiunge:

(Lib. VI, Cap. 58): *Se il fiume per molte torture si facesse pigro e paduloso, allora tu lo devi dirizzare, chè l'acque piglino sufficiente corso e non abbia a dare ruina di ripe o d'argine.*

Il concetto di Leonardo sarebbe così più giusto di quello di Galileo nelle pratiche applicazioni.

⁹¹ - In luogo di *supposte le medesime* resistenze, avrebbe dovuto dire: aumentandosi in una proporzione minore le resistenze.



calcolarne la portata, nota che, giusta i principj preaccennati, dovendosi avere alle varie profondità di ciascuna perpendicolare velocità diverse, colla progressiva discesa della corrente, attesa la viscosità dell'acqua, i filamenti maggiormente veloci comunicano una parte della loro velocità a quelli più tardi. Questa tende così a rendersi uniforme sull'intera perpendicolare, salvi gli effetti permanenti delle resistenze del fondo. *Ond' é che per tale ben aggiustata compensazione, non accrescendosi, né scemandosi la somma del moto, nemmeno si altera la velocità media, dalla quale principalmente dipende la misura delle acque correnti.*

Partendo da questo principio, osserva al Cap. VII come, in diversi casi, un impedimento della corrente possa alterare l'avvertita uniformità nella scala delle velocità, e modificarla in guisa da tenere ad approssimarsi alla curva parabolica.

Ammessa così la legge torricelliana anche per le acque correnti negli alvei, dimostra al Cap. X che al variarsene il livello, a pari larghezza, le portate avranno la proporzione composta di quella delle altezze, e della dimezzata delle altezze.

126. Per tal modo anche nella parte idrometrica, col modesto metodo sintetico, avrebbe razionalmente, non solo applicata quella legge anche alle acque correnti negli alvei, ma spiegati inoltre i più importanti fenomeni che ad essa si collegano. Il che tutto videsi da ultimo confermato dall'esperienza, mercé la quale, determinati i valori delle quantità costanti contenute nelle formole da essa dedotte, dalle misure puramente relative si è potuto passare alle assolute. Tali esperienze sono tuttavia scarse, e lo sono più ancora nella parte che riguarda la scala delle velocità nelle varie circostanze del moto stesso, e particolarmente in quello modificato da un ostacolo che si presenti, o per restringimento d'alveo, o nella concavità d'una svolta. Egli è però verisimile che, tanto in questo caso, come in quello del moto iniziale in un emissario, abbia a verificarsi l'avvertita tendenza alla legge parabolica.

127. Per ciò che concerne la parte fisica de' fiumi, e cioè lo stabilimento del loro fondo, le modificazioni di pendenza, la direzione degli alvei, le confluente, le diversioni, i fenomeni delle piene, i principj sono sviluppati, come dicemmo, con tanta chiarezza ed evidenza, da rimuovere qualsiasi motivo di ragionevole opposizione. In conseguenza di che, le sane nozioni d'idraulica pratica si resero comuni agli ingegneri italiani, mentre oltremonti, malgrado una istruzione scientifica incomparabilmente più elevata e completa, hanno preso radice errori propagati da qualche celebrità, come vedremo in appresso.

128. Eustachio Manfredi, nel parlare del libro di Guglielmini, soggiunge:
«Non è già che per tutto ciò io pretenda che in questa opera sia stato esausto un sì vasto argomento, né prescritto in essa un termine agli studj de' posterj; anzi confesso, che sebbene dopo di essa, niente che io sappia è stato aggiunto alla dottrina degli alvei, potrebbe per



avventura qualche elevato e felice ingegno andar più oltre colle speculazioni, e da' termini generali, entro i quali pare che l'autore si sia contenuto, avanzarsi a qualche cosa di più speciale, riducendo a misura quegli effetti de' quali egli ha solamente, per così dire, considerate le proporzioni».⁹²

129. Nel lungo periodo decorso di poi non è surto l'ingegno superiore che, mediante speculazioni, riducesse a misura le regole generali del Guglielmini, e la scienza, rinunziando a tale aspirazione, si è diretta per una via maggiormente sicura, quella delle osservazioni. La statistica de' fiumi, nata in questi ultimi tempi, somministrerà i dati per rendere maggiormente profittevoli le regole del Guglielmini, col determinare i limiti di misura ne' quali possono contenersi, scoprendo eziandio leggi e fenomeni da lui non avvertiti. L'idrologia, che in addietro altro scopo non aveva se non l'architettura delle acque, viene in tal modo ad associarsi alla meteorologia, alla geologia ed alla geografia fisica, siccome a scienze sorelle, le quali, col reciproco sussidio che si prestano, concorrono al comune progresso.

130. Persuaso di questi principj, dopo avere percorso per quattro lustri i primordi della mia carriera applicato ad una linea del Po cremonese di natura variabilissima, ove nell'intervallo di pochi anni avvengono incredibili cangiamenti di corso che permettono di tener dietro nelle diverse loro fasi al processo della natura ne' fenomeni relativi, e che furono per me oggetto di continue osservazioni, mi portai a Milano presso un ufficio centrale onde estendere i miei studj agli altri tronchi del Po ed a' suoi affluenti.

131. Avvenute nel 1839 le straordinarie piene autunnali del Po, accompagnate da rotte ed inondazioni disastrose, sursero proposte di rimedj radicali appoggiate a fatti insussistenti, quali sono quelli proclamati in Francia da Cuvier sopra Relazioni di Prony, che in causa dell'arginamento, il letto del fiume siasi rialzato in guisa di essere pensile sulle laterali campagne. Proponevasi quindi nientemeno di rettificare l'ultimo tronco del Po con abbreviazione di linea e con nuova foce nel mare, Piano che sembrava trovare presso i Dicasteri superiori, ove vedevasi appoggiato dalle autorità tecniche militari.

132. Nella mia Memoria del 1840 *Sul sistema idraulico del Po*⁹³ ed in una posteriore Appendice del 1843⁹⁴, dimostrai l'insussistenza di tale fatto. Ed all'appoggio di documenti venni a tessere la storia dei cangiamenti che il fiume ha subito per opera della natura e per quella dell'uomo, risalendo da epoche remote fino ai nostri tempi; e ad esporre i principali dati idrologici e statistici che ne determinano l'indole.

⁹² - Prefazione precit., pag. VII.

⁹³ - Milano, presso Pirola e *Politecnico*, T. III

⁹⁴ - Ivi, e *Politecnico*, T. VI



133. E poiché nella mia nuova posizione erami dato di estendere gli studj agli affluenti del Po per la parte lacuale subalpina della Lombardia, in occasione del VI Congresso degli scienziati italiani in Milano mi associai al compianto amico Carlo Cattaneo per stendere i Cenni idrografici inseriti nelle *Notizie Naturali e Civili su la Lombardia*.

Nel capitolo IV esposi lo stato idrografico naturale di tutto il Po, e de' suoi affluenti lombardi, e nel successivo capitolo V lo stato idrografico artificiale della pianura da questi intersecata.

134. Nella prima parte ho esordito con una statistica dei laghi subalpini lombardi, aggiungendo qualche cenno sul loro reggimento, siccome prodromo di una Memoria sulla Natura dei laghi che stava preparando.

135. Descritto quindi il corso degli affluenti lombardi del Po, passai a quello del Po stesso, entrando in maggiori particolari sulla sua condizione idrologica. Uno dei punti che attirò specialmente la mia attenzione si fu il carattere talora vagante, e talora serpeggiante, tanto di esso quanto de' suoi affluenti; ed esaminate le circostanze di fatto che vi si riferivano, potei risalire alle cause.

136. Quando si hanno pendenze relativamente forti; materie pesanti trascinate sul fondo; e poca resistenza nelle sponde, l'alveo si dilata, e si suddivide in vari rami con molteplici isole interposte, dividendosi per tal modo il corso vagante con frequenti variazioni, attesa la poca elevazione delle isole ed alluvioni, e la facilità colla quale vengono solcate nelle piene.

137. Il carattere serpeggiante scorgesi invece a monte ed a valle di un affluente torbido in un recipiente meno torbido, come sarebbe per la Trebbia sul Po; pel Serio sull'Adda; e pel Mella sull'Oglio. Formandosi ivi un dorso, scema la pendenza del recipiente a monte e così i moti obliqui delle acque prevalgono al moto di discesa, ossia diretto. Nel tronco a valle s'accresce la pendenza, e questa circostanza dovrebbe produrre effetti contrarj; ma aumentatasi ivi la quantità delle torbide portate dalle piene dell'affluente, ed accresciutasi così l'altezza delle alluvioni in relazione a quella di esse piene, riescono più insistenti i movimenti obliqui, e quindi le cause del serpeggiamento. Tali serpeggiamenti si svolgono in una zona la cui larghezza equivale a circa venti volte quella ordinaria del fiume, colla quale ha un rapporto pressoché costante anche il raggio di curvatura delle svolte che ne determina la fisionomia.⁹⁵

⁹⁵ - Due anni dopo (1846) l'illustre Paleocapa nella pregevolissima Relazione sulla sistemazione della Theiss, riprodotta con prefazione del *Giornale dell'Ingegnere Architetto* (1861), proponendo l'arginamento di quel fiume, che nel suo corso costituisce con serpeggiamenti un meandro di lunghezza nel suo sviluppo doppia di quella della valle, consigliò appunto il collocare gli argini sul margine di tale zona. Ciò ebbe effetto



138. Passando di poi allo studio delle portate tanto del Po che dell'Adda lacuale, mi valse di misure dirette che con più o meno di esattezza si sono praticate per l'uno e l'altro fiume; e costrutte per tal modo scale di portata in funzione delle altezze delle acque all'appoggio di dati statistici, ossia di effemeridi di queste, ho potuto determinare i loro deflussi minimi, massimi e medi, gli ultimi dei ne stabiliscono il *modulo*.

139. Trovato il coefficiente astratto col quale moltiplicata la superficie montuosa del bacino dell'Adda in chilometri quadrati, si ottiene il suo modulo, ossia il deflusso unitario in m. c., con una serie di tentativi ho determinato approssimativamente i moduli dei singoli affluenti del Po a seconda della maggiore o minore altitudine ed ampiezza del loro bacino, e della loro esposizione ai venti piovosi della marina, la somma de' quali doveva equivalere al modulo del Po.⁹⁶

140. Oltre all'azione moderatrice dei laghi sulle piene del Po, ho dimostrato quella del riempimento del suo alveo nelle piene, che influisce ad attenuarne la portata massima ne' tronchi a valle, prolungandone la durata; cosicché quella varia di poco tanto presso la foce del Ticino, quanto presso Cremona, ed a Pontelagoscuro, dopo tutte le confluenze, malgrado il tributo progressivo di queste.⁹⁷

141. Dimostrata nuovamente l'insussistenza del fatto che in causa del suo arginamento il fondo del Po vada continuamente rialzandosi, in guisa di soverchiare il livello delle campagne laterali, fo osservare come fra l'alta pianura di carattere diluviale non stratificata e la successiva più bassa stratificata, siavi una linea di copiose sorgenti, delle quali l'arte ha saputo trarre partito, e come queste alimentino anche i fiumi incassati nella pianura stessa al punto di riuscire ancora navigabili taluni di essi, dopo esaurite tutte le loro acque ne' tronchi superiori con derivazioni di canali irrigui. Termino la prima parte con un cenno sull'antica condizione di quella pianura desunto da documenti storici o da tradizioni; passando nella seconda sullo stato artificiale ad indicare i cangiamenti operati dall'uomo sul corso de' fiumi che intersecano.

particolarmente pel tronco medio della Theiss, giusta il ragguaglio che dà il consigliere ministeriale signor Pasetti corredato di belle tavole rispetto ai lavori eseguiti a tutto il 1860 (Vienna, 1862). La pendenza della Theiss sul suo corso medio si riduce talvolta a quattro centimetri per chilometro, e si limita da tredici a venticinque millimetri nel suo tronco inferiore sotto Tokay. Anche pel Reno si videro confermati i principj esposti, giacché il tronco Franco - Badese che scorre in ghiaja con pendenze di oltre 0,67 per mille, è di carattere vagante; e quindi nel successivo tronco Bavaro - Badese, ove la pendenza si riduce ad un quinto, assume il carattere serpeggiante, siccome ho indicato nella recente mia *Guida* precitata, ove all'art. XV parlasi dei lavori di sistemazione di quel fiume.

⁹⁶ - Vedasi il prospetto XI. Avendo di poi avuto campo di determinare approssimativamente i moduli di qualche fiume del Modenese, quali sono la Secchia ed il Panaro, ho potuto riscontrare che non si allontanavano gran fatto da quelli ivi esposti.

⁹⁷ - Nel mio articolo sulla scala padimetrica di Pontelagoscuro, inserito nel Politecnico del 1867, vedesi rettificato il calcolo relativo al riempimento dell'alveo del Po nelle maggiori piene.



142. Richiamato quanto si riferisce alle corrosioni delle sponde dei fiumi, ed ai movimenti di esse nel senso longitudinale e trasversale, indico come si protegga la pianura con argini maestri e di golena; come si provveda alla loro difesa mediante opere di ritiro o con munienti contro le corrosioni; e come ne venga regolata la sorveglianza in tempo di piena. Si accennano le cause delle loro rotte; le circostanze che le rendono più o meno disastrose; e le cautele per evitarle.

143. Parlasi di poi dei canali di scolo; del modo col quale sono regolati; dei canali d'irrigazione; della distribuzione delle loro acque; e dei canali di navigazione perfezionati coll'invenzione delle conche.

Si accenna ai miglioramenti che vi si potrebbero introdurre, indicandosi infine le discipline principali intorno alle acque.

145. Dal 1837 al 1842 eransi eseguiti i lavori per la sistemazione dell'emissario del lago di Como, allo scopo di abbassarne le piene, i quali dettero luogo a notevoli dispareri circa ai loro effetti. In tale circostanza presi a studiare quel Piano, pubblicando nel 1846 una Memoria *Sulla Natura dei laghi* che l'anno precedente aveva letta all'I. R. Istituto Lombardo delle scienze. In essa premetto colla prima parte i principj generali che ne regolano il reggime, dipendenti da un canone semplicissimo, ma che dà luogo praticamente a questioni complicatissime, distinguendoli poi in laghi aperti ed in laghi chiusi.

145. Nella seconda parte dò ragguaglio dei lavori eseguiti per la sistemazione del lago di Como e degli effetti che se ne possono attendere, porgendo quindi notizie sugli altri laghi della Lombardia e sui principali d'oltremonti. Passo di poi a trattare dei laghi chiusi e dei lavori eseguiti per provvederli di emissario artificiale, ed in particolare del lago Albano, del Fucino, del Trasimeno e dei laghi del Messico⁹⁸

146. Nello stesso anno 1846 pubblicai la mia Memoria: *Importanza degli studj sulla statistica de' fiumi*, ove, riassunti quelli fatti sui principali fiumi dell'Europa, dò ragguaglio di quelli intrapresi presso di noi, o che rimarrebbero a farsi, segnandone la traccia. In tale Memoria, di cui nel 1854 uscì una seconda edizione, entro in maggiori particolari circa ai rapporti fra la portata dei nostri fiumi e le piogge della regione alpina, deducendone che sulle cime di questa esse debbano corrispondere al doppio od al triplo di quelle della pianura.⁹⁹

⁹⁸ - Di questa Memoria ho pubblicato una seconda edizione nel 1866, unendovi un Appendice sulla piena del 1855; ed una Memoria del 1854 per la sistemazione dei laghi di Mantova, onde migliorarne l'aria, e liberare la città dalle inondazioni pel rigurgito delle piene del Po, mediante il temporaneo chiudimento del lago di Garda al suo emissario in Peschiera.

⁹⁹ - Ivi soggiungo essere verosimile che nel bacino dell'Adda la neve e la pioggia che cade sulla cima delle Alpi giunga a 2^m,40; misura che collima precisamente colle osservazioni udometriche praticate dieci anni dopo sul giogo dello Stelvio (Guida precit., § 143). Vedasi avanti quanto è detto sulla 3^a edizione di quella Memoria.



Dimostro pure come il Tevere abbia un deflusso superficiale di carattere torrentizio con piene pronunciatissime, ed un deflusso ordinario considerevole di carattere lacuale e sotterraneo, la cui misura si approssima ai tre quarti del suo deflusso integrale, cosicché riesce di una perennità straordinaria.¹⁰⁰

147. Il compianto mio amico Baumgarten, che nel 1844 venne a visitare l'Italia, pubblicò nel 1847 in Francia un sunto de' miei lavori, ponendo in evidenza i fatti da me esposti sull'erroneità dell'opinione colà divulgatasi del progressivo alzamento del Po, siccome effetto del suo arginamento, al punto d'essersi reso pensile sulle laterali campagne. E poiché in una lettera a lui diretta, che trovò di pubblicare, gli aveva promesso di comunicargli altri dati comprovanti l'insussistenza di questo fatto, l'illustre Ispettore Generale Minard lo sollecitò a richiamarli da me, dichiarando che trattavasi di una questione alla quale gli ingegneri della Francia prendevano sommo interesse.

148. Pubblicai allora, nel 1852, la mia Memoria sui cangiamenti cui soggiacque l'idraulica condizione del Po nei contorni di Ferrara, rettificando in essa alcuni fatti storici esposti in Memorie anteriori. Istituite indagini per determinare le variazioni di livello avvenute nelle magre e nelle piene per l'ultimo tronco del Po e le verosimili cause che le promossero, vi aggiunsi un profilo trasversale delle campagne interposte al Po odierno, ed al derelitto Po di Ferrara presso quella città, che comprovava il mio assunto.¹⁰¹

149. Avvenute nel 1856 straordinarie inondazioni nella Francia, uscirono colà numerosi scritti ove si proponevano rimedj profilattici per impedirne il ritorno. Veduto che tali proposte generalmente non erano conformi ai principj dell'idraulica italiana, pubblicai nel 1858 la mia Memoria su tale argomento. Premesse ivi le idrografie dei principali di que' fiumi, ricavate da speciali monografie, presi a dimostrare l'inattendibilità di molte di quelle proposte, e le gravi difficoltà che si opponevano alla loro attuazione, particolarmente rispetto ai serbatoj di ritenuta, agli argini sommergibili, ed alla regolata espansione delle piene sulle laterali campagne. Le mie deduzioni si vedrebbero convalidate dal fatto, che istituitisi allora servizj speciali per istudiare tali proposte, sarebbesi conchiuso col rinunciare a quei rimedi. E poiché si insisteva a condannare gli argini in sommergibili applicati ai fiumi dell'Italia, ed a

¹⁰⁰ - Intorno al deflusso sotterraneo del Tevere ed alla straordinaria sua perennità, dopo che si esposero i fatti dai quali sonosi ricavati tali fenomeni, essi vennero generalmente ammessi. Vedasi la 3^a edizione della Memoria di cui si parla avanti.

¹⁰¹ - Avendo in precedenza, e cioè nel 1847, fatti studj sugli affluenti dell'Apennino, ho in quella Memoria modificata la mia opinione anteriormente emessa sulla convenienza dell'immissione del Reno in Po, partendo dapprima da fatti esposti dai più distinti idraulici bolognesi, che riscontrai non ammissibili, e dettati da spirito di parte.



negare lo stabilimento del loro fondo, tanto nel contesto della Memoria, quanto in note finali dimostrai l'erroneità dei principj dai quali in ciò si partiva.¹⁰²

150. Nel 1860 pubblicai la presente Memoria collo scopo precipuo di dimostrare che il creatore della scienza idraulica fu Leonardo da Vinci, e che Benedetto Castelli, cui se ne attribuiva il merito, si era valso degli autografi di quello aggiungendovi del suo errori di non lieve momento, che per la fama da lui procacciatasi venivano ammessi anche da distinti idraulici.

151. Dal 1858 al 1863, dopo avere raccolti copiosi dati statistici sui laghi della Lombardia, pubblicai varie Memorie sul modo di provvedere alla deficienza di acque irrigue per la pianura sottoposta, astenendosi per altro dal ricorrere all'invasamento artificiale delle acque di quelli, onde non alternarne il reggime e dar luogo a complicazioni anche per diritti acquisiti dai terzi.¹⁰³

152. Nel 1862 ripigliai gli studj per la ricostruzione dell'emissario Claudiano del Lago Fucino, proponendo di moderarne le piene con un serbatojo centrale e con un bacino d'espansione. In un'Appendice del 1866 ebbi ad insistere su tale principio, ed ora ne ho pubblicata una seconda ove espongo le ragioni per cui riscontrerei difettoso il Piano pel bonificamento del bacino lacustre, che dicesi prosciugato senza serbatojo, circostanza che potrebbe dar luogo a disastrose conseguenze.¹⁰⁴

153. Scopertesi nel 1863 talune delle più remote sorgenti del Nilo in immensi laghi equatoriali, e veduto che per questo fiume non avevansi se non notizie staccate in articoli innumerevoli di periodici, mi venne il pensiero di coordinarle per comporre un saggio sulla sua idrologia. Nell'addentrarmi in questo studio ebbi campo di meravigliarmi della semplicità del suo reggime. Imperocché il suo braccio orientale, o Nilo Azzurro, trae origine dall'alpestre regione dell'Abissinia, quindi con affluenti di carattere torrentizio, che

¹⁰² - Dal 1859 al 1860 parecchi ufficiali superiori del Genio francese, ed altri distinti tecnici loro connazionali, avendo letta la Memoria, convennero tanto nella esattezza dei fatti da me esposti in quelle idrografie, quanto nei principj idraulici in essa sviluppati. Uno di quegli ufficiali proponevasi di farne la traduzione in francese, ciò che non ebbe effetto, attese le posteriori sue traslocazioni. Circa a quei rimedj profilattici, ed alla critica del sistema italiano degli argini insommergibili, vedasi l'art. XVII della mia *Guida* precitata.

¹⁰³ - Vedansi le mie Memorie:

Dei progetti intesi a provvedere alla deficienza di acque irrigue nel cremonese, 1858.

Sui progetti intesi ad estendere l'irrigazione della pianura nella Valle del Po, 1863.

Altre considerazioni sulle irrigazioni della Lombardia ecc., 1863.

Intorno al progetto di abbassare le piene del Lago Maggiore, con Appendice, 1864.

Il voto della Commissione prov. sui progetti di canali irrigui per l'Atto Milanese, 1867.

Notizia sulle piene del 1868 – 1869.

Sistema irriguo della Lombardia, 1870.

¹⁰⁴ - *Politecnico, Giornale dell'Ingegnere Architetto*, Fasc. di Aprile 1872. Anche il mio amico commend. Possenti, nel fascicolo di giugno del *Giornale del Genio Civile*, propugna i principj da me esposti rispetto a quel Piano di bonificamento.



trasportano in copia le torbide, le quali ne fecondano la valle ed il Delta nell'Egitto. Il braccio occidentale, o Nilo Bianco, invece ha le sorgenti principali che attraversano immensi laghi sotto l'equatore, e di poi nel suo corso si espande in ampie paludi, ove se ne chiarificano le acque, e se ne attenuano le piene, attesa anche l'enorme evaporazione che quelle subiscono. Riuniti quindi a Cartum i due bracci, e ricevuto a 300 chilometri a valle l'ultimo suo tributario l'Atbara, prosegue per 2500 chilometri solitario fino al suo delta. Ne consegue che gli elementi del suo regime sono semplicissimi, distinti, e di una grandiosità straordinaria, talché se ne rende agevole lo studio in guisa da doversi considerare siccome fiume modello.

154. In successive Appendici ho dato ragguaglio di posteriori esplorazioni delle sue sorgenti, di misure di portata del Nilo Bianco che collimavano colle mie, ricavate da semplici congetture; estendendomi all'idrologia dell'Africa centrale, ove nella massima sua depressione trovasi il lago Tsad. Giovandomi per questa dei dati di fatto raccolti da celebri esploratori, ed in particolare dal compianto Barth, ho potuto ricavarne induzioni di qualche importanza intorno alla fisica del Globo, rispetto a cambiamenti ivi avvenuti.¹⁰⁵

155. Fin dal 1847, in occasione di una missione a Modena per risolvere alcune questioni d'acque, presi a studiare la condizione idraulica della pianura subapennina fra l'Enza ed il Panaro, intorno alla quale presentai una Relazione inedita a quel Governo. Ampliata di poi con una serie di note finali, stese mediante l'esame di carte topografiche e di copiosi documenti storici, la pubblicai nel 1865. In essa espongo i cangiamenti cui soggiacque la pianura stessa per cause naturali associate all'opera dell'uomo, mercé i quali venne a colmarsi il vasto stagno Bondeno.

¹⁰⁵ - Nel 1865 ho pubblicato una traduzione francese del mio *Saggio*, con due Appendici, che comprendono le prime tre dell'edizione italiana. In una IV Appendice inserita nel *Bollettino 2° della Società Geografica Italiana*, e nel *Politecnico, Giornale dell'Ing. Arch., 1869*; dimostro contro l'opinione di eminenti geografi inglesi, l'inverosimiglianza che il lago Tanganyika si versi nel lago Alberto Nianza, visitato nel 1864 da Baker; e che nel primo affluiscano le più lontane sorgenti del Nilo; adducendo le ragioni per cui il Tanganyika dovrebbe essere più depresso. Fui pure d'avviso che questo dovesse avere un emissario, il quale, se non era il Marengo, che dicesi confluire all'estremo meridionale, potrebbe esistere in altra località della costa occidentale del lago non esplorata, e forse dirigersi al Congo. Le recentissime esplorazioni di Livingstone verrebbero ora ad appoggiare il mio assunto, dichiarandosi che al nord e quindi verso l'Alberto Nianza, il Tanganyika riceve affluenti, fra i quali il Rusizi, come avevano fino dal 1858 dichiarato Burton e Speke, ed io aveva ammesso. E quantunque Livingstone persista nell'idea che una serie di affluenti possa dirigersi nel Tanganyika, e da questo nel Nilo, partendo dal 12° di latitudine sud, ciò appare se non impossibile, almeno assai inverosimile, a meno che, come suppone il Livingstone, per vie sotterranee non comunichi coll'Alberto Nianza verso l'estremo sud-ovest di questo. Che quell'emissario poi abbia a dirigersi nel Bar-el-Ghazal, ciò sarebbe dimostrato impossibile dopo le recenti esplorazioni di Schweinfurth, che determinò la posizione delle sorgenti di questo affluente del Kir, ossia Nilo Bianco, sul parallelo di Gondokoro. Di tale opinione sarebbe pure il chiarissimo H. Rawlinson, presidente della Società Geografica di Londra. I dubbi sull'autenticità delle recenti lettere di Livingstone portate dall'Americano Stanley, che lo ha rinvenuto, soccorso, ed accompagnato in lunghe escursioni sul Tanganyika, e sul Territorio prossimo, sarebbero tolti dopo le dichiarazioni del Ministero degli esteri d'Inghilterra, e del figlio maggiore di Livingstone.



156. Altrettanto mi proposi quindi di fare pel successivo stagno Padusa cogli *Studj ideologici e storici sul grande Estuario Adriatico*, pubblicati nel 1868; giovandomi anche delle osservazioni concernenti la forma delle alluvioni del Po alle sue foci in mare, che servono qual cronometro per determinarne l'antichità relativa, ed in molti casi quella assoluta. Questi studj li considerai siccome un nuovo ramo di scienza, che chiamai *Geologia storica*, per la quale nessun altra regione del globo può offrire elementi comparabili sia per l'entità dei mangiamenti avvenuti, sia per la copia ed antichità dei documenti che si prestano a tesserne la genesi.

157. Nella terza ed ultima parte di quella Memoria prendo in esame le varie questioni concernenti l'idrologia dell'ultimo tronco del Po, ed i progetti che vi furono per l'immissione in esso del Reno; o per conservare questo nell'odierna sua inalveazione del Primaro abbandonato. In seguito ad appunti fattimi sopra tale argomento aggiunti nel 1869 un'Appendice ove espongo in proposito il mio modo di vedere.¹⁰⁶

158. Propostosi al principio del 1870 dall'ingegnere Goretti di riattivare il Po di Primaro mediante la diversione di una parte delle acque del Po presso Ferrara, pubblicai le mie *Considerazioni* contro un tale Piano. Dimostro ivi non essere sufficiente la tenue abbreviazione di linea per riuscirvi; giacché la confluenza nel nuovo braccio dei torrenti torbidi dell'Apennino rinnoverebbe i fenomeni pei quali quel ramo del Po insieme col superiore di Ferrara rimase abbandonato al principio del secolo XVII. Alla quale circostanza l'altra poi si aggiungerebbe più influente ancora, della tenue profondità del mare presso la foce del Reno-Primaro al confronto di quella che ha alle odierne foci del Po.¹⁰⁷

159. Nella molteplicità degli scritti idraulici da me pubblicati venni a scorgere la difficoltà di richiamare qualche particolare mio concetto del quale mi occorreva conoscere i precisi termini, difficoltà che necessariamente sarebbe maggiore per gli studiosi che intendono consultare le mie Memorie. Mi sorse quindi da principio il pensiero di raccogliere gli estratti di quei concetti, e di disporli con ordine metodico in guisa di costituire un complesso di regole d'idrologia fluviale. Ma iniziato il mio lavoro, trovai che tornava assai più utile estenderlo ai varj rami dell'idraulica pratica, cosicché in un volume ristretto, nello stesso anno 1870, pubblicai la mia Guida allo studio dell'idrologia fluviale e dell'idraulica pratica. L'esteso sommario col quale termina, e le molteplici note che vi ho applicate, agevolano il mezzo di ricorrere a fonti più ampie onde addentrarsi nello studio di qualche

¹⁰⁶ - Nella 2^a edizione del 1869 di quella Memoria vi è unita tale Appendice.

¹⁰⁷ - Insistendo il Sig. Goretti nella sua proposta per la riattivazione del Primaro, e di poi proponendo l'immissione del grande colatore Burana in Po alle Quatrele, con una nuova Memoria del 1872 (politecnico) dimostro l'inattendibilità dell'una e dell'altra proposta.



ramo speciale della scienza delle acque. Quel libro porge una più completa spiegazione del contenuto nelle mie Memorie, intorno alle quali in queste poche pagine mi sono limitato ad un semplice cenno Prendendosi colà in esame anche i lavori di tanti altri autori italiani e stranieri, si viene a compiere in modo più adeguato il programma d'indicare i progressi della scienza idraulica negli ultimi tempi sia presso di noi, sia oltremonti, non solo per la parte idrologica fluviale, ma eziandio per l'idrodinamica.¹⁰⁸

160. Esauritesi le due prime edizioni della mia Memoria: *Importanza degli studj sulla statistica de' fiumi*, nel 1871 ne pubblicai una terza. E poiché dopo l'occupazione di Roma da parte del Governo Italiano, erasi nominata una Commissione scientifica per istudiare i miglioramenti da introdursi nel suo territorio, tenne dietro a quella Memoria l'*Esame degli studj idrologici fatti e da farsi sul Tevere*, ponendo in evidenza non poche lacune e contraddizioni che si scorgevano nei precedenti.

161. Sopravvenuta fra il dicembre 1870 ed il gennaio 1871 una piena del Tevere, massima per questo secolo, che cagionò una estesa inondazione in Roma, ne porsi una Notizia al termine della precedente Memoria. E poiché venne quindi nominata apposita Commissione tecnica allo scopo di proporre i provvedimenti intesi a premunire Roma da siffatti disastri, senza entrare in particolarità su questo argomento, richiedente studj speciali della località,

¹⁰⁸ - La composizione di quella Guida ha richiesto l'esame di oltre 260 Memorie, e di 48 quella del solo articolo delle bonificazioni, fra i ventiquattro che la costituiscono; Memorie che generalmente vengono citate a comodo degli studiosi che intendono consultarle. Mi riprometteva che questo lavoro dovesse invogliare alla lettura di tali scritti; ma invece di ciò ebbi la mortificazione di non veder ricercati i miei, che aveva fatto stampare a parte, non per vedute di lucro, ma per lo scopo precipuo di diffondere le nozioni dell'idraulica pratica italiana.

E qui debbo osservare che venti o trent'anni sono, quando l'Italia era frazionata in piccoli Stati, con imperfette comunicazioni, e quando non vi era se non qualche rara scuola d'applicazione per gli ingegneri, le mie prime Memorie, tirate nel numero di 300 a 600 esemplari, in non lungo tempo rimasero esaurite; mentre delle ultime non si fa ricerca apprezzabile. Basta il dire che per la presente Memoria, la quale riguarda particolarmente l'idrografia del Milanese, ed argomenti interessantissimi sull'origine della scienza delle acque presso di noi, in dodici anni ebbi lo spaccio di poco più d'un quinto dei 250 esemplari che ne feci tirare a parte; prova dell'apatia degli ingegneri a coltivare una scienza la quale dovrebbe essere la base dei principali loro studj. Non deve quindi fare meraviglia il vedere non ha guari pubblicate proposte inconsulte, deficienti di criterio logico, ove le tante volte la discussione si converte in un vaniloquio.

Il discredito che colpisce il Corpo del Genio Civile, fino a vedersi applicata nel Parlamento la qualifica di parassito, oltre alle cause preaccennate, è in parte attribuibile al difetto della legge colla quale, partendo da un principio astratto di discentramento amministrativo, si è voluto separare il servizio dello Stato da quello delle province, con aumento di dispendio a carico dei contribuenti. Esperti tecnici preferirono quest'ultimo onde evitare spostamenti pregiudicevoli al loro interesse particolare; e poiché nell'Alta Italia erano già costrutte le strade, l'opera loro venne quivi generalmente a limitarsi a curarne la conservazione, lo che non può sicuramente farne progredire l'abilità.

Assottigliato poi il personale in servizio dello Stato in relazione alle ordinarie esigenze del ramo idraulico, esso non può sopperirvi in circostanze di notevoli piene de' fiumi. Se a questa circostanza quella si aggiunge che i più abili soggetti sono continuamente balestrati in località ad essi poco note, agevole si è il dedurne le conseguenze che ne risultano.

Anziché distruggere il Corpo del Genio Civile siccome parassito, quasiché si potesse farne a meno, è il caso di studiare il modo di apportare un radicale rimedio a quei disordini.



CONSORZIO IRRIGAZIONI CREMONESI

Via Cesare Battisti, 21 – Cremona - Partita IVA e Codice Fiscale 00106640196

☎ 0372-22308 - 📠 0372-22492

✉: segreteria@cic.cr.it - ✉: segreteria@pec.consorzioirrigazioni.it - 🌐: www.cic.cr.it

trovai di farne cenno in un'Appendice. Siccome la commissione doveva principalmente occuparsi dapprima dei lavori da intraprendersi presso Roma, nell'interno della città, e nell'ultimo tronco del Tevere, io mi limitai ad esaminare in massima quelli che potevano occorrere ne' tronchi superiori siccome compimento degli altri per la difesa della Metropoli.

162. Fino dal 1846 avevo fatto appello, come vedemmo, perché si intraprendessero studj sulla statistica de' fiumi; ma se si eccettuino presso di noi quelli del Po a valle del Ticino, e de' suoi affluenti della Lombardia; pel Veneto nulla si fece, salva la pubblicazione di Memorie staccate, talune delle quali pregevoli. Per l'Emilia si fecero semplici tentativi, non disgiunti generalmente da fatti ed induzioni erronee. Per l'Arno, non si era mai tenuto registro delle oscillazioni delle sue acque in occasione di piene che cagionarono disastrose inondazioni; e tutto si limitò ad una livellazione incompleta, perché riferita al fondo, anziché alla magra del fiume. Livellazioni egualmente difettose eransi prescritte non ha guari per tutti i fiumi dell'Italia dal Ministero di Agricoltura e Commercio (Politecnico, 1869, pag. 279).

Pel Tevere poi null'altro si è fatto se non continuare gli studj del Venturoli in base ad una misura unica di portata eseguita già da mezzo secolo, dalla quale egli aveva assai imperfettamente ricavata una scala per le varie altezze del fiume; istituendo confronti fra le portate annue integrali, e le piogge cadute in qualche località parziale del vasto bacino.

163. Facciamo voti perché tali studj vengano ora intrapresi con maggiore estensione, alacrità ed esattezza; e che si rendano più famigliari alla gioventù, per addestrarla nell'idraulica pratica, valendosi del calcolo particolarmente onde coordinare i risultamenti delle relative osservazioni. Senza di ciò ne consegirà un vero regresso in quella scienza che ebbe la sua culla nel nostro paese; si sciuperanno i danari dello Stato e degli interessati in lavori inadeguati per lo scopo cui sono intesi; e diverranno sempre più frequenti le sciagure che anche oggidì siamo condotti a deplorare.

* * *

E' poi a desiderarsi che le scuole di applicazione degli ingegneri civili abbiano ad addestrarli maggiormente nello studio dell'idraulica pratica, particolarmente col raccomandare agli alunni la lettura degli scritti più adatti a tale scopo, senza impegno d'istruzione orale, riservata questa all'idrodinamica.