



FA 7 B 607

TRATTATO

DE'

CANALI NAVIGABILI

DELL' ABATE

ANTONIO LECCHI

MATEMATICO DELLE LL. MM. II.



IN MILANO)o(M. DCC. LXXVI.

NELLA STAMPERIA DI GIUSEPPE MARELLI.
CON LICENZA DE' SUPERIORI.

A SUA ALTEZZA REALE
IL SERENISSIMO ARCIDUCA
F E R D I N A N D O

PRINCIPE REALE D'UNGHERIA E DI BOEMIA
ARCIDUCA D'AUSTRIA, DUCA DI BORGOGNA
E DI LORENA EC. EC. EC.
CESAREO REALE LUOGOTENENTE
GOVERNATORE E CAPITANO GENERALE
NELLA LOMBARDIA AUSTRIACA

ANTONIO LECCHI.



*Ra' più saggi provvedimenti
dati da VOSTRA ALTEZZA
REALE al suo primo
arrivo al Governo della Lom-
bardia Austriaca, cui ven-
ne destinata dall' Augustissima
Madre, e Sovrana nostra l'Imperadrice Regina, uno de'
più riguardevoli fu certamente quello di promuovere*

la navigazione de' fiumi Adda e Ticino con altri canali manofatti, e di stenderne l'innaffiamento alla coltura di nuove terre. L'alto intendimento di V. A. R. scorfe immediatamente la Medesima a comprendere la felice situazione della Provincia frapposta a due fiumi Reali, che la circondano, e come da queste due sorgenti della navigazione e della irrigazione si derivi e si accresca l'opulenza della Capitale, il commercio ed ogni altra sua utilità. Con queste massime Essa tosto si rivolse a così sublime scopo. La navigazione dell'Adda fino al Lago di Como ed a' confini de' Grigioni e degli Svizzeri ci rimaneva interrotta dal corso precipitoso tra balze e dirupi per tratto non brieve: V. A. R. non indugiò punto a portarsi più volte sulla faccia del luogo, ed a riconoscere da se le tracce più agevoli per la condotta del nuovo canale da scavarfi a canto del fiume, e per quali cagioni un lavoro cotanto interessante principatosi nel decimo sesto secolo, si fosse abbandonato fino al dì d'oggi. Nè si volle da V. A. R. commetterne l'esame e la deliberazione soltanto agli occhi altrui ed alle relazioni, che spesse volte o declinano dal vero fatto, ovvero l'oscurano: Essa sul

posto riscontrò i progetti, che si facevano, con le difficoltà da superarsi, riscosse i pareri degl'Idrostatici, ne bilanciò i rilievi, e penetrò lo scioglimento di tutto il problema. E con quanto piacere e maraviglia udimmo V. A. R. ne' pubblici Congressi ragionare di questo affare con quel predominio e scienza propria di chi ne aveva già premeditato il disegno, e disposta l'esecuzione, alla quale fece subito dare incominciamento! E già dopo il travaglio di soli tre anni siamo in procinto di godere i frutti di una nuova navigazione tentata inutilmente da più secoli, e riservata alla gloria di V. A. R.

Nè da questo solo oggetto si circoscrissero le Vostre premure: anzi al medesimo tempo da V. A. R. tutta si volle abbracciare l'economia degli altri canali Navigli, o per richiamargli all'antico regolamento, dal quale in progresso di tempo erano decaduti, o per migliorarne l'uso, ed accrescerne le diramazioni all'innaffiamento di altre terre. Quante volte abbiam'udito riferirsi con istupore che V. A. R. era in visita de' nostri Navigli, de' nostri fiumi, eziandio nelle massime loro escrescenze! E quando l'anno passato una straordinaria piena dell'Adda minacciò irruzione nel Ter-

ritorio di Rivolta, Essa non si ristette di porre al cimento la sua Reale Persona, di accorrere al sollievo de' Popoli, e di accelerarne il riparo. E di quanto stimolo a tutti sia lo zelo e la presenza del Principe, lo sperimentiamo ogni giorno, non che nelle altre parti dello Stato, ma ne' Navigli medesimi. Con quale vigilanza si mantiene ora in questi la più copiosa introduzione dell'acque da' loro fiumi col più sollecito spurgamento degl'incili! E se per occasione di qualche siccità, come avvenne l'anno passato, l'irrigazione potesse soffrirne penuria; V. A. R. antivide il rimedio con ordinare un più economico ripartimento delle acque stesse dell'Adda tra la Muzza ed il Naviglio della Martesana, ed una più esatta derivazione dal fiume Ticino; e Vostra provvidenza fu che si sperimentasse bensì l'ostinata siccità, ma senza sentirne gli effetti delle inaridite messi. In somma, dirò tutto in breve, V. A. R. diè corso all'acque dov'erano benefiche, e le frenò dov'erano dannose. Imperocchè la nostra Lombardia Austriaca, siccome da' fiumi, che la circondano, riceve li più rilevanti vantaggi; così la medesima è sottoposta alle irruzioni de' torrenti, li quali
giù

giù scendono da' vicini monti: ma V. A. R. in pochi anni ci ha accresciuto il provento de' primi, e prevenuto il disordine de' secondi; ora ordinandone le diversioni, come furono quelle eseguite l'anno passato della Molgoretta dal Naviglio della Martesana, e dell'Arno dal Borgo di Gallarate; ed ora dividendone le forze, come, pochi mesi sono, in una Visita Senatoria per comando di V. A. R. si è stabilito ne' tre torrenti di Tradate, del Gardaluso e del Bozzente. E poichè a V. A. R. è riuscito già felicemente di richiamare il sistema di questo indocile elemento a giusta legge, ed a servire alla pubblica utilità; così, quando al mio assunto si convenisse, più largo campo mi si aprirebbe di porre in veduta i vantaggi, che dalla Vostra presenza ed attività risentono fin d'ora le altre parti tutte del nostro Governo; onde sono levati i Popoli a certa speranza di godere per Voi di una compiuta felicità. Sebbene io quì m'arresto per non uscire dai confini, che mi sono prefisso. A me basta di poter fare l'apologia della mia animosità di presentare a V. A. R. un lavoro cotanto tenue del mio ingegno in questo Trattato de' Canali navigabili, il quale forse è il primo, ch'esca alla luce. Ma tutti ora
sono

sono animati dal Vostro Spirito benefico, e tutti gareggiano di entrare a parte delle Vostre magnanime idee. Pare giunto il tempo di altri avanzamenti del nostro commercio e della navigazione. Ci ricorrono già alla mente gli antichi progetti e del prolungamento del Naviglio di Bereguardo fino allo sbocco nel Ticino sotto Pavia, e del Naviglio della Tresa dal Lago di Lugano pel suo emissario al Lago Verbanò: nè si dispera più di poter conseguire tutto quello, che ne' passati secoli si era divisato dalla nostra Città. E però ho voluto anch'io secondare questa favorevole disposizione, e facilitarne li nuovi imprendimenti col sottoporre agli occhi del pubblico, con quali principj si derivino i Canali navigabili da' fiumi maggiori, e con quali regole vi si mantengano. Egli è vero che io non sono da tanto da poter uguagliare il pregio di quegli sperimentati Architetti, li quali ora per Vostro comando si cimentano in somiglianti operazioni. Da questi ne riporterò il compatimento, e da V. A. R. il gradimento d' avere io almeno riconosciuto il primo Motore, non meno de' nostri fiumi, che d'ogni nostro bene.

INDICE DE' TITOLI.

INTRODUZIONE PRELIMINARE STORICA. pag. I

C A P O I.

*Della divisione de' Fiumi in più Rami,
e delle cagioni della loro conservazione.*

PROPOSIZIONE I. *Se un fiume nel suo corso s'incontrerà in un tratto di terreno assai basso sulle sue sponde disarginate, e di uguale caduta del medesimo fiume, e di egualmente spedita introduzione, e di uniforme resistenza del fondo e delle rive; il fiume da questo lato si aprirà un ramo, vi entrerà in parte, e scenderà la stessa caduta, fino a rientrare nel fiume, dond'è partito, ovvero a proseguire il suo corso in altra parte.* 26

PROPOSIZIONE II. *Se un ramo di fiume verrà in progresso acquistando condizioni sempre più vantaggiose per rapporto alle condizioni dell'altro, cioè maggiore felicità di corso e dilatazione e profundamento, senza che una tale prevalenza possa arrestarsi; sarà necessario che il medesimo ramo assorbisca col tempo tutta l'acqua del fiume, e che l'altro ramo sia interamente abbandonato.* 32

PROPOSIZIONE III. *Se un fiume, che porti ghiaie o torbide, diviso in due rami, si verrà in progresso di tempo accrescendo le condizioni favorevoli all'uno di essi; non in altra guisa potrà impedirsi la totale diversione del medesimo, fuorchè con opere manofatte di sostegni, li quali o restituiscano il primiero equilibrio delle condizioni de' due rami, ovvero volgano interamente il fiume in quell'unica direzione, la quale si reputa la più vantaggiosa o alla navigazione, o ad altro uso.* 34

PROPOSIZIONE IV. *Ne' fiumi d'acque chiare, quantunque portino ghiaie o altre materie pesanti, eziandio senza il soccorso de' sostegni, più lungamente si conservano le loro diramazioni di quello che avvenga ne' fiumi costantemente torbidi.* 39

PROPOSIZIONE V. *Se un qualunque canale o di navigazione, o destinato ad altro uso si deriverà da qualsiasi fiume, massimamente se torbido; sarà indispensabile o l'annuale, o più frequente ancora spurgazione del medesimo per impedirne il riempimento.* 46

PROPOSIZIONE VI. *Le diramazioni o naturali, o artificiali di un fiume primario sottoposto a grandi escrescenze, poco o nulla contribuiscono a diminuirne l'altezza, se non quando accompagnate sono da una grande cascata, ed a livello molto più basso del fondo del medesimo fiume.* 47

C A P O II.

Della Chiusa, ossia Sostegno attraversante l'alveo del Fiume, dal quale se ne deriva il Naviglio.

PROPOSIZIONE I. *Lo stabilimento e la situazione della chiusa in parte più o meno alta dell'alveo superiore del fiume, non può altrimenti determinarsi dall'Architetto, se non per rapporto alla qualità del canale da derivarsi, ed al suo uso e fine, o di semplice navigazione, ovvero di navigazione ed irrigazione ancora.* 58

PROPOSIZIONE II. *La chiusa, ossia sostegno destinato alla diversione del fiume non si pianta nel sito dell'alveo sottoposto immediatamente a qualche notevole cascata del medesimo; ma superiormente lo attraversi, dove il corso del fiume è meno violento e rapido, e meno resistente al suo piegamento nel nuovo incile.* 66

PROPOSIZIONE III. *Ne' fiumi sottoposti a grandi escrescenze, quali sono l'Adda ed il Ticino, non si stabilisca*
la

la chiusa, se non nella sezione, dove più si allarghi regolarmente l'alveo de' medesimi, quanto fa d'uopo a sfogare, il più che si può, dalla cresta del sostegno l'eccesso delle massime piene, primachè s'imbocchiino nell'incile del canale manofatto. 68

PROPOSIZIONE IV. *Le due inestature del sostegno da una riva all'altra del fiume sotto l'apertura dell'incile, quando non sieno già stabilite dalla natura nel vivo masso del monte, si rendano stabili con opere manofatte e con ripari da non potersi alterare dal fiume colle corrosioni.* 73

PROPOSIZIONE V. *Se al Canale navigabile di Paderno, del quale, mentre scrivo, se ne va proseguendo il grandioso lavoro, necessario si renda il sostegno attraversante l'Adda, per derivarla nel nuovo suo incile; e se il medesimo sostegno sia indispensabile generalmente in qualsivoglia fiume, per sostenere in ogni suo stato variabile nel canale di diversione un corpo d'acque di tanta altezza, quanta è necessaria o alla navigazione delle barche da carico, o anco alla contemporanea irrigazione.* 78

PROPOSIZIONE VI. *La misura dell'alzamento della chiusa al fiume sarà regolata da quel preciso alzamento di pelo, del quale sulla soglia dell'incile ha bisogno il corpo d'acque nel Naviglio per servire all'uno ed all'altro fine, della irrigazione, dove ha luogo, e della navigazione; e con quale regola, e serie di sperimenti si debba procedere in questa determinazione.* 85

PROPOSIZIONE VII. *Il primo argine partitore costruito di pesanti quadroni di duro masso di pietre, il quale comincia dallo sperone angolare dell'incile a separare le acque del canale dal fiume, che più rapido e basso vi decorre a canto; il detto argine partitore si alzerà colla medesima legge della chiusa, e farà le veci di uno stabile Regolatore, dal quale per tratto notevole trabocchi nell'alveo del fiume quell'eccesso d'acque, che in tempo di escrescenza vi fosse entrato.* 89

CAPO III.

Degli Sfogatoj aperti nella Chiusa medesima, e de' Paraporti disposti alle rive del Canale.

PROPOSIZIONE I. *Ridotta la chiusa a quell' altezza, la quale in acque ancor bassissime precisamente basti al fine proposto del canale, si disporranno altri sfogatoj, eziandio nella chiusa medesima, l' uso de' quali è rivolto a doppio oggetto, e di sfogo alle piene, e di scarico alle ghiaie e sassi.* 93

PROPOSIZIONE II. *Il primo argine partitore dall' incile all' ingiù a seconda del canale, e costeggiante per molto tratto il fiume, munito sia de' paraporti destinati ad accelerare di tempo in tempo la velocità delle acque, e ad accrescere la loro forza a far trascorrere nuovamente nel fiume le materie pesanti di fresco entrate superiormente nell' imboccatura del Naviglio.* 101

PROPOSIZIONE III. *Il secondo effetto de' paraporti è quello di regolare il corpo d' acqua, ch' entra nel canale di derivazione, acciocchè non vi corra con soverchia altezza.* 105

PROPOSIZIONE IV. *Per conseguire interamente coll' uso de' paraporti l' effetto dello scavamento e del trasporto delle materie pesanti estranee introdotte nel canale, si avverta dall' Architetto che la situazione de' paraporti ed il loro numero sia tale, che altri sieno costrutti presso all' imboccatura dell' incile, ed altri per qualche tratto contiguo al labbro del fiume principale, e con tale misura di distanze fra essi, che l' operazione del secondo cominci dove finisce quella del primo, e così di mano in mano, fino a quel termine, dove il canale non conduca più ghiaie.* 106

PROPOSIZIONE V. *Per mantenere sempre aperti allo scarico delle materie alquanto paraporti in ogni stato d' acque, anco mezzane e basse, s' introduca da principio nel*

Na-

Naviglio maggior corpo d' acque di quello che richiede l' altezza sua inferiormente prescritta dal solito segnale, che chiamano Garello. 109

PROPOSIZIONE VI. *La situazione e molteplicità de' paraporti si faccia con tale avvedimento che, se li primi più vicini all' incile fossero ritardati dal ringurgito dell' altezza delle massime piene del fiume, che decorre a canto e al di sotto del primo argine, succedano altri inferiormente posti fuori d' ogni ringurgito, e di tanta ampiezza, che da se soli bastino allo scarico intero dell' acque soprabbondanti.* 111

PROPOSIZIONE VII. *Se da un fiume, come quello dell' Adda, per iscarsare una qualche precipitosa sua caduta, la quale ne interrompa la navigazione, si voglia sul labbro delle sue sponde condurre un canale Naviglio per breve tratto di due o tre miglia solamente, rientrando di nuovo nel medesimo fiume principale, dov' è capace di poterne continuare la navigazione; la difficoltà primaria da ben premeditarsi dall' Architetto, sarà quella di situare studiosamente gli sfogatori e paraporti, avanti che le piene sopraggiungano colle materie pesanti ad incalzare le porte de' primi sostegni amovibili, li quali regolano le diverse cadute.* 113

PROPOSIZIONE VIII. *Se oltre il primario uso de' paraporti di sfogare, come si è detto, le materie pesanti e le acque soprabbondanti introdotte dalle piene del fiume nel canale Naviglio, si debbano aprire altri sfogatoj in diverse parti del suo corso, o per iscarico di nuove acque straniere, o per uso d' un più comodo regolamento.* 119

APPENDICE. *Della origine delle prime rotture del Naviglio di Paderno nel 1599, e dell' unico progetto di rimedio collo spiantamento della chiusa del Meda.* 127

CA-

C A P O IV.

Della pendenza de' Canali navigabili.

- PROPOSIZIONE I. *Non è necessaria alcuna declività di fondo ad un fiume o canale di derivazione per avere corso da un luogo all' altro, eziandio su fondo orizzontale.* 132
- PROPOSIZIONE II. *Regole generali per determinare la pendenza del fondo de' canali ad uso di semplice navigazione.* 134
- PROPOSIZIONE III. *Se da un fiume principale, qual' è fra noi l'Adda o il Ticino, si dovrà derivare un Naviglio a doppio uso e della navigazione, e della irrigazione nel medesimo tempo; si avrà dall' Architetto il disegno anticipato di preparare al nuovo fiume dal punto della diversione all' incile tanta declività di fondo, e di sollecitarne l'introduzione con tanta velocità, che se ne attragga quel più di corpo d'acqua, il quale vuolsi dividere in tutte le bocche d'estrazione senza pregiudicio della navigazione.* 136
- PROPOSIZIONE IV. *Per non errare notabilmente nel determinare la cadente del canale di derivazione, può l'Architetto regolarfi coll' esempio di altri canali simili a quello, che si vuol fare, de' quali sia nota la caduta, e proporzionarla al medesimo.* 138
- PROPOSIZIONE V. *Tutti i canali, li quali o rientrano nel medesimo fiume, da cui sono derivati, ovvero si conducono a sboccare in altro fiume maggiore, non mancano giammai di caduta.* 143
- PROPOSIZIONE VI. *La pendenza di un canale regolato non può essere tale, che non richiegga di quando in quando d'essere scavato; nè ad impedirne costantemente le deposizioni e gli alzamenti perniciosi del suo fondo possono avere luogo le regole di accrescimento di pendenza assegnate dal Guglielmini.* 146

CA-

C A P O V.

De' Sostegni, li quali danno il passaggio alle barche.

- PROPOSIZIONE I. *L' azione di semplice pressione contro le porte d' un' acqua considerata come stagnante, dipende unicamente dalla lunghezza della sua superficie, e dalla sua altezza, che la spigne, e non giammai dalla larghezza della base, che la sostiene.* 155
- PROPOSIZIONE II. *La forma più valida e più idonea al sostegno dell' acque è quella, che congiunge le due porte in angolo retto ovvero ottuso contro la forza della pressione dell' acqua sostenuta.* 158
- PROPOSIZIONE III. *Il carico della semplice pressione, che soffrono le porte d' un sostegno in una data altezza d'acque e larghezza di sezione, è proporzionale alla maggiore o minore larghezza di superficie, che presentano le porte all' acqua sostenuta dal loro serramento o ad angolo retto, ovvero ottuso.* 158
- PROPOSIZIONE IV. *Il carico, che portano li due punti d'appoggio de' cardini delle porte, è la metà della rotale spinta della forza di pressione contro le medesime nel loro congiungimento ad angolo retto.* 160
- PROPOSIZIONE V. *L' azione dell' acqua, che ferra le due porte, l' una contro l' altra, può sempre essere espressa dal risalto, ossia altezza dell' angolo delle medesime sopra la sua base.* 161
- PROPOSIZIONE VI. *Nè canali d' acqua corrente la generale induzione de' sostegni fabbricati fino dagli antichissimi tempi, ha sempre preferito al retto l'angolo ottuso del chiudimento delle porte.* 164
- PROPOSIZIONE VII. *Nè canali, ove la corrente non può altrimenti sfogarsi che dalla sommità delle porte chiuse, come ne' Navigli di Milano, di Modena, di Reggio e della Brenta di Venezia, la riunione angolare delle porte del sostegno prevale al semplice loro congiungimento in retta linea.* 169

PRO-

PROPOSIZIONE VIII. *In somiglianti canali l'angolo del congiungimento delle porte quanto sarà maggiore del retto, tanto più validamente le teste delle due porte saranno spinte a tenersi serrate nell'angolo ottuso dalla maggior forza dell'acqua corrente, la quale va a sfogarsi ed a cadere dalla sommità del loro sostegno.* 169

PROPOSIZIONE IX. *Determinare la quantità dell'angolo ottuso il più perfetto, che possa darsi al congiungimento delle due porte del sostegno.* 171

PROPOSIZIONE X. *Le porte delle chiuse, non solamente debbono avere l'appoggio immobile nel reciproco contrasto dell'angolo del chiudimento; ma alla loro fermezza giova che sul fondo del canale sieno munite di foglia resistente in tutta la estensione della loro angolare posizione.* 173

CAPO VI.

Del passaggio delle barche per le porte del Sostegno.

PROPOSIZIONE I. *Con quale artificio costrutte sieno le vasche de' sostegni, e con qual ordine si aprano alternatamente e si chiudano le loro porte pel passaggio delle barche.* 176

PROPOSIZIONE II. *Il riempimento della vasca si fa con eguale celerità primachè l'acqua del sostegno col suo pelo si alzi alla foglia delle portine, ovvero degli sfogatoi laterali, da quali, come abbiam detto, si scarica l'acqua del canale nella medesima vasca: ma formonsando quivi l'acqua la foglia delle portine, la celerità della sua uscita e del riempimento sempre più si va scemando, quanto minore è la differenza de' peli.* 180

PROPOSIZIONE III. *In contraria maniera gli abbassamenti della vasca del sostegno dalla maggiore accelerazione, ch'essi hanno sul principio, vanno gradatamente decrescendo nel fine.* 181

PRO-

PROPOSIZIONE IV. *In qualunque passaggio della barca, o scendendo nella vasca o salendo, l'acqua superiore del canale sarà appoggiata all'uno o all'altro ordine delle porte del sostegno, dalle quali si mantenga al medesimo inalterabile livello appropriato alla navigazione.* 183

PROPOSIZIONE V. *All'uso ed alla sussistenza de' sostegni, massimamente se congiunti con grande caduta, non solamente fa d'uopo di corpo regolato d'acque del canale Naviglio, ma d'uno sfogatoio e diverso aperto superiormente al primo ordine delle porte, che rimuova dal sostegno ancora quell'eccesso d'acque, che suol essere d'impedimento al più spedito voramento della vasca.* 186

PROPOSIZIONE VI. *Spiegare il modo, col quale dall'Architetto Meda si adattò il canale di fianco a fare tutto il riempimento e voramento della conca maggiore, di 28 braccia di caduta; e se in più breve tempo per questa sola si possa fare il passaggio delle barche, di quello che sia per farsi per altre quattro conche minori, nelle quali venga ripartita la medesima altezza.* 188

CAPO VII.

Dello sbocco de' Canali navigabili.

PROPOSIZIONE I. *Se il canale Naviglio dopo brieve o lungo tratto della sua diversione dal fiume principale, dovrà rientrare o nell'alveo del medesimo o di altro fiume per continuarvi la navigazione; lo sbocco suo si profonderà artifiziosamente in modo che il suo pelo si spiani sulla superficie del recipiente, alla quale si congiugne, ed in tale altezza che le barche possano sostenervisi nel loro passaggio.* 199

PROPOSIZIONE II. *Se lo sbocco del canale Naviglio ancor dopo le precedenti cadute artifiziosamente regolate, con-*

conservarà tuttavia il fondo così alto che non si spiani e non si congiunga con quello del recipiente, nel quale rientra, fino a risentirne il ringurgito in altezza necessaria al passaggio delle barche; in tal caso si prolungherà lo sbocco sotto le rive dell'alveo medesimo del fiume principale, a fine di ridurre il di lui fondo allo stesso orizzonte di quello del fiume, per imboccarlo sotto la medesima comune superficie. 203

PROPOSIZIONE III. Lo sbocco del canale Naviglio nel fiume principale non può determinarsi dall'Architetto, se non in situazione, ove il fiume o per se medesimo decorra incassato tra rive stabili, e l'alveo si conservi invariabilmente in una costante direzione del suo filone; ovvero quando con opere manofatte munienti e respingenti sull'una e l'altra riva, se ne impediscano le variazioni della sua inalveazione. 208

PROPOSIZIONE IV. Lo sbocco del canale Naviglio accompagnato sia dalla parte del fiume, e sostenuto da un molo di larga e ben piantata muraglia, la quale nell'alveo del medesimo fiume si allarghi, e conduca lo sbocco ad incontrare il filone di mezzo e la via di navigazione. 214

DISSERTAZIONE I.

PROBLEMA. Se da' laghi possano immediatamente derivarsi nuovi emissarij di fiume perenne, o anco ridursi a canali regolari di navigazione, li quali sbocchino in altro fiume, e; andio nel mare medesimo; e quali difficoltà s'incontrino per eseguirne il disegno. 217

DISSERTAZIONE II.

PROBLEMA. Della origine del continuo alzamento de' laghi, e del regolamento de' loro emissarij. 230

IN.

INTRODUZIONE PRELIMINARE STORICA

*Alla trattazione de' Canali navigabili;
e con quale metodo, e da quali principj se ne debbano
derivare gl' insegnamenti.*



IN ogni prisca e moderna età comune è stato sempre de' popoli più industriosi e più colti il genio di avanzare il proprio commercio alle più lontane provincie; e dove la natura le avesse disgiunte con grande intervallo, lo stesso spirito di società insegnò loro l'arte di facilitarne la comunicazione e, per così dire, l'accostamento con nuove inalveazioni di fiumi e di Canali navigabili, e per fino col taglio d'istmi, i quali ne impedivano la continuata navigazione da un mare all'altro. In fatti le più antiche epoche de' Regni e degl' Imperj ce ne forniscono prove indubitate. Che non fecero e che non pensarono li più famosi Re d'Egitto per congiungere il mar Rosso col Mediterraneo? Cleopatra ebbe il medesimo disegno; e Solimano Secondo Imperatore de' Turchi v'impiegò 50000 lavoratori, i quali vi travagliarono senza effetto. Li Greci e molto più li Romani aspirando ad un più vasto Impero, fecero il grande progetto di un canale attraverso l'istmo di Corinto, che congiugne la Morea e l'Acaja, col disegno di aprirsi un passaggio dal

Genio antichissimo di navigazione e di commercio.

A

dal

dal mare Jonio nell' Arcipelago. Il Re Demetrio, Giulio Cesare, Caligola e Nerone vi fecero degli sforzi inutili; e finalmente sotto l'Impero di quest'ultimo, Lucio Vero Generale delle Armate Romane nelle Gallie, intraprese di unire la Saona e la Mosella per un canale, e di aprire una nuova comunicazione del Mediterraneo e del mare d'Alemagna con il Rodano, la Saona, la Mosella ed il Reno: ciocchè prevenuto dalla morte non potè egli eseguire.

Scopo de' Romani nell' uso de' Canali navigabili.

L'oggetto de' Romani in questa parte non era già una vana magnificenza, ma un' interessante politica di facilitare la spedizione delle Legioni Proconsolari, che da Roma facevasi ogni anno alle più remote provincie, non meno col mezzo delle strade pubbliche aperte ed istabilite per ogni lato dell'Imperio, che col comodo della navigazione. A questo scopo fu ordinata la gran Fossa Drusiana derivata dal Reno, e fatta scavare da Druso Germanico Romano per ingrossare il fiume Yssel, pel quale potesse egli trasportare la sua Armata nel Nord. Corbulone poi, o fosse per stabilirsi un più comodo passaggio delle sue truppe nelle Isole Britanniche coll'ingrossare la Meruva, e farla navigabile, o fosse per asciugare dalle acque stagnanti del Reno un tratto immenso di quelle provincie; Corbulone, disse, fece un taglio così grande nel Reno a *Batavodurum*, che ne divertì quasi tutte le acque, e le rovesciò nel suo canale, che acquistò il nome di *Fossa Corbulonis*, in oggi denominato il Leck, le di cui acque si scaricano finalmente sotto il nome di Mosa nel mar Belgico. Così pensavano que' Dominatori del Mondo a far servire il corso de' fiumi al più spedito cammino delle Armate, ed al progresso delle vittorie; e quando mancavano loro le occasioni di giovare all'Imperio con somiglianti intraprese nelle provincie lontane, era a' medesimi un trastullo il farsele familiari sotto agli occhi nell'Italia e nella stessa Roma. Con quante grandiose costruzioni di moli e di ripe formate di quadrati massi di travertino, conten-

nero

nero per tanto tempo regolato l'alveo della Fiumara grande del Tevere, per impedirne il disalveamento e l'abbassamento, massimamente nel suo sbocco in mare; acciocchè le navi da questo salendo al fiume, vi trovassero la profondità proporzionata a sostenere i pesi immensi degli obelischi e di quella gran copia de' marmi trasportati dall'Africa e dall'Egitto per abbellire la Città Regina del Mondo? E quì ricordomi che, pochi anni sono, trovandomi io per Pontificia Deputazione alla visita del Tevere e di Fiumicino, per dare riparo alla interrotta navigazione, mi presi il piacere di mandare guardatori ad isgombrare dalle folte boscaglie le vecchie rive del Tevere: e come già Marco Tullio fuori delle mura di Siracusa, per fare la scoperta del dimenticato sepolcro d'Archimede; così io quì per iscoprire ed ammirare i grandiosi avanzi delle romane antiche costruzioni, contrapposte in que' tempi al minacciato disalveamento del Tevere e del suo sbocco: e quando ne posteriori tempi la fatal condizione del continuo avanzamento della spiaggia del Tevere in mare rendeva oramai disarginato lo sbocco suo, ed impraticabile l'accostamento delle navi; non per tutto ciò si scoraggiarono i Romani; ma saldi sempre sulla massima di conservarsi questa importante navigazione, si rivolsero a derivare dal medesimo Tevere un altro ramo denominato *Fiumicino*, il quale dall' *Isola Sagra* si conduceva al mare e più ristretto tra rive stabili, e più profondo e capace di portar le barche, e di farle salire fino ad unirsi col fiume principale, dove già decorre inalveato e navigabile. Nè d'altro provvedimento in tutti li tempi posteriori è stato d'uopo a Fiumicino, che di prolungarne fra stretti ripari lo sbocco suo in mare d'altrettanto, quant'è l'avanzamento della spiaggia marittima, che ne impedirebbe il tragitto.

Che più? Della non interrotta navigazione del Po grande per la Lombardia a chi ne siamo debitori, se non ad Emilio Scauro, quando egli in que' remotissimi tempi

Tevere inalveato da' Romani.

Nuova diversione del Tevere fatta da' Romani.

Po inalveato sotto Piacenza da Emilio Scauro.

sotto Piacenza e nel suo Territorio ne asciugò le paludi, nelle quali spandevasi disalveato, e derivò ed unì tutte le sue acque cogli altri Influssi in un alveo solo, al quale diè forma e corso capace di navigazione? E quando il medesimo Po grande decorreva all' Adriatico pe' due antichissimi rami di Volano e del Primaro, e vi formava quell' immensa palude col mischiamento degli altri fiumi, la quale denominossi *Padusa*, distesa sotto il litorale di Ravenna; non mancarono i Romani di profittare di que' profondi seni d'acque stagnanti dentro terra, e comunicanti col mare, per fabbricare sicuri ricoveri alle loro Armate, le quali erano destinate alla custodia ed al pronto soccorso dell' Italia e dell' Africa; ed anche oggidì que' luoghi medesimi già divenuti *Terra ferma*, ritengono l'antico nome di *Classi*. Non si trascurò fiume, segnatamente nell' Italia, che non si facesse servire o al passaggio, o alle provvisioni delle Legioni, che si spedivano da Roma ad altre provincie. Anche il fiume Marecchia sotto Rimini, nobilitato già da Giulio Cesare con quel magnifico ponte, che tuttavia si conserva intatto, e superiore a tutte le ingiurie de' tempi; il fiume Marecchia, disse, fu adattato da' Romani a forma di Porto-canale, e di seno alle barche, dalle quali si provvedessero le Armate Consolari, che per la via Emilia s'incamminavano alle restanti parti dell' Imperio.

Per fino i Proconsoli Romani destinati al governo delle più lontane provincie, si facevano un dovere della loro amministrazione il progettare agl' Imperadori il tentativo d'altri nuovi corsi di fiumi navigabili dal centro delle provincie al mare: ed anche oggidì ci fanno piacere le lettere scritte da Plinio secondo a Trajano Imperadore, e le risposte di questo al Proconsole, nelle quali si progetta di aprire un canale navigabile dal Lago di Nicomedia fino al mare, e se ne rapportano i vantaggi, e le maniere più studiate per condurlo al compimento. Strana cosa al certo potrebbe a noi parere, che l'imprendimento d'una nuova navigazione cotanto lontana occu-

Padusa fatta servire a' marittimi porti.

Fiume Marecchia.

Progetto di Plinio secondo a Trajano.

passè

passè i pensieri d'un Romano Imperadore, e d'un Trajano, quasi che si trattasse di una nuova conquista di provincie e di regni. Ma que' saggi Imperadori, a quali era un giuoco il movimento delle Armate, e l'invazione delle confinanti provincie, ben più di qualunque conquista valutavano lo stabilimento d'una navigazione e d'un nuovo commercio, dal quale gl' interessi de' paesi soggetti si riunissero con la Capitale del Mondo, e se ne formasse quello stretto collegamento, che è il nervo e la stabilità de' regni. Così ne' tempi posteriori la medesima massima mosse lo spirito di Carlo Magno ad abbracciare il disegno di congiungere il Reno al Danubio, e di aprire una nuova comunicazione di navigazione tra l'Oceano ed il mar Nero. All' esecuzione di questo progetto egli vi fe' travagliare una moltitudine innumerabile d'operaj; ma differenti ostacoli, che vi si attraversarono, gli uni dietro gli altri, gli fecero abbandonare l'impresa. Ciò non pertanto memorabile sarà sempre il vasto disegno d'unire li due Imperj d'Oriente e d'Occidente per terra e per mare con nuove navigazioni, dalle quali con celerità se ne tragittassero i soccorsi, e sotto la medesima forza si contenessero le più lontane ed inquiete nazioni.

Finattanto che l'Impero Romano si resse contro le vicende de' tempi, anche nelle Proconsolari provincie si mantenne lo stesso spirito di congiungersi fra di loro col commercio e colla navigazione, e di stenderne i rami alla dominante Città; e quindi sotto il dominio pacifico de' Romani Imperadori quelle Città, le quali prima ostilmente si combattevano, ridotte in provincia, divennero alleate, e si strinsero in società di vantaggi pubblici con nuove navigazioni, dovunque permettesse la condizione de' luoghi. La Grecia, l'Asia, l'Egitto conservano tuttavia gli avanzi di que' medesimi canali manofatti, coll' uso de' quali, come riferiscono i Viaggiatori, dalle parti più interne de' loro regni, e per fino dalle miniere de' monti si trasportavano al mare, e di quì a Roma le native ricchezze. Ma quando l'Impero da ogni lato

Vasto progetto di Carlo Magno.

Unione dell' Impero Romano col mezzo della navigazione.

Epoca del decadimento d'ogni commercio.

venne assalito da più feroci nazioni, ed ora da' Galli, ora da' Goti, e dagli Unni e da' Vandali invase furono allo stesso tempo le sue belle provincie; sotto queste rovine rimase improvvisamente sepolto il primiero genio di vicendevole unione de' comuni interessi con Roma, sulla quale le straniere genti si vendicarono del lungo servaggio, con cui eranfi da tanto tempo tenute soggette alle leggi romane. Anzi la generale rivolta de' popoli giunse a segno, che nessuno uscir potesse con sicurezza dal proprio abitato, o Città, per tema d'incontrare un suo nemico; e quindi tolta ogni comunicazione de' beni sparfi dalla divina provvidenza fu d'ogni angolo della terra per mantenervi la società ed il reciproco soccorso, cessò la navigazione, cessò il commercio, si dimenticarono le arti tutte; e l'Impero Romano si vide involto in quella caligine, che rese que' secoli tanto oscuri.

Durante il secolo duodecimo di nostra salute le Città Italiane furono le prime a ripigliare l'antica libertà, e coltura delle arti e de' costumi. L'Italia abbandonata a se medesima, si divise in varie Repubbliche e Dominazioni; ed il primo segnale, che queste diedero di risorgimento e di vita, fu quello di aspirare, ciascuna da se, ad un fiorito commercio, con aprirsi nuove vie alla navigazione per mare e per fiumi indocili. I Veneti esuli già, dalle vicine terre Italiane raccolti si rifuggirono a Rialto nelle paludi del mare Adriatico, dalle quali fecero nel progresso de' tempi risorgere una nuova marittima Città, la quale conservò le sembianze e le leggi dell'antica Romana Repubblica. Si cambiarono prestamente le sue paludi in Porti marittimi d'ogni maggior sicurezza; e si videro coperti que' mari dalle sue numerose flotte, sulle quali egli si portarono nel Levante, ove vi piantarono quel dovizioso commercio, che si derivò in tutta l'Europa con un subitaneo ingrandimento della nascente Repubblica. E perchè al commercio forestiere e lontano vi cooperasse il domestico e vicino col facile trasporto delle merci originarie; quasi tutte le Comunità libere dell'Italia in quella

Epoca del risorgimento dell'Italia alla navigazione.

Epoca de' nuovi Canali navigabili.

la per le derivazioni d'acque fortunata epoca tra il 1100 ed il 1400, si applicarono in varie riprese e tempi a rendere navigabili que' fiumi, i quali per l'addietro non si erano ancora soggetti alla navigazione: la Brenta da Padova a Venezia, il Mincio da Mantova al Po, l'Arno da Pisa al mare, il Reno da Bologna al Primaro, il Ticino, ossia Tesino, e l'Adda a Milano; ed in questa occasione per la prima volta da' soli Architetti Italiani si congegnò e si produsse intorno la medesima epoca l'utilissimo ritrovamento de' sostegni amovibili regolati con doppio ordine di porte, per sostenere le cadute del fiume, e dar passaggio alle barche o nel salire a livello più alto, o nello scendere per continuarne la navigazione: ritrovamento, del quale all'Italia sola ne siamo debitori in questa sua prima rinascenza; e se ne valsero i Signori Veneti per adattare alla navigazione la Brenta ed altri fiumi, i quali sboccano nella Laguna e nel mare Adriatico: inalvearono poscia l'Adige con altissime arginature; e dove unirono fiumi a fiumi, e dove ne fecero le derivazioni per stabilirsi di quà e di là dal mare un commercio degno d'un Impero marittimo.

La Brenta fatta per la prima volta navigabile.

Al medesimo tempo le Italiane Città prive d'ogni esterno regolamento dopo il discioglimento dell'uno e dell'altro Impero, si eccitarono a risorgere dalle rovine coll'unico mezzo di nuove navigazioni. I Pisani sotto le mura della loro Città inalvearono il fiume Arno al mare, e lo resero navigabile dalle loro galee, le quali dalle vicine Darsene, che tuttavia si veggono, ora trasformate in grandiose stalle, si spingevano nel nuovo fiume sotto gli occhi della Città, per incamminarle per mare al Levante alla permutazione delle merci domestiche colle forestiere. Ed a quale maggior grandezza salita farebbe quella industriosa Repubblica, se dalla prevalente forza de' Genovesi, i quali aspiravano al medesimo commercio, non fosse stata e combattuta e vinta? Ad esempio delle due Repubbliche di Venezia e di Pisa le altre Città d'Italia più lontane dal mare, non tardarono di emularne la gloria

Arno fatto servire al trasporto delle Galee.

colla navigazione de' loro fiumi e di nuovi canali.

Li Signori Milanefi furono i primi, che nel 1179 (*Giulin. tom. 6, pag. 501*) diedero principio alla derivazione del loro Naviglio dal fiume Ticino; e lo denominarono in que' tempi *Ticinello*, perchè soltanto erasi condotto presso Abbiate Grasso ad uso di semplice irrigazione delle terre. Nel 1257 (*Giulin. tom. 8, pag. 143*) ripigliarono la sua continuazione fino alla Città di Milano; e lo adattarono alla navigazione intorno agli anni 1269 per opera di Napo della Torre; e quindi in appresso fu chiamato *Naviglio Grande*, non meno per l'ampiezza del canale e per la copia delle acque, che per l'utilità della sua navigazione rivolta ad arricchire de' generi più stimabili del Lago Verbano, di marmi, di legna, di calcina, di vettovaglie una Capitale così popolata. Attesa poi l'incostanza del fiume Ticino nel suo corso irregolare, nell'anno 1272 più stabilmente vollero con grandezza di fabbrica e di ripari e di sostegni assicurarne l'incile, e la costante derivazione in quella copia, che era necessaria al doppio fine della navigazione e della irrigazione (*Giulin. tom. 8, pag. 258*).

Circa il medesimo tempo la Città di Mantova ridotta in libertà dopo la morte della Contessa Matilde, e reggendosi a Repubblica, non volle essere inferiore alle altre nella prerogativa della navigazione e del commercio. Il famoso fiume Mincio più celebrato in que' tempi dal canto de' Poeti, che da vantaggio, che esso ne recasse, scorreva bensì sotto la Città; ma dilatandosi in vaste e basse lagune ne infettava l'aria, e rendeva quelle contrade povere d'abitatori, decorrendo finalmente al Po diviso in tre rami e disalveato e con sì grande caduta, che non poteva soffrire navigazione. E qui primieramente, come racconta il Bertazzolo, nel 1188 sotto la direzione di Alberto Pitentino Architetto di quella Comunità, dalla porta di Cepetto fino ad unirsi al Borgo di Porto, vi si costruì e si alzò quel famoso sostegno di pietra in forma di ponte e di portico, denominato *Ponte de' mulini*, ridotto a perfezione l'anno 1198.

Nuova navigazione de' Milanefi fatta nel 1257.

Sostegno de' mulini cominciato sotto Mantova nel 1188.

Que-

Questo sostegno fu ordinato, non già al passaggio delle barche, come fu quello fabbricato al medesimo tempo sul Mincio a Governolo; ma a togliere immediatamente le basse lagune del Mincio, ad inalzare le sue acque, ed a formare il Lago superiore di Mantova, non meno a comodo di poterlo navigare con piccole barche, che a difesa della Città da quel lato. Ma il più vasto disegno dell'Architetto Pitentino nel 1188 fu quello d'incanalare il Mincio in un alveo solo, e di restituirlo al suo corso antico ad sboccare in Po, dove a' tempi de' Romani era stato divertito da Quinto Curio Ostilio. E perchè lo scopo primario dell'Architetto era diretto in que' tempi alla navigazione, egli si applicò a regolarne la troppa sua caduta con l'artificio di quel maraviglioso sostegno a Governolo, pel quale potesse aprirsi il passaggio alle barche o salendo verso Mantova, o scendendo a Po; ed in oltre al medesimo tempo stendesse il suo ringurgito per 12 miglia su pel Mincio fino a Mantova, a sostenerne il suo Lago di sotto, ed a renderlo capace di una non interrotta navigazione dalla Città al Po. A così grande imprendimento si diè principio nel 1188; e vi si contumaronò altri dieci anni nella esecuzione, come racconta il Bertazzolo.

A questo proposito parmi che appartenga allo schiarimento di questa breve Storia de' Canali navigabili, che si riferisca da qual' epoca più antica può derivarsi l'invenzione de' primi sostegni amovibili tanto benefica alla navigazione de' fiumi in tutta l'Italia, e quindi trasportata poi nella Francia e nelle Fiandre.

Il Zandrini nel suo Trattato al cap. 12, num. 20, ne deriva l'invenzione dal 1481 con queste parole: *Ho cercato molto per rintracciare dell' inventore il nome, e sapere il tempo di un sì specioso ritrovamento, senza averlo potuto conseguire; se pure certa notizia, che mi deriva da private carte, non potesse dar qualche lume per riconoscere il detto benemerito inventore. Ho trovato dunque che Dionisio e Pietro Domenico fratelli da Viterbo del fu*

Secondo Sostegno di navigazione sul Mincio a Governolo.

Parere del Zandrini intorno al primo inventore de' Sostegni.

Mac-

Maestro Francesco di detta Città Ingegnere della Signoria di Venezia, acquistano del 1481 li 3 di Settembre da' Signori Contarini certo sito nella Bastia di Strà, luogo ben noto verso Padova, per formare in esso un Soratore del Piovego, che è quel canale, che viene da Padova al detto luogo di Strà; ed in certa supplica de' medesimi da Verbo di detto anno resta espresso, ch'essi, che si chiamano Maestri di Orologio, faranno che le barche e i burchi potranno passare per la chiusa di Strà senza pericolo, operando in modo, che le acque usciranno con facilità, senza essere obbligate a scaricare, e senza essere tirate: aggiungono poi le condizioni, fra le quali la principale si è quella di aver essi a formare l'ingegno, come lo chiamano, e mantenerlo ec. A costoro adunque, almeno nello Stato Veneto, si può dare il vanto di tal' invenzione; non trovando chi prima di essi l'abbia ideata, nè posta in pratica. Così egli.

Invenzione più antica.

Ma primieramente all' epoca del Zandrini del 1481 io ritrovo altr' epoca molto anteriore nel 1420, nel qual tempo erasi già introdotto l'uso ed il ritrovamento delle conche ne' Naviglj di Milano. Imperocchè Pietro Candido Decembrio nella Vita di Filippo Maria Visconti, del quale egli era cortigiano, racconta che questo Principe *meditatus est & aqua rivum, per quem ab Abbiate ad Vignevanum usque sursum veheretur, aquis aliora scandentibus, machinarum arte, quas Conchas appellant.* Qui offervo nominato l'artificio delle conche pel passaggio delle barche da un livello più basso dell'acque ad uno più alto; e ciò tanto tempo prima, cioè, al parere del Conte Giulini tom. 13, pag. 332, sotto l'anno 1420; quando il Zandrini ne riferisce l'invenzione all'anno 1481. Sebbene ancor più addietro di questo documento del Decembrio, ritrovo ne' più antichi Storici citati dal Bertazzolo, che fino dall'anno 1188 dall'Architetto Pitentino di Mantova si diè principio all'eseguimento di cotesta invenzione nel nuovo soltegno di Governolo sul fiume Mincio, per abilitarlo alla navigazione; nè da questo tempo a' secoli anteriori, scorrendo le memorie tutte dell'Italia, s'in-

s'incontra vestigio d'altro inventore ed esecutore di fabbrica somigliante, che sostenesse la caduta del fiume, e desse luogo al passaggio delle barche. E tanto basti per contrassegnare almeno l'origine più antica dell'invenzione delle conche, nata la prima volta nella Lombardia nostra, o sia in un tempo, od in altro: ciò di che non può dubitarsi.

Nè quì si rittette il genio della navigazione nell' ^{Naviglio di Bologna.} Italico clima; ma vie più si venne risvegliando d'una in altra Città: imperocchè non andò molto che la nascente Repubblica di Bologna animata dall'esempio di Mantova poco lontana, s'invaghì di aprirsi una nuova via di navigazione al Po ed al mare: frenò il suo Reno precipitoso colla Chiusa di Casalecchio, e lo derivò nel celebre suo canale attraverso valli e paludi, a Malalbergo ad un ramo di Po grande, il quale allora decorreva al mare Adriatico da questo lato; ed al medesimo tempo dentro le sue mura inalvò l'altro fiume della Savena, per farlo servire nelle sue cadute all'uso de' mulini e de' serificj e lanificj, de' quali quella Repubblica ne faceva un ricco trasporto fino al Levante.

Li Signori Milanesi poi non contenti dell'utilità del ^{Secondo Naviglio di Milano.} Naviglio grande del Ticino, ed aspirando a provvedere la popolata loro Città di maggior copia di vettovaglie, o trasportate da' laghi, o prodotte dalla irrigazione, disegnarono nel 1457 sotto la direzione di Bertola da Novate Architetto, ed appoggiati al comando del Duca Francesco Primo Sforza; disegnarono, disse, l'altro canale navigabile dall'Adda sotto Trezzo a Milano; acciocchè la navigazione di due fiumi Reali, e di due laghi amplissimi, di Como e del Verbano confinanti coll'Elvezia, servissero all'opulenza d'una sola Città.

Condotto poi il Naviglio fin presso alle mura della Città, lo sfogarono la prima volta nell'alveo del torrente Seveso al Lambro: ma non tardarono sotto Francesco Secondo Sforza a ripigliare il pensiero di perfezionarlo, e di inalveare quest'ultimo suo tronco dentro alla Città medesima e nell'antica sua fossa interiore ed in tutto il suo

cir-

circondario, con quel piacere e comodo di vedere galleggianti ed in corso le barche per le sue medesime contrade.

In somma tra il 1100 ed il 1500, e poco oltre, il genio de' canali navigabili comprese tutte le Città d'Italia; ed il nuovo ritrovamento delle conche ne facilitò la riuscita in molte parti. Imperocchè coll' uso di queste fino da que' tempi si abilitarono alla navigazione i due Navigli di Modena e di Reggio; e col celebre sostegno del Panaro al Finale, il quale a' nostri giorni è stato riedificato dalla munificenza del regnante Francesco Primo Duca di Modena, si è ridotto navigabile lo stesso Panaro, piuttosto torrente, che fiume, fino allo sbocco suo in Po grande.

Tralascio il grande tentativo di Galeazzo Secondo Visconti Signore di Milano (*Giulin. tom. 11, pag. 162 e 595*), il quale già molto prima, cioè nel 1359, ordinò che dalle acque residue del Naviglio grande di Ticino s'inalveasse da Milano a Pavia per la via di Binasco un altro canale alla irrigazione del gran Parco di Pavia da esso lui formato, e cinto di mura: ciocchè allora felicemente fu eseguito. Ma ne' tempi posteriori Francesco Primo Sforza l'anno 1457 sulle medesime tracce disegnò di ampliarne l'uso, con ridurre lo stesso canale dalla semplice irrigazione alla navigazione ancora da Milano a Pavia; e ne ordinò la Visita de' Periti, come apparisce dalla Deputazione Camerale de' Commissarj nel 1467, registrata dal Benaglia. Sebbene questo grande progetto da molti incidenti interrotto, e contraddetto ancora dalle contestazioni delle Città di Pavia e di Milano, e dal pubblico interesse delle vaste irrigazioni, le quali verrebbero tolte dalla diversione di quest' acque residue, non fu in que' tempi perfezionato, e rimase sospeso fino al 1597, quando il Conte di Fuentes Governatore di Milano risvegliò lo stesso disegno, e fece altra nuova deputazione degli Architetti Giuseppe Meda e Francesco Remusso a portarsi sul luogo, ed a farne la livellazione e la relazione riferita dal Benaglia; ma tanta fu la varietà de' progetti, e tante le difficoltà in ciascuno d'essi, che

ne'

Genio di navigazione difeso a tutte le Città d'Italia.

Naviglio da Milano a Pavia progettato e sospeso.

ne' tempi seguenti se ne intermise ogni esecuzione. Tanto più che già nel 1457 da Francesco Primo Sforza la navigazione delle vettovaglie, che si trasportano da' paesi oltrepadani e dalla Lumellina per Po e per Ticino, era già da gran tempo abilitata dal terzo Naviglio di Bereguardo, il quale si dirama dal Naviglio grande a Castello d'Abbate Grasso, e con un corto regolato da undici sostegni, o sieno conche, si conduce fino a Bereguardo distante sole 3 miglia dal Ticino di Pavia; nel qual breve intervallo di terra non è malagevole il tragitto delle merci. Ed in buon punto, e mentre scrivo, ho veduto con piacere il Tipo del proseguimento di questo Naviglio per le restanti 3 miglia fino allo sbocco nel medesimo Ticino al ponte di Pavia; ed ho letto ed ammirato il Piano ragionato del Sig. Conte Gian Stefano San-Giuliani, il quale con pari felicità e maestria ne progetta il compimento.

Ma ritornando a quella felice età, la quale ci diede e l'invenzione, e l'esecuzione de' canali navigabili, che ora godiamo, dirò che a così alto segno crebbe poscia ne' Milanesi la massima di aprire nuove navigazioni in qualunque parte del loro Stato, che nell'anno 1518, come racconta il Pagnano, il Tribunale di Provvisione della Città di Milano ordinò quella memorabile e generale Visita de' più sperimentati Professori di quella età, per riconoscere sulla faccia de' luoghi, se dalle parti del Lago di Como e di Lugano e d'altri vicini laghi per mezzo ancora de' loro emissarj, si potessero abilitare nuove diramazioni e nuovi canali a continuare la navigazione per il fiume Adda fino al Naviglio della Martesana a Milano. Eccone l'ordinazione riferita dal Pagnano: *Ordinaverunt, & statuerunt quod quam citissimè fieri possit, praefari magnifici, Vicarius, & Carolus Pagnanus, adhibitis spectabili Domino Philippo Vascone, ac Magistris Bartholomeo della Valle, & Benedicto de Messallia, ambo- bus ex Ingenieriis praefate Communitatis in aquis derivandis peritissimis, accedant, & se transferant ad partes Lacus*

Co-

Terzo Naviglio di Bereguardo.

Altre nuove ricerche di Canali navigabili.

Comensis, & ibi diligenter, & accuratè videant, & perscrutentur, quo in loco è dicto lacu novum Navilium derivari possit commodius, faciliusque, & per quæ loca, & partes ad hanc Mediolani Civitatem dirigi &c. Di grande ammaestramento e piacere si è la Relazione de' viaggi, delle osservazioni, e delle molte livellazioni, che pretero per assicurare un così importante scoprimento, scorrendo tutte le valli per dove molti particolari laghi si scaricano nel Lago di Como da' loro emissarj. E ben si scorge quanto in questa sì importante scienza illuminati fossero quelli, che chiamansi rozzi secoli, ne' quali la speranza continua, che noi non abbiamo, di coteste ardue operazioni aveva portato tanto innanzi la scienza de' fiumi e de' canali. Nè d'altro possiam dolerci, se non che troppo scarse ci sono rimaste le notizie delle difficoltà, che incontrarono nell' eseguitamento de' varj metodi da' medesimi praticati, delle correzioni, che di tempo in tempo vi fecero, e delle loro osservazioni fatte sul campo de' lavori, le quali più di qualunque teoria a noi farebbero di grand' uso: ma in que' felici tempi molto si operava, e poco scrivevasi; e l'arte, non da accademiche disputazioni, ma da' soli tentativi e prove s'era incoraggiata e sollevata. In fatti in questa medesima Visita s'avvidero quegli Ingegneri che molto prima da Lodovico Sforza ultimo Duca di Milano s'erano fatte già le stesse lustrazioni e livellazioni, tra le quali la più interessante era quella di rendere navigabile l'Adda da Brivio fino a Trezzo. Imperocchè essendo giunti questi Architetti a Brivio, *ut considerarent, an possibile esset reddere Abduam navigabilem*; applicandosi alla livellazione, riferrebbero dalli contadini del paese, che molto prima per comando di Lodovico Sforza erasi già fatto lo stesso sperimento, al quale essi medesimi erano intervenuti: *Et ibi dictum fuit eis per homines illius regionis, qui interfuerant librationi, quæ facta fuit mandato DD. Ludovici Sfortiæ per Dominum Julianum Vasconum, & alios Architectos, ut duceretur Navilium a Brippio Mediolanum; quod aderant scrip-*

Progetto di rendere l'Adda navigabile fino da Lodovico Sforza.

scripturæ librationis, & invenirentur Mediolani. Nè il grande progetto di Lodovico Sforza si ristrinse solamente alla derivazione del Naviglio di Martesana sotto Trezzo a Milano, ma si avanzò al disegno di stendere la stessa navigazione per tutto il corso superiore dell'Adda fino al Lago di Como, ed in quella parte di fiume, dove per le cadute precipitose anche al dì d'oggi resta interrotta: ed a questo grande oggetto cospirarono ne' tempi seguenti le brame e gli sforzi della Città di Milano, la quale dalla munificenza di Francesco I. Re di Francia avvalorata e foccorla, intraprese finalmente nel 1591 il nuovo Naviglio di Paderno per quel tratto di tre miglia, dove l'Adda non è capace di navigazione, e sotto la direzione dell'Architetto Meda, dal quale si piantò la chiusa nel fiume, e si costrussero alquanto conche artificiosamente disegnate in diversa maniera dalle comuni già introdotte negli altri Navigli di Milano, acciocchè attesa la molto maggiore profondità di queste ed ampiezza, potessero più prestamente e riempierli e votarli al comodo del passaggio delle barche. Vero è però, che le guerre, le quali sopravvennero, ed i frequenti cambiamenti del Principato ne interruppero il proseguimento; e per due secoli rimasero senza frutto i grandiosi avanzi, *vestigia irrita spei*, di questa medesima intrapresa, la quale a maggiore felicità de' Milanesi era riservata all'incomparabile zelo di S. A. R. l'Arciduca Ferdinando, sotto li di cui faustissimi auspici al primo suo arrivo al Governmento di Milano e della Lombardia Austriaca, tolte tutte le contese e dubitazioni, vi si è posta mano prestamente; e fiam già in procinto di goderne i frutti.

Cominciamento del quarto Naviglio di Paderno:

Sua sospensione per due secoli.

Si ripiglia nel 1773.

Ma tornando noi donde ci fiam deviate per certo patriotico affetto verso la Città nostra, e ripigliando la intermessa carriera, dico che il primo risorgimento dell'Italia oppressa dalle straniere nazioni, ed il primo suo ravvivamento all'antica gloria fu uno spirito comune, che scosse tutte quante le Città al medesimo tempo tra il 1100 ed il 1500, e le rivolse a dominare a' fiumi ed

ed al mare, ed a collegarsi tra loro ne' pubblici interessi coll' interna navigazione e permutazione di merci. A questa gara de' popoli l'Italia può ascrivere il beneficio, che ora si gode, di tanti canali, i quali forse non si farebbero aperti e scavati giammai ne' tempi posteriori, e dopo il raffreddamento del primo ardore, il quale tanto s'inoltrò, che dove venne loro disdetto di poter derivare canali navigabili da' fiumi, vi derivarono almeno canali d'irrigazione a fecondare vaste provincie, le quali prima erano incolte e derelitte. Fa maraviglia anche al dì d'oggi l'ampio Canale di Muzza aperto nel 1220, il quale di molto maggior portata d'acqua degli altri Naviglj, assorbisce quasi tutta l'Adda nello stato suo ordinario, e sparte il gran fiume in tante irrigazioni per 40 e più miglia nel Territorio Milanese, Lodigiano e parte del Piacentino, fino a consumare un fiume Reale nell'alimento delle praterie e risare e d'ogni genere di biade, denominato perciò dagli antichi *nuova Adda*. Nè io ben so comprendere come in que' secoli, quali noi a torto chiamiamo oscuri, avessero i Signori Milanesi fortito tanta imprendenza e coraggio e scienza d'acque, quant' era d'uopo a preparare un nuovo alveo a così gran fiume, ad isfogarne le piene, ed a condurlo quasi a mano a servire alla pubblica feracità. E se questa inalvezione riservata fosse a nostri dì, non lo se potesse azzardarsene la riuscita in quella estensione e maestria, colla quale la veggiamo perfezionata tanti secoli prima. Ma in que' tempi la scienza dell'acque teneva aperta una gran scuola, della quale noi buona pezza restammo privi, cioè della continuata sperienza ed esercitazione degli Architetti in tanti canali, che si moltiplicavano per tutta l'Italia, dove d'età in età eglino si addestravano, e gli uni agli altri erano di scorta. Nel solo intervallo del 1200 al 1400 quanti taglj de' fiumi minori, che ci circondano, sonosi eseguiti, e dell'Ollona e del Lambro e molto più della Sesia, le di cui derivazioni a prò del Verceillese, Novarese e Vigevnasco rassomigliano

Canale di Muzza.

Architetti più esercitati ne' tempi antichi.

gliano veri fiumi? La Città di Cremona dal fiume Oglio trasse li suoi due Naviglj; e ne compartì le acque nel basso suo Territorio alla feracità de' lini, i quali formano il più ricco commercio di quella Città colle nazioni forestiere. Bergamo dal fiume Serio e dalle sue valli condusse due canali, l'uno denominato il *Naviglio*, e l'altro la *Roggia Morlana*, quali, oltre l'ampia irrigazione delle tue campagne, fece servire al movimento delle macchine idrauliche de' serificj, de' lanificj e delle seghe fin dentro le mura della Città. Che dirò del vasto Territorio Bresciano, che non riconosce altr' epoca di tanti suoi canali, che quella de' secoli indicati, ne' quali ancora si divide il fiume Chiese, parte a formare il Naviglio della Città, e parte a dare l'irrigazione a' tre famosi Territorj di Lonate, di Calcinato e di Monte-chiaro?

E quant' altre navigazioni si aprirono dentro terra da' Principi Italiani, tra' quali allora era divisa l'Italia? Quanti sforzi non fecero gli antichi Duchi Estensi di Ferrara per arrestare lo sviamiento di Po grande dalla loro Capitale nel ramo di Venezia? e quando si avvidero che la prevalenza dell' indocile fiume non soffriva alcun freno, e che dalla Stellata si era già stabilito un nuovo corso a Venezia; eglino tostamente meditarono di condurre navigabile dal Borgo di S. Giovanni fino a Ferrara il Canale di Cento, e di qui prolungarlo fino al Po a Lagoscuro, di dove con brevissimo tragitto si proseguiva la navigazione alle fauci del mare Adriatico. Da questa interna navigazione, la quale fino al dì d'oggi si mantiene, quella Città sotto al dominio e col favore de' suoi Duchi crebbe e nella grandezza delle sue fabbriche, e nella popolazione, non punto inferiore in que' tempi alle altre più celebri Città d'Italia. Lo stesso genio di commercio e di navigazione eccitò gli altri Principi d'Italia ad appropriarsi ne' suoi Stati li medesimi mezzi d'ingrandimento e di abbondanza. Ne fanno chiara testimonianza il Canale della Concordia dagli antichi Duchi della Mirandola condotto alla Secchia, dove questa sbocca in Po, il celebre Canal-bianco prolungato

Canali d'irrigazione aperti in ogni parte.

Naviglio di Cento.

gato ed unito al Tartaro, la Fossa d'Ostiglia, tanti emisfarj de' laghi resi navigabili, e tanti porti-canali aperti circa il medesimo tempo nel littorale Adriatico. In somma l'Italia è stata la prima, la quale e col coraggio e con l'ingegno seppe far servire questo instabile elemento dell'acque alla sua felicità ed al suo risorgimento, dopo il decadimento del Romano Impero; e fu parimenti la prima ad insegnare alle nazioni forestiere quell'arte, ch'essa non aveva altrimenti imparata, che da' soli fatti e tentativi suoi, e dalle sole sue sperienze, sulle quali diè ella lo stabilimento alla scienza idrostatica.

Italia precede alle altre nazioni.

L'uso de' Canali navigabili trapassa nella Francia.

Canali di Briarè e d'Orleans.

Verso la fine del secolo decimo quinto lo stesso genio di navigazione e di commercio valicò l'Alpi, trapassò alle Provincie dell'Olanda e delle Fiandre, entrò nella Francia, ove l'invenzione de' sostegni nata sotto altro clima, fu applicata la medesima all'uso de' suoi canali navigabili, con uno sfoggio anche maggiore di magnificenza degna di quegli Augusti Sovrani. Al gran Canale di Briarè si diè cominciamento sotto Enrico IV; e venne perfezionato sotto Lodovico XIII in lunghezza di undici leghe, e colla comunicazione della Loira con la Senna. La pendenza del suo corso è tanta, che a moderarla, ed a ridurla a legge di navigazione si posero in opera 42 chiuse, o sostegni amovibili, da' quali si dà il passaggio alle barche o nella scesa, o nella salita, come si costumava. Il Canale d'Orleans fu intrapreso nel 1675, per aprire altra nuova comunicazione della Senna colla Loira; ed a sostenerne le sue acque non vi volle meno che della costruzione di 20 chiuse.

La più grande però e maravigliosa intrapresa fu quella dell'unione de' due mari, la quale al tempo stesso sarebbe riuscita delle più vantaggiose alla Francia, se alla grandezza del progetto avesse corrisposto pienamente la felicità dell'eseguimento ed il premeditato antivedimento a tutte le disfavorevoli circostanze: ciocchè in tutte le cose umane, massimamente se ardue, non può conseguirsi interamente. L'unione adunque de' due mari

mari Mediterraneo ed Oceano per mezzo del Canale di Linguadocca, fu progettata sotto Francesco I, Enrico IV e Luigi XIII, ed intrapresa e finita sotto Luigi XIV. Il canale ha il suo principio da un conservatoio di quattro mila passi di circonferenza e di 80 piedi di profondità. Questo riceve le acque della montagna Nera, le quali scendono a Naurouse in un gran catino di dugento tese di lunghezza, e di cento cinquanta in larghezza, rivestito di pietre tagliate; e qui ha principio il punto di divisione, donde le acque si distribuiscono a destra ed a sinistra in un canale di sessanta quattro leghe di lunghezza, dove scaricano molti piccoli fiumi; e sono sostenute in diversi tratti da cento quattro conche: ma le otto conche, che sono vicine a Beliers, formano un bellissimo spettacolo d'una cascata d'acque di cento cinquanta sei tese in lungo, sopra undici tese di pendio.

Celebre Canale di Linguadocca.

Questo canale in molti luoghi si è condotto sopra acquidotti, e sopra ponti d'una altezza incredibile, i quali tra' loro archi danno passaggio ad altri fiumi: altronde il canale medesimo è tagliato nel sasso vivo, quando alla scoperta, e quando a volta per la lunghezza di più di mille passi: si unisce da una parte alla Garonna presso a Tolosa; e d'altra parte attraversando due volte l'Auda, passa tra Agde e Beliers, e va a finire nel gran Lago di Tav, che si estende fino al Porto di Cette.

Quest'opera sarebbe paragonabile a tutto ciò, che i Romani tentarono di più grande, se avesse potuto interamente secondare il grande oggetto della comunicazione di commercio e di navigazione da un mare all'altro. Ma quando le grandi opere sonosi eseguite, è facil cosa a quelli, che le contemplano, l'immaginarle e più perfette, e più corrispondenti al fine primario; ed allora è che l'occhio vi scuopre quegli ostacoli, i quali si erano trascorsi dalla teoria del progetto. Alla grandezza ed al carico delle barche, che vi dovrebbero far passaggio, si è riconosciuto che di molto maggior copia d'acque dovrebbe essere provveduto il Canale suddetto di Linguadocca; al qual fine sa-

Imperfezioni del medesimo:

rebbe stato necessario un conservatoio più capace, canal più largo, e conche, cioè sostegno più grandi: ma dopo le immense spese già fatte non rimase più luogo ad altro nuovo miglioramento. S'aggiugne un'altra imperfezione riferita dal Salmon, che dove il canale va ad sboccare nel Mediterraneo, s'incontra nelle colte di Agde, le quali hanno poco fondo pe' vascelli, nè vi si possono accoltare; e molto più perchè il Golfo di Lione è sempre burrascoso. Il medesimo canale fu progettato nel 1666, e dimostrato praticabile con una moltitudine di sperienze fattevi sulla faccia de' luoghi da Francesco Riguet, dal quale fu terminato nel 1680. Ma tutte queste sperienze rimasero troppo all'indietro del fatto, e di quella proporzione, che dovea serbarfi tra il corpo d'acque, e la grandezza e peso delle barche maggiori.

L'artificio delle conche del Canale di Linguadocca è il medesimo che quello, che pose in opera più d'un secolo prima l'Architetto Meda nel Naviglio di Paderno sull'Adda, ove alla vasca del passaggio delle barche vi aggiunse l'altra laterale, per accelerarne ora il riempimento, ed ora il votamento, come dirassi a suo luogo.

Molto prima però de' canali di Francia, i Paesi Bassi dell'Olanda e delle Fiandre gran copia di canali di navigazione avevano già introdotto tra quelle Città commercianti, attesa la comodità non solamente de' fiumi, ma del mare medesimo, il quale gonfiandosi col flusso, dirige la sua corrente su per l'alveo, e per se medesimo dà la spinta, e spalanca le porte de' sostegni situati sul suo litorale; ed abbassandosi col reflusso, le chiude con la corrente contraria; e così si mantiene sempre nel canale l'altezza d'acque capace di navigazione.

Lo stesso Pietro il Grande Imperadore di Moscovia non in altra guisa potè fondare il vasto suo Impero, e toglierne la selvatichezza ed arricchirlo, fuorchè con la navigazione, e col commercio interno de' fiumi e de' canali, ed esterno col mare; e fra le altre sue intraprese in questo genere, avendo egli osservato che Ladoga, gran

Artificio delle sue Conche niente differente da quello de' nostri Naviglj.

Canale di Pietro il Grande di Moscovia.

lago dell' Imperio Russo tra la Carelia al nord, l'Ingria e la Provincia di Novogrod al mezzodì, non era navigabile nella parte meridionale, fece egli scavar con immenso travaglio un canale, pel quale si navigasse a San Petersbourg, e mettendo capo al fiume Volchova si proseguisse la navigazione fino ad Astracan. Altri canali ordinò egli nelle Provincie del suo vasto Impero per unirne le forze, e farle maggiori: ma prevenuto dalla morte lasciò almeno a' Successori già posto in carriera quell'ingrandimento, al quale in brieve tempo è salito a nostri dì l'Imperio Russo.

Ma è tempo omai di troncare il filo della Storia de' Canali navigabili, e di far passaggio al metodo, ch'io farò per tenere nella loro trattazione; ciò che è l'oggetto della seconda Parte di questa Introduzione. Perocchè il dettone fin qui può soltanto bastare a far comprendere quale sia la più interessante parte della scienza de' fiumi, che è l'arte de' Canali artificiali: ma quale siane stato il suo incominciamento e progresso, e su quali regole siasi perfezionata; è appunto quello, che ci rimane a dire: la ragione si è, perchè l'Architettura de' Canali navigabili, com'è avvenuto a tutte le altre naturali scienze, non è fortita alla luce ne' più lontani secoli, se non bambina e vacillante; nè si è a noi tramandata subito nella sua perfezione. I primi rozzi disegni si cavarono da quelle naturali diramazioni, che già fanno i fiumi maggiori: se ne osservò l'origine, e da quali cause dipendesse il loro stabilimento e durata; e se ne trasportò poscia il modello alle artificiali diversioni, che sono appunto i Canali navigabili; giacchè ogni arte non è altro che una imitazione della natura: si corressero i primi falli nel progresso de' tempi; ed i secondi pensieri hanno migliorato le prime teorie. Le regole, le quali poscia si scrissero da' Professori sulla derivazione de' nuovi canali, furono una copia di quelle originali leggi, che di mano in mano si sono scoprendo dalle medesime naturali diramazioni de' fiumi; e sonosi applicate or ad una diversione artificiale, ed or all'altra; e però i Naviglj già fatti e sussistenti, ci dan-

Seconda Parte della Introduzione.

Origine delle artificiali diramazioni.

no un canone il più sicuro di tutto quello che debbasi osservare in qualsivoglia nuova formazione, che ci avvenga di fare; e questi sono i libri e gli esemplari da consultarsi dall' Architetto, acciocchè la teoria sua non sia disgiunta dal vero appoggio, che è il fatto e la esperienza.

Regole più universali cavate dalle esperienze già fatte.

La Storia adunque, quale ho premesso, non è una vana ostentazione di notizie, ma è una scuola più universale dell' Arte de' Navigli. Qualsivoglia canale già fatto, che si produrrà in esempio, varrà d' insegnamento a sciogliere le particolari difficoltà, che s' incontrassero in altro simile da farsi; e quindi non si urterà in quell' errore familiare agli Scrittori specolativi di non adattare il regolamento de' canali all' indole de' fiumi, da' quali sono derivati. Si sa che quasi ogni fiume si appropria le sue particolari immutabili leggi; e chi non le studia attentamente, perde l' opera ed il tempo: altri corrono torbidi, ed altri ghiaiosi: questi giù scendono precipitosi da balze e dirupi; quelli più tranquilli e cheti si muovono: alcuni corrono pericolo di riempimento; ciò che è sempre lo scoglio de' Canali navigabili; ed altri all' opposto farebbero disposti ad attrarre a se tutto il fiume con rovina del canale medesimo. Come siensi con l' arte bilanciati e regolati questi estremi in tanta varietà de' canali derivati da' fiumi maggiori, lo vedremo partitamente; e su questo più universale e più autentico libro della Storia de' Navigli, noi fissaremo le regole più accomodate a' casi particolari. Un' occhiata daremo sempre allo sperimento già fatto, ed un' altra al disegno dell' operazione, che si va meditando, conforme al modello.

Sperienze de' nuovi Canali riferbate a' soli Principi.

Nè con altro metodo, che con quello delle esperienze, si può insegnare la Scienza Idraulica de' Canali. Ma il punto della difficoltà si è, che queste esperienze non si possono rinnovare agiatamente da' Professori come e quando lo richiede la ricerca delle cose; cioè che fatti negli sperimenti della luce co' prismi, e delle affezioni dell' aria col voto, e della elettricità de' corpi colle consuete macchine, e d'ogni altra naturale scienza. All' opposto le spe-

sperienze de' nuovi fiumi e de' nuovi canali in tutte le loro svariate circostanze non si rinnovano, che di secolo in secolo una qualche volta, e sol quando o le Provincie, od i Principi mettono mano al pubblico erario per farne l' imprendimento. Quanto più rare adunque sono le operazioni de' nuovi canali nel corso di più secoli, tanto più sollecita farà la cura dello Scrittore di raccogliere, e di proporle ad una ad una, e di esaminarne l' invenzione, l' uso e la condotta, per cavarne le regole dell' arte. Osserverà egli quali avvertenze siensi avute nella scelta del primo incile della derivazione dal fiume principale, e nell' attraversarlo con chiufa, per obbligare parte del fiume ad imboccarne la nuova apertura: osserverà la posizione, la molteplicità e l'attitudine degli sfogatori ad iscaricare dal Naviglio, non meno le piene, che la copia delle materie, le quali si conducono dal fiume; e dove il corso del Naviglio venga interrotto da cadute, si farà più attenta riflessione all' artificio de' sostegni amovibili per conservare immutabile quella pendenza di fondo, che è necessaria alla navigazione. Tutte queste ed altre difficilissime regole sono state e scoperte ed adoperate dall' ingegno degli antichi Architetti, e sono concorse a formare quell' arte utilissima, della quale ci faremo a ragionare. La sola nostra Italia ci apre una scuola delle più rilevanti osservazioni. E perchè tant' altri canali, i quali all' imitazione de' nostri furono costrutti e nella Francia e nelle Fiandre, non contengono artificio diverso dal primo originario, che loro diede l' Italia; io più frequentemente mi fermerò negli esempj domestici, da' quali se n' è derivata l' arte.

Osservazioni da farsi su gli antichi Canali.

Nè de' nostri canali si proporrà soltanto la prima nascita, per così dire, ma il loro progresso e miglioramento; e quali nuove difficoltà si scoprirono nel loro uso, non prevedute nel primo disegno, e con quali mezzi se ne procurasse quella stabilità, che ora abbiamo. Tutto quello, che è stato frutto di tempo, di osservazioni e di sperimenti, sarà qui da me raccolto

in questa trattazione, la quale farà forse un altro bene di sollevare molti Leggitori a comprendere quelle arduità, che sfuggono ordinariamente dall'occhio di chi rimirava materialmente l'effetto, senza penetrarne le cause, dalle quali è sortito.

Prima però di ragionare de' canali manofatti, mi farò alquanto più indietro nel primo Capo a considerare i semplici rami, ne' quali si dividono i fiumi maggiori, e legnatamente quell'equilibrio di cagioni, che concorrono a mantenerli, e quale sia lo sconcerto, o prevalenza di forze, che di nuovo li riunisce in un medesimo canale. Coteſto avvicendamento delle naturali diramazioni ha poſcia ſcoperto agli Architetti con quali regole ſi ſtabilifcano le loro diverſioni ne' canali artefatti, e ſe ne impediſca o il riempimento loro, o l'abbandono: ciocchè farà il ſoggetto de' ſeguenti Capi.

Instabilità de' semplici Rami de' fiumi.



CAPO I.

*Della divisione de' Fiumi in più Rami,
e delle cagioni della loro conservazione.*



La natura è sempre quella, che precede a tutte le arti, ed a queste ne porge il modello: gli uomini poi sulle tracce de' suoi insegnamenti, hanno emulata la medesima con somiglianti operazioni, e ne hanno propagato l'uso a comodo della vita umana. Così è intervenuto nella grand' arte di condurre canali regolati. Osservarono da prima gli uomini con quali mezzi si fossero aperti tanti comodissimi rami de' fiumi, senza verun artificio, e come riceveſſero le acque dal loro tronco principale, e ſi appropriarſero per ſola legge di natura le prerogative del fiume, dal quale ſi partono; e ſu queſti medefimi principj ſtabilirono le teorie delle artificiali diramazioni. A procedere però con giuſto metodo, mi ſo què ad eſaminare ſu quali regole e circoſtanze la natura de' fiumi ſi abbia aperti tanti rami, e con quali forze ſe li mantenga, per applicare queſte medefime regole alle artificiali diramazioni di tanti canali regolati e navigabili, introdotti dall' induſtria degli uomini o ad uſo delle irrigazioni, o del commercio, o di far muovere edifizj diretti a diverſe ſorti di lavoro.

Prima origine delle artificiali diramazioni.

Ed acciocchè il Leggitorè, anche prima d' inoltrarſi a ciaſcuna parte delle materie, nelle quali è ripartita tutta l'Opera, ſ' anticipi il piacere di poterne comprendere in una ſola occhiata lo ſcopo, e la conneſſione delle propoſizioni riſguardanti or l'uno, or l'altro di quegli accidenti de' fiumi, che ſi vogliono quivi eſaminare; premetterò ſempre ad ogni Capo il Sommario ed il ſaggio delle dottrine e degli ſperimenti, che vi ſi contengono: ciò che molto

molto vale a destare la curiosità ed il buon genio de' Leggitori, a' quali, come la geografia de' paesi a' viaggiatori, così questo breve cenno discuope le vie, sulle quali si hanno eglino ad incamminare, e gli sollecita a prender le mosse.

S O M M A R I O.

Da quale concorso ed uniformità di cagioni sieno originati diversi rami de' fiumi, e si mantengano costantemente. Esempj e cagioni della conservazione d'alcuni rami, e delle vicende d'altri. Pericoloso consiglio de' nuovi tagli de' fiumi. Assorbimento di tutto il fiume pel ramo più favorevole. Fatto memorabile dell' abbandono di Po grande del ramo di Ferrara. Ritiramento dell' Adda dal ramo sinistro, più disposto ad imboccare felicemente il Canale di Muzza sotto Cassano. Necessità de' respingenti, e de' sostegni per uguagliare le condizioni delle diramazioni. Corta durata de' rami ne' fiumi torbidi, e cagione più universale del loro riempimento. Ne' fiumi d'acque chiare compenso reciproco di condizioni favorevoli e contrarie, e più lunga conservazione de' medesimi rami. Esempio delle diramazioni del fiume Chiese sul Bresciano. Effetti dell' unione d'acque chiare con le torbide. Esempio del Canal-bianco mal applicato al ramo del Poasello. Errore comune nell' espansioni de' fiumi a fine di abbassare l'altezza delle piene. Diminuzione del corpo d'acque, quando scemi l'altezza de' fiumi, e quando no. Caso unico dell' utilità della diversione. Regola falsa del Sig. Gennerè applicata a tutte le diversioni. Sentimento contrario del Castelli e del Guglielmini.

PROPOSIZIONE I.

Se un fiume nel suo corso s'incontrerà in un tratto di terreno assai basso sulle sue sponde disarginate, e di uguale caduta del medesimo fiume, e di egualmente spedita intradu-

duzione, e di uniforme resistenza del fondo e delle rive; il fiume da questo lato si aprirà un ramo, vi entrerà in parte, e seconderà la stessa caduta, fino a rientrare nel fiume, dond' è partito, ovvero a proseguire il suo corso in altra parte.

Questa uniformità di circostanze è stata la prima origine di tutte le diramazioni de' fiumi; e da questa uguaglianza dipende la perpetua conservazione dei rami, ne' quali si divide il tronco primario d'un fiume: ciocchè ho potuto osservare ne' miei viaggi in que' rami, ne' quali si sparte il Danubio sotto Vienna ed altrove, e che si mantengono per più secoli, attesa l'uguaglianza della caduta, della imboccatura e di tutte quelle circostanze, le quali od accretiscono, o conservano, o ritardano la velocità delle acque, che scorrono per essi.

Dove però tutte queste circostanze riferite nella Proposizione, ed annoverate ancora dal Guglielmini al capo 12 della natura de' fiumi, non concorrano unite; qualunque naturale diramazione di fiume si arresterà, e farà soggetta a vicende d'asciugamento. Un solo esempio riferirò qui d'un nostro domestico fiume, qual è il Ticino, per quell'ammaestramento, che ci può dare in casi somiglianti, e per confermare vie più quanto ho scritto, pochi anni sono, in proposito delle controversie insorte intorno al pericolo del suo totale sviamento dal ponte, e dalle mura di Pavia, sotto le quali decorre. Superiormente alla Città il Ticino si sparte in un suo ramo denominato *Gravellone*, il quale attraversando tutta la Valle Lucertina, torna ad imboccare nel fiume primario, alquanto al di sotto del suo celebre ponte. La caduta di questo ramo è la medesima di quella del fiume principale; imperocchè dal suo punto di diversione ricade allo stesso termine dell'alveo comune: ma la sua imboccatura per naturale costituzione della situazione, non può ricevere fuorchè le acque alte di semplice espansione del fiume; nè può essere secondata dal filone, il quale è diretto in altra parte a continuare il suo corso sotto il ponte

Concorso di cause alla stabilità de' Rami.

Vicende del Ramo del Ticino, e perchè.

Disuguaglianza d'imboccatura.

di Pavia, ove l'alveo si mantiene per questa ragione più profondo e scavato fino all'ultimo suo sbocco in Po in breve distanza. Da questa semplice disuguaglianza e difetto d'imboccatura ne nascono tutte le alterazioni di questo ramo, ora pienissimo, ed ora asciutto. Imperocchè nel tempo delle massime escrescenze del Ticino il Gravello assorbito gran copia d'acque, e decorre coranto gonfio, che di pochissimo si dissomiglia dal fiume principale: la ragione si è, perchè la contemporanea escrescenza del Po stendendo su per lo sbocco del Ticino il suo alto ringurgito fino all'imboccatura di questo ramo, solleva quivi il pelo della viva corrente, la quale perciò è obbligata a rovesciarsi nella bassa valle, e ad investire il ramo già aperto: ma questa è un'apparenza effimera. Con quella stessa

Ringurgito di Po cagione accidentale delle sue piene.

proporzione, colla quale si ritira il ringurgito di Po, e si abbassa la piena del Ticino, il filone del fiume conservando sempre la sua immutabile direzione al ponte, si trae dietro il maggior corpo d'acque, le quali poco a poco si vanno ritirando ed inalveando dove le invita la maggiore profondità. Di qui è che quel Gravello, il quale pareva che in acque alte volesse assorbire e divertire a se tutto il fiume, in acque basse scorre scarissimo, e spesso volte asciutto.

Per questa ragione ho dimostrato, anni sono, in una mia Visita e Relazione all'Eccellentissimo nostro Governo, quanto falsi fossero i timori di quegli, i quali presagivano che tutto il Ticino dovesse in breve ripiegarsi per questo ramo nella Valle Lucertina, ed abbandonare il ponte di Pavia; e perciò consigliavano grandiose operazioni di nuovi tagli, per impedirne a tempo il disordine. Dissi allora rivolto a quelli, che intervennero nella Visita; dissì che osservassero attentamente il corso superiore del Ticino, e la immutabile costituzione delle sue stabili rive e de' suoi risvolti; e si sarebbero tosto ricreduti dell'errore, che il fiume Ticino in verun tempo potesse rivolgere la direzione del suo filone ad investire il ramo del Gravello, e ad isviarsi dal ponte di Pavia: dissì che già da più secoli

Vani timori dello sviamento del Ticino in questo Ramo.

secoli si erano rinnovate le stesse apparenze senza la minima conseguenza; che queste erano l'effetto di un accidentale traboccamento nella Valle Lucertina e nel Gravello, nel caso che il ringurgito delle piene di Po sostenesse ad altezza soverchia le piene del Ticino; ma che cessato questo temporaneo sostegno, le acque tutte erano ritornate sempre nel primiero loro corso, dove le invitava e l'alveo più profondo, e la direzione del filone: e siccome la Visita mia fu eseguita appunto in tempo di state e d'acque magre del Ticino; questa circostanza mi giovò affaissimo per isgannare molti increduli del paese, a' quali io poteva sul posto additare nel letto asciutto del Gravello, quanto più alto fosse il suo fondo di quello del fiume principale, il quale decorreva tuttavia ricco d'acque, e quanto lontano fosse il pericolo del suo sviamento in questo ramo.

Simigliantemente, se la diversione d'un fiume s'incontrerà in un tratto di terreno di maggior resistenza, sicchè non se lo possa in verun tempo scavare, ed abilitare alla uniforme caduta appropriata al fiume; questo ramo non farà capace in ogni stagione di attrarre le acque, e di mantenervisi costantemente. Per tutte queste ragioni nel corso de' fiumi maggiori quante vestigia noi osserviamo de' loro rami o inariditi, o riempiti e resi inoperosi? Troppo difficile e raro si è il congiungimento di tutte quelle cagioni, che gli stabiliscono; ed io stesso perciò con altrettanta ritrosia sono stato sempre alieno da simiglianti progetti di nuovi tagli, con quanta facilità si odono proporsi da certuni o poco sperimentati, o più azzardosi.

Disuguale resistenza allo scavamento.

In fatti nella grande controversia dell'inalveazione del Reno di Bologna e degli altri torrenti torbidi nel Po di Primaro, cioè nell'alveo abbandonato di Po, fra molti svariatissimi progetti, i quali caddero in mente a' più celebri Matematici, non fu certamente l'ultimo quello di derivare dal Po grande alla Stellata un suo ramo, e di condurlo per alquante miglia ad isboccare in quest'alveo abbandonato dell'antico Po di Primaro, non meno per impedire l'ulteriore suo interrimento per le torbide de' torrenti, i quali

Progetto di nuova diramazione di Po grande:

quali vi si dovevano introdurre, che per accrescere nuova forza allo scavamento col maggior corpo d'acque. Così progettò il chiarissimo Matematico Sig. Perelli nella celebre Visita del Sig. Cardinale Conti l'anno 1761, e nella sua stampata Relazione, con queste parole. *Resterà sempre per ultimo un altro rimedio reale e sicuro, cioè il far capitale delle acque perenni di Po grande, derivandone un ramo vicino alla Stellata, e conducendolo ad unirsi col nuovo fiume, il quale allora accresciuto di portata, acquisterebbe forza bastante per spingere al mare le sue torbide, senza deporre l'arena e la terra per istrada. Questo pensiero non può dirsi nuovo, essendo stato proposto, un secolo fa, dal famosissimo Astronomo Gio. Domenico Cassini, e riprodotto un'altra volta dal Sig. Eustachio Manfredi di sempre chiara memoria, nelle conferenze tenute per gli affari del Reno l'anno 1725 nella Città di Faenza, coll'approvazione dei due celebri Abbati, Grandi e Galiani, l'uno e l'altro Matematico Pontificio.* Così egli.

Sua incertezza. Ma qual altro progetto era più incerto di questo? Chi poteva presagire la sussistenza al progettato ramo di Po, nè meno per pochi mesi, e chi assicurarne la costante introduzione in tanti serpeggiamenti e cambiamenti del corso di Po or sotto una riva, ed or sotto l'altra? Quante volte cotesto ramo sarebbe rimasto asciutto negli ordinarj abbassamenti del pelo di Po, e disposto ad interrarsi in ogni scemamento delle sue acque, e della sua velocità? Con quanto dispendio era d'uopo che se ne profundasse il suo alveo a segno di poterne attrarre le acque dal fondo bassissimo del Po alla Stellata? Quanto sconcerto alla felice introduzione di questo ramo avrebbe cagionato il semplice vicino sbocco del torbidissimo Panaro? Non era certamente questo un progetto nè di praticabile esecuzione, nè tampoco di lunga durata. Grazie a Dio, fra tanti ripieghi progettati inutilmente nel corso di 160 anni, questo fortunatamente non si è eseguito; ed io stesso l'ho riprovato nel mio Voto sull'affare di Reno l'anno 1766. Intanto ho voluto farne qui un cenno, per di-

fin-

Pericoloso consiglio di nuove diramazioni. finganno di que' Professori, i quali acconciando alle loro altratte teorie i fatti contrarj della natura de' fiumi, proclivi sono a consigliare simiglianti intraprendimenti di nuovi rami da cavarli da' fiumi maggiori o per uso di navigazione, o per altro vantaggio, senza riflettere alla somma difficoltà, che s'incontra assai volte per farli sussistere lungo tempo.

Egli è vero che di altre costanti diramazioni da' fiumi maggiori abbiamo non pochi esempj nella Storia naturale; e tra gli altri, il Sig. Genneté nella quarta parte della sua lettera idrostatica riferisce il corso del Reno diviso in più tronchi da Emmerich fino al mar Germanico, o sia Belgico. Racconta egli che inferiormente alla Città d'Emmerich il Reno si divide in due parti prefocchè eguali, le quali formano ognuna d'esse un ramo navigabile. Uno di questi rami passa da Nimega col nome di Vahal, e riceve la Mosa a Worcum; e questo corpo d'acque corre fino a Dort e Crimpen col nome di Meruva: l'altro ramo del Reno bagna Heussen; poi si divide per formare il canale, o Fossa Drusiana, che lo conduce nell'Yssel. Di tutte coteste diramazioni o naturali, od artificiali, dopo più secoli se ne riconosce la sussistenza anche al dì d'oggi, e la loro utilità nella estensione della navigazione: ma queste non danno regola certa all'Architettura per decidere di qualunque altra diramazione; se la medesima non sia fondata nella natura, cioè nel complesso delle cagioni cospiranti, da me sopra esposte col Guglielmini, vale a dire, nelle condizioni di eguale caduta del fiume principale, di egualmente spedita introduzione, e di uniforme resistenza del fondo: cose tutte difficilissime a combinarsi in molte altre diramazioni, le quali si conducono ad isboccare o nel medesimo fiume, od in altro recipiente.

Cagioni cospiranti alla stabilità di altre diramazioni.

PROPOSIZIONE II.

Se un ramo di fiume verrà in progresso acquistando condizioni sempre più vantaggiose per rapporto alle condizioni dell' altro, cioè maggiore felicità di corso e dilatazione e profondamento, senz'chè una tale prevalenza possa arrestarsi; sarà necessario che il medesimo ramo assorba col tempo tutta l'acqua del fiume, e che l'altro ramo sia interamente abbandonato.

A Queste vicende soggiacciono tutti i rami de' fiumi Reali, quali veggiamo talvolta incamminarsi per altri corsi e letti. Un esempio memorabile abbiamo del Po grande. Prima del 1152 non contavasi altro Po, che quello di Ferrara, il quale poi diviso in due rami, cioè il Po di Volano ed il Po di Primaro, conducevasi ad isboccare nel mare Adriatico non molto lungi da Ravenna. Gli Storici Ferraresi riferiscono la prima origine del Po di Venezia e di Lombardia ad una rotta seguita nell'anno 1152 tra la Stellata e Ficheruolo alla sinistra del Po; la qual rotta, 50 anni dopo, da un certo Sicardo da Ficheruolo con taglio manofatto fu rinnovata; onde voltata la corrente da quella parte, si venne a poco a poco ampliando e profondando il canale, il quale prima era assai angusto, e quindi a formarli il ramo di Venezia; e come quello che aveva corso più breve e più veloce, crebbe col proseguimento del tempo; ma si richiesero più secoli, prima che si riducesse alla presente capacità. Si mantennero dunque li due rami del Po di Ferrara e del Po di Venezia in una specie di equilibrio, amendue profondi e navigabili da ogni sorta di legni, fino alla metà del secolo decimo sesto, nel qual tempo si osservava che il Po di Ferrara andava manifestamente dimagrandosi, e impoverendosi d'acque, le quali venivano per la massima parte assorbite dal ramo di Venezia più rapido e profondo; e nello stesso tempo il ramo di Ferrara rallentava di corso,

Fatto memorabile d'assorbimento del Fiume primario nel suo Ramo.

Durata de' due Rami di Venezia e del Primaro.

Primo sconcerto d'uguaglianza.

so, e si rialzava di fondo, di modo che si era reso ormai impotente a sostenere i legni di maggior carico, con pregiudicio della navigazione e del commercio. Non mancò l'ultimo de' Duchi di Ferrara Alfonso Secondo di fare ogni sforzo per impedire la totale deviazione del Po di Ferrara, avendo egli a questo effetto fatte fabbricare con gravissima spesa grandiose palizzate, pretendendo con esse di respingere le acque, le quali in troppa abbondanza entravano nel ramo di Venezia, ed obbligarle ad incamminarsi per il ramo di Ferrara: ma cotesto tentativo cadde in vano; essendo state ben presto scalzate e distrutte dalla forza di sì gran fiume, superiore a questa sorta di ripari. Nello spazio di non molti anni la scarsità dell'acqua e l'interramento dell'alveo del Po di Ferrara giunsero a segno, che il Reno ed il Panaro entrandovi colle loro piene, invece di continuare il cammino verso l'antica loro foce in mare, rivolgevano per la massima parte le acque al contrario del corso del recipiente, andando a ritrovare il Po di Venezia alla Stellata. Finalmente mancò affatto nel ramo di Ferrara l'influsso dell'acque del tronco del Po superiore alla Stellata, fuori solamente del tempo delle piene; finchè tolta ogni comunicazione con l'intestatura al Bondeno consigliata dal celebre P. Abate Castelli, divenne quasi cadavero di fiume, con perdere l'antica denominazione, venendo volgarmente chiamato a distinzione del Po grande, o di Venezia, col nome di Poatello.

Parrà difficile a molti il concepire, come il Po di Ferrara, dopo essersi mantenuto per lo spazio di quattro secoli profondo, e ricco d'acque a fronte del Po di Venezia, abbia potuto nel termine di 60 anni perdere l'uguaglianza di pendenza e di corso col ramo di Venezia, e per conseguenza il suo profondamento coll'intera sua diversione nel ramo prevalente. Una delle origini di questo sconcerto d'equilibrio fra due rami è stata prodotta dal dottissimo Sig. Perelli Professore di Matematica nella Università di Pisa. Egli nella sua Relazione al Sig. Cardinal Conti sull'affare del Reno, la rifonde nel prolungamento di

Inutile sforzo de' Duchi di Ferrara.

linea del Po di Ferrara sopra il ramo di Venezia, e nel suo scemamento di pendenza: così egli scrive. *Convien riflettere al prolungamento della linea dello stesso Po di Ferrara, mediante le arginature fabbricate dai Duchi per ottenere la bonificazione del Polesine di S. Giorgio, e l'utile della pescagione nelle Valli di Comacchio. Non vi è dubbio che il Po di Ferrara anticamente si scaricasse nelle paludi dette i sette mari, le quali col pelo si spianavano sopra il livello del mare; ed avendo riguardo alla loro ampiezza, dovevano stendersi alla distanza di poche miglia dalla Terra di Argenta, dalla quale la foce del Primario è ora lontana più di 25 miglia; di modo che il prolungamento della linea di Po, mediante le arginature, non sarà stato meno di 15, o di 18 miglia; e la caduta del pelo del Po della Stellata alla distanza dello sbocco antico del Po nelle paludi di Argenta, dovette necessariamente diminuirsi d'altrettanto, quanto importa la caduta del Primario nelle ultime 15, o 18 miglia del suo corso. Non è dunque da stupire, se le acque del Po grande, ritrovando farsi sempre minore la declività dalla parte del ramo di Ferrara, che da quella del ramo di Venezia, si rivolsero finalmente a quest'ultimo, abbandonando quasi totalmente il primo.*

Così pensò e scrisse il dottissimo Perelli; e somiglianti prevalenze, ora di pendenza, ora di più felice imboccatura, ed altre tali introdotte nel progresso de' tempi o dall'arbitrio degli uomini, o dalla natura, son poi quelle, che fanno que' grandi cambiamenti del corso de' fiumi sulla faccia della terra, come ci è palese dalle Storie.

PROPOSIZIONE III.

Se un fiume, che porti ghiaie, o torbide, diviso in due rami, si verrà in progresso di tempo accrescendo le condizioni favorevoli all'uno di essi; non in altra guisa potrà impedirsi la totale diversione del medesimo, fuorchè con opere manofatte di sostegni, i quali

o re-

o restituiscano il primiero equilibrio delle condizioni de' due rami, ovvero volgano interamente il fiume in quell'unica diramazione, la quale si reputa la più vantaggiosa o alla navigazione, o ad altro uso.

Tutti li fiumi, i quali menano o torbide, o materie pesanti sul fondo loro, non possono lungamente mantenersi quell'equilibrio, del quale abbiám parlato nella Proposizione I., di condizioni egualmente favorevoli alla stabilità di due, o più rami. Cagione di questo frequente sconcerto si è la qualità del fiume, il quale traendo seco o materie sottili e terree incorporate coll'acque, o materie ghiaiose e pesanti sul fondo, le va deponendo, massimamente al calar delle piene, or quà or là nell'alveo suo; e dove alza dossi di ghiaie, e dove forma gomiti respingenti alle rive; e dietro queste variazioni del fondo seguono le alterazioni dell'andamento del fiume, il quale si ripiega ad imboccare più un ramo, che l'altro, ed a volgere poco a poco tutto il filone ad incamminarsi per quella via, verso dove preponderano le condizioni favorevoli ad un corso più spedito. Coteste vicende, quando non recano pregiudicio veruno, si soffrono con indifferenza, nè gli uomini si crucciano per impedirle; ma si considerano come soliti scherzi della natura de' fiumi.

Non così, se lo sviamento d'un ramo o tolga la navigazione necessaria da quel lato, ovvero sconcerti il corso posteriore del fiume principale diretto ad imboccare un qualche altro canale, anche di semplice irrigazione, che se ne derivi. Allora è che a ridurlo allo stato del suo antico corso è d'uopo di ricorrere all'arte, la quale prevalga agli ostacoli della natura. Produrrò alquanti esempj, come io sempre costumò di fare, i quali sono poi quegli unici, che sviluppano la teoria, e la rendono trattabile. Un tale nocivo cambiamento di corso si vide, pochi anni sono, nel fiume Adda con danno gravissimo del gran Canale di Muzza derivato dal medesimo fiume, e so-

Incostanza de'
Rami originata
dalla qualità del
fiume primario.

Unico spediente
per conservare il
Ramo più im-
portante.

stenuto a questo fine da una maravigliosa traversa; e dirò come ne ho consigliato e restituito il vecchio corso dell'Adda. Questo fiume sotto Gropello, un miglio sopra il canale di derivazione della Muzza, dividevasi in due rami, l'uno assai minore a destra denominato il *Rabbioso*, e l'altro molto maggiore a sinistra, pel quale decorreva il corpo primario dell'Adda, e si appella il *Canale de' Morti*, il quale ripiegandosi di fianco dalle bocche del Ritorto, volgeva la massima parte del fiume ad investire rettamente l'imboccatura della Muzza. Finattanto che il ramo, o sia Canale de'Morti per due secoli si conservò vigoroso, e ricco d'acque, ancora il corso posteriore dell'Adda dirigeva tutta la corrente viva ad inalvearsi pel Canale di Muzza. Imperocchè dallo sbocco di questo ramo sinistro nell'alveo comune del fiume principale, il suo filone due volte ribattuto dalla destra e dalla sinistra riva, portavasi ad investire l'imboccatura di Muzza sotto il Castello di Cassano, di dove le sue acque non potevano più divagarsi altrove a traboccare con eccesso dalla cresta della superiore traversa nell'alveo continuato dell'Adda; ma tutto il corpo maggiore era già incalzato dalla corrente per l'imboccatura del canale medesimo di derivazione. Questo era l'antichissimo andamento dell'Adda per il Canale de' Morti; e da queste incidenze e riflessioni della corrente se ne derivava tutta la felicità dell'imboccatura di Muzza, la quale si conservò sempre sgombra dalle ghiaie, e capacissima di quel grandioso corpo d'acque, che pur troppo è necessario all'irrigazione di tutto il vasto Territorio Lodigiano. Quindi quegli antichi Architetti furono sempre gelosi in ogni tempo di sviare l'Adda dal ramo destro con validi Respingenti, come lo dimostrano le vestigia delle vecchie manifatture, e di far prevalere questo importantissimo sinistro ramo.

Negli ultimi nostri tempi cadde in dimenticanza a' posteriori Direttori la necessità di questo andamento del fiume per rapporto alla Muzza; nè penetrando più oltre, parve a' medesimi che ricadesse allo stesso effetto il corso dell'

Ramo d'Adda il più favorevole all'imboccatura di Muzza:

Sua conservazione per due secoli.

Abbandono del Ramo sinistro.

dell'Adda o per l'uno, o per l'altro ramo: tralasciarono la manutenzione ed il prolungamento degli antichi Respingenti; e permisero che il filone dell'Adda poco a poco si accostasse al ramo destro, e si ritirasse dal sinistro, ove prestamente vi depositò gran copia di arene e di ghiaie; e quindi improvvisamente si cambiarono le vicende per rapporto alla Muzza; imperocchè da questa novità ne venne subito l'impovertimento d'acque nel seguente canale di derivazione: e se ne avvidero della ragione gli Architetti medesimi; dacchè l'Adda sboccando allora dal ramo destro, spinse la sua corrente alla sinistra riva, dov'erano situate le bocche del canale Ritorto, le quali afforbivano gran parte del fiume, rovesciandone l'eccesso giù per l'Adda inferiore: dalla detta riva dell'Adda sotto il Ritorto riflettendosi la corrente di nuovo alla destra riva, e ribattuta da questa alla sinistra contro il sostegno, o, come dicono, *Traversino* del fiume, si devì dall'imboccatura di Muzza tutto il filone, e si ripiegò a scaricare il maggior corpo d'acque dalla cresta della medesima chiusa.

Nell'anno 1761 per supremo comando del nostro Governo, essendo io stato chiamato a riconoscere sul posto l'origine di così nocevole variazione di questo canale, a pregiudicio di tutta la vasta irrigazione Lodigiana, esposi tosto a viva voce il mio ingenuo sentimento a' Ministri delegati; e più ampiamente lo volli dichiarato nella stampata Relazione di Muzza, e delle origini del suo decadimento: dissi che non altro progetto ci restava, che quello di ritornare alle prime vie battute dagli antichi Architetti, cioè di restituire al corso superiore dell'Adda il ramo sinistro del Canale de' Morti: che da questo solo dipendeva tutto il conseguente andamento favorevole all'imboccatura di Muzza: che questo progetto non era già una semplice specolazione incerta e vacillante, ma un fatto certissimo autentificato dalla esperienza de' due secoli precedenti e dalla ragione: che a questo scopo dovevano essere rivolte tutte le spese de' Signori Interes-

Nuovo sbocco di tutta l'Adda pel Ramo destro.

Restituzione del corso dell'Adda al Ramo sinistro.

fati. E perchè un somigliante ragionamento era una visibile dimostrazione dell' errore commesso ancor recente, si arresero tutti; e non ostante qualche contraddizione de' Possessori della roggia Ritorto, al cui prò ridondava tutto lo svantaggio della Muzza, si riaperse collo scavamento il ramo sinistro: ma ciò non era bastante alla riordinazione del vecchio stato del fiume, il quale avendosi approfondato l'alveo superiore sotto la riva destra di Gropello, spingeva tutto il corpo d'acque ad imboccare il ramo destro. A questo fine sotto la medesima riva destra di Gropello si piantarono nell' Adda tre validi Respingenti formati di grossi ceppi e macigni, i quali regolarmente volgevano, come prima, la corrente alla sinistra, per dove il fiume si approfondasse di nuovo il suo letto verso l'imboccatura del sinistro ramo; e nel corso di tre anni si videro successivamente prolungando i Respingenti, finattanto che si vide restituito tutto il corso primitivo dell' Adda nel Canale de' Morti, e nell' imboccatura di Muzza sotto il Castello di Cassano.

Necessità di nuovi Respingenti e Sostegni:

Necessità della loro manutenzione.

Ho voluto registrare qui questo esempio, non meno per confermare questa III. Proposizione, che perchè non si smarrisca di nuovo ne' nostri Architetti la memoria di questo importante ramo. Pur troppo io temo che dopo le operazioni fatte da me eseguire dodici anni fa, se ne sia trascurata da quel tempo la manutenzione, la quale in materia de' fiumi è tanto necessaria, quanto la prima costruzione; e però avverto che, se si permetterà la rovina di que' Respingenti, o sostegni, il filone dell' Adda ripiglierà nella sua incostanza la direzione svantaggiosa all' imboccatura di Muzza, con danno incomparabilmente maggiore di quell' annuale dispendio, che richiede la semplice manutenzione d' un' operazione tanto interessante.

Instabilità de' Fiumi ghiaiosi regolata dall' arte de' Sostegni.

Ma ritornando al caso della presente Proposizione, ognuno vede che pel continuo passaggio di prevalenza da un ramo all' altro ne' fiumi ghiaiosi, o torbidi, l' arte sola e l' opera degli uomini possono dare all' uno de' due

due rami quella stabilità, che è necessaria al costante suo uso, ed all' utilità, che se ne deriva. Col mezzo di simili sostegni e traverse ne' nostri familiari fiumi dell' Adda, del Lambro e del Ticino noi conserviamo stabilmente molte diversioni ad uso de' mulini e d' altre macchine idrauliche. Molto più poi li sostegni ci si rendono indispensabili in que' fiumi, i quali da un lato decorrono rapidi e con frequenti cadute ne' loro alvei, e d' altro lato il pelo delle lor acque si dee alzar di tanto, quanto richiede il più rilevato livello de' piani e de' canali d' irrigazione, a' quali fa d' uopo d' imboccare parte del fiume per farlo decorrere a beneficio delle campagne vicine; come osserviamo ne' frequenti sostegni della Muzza, i quali con vocabolo del paese si addimandano *Levate*. Come poi, ed in qual forma, e con quale solidità di costruzione si attraversino i fiumi maggiori con i sostegni, per derivarne canali di navigazione, lo dirò ne' seguenti Capi.

PROPOSIZIONE IV.

Ne' fiumi d' acque chiare, quantunque portino ghiaie od altre materie pesanti, eziandio senza il soccorso de' sostegni, più lungamente si conservano le loro diramazioni di quello che avvenga ne' fiumi costantemente torbidi.

LA sperienza ce lo dimostra con una generale induzione in tutti que' fiumi torbidi, i quali decorrono per vaste pianure; e la stessa sperienza ce ne palesa la ragione e la cagione di questo effetto a differenza de' fiumi d'acque chiare. Prendiamone l' esempio dal sempre torbidissimo Po. In ogni sua massima piena quante diramazioni si aprono! ed alcune di tale ampiezza, che pare che minaccino d' ingoiarsi tutto il fiume; aspettate un qualche mese, ed il corso di altre piene: voi vedrete otturati que' rami, e rivolta la corrente in altra parte. A chi

Aprimento ed otturamento continuo de' nuovi Rami in Po.

viaggia lungo il Po nelle pianure di Lombardia, s'affaccia sempre cotesto continuo cambiamento di scena, o di rami abbandonati, o di nuovi alvei aperti, ora per corrosione, ed ora per *salto*, come dicono, e col taglio di vastissime isole. La ragione di questa incostanza è chiarissima. I fiumi torbidi, com'è quasi sempre il Po, più o meno ne' diversi suoi stati, si aprono bensì collo scavamento una qualche diramazione in quel primo loro petuoso traboccamento; ma la forza di mantenerla scavata si fa sempre minore di quella, che concorre al suo riempimento. La prima forza tosto si diminuisce al calar della piena; ma la seconda va sempre costantemente crescendo: imperocchè non così tosto si abbassa la piena, che si scema all'acque la caduta, il corpo e la velocità; e le parti terree non possono più sostenersi galleggianti, e calano al fondo; e questo effetto è poi quello, che continua incessantemente ne' fiumi naturalmente torbidi; e per tutta l'estensione della diramazione rialza per molte braccia il fondo di tutto l'alveo nuovo, e se lo riempie, fino ad uguagliarlo in breve tempo al livello del circostante terreno. La forza adunque, con cui il fiume torbido si apre il nuovo ramo, può dirsi momentanea, o almeno di assai corta durata; ma la forza contraria di riempierlo di nuovo colle deposizioni è durevole, e sempre accompagnata col fiume medesimo in qualunque suo stato e tempo; e però questa sempre prevale alla prima ne' fiumi torbidi, ed è la cagione delle dette vicende.

All'opposto ne' fiumi d'acque chiare più lungamente si conservano cotesti rami; perchè comunque nelle loro temporanee piene conducano qualche copia di ghiaie od arene; nello stato ordinario però d'acque mezzane, che è sempre di maggior durata, non solamente non se ne accrescono di nuove, ma hanno forza di trasportare le prime a poco a poco, e le smaltiscono; e se all'imboccatura de' loro rami si fosse depositato un qualche dosso delle medesime, dalla ordinaria corrente si va scemando quell'accidentale impedimento, o per altra nuova piena

Due cagioni diversamente concorrenti a contrario effetto ne' fiumi torbidi.

Fiumi d'acque chiare più lungamente conservano i loro Rami.

sopravveniente il fiume stesso se lo divora. Quindi ne' fiumi d'acque chiare e ne' loro rami più facilmente si mantengono tutte le circostanze riferite di sopra, e considerate dal Guglielmini nel capo 12 della natura de' fiumi, *le quali possono od accrescere, o conservare, o ritardare la velocità dell'acqua, che scorre per essi; dall'egualità delle quali cose si forma un esatto equilibrio, a cui succede una perpetua conservazione dei rami, ne' quali si divide il tronco primario del fiume.* Così egli.

Anzi segnatamente ne' fiumi d'acque chiare, per rapporto a' loro rami si osservano verificarsi li due casi riferiti in questo luogo dal Guglielmini. Il primo è, che nella incostanza de' loro corsi si faccia sempre un compenso reciproco d'una condizione assai favorevole ad altra contraria: a cagion d'esempio, se il ramo del fiume in alcun luogo si ritringa nella sezione per qualche deposizione di ghiaie gittatevi alle rive, ma quivi si accresca di velocità e di forza con profundarsi il fondo; può darsi, prosegue il Guglielmini, *che si abbia l'equilibrio delle circostanze, e per conseguenza che si mantenga il corso del fiume pe' suoi rami, senza che le medesime sieno eguali ad una ad una; purchè il difetto della prima sia compensato coll'eccesso della seconda; essendo certo presso i Geometri, che dalle proporzioni reciproche si compone la proporzione di egualità.* Il secondo caso riferito dal Guglielmini è quello, che spesso volte succede nelle diramazioni de' fiumi d'acque chiare, e particolarmente nelle frequenti alterazioni delle loro imboccature: *Possono anche conservarsi, dic' egli, i rami d'un fiume preso a poco nello stato medesimo per cagione d'un continuo sconcerto del sopraccennato equilibrio; purchè la prevalenza delle condizioni si permuti a favore ora dell'accrescimento, ora del decrescimento del ramo medesimo; poichè allora le cose si mantengono a un di presso nello stesso stato, quando continuamente e per brevi intervalli crescono e calano, librandosi, per così dire, attorno il termine di mezzo, che è quello, che sta tra il massimo accrescersi ed il massimo*

Compenso reciproco di condizioni favorevoli e contrarie.

Conservazione de' Rami originata dal continuo sconcerto dell'equilibrio delle condizioni.

simo diminuirsi. Nelle diramazioni non artefatte, ma naturali, e lasciate all'indole del fiume, dice il Guglielmini ciò succedere il più delle volte per la diversa direzione dell'imboccatura, la quale, secondo che è più favorevole ad un ramo che all'altro, fa entrare maggior corpo d'acque nel primo che nel secondo: il che contribuisce alla di lui scavazione e dilatazione. Ma cambiandosi, come molte volte avviene, la direzione del filone, e voltandosi all'altra parte, ne segue che il ramo, il quale pareva che tendesse all'essere abbandonato dal fiume, di nuovo lo riceveva abbondantemente, e l'altro, che correva gonfio, ritorna alla sua primiera debolezza.

Simiglianti vicende, le quali non impediscono la conservazione de' rami, hanno luogo soltanto ne' fiumi d'acque chiare: ma contro la conservazione d'un qualche ramo di fiume sempre torbido, milita un'altra cagione universale, cioè l'insuperabile proclività al suo interramento ed alzamento di fondo; voglio dire la continua e non mai interrotta deposizione delle torbide, la quale va sempre crescendo nella diramazione e per il minore corpo d'acque, e per la minore velocità; mentre il fiume primario si va sempre vantaggiando nelle medesime condizioni. E questo interramento è quel principale impedimento stabile, di cui parla il Guglielmini: quindi egli soggiugne. *Per altro, quando in un ramo vi sono impedimenti stabili, e nell'altro perpetua felicità di corso, è necessario che questo assorbisca col tempo tutta l'acqua del fiume, e che l'altro sia interamente abbandonato, particolarmente in caso d'acque torbide, le quali, illanguidendosi il moso, interrisono il proprio letto. Ed in conferma di ciò il Manfredi vi fa la seguente annotazione. Il caso, di cui qui si parla, accadde nel Po grande verso il mezzo del secolo sesto, intorno al qual tempo egli venne assorbendo tutta l'acqua, che prima soleva entrare col maggior corpo nel Po di Ferrara; per modo che cominciò questo a non riceverne più alcuna parte, fuorchè nelle somme escrescenze; e ciò dopo essersi mantenuiti amendue i rami*

Torbidezza ne' Fiumi cagione più costante del riempimento de' loro Rami.

mi ben quattro secoli in quell'equilibrio, di cui qui si ragiona.

Replica opportunamente il Guglielmini l'eccezione alla regola generale: *Ho detto particolarmente in caso d'acque torbide; perchè essendo le acque portate dal fiume in ogni tempo chiare, possono per molti altri capi mantenersi nel medesimo diversi rami, i quali tutti portino acqua in diversa proporzione, senza considerabile alterazione da un tempo all'altro, come succede nei canali d'irrigazione e simili.*

Una prova manifesta di questa proprietà e costanza ne' fiumi d'acque chiare mi venne fatto di riscontrare, anni sono, nelle varie diramazioni del fiume Chiese sul Territorio Bresciano. Erano inforte da gran tempo gravissime controversie tra la Città e li suoi Territorj intorno alla giusta partizione dell'acque del fiume Chiese, il quale primieramente presso alla Terra di Gavardo dividevasi in due rami eguali; l'uno a destra decorreva al mantenimento del Naviglio della Città e de' suoi edifizj; l'altro a sinistra era divertito alla irrigazione di tre Territorj, di Lonate, di Calcinato e di Montecchiaro, con questa legge di riparto, che a ciascun Territorio fosse lecito di derivare solamente da questo ramo una sua terza parte. In tante divisioni e suddivisioni ciascun Partito temeva d'essere defraudato dall'altro; e la controversia s'inoltrò a così alto segno, che alcuna volta si venne all'armi tra le confinanti popolazioni. Finalmente nell'anno 1762 convennero la Città di Brescia e que' Territorj d'incaricarmi d'una così pericolosa delegazione, e di decidere sul campo, se il ripartimento di quest'acque fosse conforme alle antiche convenzioni. Alla presenza adunque de' rispettivi Deputati delle Comunità, e coll'esattezza de' più squisiti strumenti, e coll'uso delle più accreditate regole, ho preso a misurare la portata di ciascuna divisione; e sul fatto ho potuto dimostrare a tutti, che eccettuato un piccolo rilarcimento delle guaste imboccature, dalle quali procedeva una qualche irregolarità, tante diverse diramazioni si mantenevano in una costante proporzione, senza

Esempio di conservazione costante delle diramazioni.

senza considerabile divario, il quale da un tempo all'altro fosse originato dalla alterazione de' fondi o per scavamento, o per riempimento; e quindi dietro questi sperimenti eseguiti alla presenza di tutti, se ne compilò il celebre Concordato tra la Città di Brescia e li suoi Territorj, da me registrato ancora nell'Opera mia dell'*Idrostatica esaminata ne' suoi principi* ec. E questo è appunto il caso del Guglielmini, quando le acque portate dal fiume sono ordinariamente chiare. La sola torbidità d'un fiume è quella, che tanto più facilmente riempie i rami minori, quanto più se ne va debilitando la forza de' medesimi colla diminuzione del suo corpo.

Anzi la semplice unione d'un fiume chiaro di qualche portata con un torbido, può molto contribuire a mantenerlo scavato, e ad impedire gli effetti nocivi del suo riempimento; o sia perchè le particelle terree diradate in maggior corpo d'acque, più facilmente si mantengono galleggianti, o sia perchè da maggior corpo ricevono più valida impressione a sostenersi. E perchè mia intenzione si è di accompagnare sempre la teoria de' fiumi colle più memorabili osservazioni de' loro accidenti ed effetti; ne produrrò qui un esempio nel *Canal-bianco* sul Territorio Veronese. E' questo un fiume destinato a scaricare dal Maggio al Novembre una porzione delle piene dell'Adige, al quale serve in luogo di diversivo. In questa considerazione il Canal-bianco è fiume torbido: ma oltre le piene dell'Adige, serve lo stesso fiume a scolare le acque chiarificate delle Valli Veronesi, colle quali ha comunicazione, mediante un canale chiamato *Tartaro*, il quale porta solamente acque chiare e perenni; e però il Canal-bianco viene per necessità a partecipare delle condizioni insieme di fiume torbido e di chiaro. E per questa ragione medesima cotesto fiume dalla Ganda, cioè dal punto, dove le torbide dell'Adige e le chiare del Tartaro si uniscono, decorre sempre scavato per una lunghezza di 37 miglia, senza ricevere verun altro Influyente, e senza soggiacere a quegli alti interramenti, a' quali sono soggetti i soli fiumi torbidi.

Questa

Effetti dell'unione d'acque chiare con le torbide.

Canal-bianco unito al Tartaro.

Questa considerazione diede altre volte l'impulso a celebri Idrostatici di progettare la diversione d'un qualche altro fiume d'acque chiare nel Poatello di Primaro, per impedirne il totale suo riempimento, nel caso che in quest'alveo vi si volessero unire tant'altri fiumi torbidi, Reno, Savena, Idice, Senio, Lamone ec. Il progetto era appoggiato sull'esempio del Canal-bianco: ma questo esempio non poteva trasferirsi al caso nostro; come ho dimostrato nel mio Voto. Imperocchè da qual parte potrebbe condursi un fiume d'acque chiare da unirsi col Poatello, ossia col Primaro? Li soli canali di scolo d'acque chiare, comunque copiosi, del Fiumicello, della Zena, della Beccara e di Riolo, non avevano però proporzione alcuna con la portata e quantità di tanti torbidissimi Influenti nel Primaro, com'era appunto la portata dell'acque del Tartaro con il Canal-bianco.

Ho voluto in questa Proposizione IV. e nelle precedenti porre in tutta la sua veduta, qual differenza passi tra' fiumi d'acque chiare e quelli d'acque torbide per rapporto alla conservazione de' loro rami, a fine di levare dalle menti degli Architetti un errore, il quale talvolta gl'induce a progettare dispendiosissimi tagli de' fiumi torbidi, con esito contrario all'aspettazione. So, che quando il taglio, o ramo del fiume torbido divertito sia in altro sbocco più basso, nel quale acquisti molto maggior caduta proporzionata al minor corpo d'acqua, del quale può essere capace, il ramo si manterrà scavato; e lo parimenti, che gli alvei de' fiumi torbidi, massimamente arginati, si possono di tanto alzare colle deposizioni, quanto fa d'uopo a farsi da se caduta e declività maggiore, oltre la quale si ponga fine all'interramento; come osserviamo essersi dalla natura provveduto al corso di tanti torrenti, i quali per farsi maggior caduta, hanno sollevato il fondo loro sopra il livello delle campagne adiacenti. Quello, di che ho voluto avvertire qui gli Architetti, si è che non sieno così di leggieri proclivi a sentenziare su tagli de' fiumi, senza averli prima ben premeditati, e

con-

Falsa applicazione di questo esempio al Poatello.

Accrescimento di nuova caduta concorre alla conservazione de' Rami de' Fiumi torbidi.

Incertezza de' tagli de' Fiumi torbidi.

consultati colla sperienza. Per questa medesima ragione, pochi anni sono, abbiam veduto essersi gittate immense spese ne' tagli di Po sotto Casale di Monferrato, per ricondurre il fiume ad accostarsi di nuovo alla difesa ed al comodo della Città; e parimenti, quando in questi ultimi tempi lo stesso Po col troppo avvicinamento minacciò alla Fortezza di Valenza nella Lumellina, niente giovarono le nuove inalveazioni apertegli per alletterarlo ad incamminarsi per quelle; ma soltanto valse ad allontanarlo dal piede del Forte e del colle, sul quale fu fabbricato, il contrasto di validi e ben disegnati Respingenti.

PROPOSIZIONE V.

Se un qualunque canale o di navigazione, o destinato ad altro uso si deriverà da qualsivisia fiume, massimamente se torbido; sarà indispensabile o l'annuale, o più frequente ancora espurgazione del medesimo per impedirne il riempimento.

Accade assai volte che o la pubblica necessità, o il comodo prevalente della navigazione induca le Comunità alla deliberazione di aprirsi da fiume torbido un qualunque canale. Tale fu il progetto del Naviglio di Bologna derivato dal torbidissimo Reno fino dagli antichissimi tempi, e però più degli altri disposto a frequenti interramenti. Quando occorrono somiglianti deliberazioni, appartiene all'antivedimento dell'Architetto il calcolare, se il vantaggio, che se ne può derivare, sorpassi di molto l'incomodo e la spesa della sua manutenzione per conservarlo. Certo è che la navigazione aperta alla Città di Bologna col suo Naviglio fino al mare Adriatico, è di tanto accrescimento all'opulenza di quella Città, che un così gran bene pubblico non può venire al confronto di simigliante travaglio o spesa per mantenerlo.

Per altro cotesta condizione va sempre accompagnata generalmente con tutte le diramazioni, più o meno,

Calcolo della prevalenza d'un bene pubblico.

se-

secondo la qualità del fiume primario, dal quale si cavano. Imperocchè, quando nel nuovo incile si diverte una parte d'un fiume o torbido, o sabbionoso e ghiaioso, si fanno due operazioni allo stesso tempo favorevoli alle sue deposizioni: I. si scema la pendenza, che aveva nell'alveo comune quel corpo d'acque, le quali si conducono a livello più alto; II. e nel medesimo canale se ne fa decorrere un molto minor corpo. Or per amendue queste ragioni nel canale di derivazione si diminuisce la forza primiera di trasportare le materie, le quali calano al fondo, e lo riempiono o in tutto, o in parte: ciocchè molto prima aveva avvertito già il Guglielmini al capo 12 della natura de' fiumi, scrivendo che *di rado s'incontra che un canale regolato abbia tale caduta al suo termine, che non richieda di quando in quando d'essere scavato*. Quali poi sieno i mezzi per mantenere più lungamente scavati cotesti canali, e renderne meno frequente la spesa, lo dirò in progresso, dove si parlerà dell'uso de' paraporti.

Due cagioni concorrenti all'interramento de' Canali derivati da' Fiumi.

PROPOSIZIONE VI.

Le diramazioni o naturali od artificiali d'un fiume primario sottoposto a grandi escrescenze, poco o nulla contribuiscono a diminuirne l'altezza, se non quando accompagnate sono da una grande cascata, ed a livello molto più basso del fondo del medesimo fiume.

EStata un tempo opinione invecchiata di certuni che le diversioni d'un fiume in piena, e li suoi spandimenti, siccome diminuiscono al medesimo la soprabbondanza dell'acque, così quasi con la medesima proporzione spianano, ed abbassano il pelo delle piene, onde gli argini non corrano pericolo di traboccamento: questa dottrina poi applicavasi ostinatamente a qualunque espansione o diramazione del fiume, senza eccezione di casi e di circostanze. Così pensavasi una volta del Po di Primario e delle sue piene da' Signori Ferraresi, da' quali per

Errore comune ne' spandimenti de' Fiumi.

Espanfioni del Primaro a destra niente utili all'abbassamento delle piene.

160 anni si contrastò con tanto ardore a' Signori Bolognesi l'arginatura destra del Primaro per tante miglia, sul supposto errore che da questa riva disarginata spandendosi le sue piene per tanta estensione di paesi, si diminuissero di corpo nell'alveo comune, e d'altrettanto, com'essi credeano, si abbassassero d'altezza, con togliere il pericolo di formontamento all'argine sinistro del Polesine. Questo errore riuscì fatale alle Provincie Bolognesi prima che io mi applicassi al disinganno comune col fatto contrario di arginare alla destra il Primaro, e di chiuderne le tante diversioni, dalle quali si allagavano una volta tanti feracissimi Territorj. Imperocchè quelle piene altissime di Primaro, le quali prima minacciavano l'argine sinistro del Polesine di S. Giorgio e delle Valli di Comacchio, e tante volte lo ruppero e lo formontarono nel tempo stesso delle moltiplicate espanfioni sulla riva destra disarginata; quelle medesime piene si veggono in oggi contenersi senza pericolo nell'alveo di Primaro, e notabilmente spianate sotto il ciglio de' suoi argini, destro e sinistro, e decorrere con maggiore accelerazione ed abbassamento del fondo di Primaro, e più prestamente scaricarsi in pochi giorni; quando all'opposito la loro durata, non ostante le vaste espanfioni sulla riva destra, prolungavasi una volta a 40, o 50 giorni; nel qual tempo mantenevasi gelosamente la guardia continua all'argine sinistro del Polesine, come raccontano gli Scrittori Ferraresi. Il chiudimento adunque di tutte le diversioni ha operato quivi nel Primaro un effetto contrario alla comune aspettazione: la ragione universale di questo fenomeno è quella stessa, che produffo la prima volta contro il comune errore nel mio Voto, e più ampiamente ho dichiarato nelle mie Memorie Idrostatico-Storiche.

Effetto contrario all'aspettazione.

Diminuzione del corpo d'acqua quando scema

Quando la diversione od espanfione fatti quasi al medesimo livello del fondo del fiume primario, e sulla medesima cadente, come interviene alle diramazioni del Primaro; quella assorbe bensì gran copia d'acqua, e di molto

molto scema il corpo, che decorre nell'alveo primario: ma non per tutto ciò se ne diminuisce l'altezza; perchè al medesimo tempo se ne ritarda la velocità. Non cammina adunque del pari la diminuzione del corpo della piena col suo abbassamento di pelo, se non nel caso o che continui la velocità di prima col minor corpo, o che si accresca. Allora è che si deprime immediatamente il pelo della piena a livello più basso, quando la nuova caduta del diversivo, o dello spandimento accelera il corso superiore dell'acque, e le mantiene costantemente in un grado maggiore di velocità: ma senza accrescimento di caduta le acque stesse del diversivo si riducono assai presto alla medesima eccessiva altezza del fiume principale. Un esempio familiarissimo di questi accidenti abbiamo nel Po grande. Finattanto che le sue piene si tengono in collo dalle alte sue arginature situate in grande distanza, le interposte espanfioni, quantunque vastissime, s'alzano e si abbassano, come di concerto, colle piene medesime, nè più nè meno. L'improvviso abbassamento della piena soltanto accade, quando ne' suoi argini si apre una rotta *in cavamento*, come dicono, cioè una rotta, per la quale le acque di Po in piena acquistino una grande e nuova caduta ne' piani bassi delle campagne: questa accelera talmente tutto il corso superiore di Po, che ne abbassa immediatamente il pelo sotto il ciglio degli argini, i quali perciò restano esenti dal pericolo prossimo di traboccamento e di rovina. E queste sono le insidie, con cui si combattono assai volte i fronteggianti di Po nel caso delle massime escrescenze, stando in aguato li superiori di poter aprire inferiormente una qualche rotta per alleggerire dalla soverchia altezza i loro argini, almeno per qualche tempo limitato: imperocchè non così tosto le acque uscite dalla rotta, e contenute dall'altezza delle campagne più lontane, vanno risalendo a livello più alto; anche il diversivo della rotta perde interamente in pochissimo tempo la sua caduta, e per conseguenza il suo effetto; e tutto quel va-

mi l'altezza, e quando no.

Momentaneo abbassamento della piena di Po, e suo rialzamento.

sto allagamento della piena ripiglia l'altezza di prima, come se fosse contenuto il Po tra' primi argini.

Vecchio errore de' Ferraresi nel preteso difarginamento del Primaro.

Lo stesso fenomeno in occasione della generale Visita delle tre Legazioni mi avvenne di osservare nelle espansioni delle piene del Primaro sulla sua destra riva, quale volevasi in que' tempi pertinacemente difarginata, per alleggerire del peso d'una soverchia altezza d'acque l'argine sinistro del Polesine. Le prime sue dilatazioni nelle valli del Morgone, e nelle valli Argentine e Ravennane, ritardavano alquanto l'alzamento delle piene per quel tempo, nel quale con qualche caduta si sfogavano nelle valli medesime: ma fatto il riempimento di queste, e perduta la caduta, quell'universale allagamento congiungevasi col Primaro; e collo stesso periodo de' suoi alzamenti si sollevava di pelo, come se fosse, e supplisse in vece d'un argine continuato, e senza punto diminuire il pericolo di traboccamento dall'argine sinistro. Oltre di che in tanto dilatamento, rallentandosi il movimento dell'acque torbide del Primaro, cresceva l'interramento di tutto l'alveo, il quale sempre più incapace rendevasi di contenere le solite piene; e quindi facevasi sempre maggiore il pericolo del Polesine. Ma nè la sperienza, nè la ragione mi valse a levare dalle menti de' Periti Ferraresi una tanta illusione radicata in così lungo tempo, se la suprema autorità della Sagra Congregazione delle Acque non avesse finalmente posto fine a questo inganno col decreto suo di arginare la riva destra del Primaro, come poscia si è eseguito.

Sentimento del Castelli intorno al taglio e diversione del Bondeno.

Anche a' tempi suoi il celebre Abbate Castelli durò gran fatica a combattere il comune errore de' diversi niente conducenti all'abbassamento dell'altezza delle piene di Po. Avevano i Signori Ferraresi intestato con un argine vicino al Bondeno il Po abbandonato di Ferrara, acciocchè restasse ancora nelle escrescenze del Po grande libero dalle sue acque: *Ma sogliono*, scriv' egli nel corollario 13, *sogliono i Signori Ferraresi in tempo che il Po minaccia di rompere, tagliare quella intestatura; per il quale*

quale taglio sgorga tanta furia d'acqua, che si è osservato che il Po grande in spazio di alcune poche ore scema di altezza un piede in circa; e da tale sperienza mossi tutti quelli, con i quali io ho trattato finora di queste materie, pensano che sia di grandissimo beneficio ed utile mantener pronto questo sfogo, e servirsi di esso in tempo delle piene: e veramente considerata la cosa semplicemente, e nella prima apparenza, pare che non se ne possa dubitare ec. Passa poi egli ad iscoprire l'occasione del comune inganno, che è appunto quella medesima, che indusse i Ferraresi per tanto tempo a vietare ostinatamente l'arginatura destra del Po di Primaro. *Metto dunque in considerazione, prosegu' egli, che, ancorchè sia vero, che mentre le acque del Po grande si ritrovano nelle maggiori altezze, allora tagliato l'argine, e intestatura del Po di Ferrara, ed avendo le acque superiori grandissima cascata nell'alveo di Ferrara, vi precipitano con grandissimo impeto e velocità; tuttavia dopo lo spazio di poche ore, riempito che è il Po di Ferrara, non vi sgorgano con la velocità di prima ec.* Conchiude poi egli che passato un giorno o due, l'acqua nel Po grande ritorna quasi alla sua altezza di prima, e che questo beneficio del taglio viene ad essere temporaneo e per poche ore; laddove le piene di Po, ed i pericoli di rompere durano per trenta e talvolta quaranta giorni; e però il guadagno, che risulta dallo sfogo, viene ad essere di poca considerazione. All'opposto contrappone egli a questo immaginario vantaggio del taglio l'immenso danno del riempimento e traboccamento degli alvei di Ferrara, di Volano e del Primaro, le inondazioni di tutte le valli coltivate, e l'impedimento de' loro scoli: cose tutte che si rinnovavano anche in oggi dalla pretesa diversione delle piene del Primaro dalla riva sua destra difarginata, prima che io mi ponessi all'opera di arginarla per dodici miglia, ed impedirne le espansioni. La ragione poi fondamentale di questa regola si premette dal Castelli nel suo precedente corollario 12 con queste parole. *Per la medesima in-*

avvertenza di non tener conto della variazione della velocità nella stessa acqua corrente, si commettono bene spesso dagl' Ingegneri e Periti errori di gran momento, quando pensano e propongono con derivare canali nuovi da' fiumi grossi, scemare la misura, cioè l' altezza, dell' acque del fiume, e scemarla proporzionatamente, secondo la misura dell' acqua, che fanno passare per il canale: la qual cosa poi non riesce in fatto; imperocchè derivato che è il canale, il rimanente del fiume principale scema di velocità, e però ritiene maggior misura di quello, che faceva prima, avanti la diversione ec.

Conchiudo adunque che, quando la diversione del fiume va congiunta con una cascata notevole, ma costante, di sotto al comune livello del fiume principale, e per conseguenza accresce l' accelerazione dell' acque superiori, senza punto rallentarla in progresso; questo è quell' unico caso, nel quale siegue la diminuzione dell' altezza della sua piena.

L' arte di abbassare, quanto si voglia, ne' fiumi artefatti l' altezza delle piene coll' uso de' diversivi, e di contenerle sempre di sotto al ciglio de' suoi argini, fu introdotta ne' Naviglj di Milano da que' nostri antichi Architetti, che li costrussero, fino da dugento e più anni fa. Imperocchè essendo que' grandi canali derivati o dal Ticino, o dall' Adda fiumi Reali, si correva pericolo che dall' incile sempre aperto s'imbocassero le altissime escrescenze loro, le quali non potevano altrimenti scaricarsi, almeno interamente, dalla cresta de' loro sostegni giù per l' alveo del fiume principale: era dunque da temersi che buona parte delle piene di questi fiumi entrasse nel Naviglio a soverchiarne le sponde con rovina delle arginature.

A correggere questo pericoloso inconveniente, aprirono eglino in poca distanza dall' incile, e sulle sponde manofatte del canale capacissimi sfogatoj e paraporti, i quali con grande caduta scaricassero nuovamente nel letto più basso del fiume principale quell' eccesso d'acque, che la piena aveva introdotto dall' incile superiormente

nel

nel canale di derivazione. Coteffa caduta tanto necessaria s' affacciò sotto agli occhi di quegli Architetti in poca distanza dall' incile medesimo: imperocchè dal sostegno all' ingiù abbassandosi sempre più con grande caduta il fondo del fiume primario, e d'altro lato dall' incile inalveandosi il canale di derivazione sempre sostenuto a livello più alto; n'era conseguente che l' altezza ancora de' primi sfogatoj fosse tale e tanta, che le escrescenze o dell' Adda, o del Ticino non arrivassero giammai alle soglie de' paraporti a ringurgitare, o ritardarne lo sfogo libero: quindi di sotto all' incile di ciascuno de' nostri Naviglj, e nel loro argine tanti si aperfero sfogatoj, quanti la esperienza insegnò essere necessarj allo scarico ed all' abbassamento della piena introdottasi nel canale.

In fatti il fiume Muzza derivato dall' Adda, e direttamente investito dalla sua più viva corrente, a' quali altissime escrescenze non farebbe egli soggetto, se da trenta sfogatoj, o diversivi situati in Trucassano in distanza di sole due miglia dall' incile, non si spianassero prestamente e col successivo aprimento a quel qualunque grado, che si vuole, di depressione, per contenerle nell' alveo di Muzza senza pericolo di traboccamento da' suoi argini? Appena alzati i portoni, le acque di Muzza sfogano nell' Adda inferiore con tanta violenza, che affordano collo strepito quelli, che vi stanno vicini. E più volte in occasione di Visite del canale, mi è accaduto d' osservare con piacere, che dietro l' aprimento di ciascuno di questi 30 paraporti seguiva immediatamente l' effetto dell' abbassamento d' onces 3, 4, 5 ec. del pelo della piena in Muzza, più o meno, secondo le varie circostanze della sua altezza, e di altra nuova accelerazione, la quale stendevasi all' insù fino all' incile medesimo.

Per somigliante modo operano i diversivi tutti del Naviglio grande derivato dal Ticino, e quelli del Naviglio della Martesana cavato dall' Adda. E perchè alcuni paraporti di questo aperti nel primo suo argine, o, come dicono, *Sperone*, sotto Concesa, che lo divide dall' Adda, erano talvolta ringurgitati ed impediti dal colmo

Effetto delle diversioni accompagnate da nuova cascata.

D 3

delle

delle piene d'Adda sopra le loro foglie; si ricorse a' rapporti più lontani di Vaprio, i quali non risentono alcun ringurgito dalle piene del fiume, che vi decorre a canto; e però questi diversivi in qualunque caso ritengono la caduta tutta, la quale accelera le acque del Naviglio posto in piena, e le spiana e le diverte in copia nell'alveo comune del fiume.

Da questi sperimenti se ne può dedurre con ogni evidenza la falsità della generale dottrina del Sig. Genneté, il quale nell'Opera sua sopra il regolamento ed il corso de' fiumi, afferma che *qualsivoglia diversione di fiume non è idonea ad abbassarne l'altezza superiore*; persuadendosi egli, che quanto di corpo d'acque si cavi dal medesimo fiume, d'altrettanto se ne diminuisca la velocità, e per conseguenza rimanga sempre invariata l'altezza. Il suo inganno si è, ch'egli fallì ad applicare a tutte le diversioni de' fiumi gli effetti da esso lui osservati in alcune divisioni del Reno nelle Fiandre, e del Danubio nella Germania, ed in oltre gli effetti particolarmente notati ne' sperimenti del suo manofatto fiume artificiale. Ma troppo grande è il divario tra diversione e diversione, per farne comuni gli effetti; tra diversione accompagnata da grande nuova caduta, e diversione continuata sul medesimo livello di prima, ossia sulla stessa cadente. Egli è vero che gli uomini appropriano la denominazione di *diversivo* a tutti que' canali, i quali divertono o poco o molto dell'acque de' fiumi maggiori: ma non è vero che tutte le diversioni accrescano la velocità de' medesimi, e li deprimano a minore altezza, massimamente in occasione di piene. Così le varie diramazioni di Po grande nel Po delle Fornaci, d'Ariano ec., e sempre sulla medesima sua cadente, non scemano le altezze delle sue piene; perchè non accrescono punto la caduta e la velocità: laddove il Panaro, il quale decorre per il Finale di Modena, e muove e regola que' tanti mulini, de' quali va dovizioso e benefico al sostentamento di tutto il suo contorno; il Panaro, dissi, quivi si mantiene

Regola falsa del Sig. Genneté intorno a' diversivi.

tiene il più delle volte senza altezze esorbitanti di piene; come accade in altre parti di questo fiume; e ciò pel famoso ed ampio diversivo suo nel canale tanto più basso, denominato il *Cavamento*, aperto, un qualche secolo fa, per il scarico delle altissime sue escrescenze, e per moderarne la soverchia altezza. E così sono tutte quelle bocche di diversione, alle quali si appropria il nome di *Regolatori*; perchè appunto danno legge e limite alle altezze de' fiumi maggiori. Fuori di questa rilevante circostanza che il diversivo con altra nuova caduta solleciti a più grande velocità il corso superiore del fiume, non si conseguirà giammai l'abbassamento dell'altezza delle sue piene. E quindi il Guglielmini al capo 12 della natura de' fiumi epilogoando ciò, che molto prima aveva insegnato il Cattelli, così conchiude. *In proposito però di questi diversivi, è da rifletterci què al poco utile, che apportano, come avvisa il Cattelli al corollario 13, e come può dedursi da ciò, che noi abbiamo detto di sopra al capo 9, attesa, sì la poca acqua, che scaricano, in proporzione di tutta quella del fiume; sì la poca altezza, che levano da quella, che senza di essi farebbe nel alveo del fiume medesimo; sì l'interramento degli alvei, che succede al di sotto de' diversivi; sì il pericolo, a cui si soggettano le campagne contigue all'alveo, per le quali debbono scorrere le acque divertite; sì finalmente la perdita del terreno, che viene occupato dal medesimo. Perciò a titolo di dare scarico all'acqua d'un fiume, di rado accaderà, particolarmente nelle pianure, che i benefizii d'uno di questi diversivi meritino la spesa di fabbricarlo: ma se la diversione sarà fatta anche per altri fini, come per rendere facile il commercio delle parti d'una provincia, mediante la navigazione, o per altri usi egualmente profittevoli; potranno simili diramazioni essere utilmente praticate; come si vede nel Polesine di Rovigo, ove la moltiplicazione de' canali derivati dall'Adige dalla Serenissima Repubblica di Venezia, rende non mediocre vantaggio a que' popoli.* Così sentono e scrivono li più sperimentati osservatori del corso de' fiumi, e delle loro

Diversione delle piene del Panaro.

Sentimento del Guglielmini contrario a quello del Genneté.

alterazioni nell' accrescimento, o scemamento del loro corpo d'acque o introdotto, o divertito dal fiume principale. Quale poi sia il caso unico delle velocità proporzionali al corpo d'acque, secondo il sistema del Gennetè, io l'ho dimostrato nell' Esame II. della Parte II. della mia Idrostatica esaminata ne' suoi principj; quando le cagioni degli accrescimenti di velocità ne' fiumi, cioè pendenza ed altezza, giungono all' equilibrio con la somma delle resistenze. Da questo punto qualsivis giunta di corpo d'acque, che si faccia al fiume, non accrescerà l'altezza, ma soltanto la velocità proporzionale al nuovo accrescimento; e per conseguenza l'altezza rimarrà invariabile e prima, e dopo la nuova intrusione d'altro corpo d'acque: cioè ch'è ancora più ampiamente ho dimostrato nella mia Dissertazione stampata intorno a' nuovi tagli del fiume Tivone sul Territorio Piacentino.



CAPO

CAPO II.

*Della Chiufa, ossia Sostegno attraversante l'arveo
del Fiume, dal quale se ne deriva
il Naviglio.*



Uniformità delle condizioni favorevoli, delle quali col Guglielmini abbiám ragionato nel Capo precedente, per conservare i rami de' fiumi, cioè di egual caduta col fiume principale, e di ugualmente spedita introduzione; cotesta uniformità, dissi, non può trovarsi il più delle volte nelle artificiali diramazioni, che si chiamano Naviglj, i quali si aprono in quella parte di fiume, dove corre più rapido, ed incapace di navigazione, e s'inoltrano in piano più alto, ove il corso dell'acque equabile sia e sempre regolato. In tal caso egli è evidente che con tanta difuguaglianza di caduta il fiume primario asforbirebbe qualunque altra diversione. Or qui è dove l'arte delle chiufe sortentra al difetto della natura, con obbligare le acque del fiume a sollevarsi a più alto livello, e ad equilibrarsi ancora coll'incile del nuovo canale, uguagliandone la caduta e la facilità dell'introduzione.

Questa parte però è la più gelosa e difficile da trattarsi; e le considerazioni da farsi dall'Architetto sono molte, e sottili e diverse in tanta varietà di circostanze, nelle quali si voglia determinare o la situazione della chiufa, od il suo alzamento, ovvero l'ampiezza dell'imbocatura del Naviglio, e la quantità dell'acque da derivarsi proporzionata all'uso ed al fine del medesimo. Tutti questi rapporti saranno da me posti in chiaro nelle seguenti Proposizioni di questo Capo, delle quali, com'è mio costume, ne premetto qui il Sommario, per additare al Leggitore a quali utilissime scoperte egli sia condotto.

SOM-

S O M M A R I O.

Situazione della chiusa regolata dall' accoppiamento di doppio fine de' Navigli, cioè d' irrigazione e di navigazione, e cautele nella determinazione del punto di diversione. Osservazioni sulle chiuse de' nostri Navigli. Calcolo della quantità d'acque, che vi si possano introdurre a norma delle sperienze. Timidezza degli antichi Architetti nella prima derivazione dell' acque nel Naviglio della Martesana, superata dalle posteriori sperienze d'una più copiosa introduzione. Quali sezioni debbano schiarsi nel piantamento della chiusa. Esempio della chiusa di Casalecchio sul Reno di Bologna, e della chiusa distrutta nell' Adda pel Naviglio di Paderno. Preferenza della sezione più capace di sfogo nelle piene. Variazione dell' Architetto Meda dal primitivo anteriore disegno della chiusa di Paderno sull' Adda, e correzione modernamente fattane. Pericolo di taglio all' intestatura delle chiuse. Armatura delle due intestature del sostegno del Ticino, a sinistra col gran pennello di Tornavento, ed a destra colla nuova armatura de' Mancini. Progetto della rettificazione del Ticino per impedire il taglio della chiusa, e ragioni contrarie. Necessità di sostegno regolatore dell' acque, e sperienze dell' inutilità d' un semplice partitore in luogo della chiusa. Teorie incerte intorno l' alzamento della medesima. Termine dell' alzamento della chiusa posto al confronto delle sperienze. Altezza del primo argine partitore regolata a livello della chiusa per isfogo delle piene.

P R O P O S I Z I O N E I.

Lo stabilimento e situazione della chiusa in parte più o men' alta dell' alveo superiore del fiume, non può altrimenti determinarsi dall' Architetto, se non per rap-

59

rapporto alla qualità del canale da derivarsi, ed al suo uso e fine, o di semplice navigazione, ovvero di navigazione ed irrigazione ancora.

SE da un punto più alto e lontano su per l' alveo del fiume primario convenga che si derivi il nuovo canale, ovvero se basti all' intento che se ne scelga ad arbitrio un punto di diversione, dal quale l' acqua del fiume s' incammini in qualsivoglia maniera pel nuovo canale al termine destinatele; questo è un problema, che non può risolversi con una risposta sola. Se si trattasse quì di condurre un corpo d' acque per molte miglia da un punto all' altro, soltanto ad uso di macchine idrauliche, senza prendersi cruccio, se pel nuovo canale corra o con molta, o con scarsa velocità, se in competente altezza dal suo fondo, ed anche col pelo quasi sempre più alto del livello delle campagne; ed in somma, quando non si ha per oggetto che la semplice derivazione, comunque questa si eleguisca: dico che in questa precisione la deliberazione è facilissima, ed arbitraria in gran parte; purchè la livellazione discuopra la sufficiente pendenza, che può avervi il corpo d' acque derivato da un termine all' altro.

Ma quando si dee introdurre nell' incile un grandioso corpo d' acque, che possa soddisfare al fine o della irrigazione, o della navigazione, o all' uno ed all' altro insieme; quando si dee regolare il nuovo canale con una cadente, che mantenga da per tutto una costante altezza capace di reggere galleggianti le barche da carico, nè ora troppo si abbassi per eccesso di velocità, nè troppo si alzi sopra il ciglio de' suoi argini per tardità di moto, e difetto di pendenza; quando il pelo delle tue acque ha sempre da riferirsi e calcolarsi dal rapporto de' piani delle campagne, sulle quali si disegna il suo benefico spandimento: oh quante considerazioni si affollano alla mente dell' Architetto, l' una talvolta contraria all' altra, e quanto studio si richiede per conciliarle tutte ad uno stesso fine!

La

Situazione della Chiusa regolata dal doppio fine de' Navigli.

La prima diligenza del Direttore farà quella di condursi su per l'alveo del fiume, per assicurarsi con replicati sperimenti di livellazione, ove il sito da determinarsi pel nuovo incile sia tant'alto, che aggiuntavi la nuova altezza, che fa al fiume il sostegno da fabbricarsi, mantenga il pelo dell'acque correnti del canale sempre superiore al livello delle pianure inferiormente poste da irrigarsi; e quando il canale è destinato alla navigazione, osservarsi se sia per conservarsi in debita altezza per tutto il suo corso dopo il primo ingresso nell'incile, e sempre con una equabile e moderata cadente: quindi calcolando dal sito, ove si disegna di fabbricarvi la chiusa, l'altezza del fondo e del pelo del fiume sopra il livello delle pianure, alle quali debbono diramarsi le bocche d'irrigazione, e detraendone quella caduta, che è necessaria al nuovo corso nel successivo suo progresso; potrà l'Architetto decidere un punto essenzialissimo, se il pelo della sua corrente resti sempre superiore di tanto al livello de' piani inferiori, quanto basti allo spandimento delle sue acque su' medesimi piani. E questa è una delle più fastidiose indagini, che corra a carico del Perito: imperocchè nell'accoppiamento de' due anzidetti fini, due oggetti difficilissimi si debbono combinare. Il primo è che dal punto della diversione il nuovo fiume non corra troppo precipitoso nell'alveo apertogli, con pregiudicio della navigazione: al che non può sempre rimediarsi con la molteplicità de' sostegni amovibili interposti al suo corso, quali noi dimandiamo *Conche*. Il secondo oggetto è che il canale in tutto il suo corso possa sostenersi a tale altezza, che il suo pelo sia sempre superiore al livello delle campagne, quanto basta alla loro irrigazione. Il fine d'una semplice navigazione, qual'è quello del Naviglio di Bologna e di Padova e di Modena, potrebbe consigliare talvolta l'Architetto a determinare il punto della diversione in una situazione del fiume più bassa, ma più acconcia al corso equabile del nuovo canale, senza notabili cadute. Ma l'altro fine della irrigazione richiede spes-

Accoppiamento de' due fini, d'irrigazione e di navigazione.

se volte che da più alto punto si disegni l'incile e la chiusa, acciocchè il canale derivatone decorra in maggior altezza nel suo continuato alveo, sostenuto, ove fa bisogno, da arginature ritevate sopra il livello delle campagne. La via di mezzo è quella, che può conciliare questi due estremi; nè può determinarsi, se non dopo accuratissime e replicate livellazioni.

Dal punto adunque di diversione darà egli principio alla livellazione da condursi fino all'ultimo termine del canale; e da questa potrà decidere se la continuata sua cadente convenga ad un canale di navigazione; se il suo corso sia sempre in attitudine alla irrigazione delle terre, per dove passa; se le successive arginature riescano troppo alte e pericolose; se finalmente col variare il punto della diversione, portandolo o più alto, o più basso, si corregga qualche difetto del suo andamento in ordine a' due proposti fini. Tutto l'esame di somiglianti rilevantissimi articoli dipende dall'appuntamento del principio della diversione, dal quale si condurrà il profilo del suo corso, e delle terre, per dove passa.

Cautele nella determinazione del punto di diversione.

Nel nostro Ducato di Milano da' due fiumi Reali Adda e Ticino abbiamo derivati due maravigliosi Navigli, i quali attraversano quasi tutta l'estensione della provincia, ed uniscono li due fini della navigazione e della irrigazione con tanta felicità e maestria, che in tutta l'Italia, e forse, ardisco dire, in tutta l'Europa non si troveranno altri simili canali da paragonarsi in questa difficilissima combinazione. Ma quando le cose sono già fatte da gran tempo, e condotte alla loro perfezione e stabilità, non se ne considera più l'arduità dell'intrapresa, e quanto sia costato all'Architetto di sperienze e di osservazioni per ridurle alla esecuzione: si gode il frutto del fatto, e non si pensa più in là. Facciamone qui un qualche esame per iscoprirne il magistero.

Il Naviglio, detto della Martesana, derivato dalla situazione più alta del fiume Adda sotto Trezzo, di dove precipita giù per balze e dirupi a Concesa ed a Vaprio; questo

Naviglio della Martesana derivato attraverso della gran Costa di Vaprio.

quello Naviglio, dissi, si è fatto inalveare alla destra sotto la costa del colle tagliato e scavato, ed alla sinistra sulle rive altissime dello stesso fiume, sostenute da questo lato da' muraglioni di grossi macigni, che dal più basso fondo della valle d'Adda salgono a scarpa a fiancheggiare e ad arginare per molte miglia il canale in tanta altezza, fino ad imboccare le pianure di Cassano, d'Inzago ec., nelle quali finalmente decorre incassato bensì sotterra, ma arginato ancora in quella parte, nella quale il suo pelo rimane superiore agli adiacenti piani. A tutti quelli, che dal fondo della valle, per dove continua il corso dell'Adda dopo la sua grande caduta, alzano all'insù gli occhi a questo Naviglio, fa meraviglia il vedere le barche a decorrere quasi sul ciglio de' colli, tirate da' cavalli su per quelle altissime arginature e sostegni, i quali separano il canale dal fiume primario non navigabile in quel tratto. L'opera è delle più azzardose che si veggano in ogni altro paese o delle Fiandre, o della Francia.

Or quale necessità indusse l'Architetto di que' tempi tanto lontani a disegnare una inalveazione così operosa e tanto alta? Per aprire un qualunque canale di navigazione fino alla Città di Milano non era d'uopo portar l'incile a così alto posto del fiume. Ma molte furono le considerazioni, e tutte degne de' bravi Architetti di quella età; e ne farò qui un cenno.

I. In que' tempi, ne' quali pensavasi all'ingrandimento della Città di Milano, ed alla copia di tutte le cose provenienti da un dovizioso commercio, erasi progettato di condurre la navigazione dell'Adda dal Lago di Como fino alle nostre contrade: si volle adunque dar principio al canale navigabile, dove in questo tratto era interrotta la navigazione del fiume da Trezzo all'ingiù; con disegno poi d'altro più breve Naviglio, da cavarli poche miglia superiormente a Paderno, quale ora si sta costruendo; per così ridurre a navigazione tutto il corso dell'Adda dal Lago di Como fino all'imboccatura di que-

sto

Necessità di
così alta deri-
vazione.

sto nuovo canale, che ne continuasse la navigazione alla Città di Milano: ma a così alto oggetto era indispensabile che il nuovo Naviglio avesse principio da un punto più rilevato di diversione, e costeggiasse per molte miglia tutte quelle alture.

II. Il fine poi di abilitare questo canale all'uso d'una così vasta ed ubertosa irrigazione, obbligò l'Architetto a derivarlo dal medesimo sito superiormente alla nuova sua cascata di Trezzo, di dove antivede colla livellazione poterli inalveare comodamente per tutte quelle pianure, le quali si volevano innaffiare da Concesa fino a Milano. Altrimenti, se il punto di diversione stabilivasi al di sotto della caduta di Trezzo e di Concesa, s'incontravano due mali; cioè si perdeva la continuazione della navigazione dall'Adda nel Naviglio; e si correva certo pericolo che il canale derivato da punto più basso, portasse il pelo delle sue acque molto al di sotto de' piani delle campagne, e si perdesse l'irrigazione.

Un'altra importantissima cautela dee averli, quando il Naviglio sarà destinato a doppio uso e di navigazione, e d'irrigazione; ed è quella di collocare la chiusa e l'incile in situazione, dalla quale meglio si fecondi la naturale direzione della corrente ad imboccare il canale, e si derivi copia d'acque proporzionata all'uno ed all'altro fine; quando però il fiume primario ne sia capace: imperocchè può accadere che le bocche d'irrigazione esauriscano prestamente d'acque il Naviglio, e di troppo abbassino il suo pelo, e lo rendano incapace di navigazione; come succede al Naviglio della Città di Brescia e ad altri simili, i quali dopo alquante diversioni restano in asciutto.

L'Architetto pertanto dividerà le sue misure e li suoi calcoli ed intorno a quella quantità d'acque, che di mano in mano uscir dee dal Naviglio per le bocche di derivazione, ed intorno a quella residua, che decorrerà nel canale, anche dopo tutta l'estrazione; e farassi a decidere se quest'ultima bastante sia a mantenere fino al fine un'

Situazione della Chiusa per rapporto alla più spedita introduzione delle acque.

Quantità d'acqua proporzionata a due fini, d'irrigazione e di navigazione.

un' altezza sufficiente alla navigazione. Al che gioverà affai che il Perito nel generale ripartimento delle pendenze da darfi al canale, d'altrettanto le diminuisca successivamente, a proporzione delle diramazioni delle bocche, fin quasi a ridurre il fondo a tale, che poco si scosti dall' orizzontale. La ragione si è, perchè, se colla successiva diminuzione del suo corpo se ne va scemando gradatamente la pendenza e la velocità; l'altezza del suo pelo non si altera sensibilmente, e si mantiene capace di navigazione, eziandio nel restante, comunque scarso corpo d'acque.

Calcolo sempre appoggiato alla esperienza.

Calcolatafi la molto maggior portata d'acque, che dal fiume vuolsi derivare nel canale per abilitarlo a' due fini proposti, volgeransi le considerazioni ad esaminare attentamente, se il canale medesimo capace sia di sostenere tanta copia d'acque necessaria al bisogno; se le sue arginature sieno da per tutto proporzionali a reggerne il peso e l'urto; se si corra troppo pericolo di traboccamento; se possa temersene troppa irruzione d'acque nella prima imboccatura, massimamente in occasione di piene; se finalmente un qualche accidentale eccesso d'acque introdotte possa immediatamente sfogarsi. Tutte queste e somiglianti riflessioni voglionfi premeditate molto prima di venire al fatto, e d'introdurre nel canale quel grandioso corpo d'acque, che può servire al doppio già detto fine. Anzi dall' Architetto non si farà mai la totale massima introduzione, se non dopo il tentativo di altre minori introduzioni; riserbando la decisione di molte dubitazioni e problemi, più alla esperienza ed alle osservazioni sul fatto, che al priorismo e calcolo.

Timidezza de' primi Architetti tolta dalle posteriori osservazioni.

In fatti li primi Architetti de' nostri Navigli, e segnatamente di quello della Martesana, e li posteriori ancora, per più d'un secolo non si arrischiaron ad introdurvi dall'Adda tutto quel maggior corpo d'acque, che al medesimo tempo soddisfaceffe a' due fini; ma furono contenti di limitarne l'introduzione a quella quantità, che alternatamente bastasse o alla sola irrigazione per tre giorni della settimana, o per altri tre alla sola navigazione.

Ho

Ho detto che *non si arrischiaron*, o perchè introducendosi a questo fine un doppio ed anche triplo corpo d'acque, come sarebbe convenuto di fare, non si sfiancassero dal troppo peso le continuate alte muraglie, che lo reggono sotto Vaprio, o perchè la esperienza non gli avesse ancora assicurati del poterli sostenere quasi penile per lungo tratto un nuovo fiume di tanto maggior portata d'acque.

Finalmente sotto il Presidente Filiodone l'anno 1571 scorti i Professori da' migliori lumi delle passate esperienze, s'accinsero con nuovo coraggio ad ampliare la capacità del Naviglio: dilatarono ed avanzarono l'incile ad incontrare la corrente stessa del fiume; ed adattarono la chiusa ad un maggiore sostegno delle acque correnti, e ad una più copiosa diversione, e tale, che non ostanti le ampie e frequenti sue diramazioni per il corso di 27 miglia circa, il Naviglio si mantiene sempre fino alla Città di Milano in tanta altezza, quanta ne richiede la navigazione delle barche da carico; e dopo un secolo e più dall'epoca della sua prima costruzione, perfezionarono un canale, che farà sempre di modello e di grande ammaestramento a' Professori in somiglianti difficilissime operazioni. Imperocchè non solamente applicarono i mezzi ad arricchirlo di maggior portata d'acque, ciocchè non riusciva ad essi malagevole a conseguirsi; ma con sagace antivedimento andarono al riparo d'un altro disordine conseguente, che potevasi prevedere nel tempo delle massime piene, le quali da questo stesso suo miglioramento di maggiore ampiezza dell'incile ed altezza della chiusa, si farebbero più facilmente introdotte, con traboccamento e rovina de' suoi argini; e però quella attitudine, che davasi allora all'imboccatura, di attrarre un maggior corpo in acque basse, poteva riuscire rovinosa in acque alte. A questo premeditato inconveniente vi providero immediatamente con aprire nuovi e moltiplicati amplissimi sfogatoj, come diremo a suo luogo, i quali dalle loro foglie più basse del fondo del Naviglio, scaricassero nuovamente nell'Adda quel-

Nuovo compenso di sfogo alla copia dell'acque.

E

quella parte di piena, che fosse entrata; acciocchè l'introduzione e lo sfogo delle acque si regolassero con tale concerto, che all'eccesso della prima si contrapponesse subito l'eccesso del secondo; e però lo stato del Naviglio non potesse mai alterarsi. Rimane adunque bastantemente dichiarato, che la determinazione della chiufa in situazione più o men' alta del fiume, dipende dalla qualità del canale da cavarfi, e dal suo fine o di semplice navigazione, o d'irrigazione ancora.

PROPOSIZIONE II.

La chiufa, ossia sostegno destinato alla diversione del fiume non si pianta nel sito dell'alveo sottoposto immediatamente a qualche notevole cascata del medesimo; ma superiormente lo attraversi, dove il corso del fiume è meno violento e rapido, e meno resistente al suo piegamento nel nuovo incile.

Quando con la livellazione riferita alle terre, per dove passar dee il nuovo canale, siasi stabilito a un di presso quel tratto, sul quale può fabbricarsi la traversa, per derivarne una parte del fiume; non può dirsi per tutto ciò posto fine allo studio ed alle cautele dell'Architetto intorno al suo preciso collocamento. Si guardi egli gelosamente di non piantarla al di sotto d'una qualche precipitosa caduta: e ciò per molte ragioni. I. Qualsivisa derivazione dee farsi colla minore violenza, che possa praticarsi, al corso del fiume. Quando la traversa se gli contrappone, dove il suo movimento è più equabile per la maggiore dilatazione dell'alveo, e meno rapido per la minore declività; in tal caso con molto minor forza quivi si piegherà il fiume a volgersi all'incile: ma sotto una furiosa cascata, massimamente se ristretta fra' ceppi e balze; la chiufa di qualunque validissima costruzione, non sosterrà le violente percosse del fiume, e riuscirà di corta durata. II. Se il sostegno ar-

Sito della Chiufa, ove sia disposta a fare il minor sforzo al piegamento dell'acque,

tra-

traversante farà situato prima che il fiume entri, o s'abbassi nella sua maggiore caduta; quivi basterà un moderato alzamento del pelo del fiume al fine d'imboccare le sue acque nel canale di diversione in quella copia, che si vorrà; e per conseguenza molto minore altezza allo stesso fine dovrà darsi alla chiufa: ciocchè rileva moltissimo per la sua consistenza. All'opposto, se di sotto una qualche caduta si collocherà immediatamente la chiufa; le acque invallandosi su fondo più basso, richiederanno molto maggior altezza della medesima chiufa, per essere sollevate di pelo allo stesso punto di diversione già determinato dalla livellazione. Ma ognuno sa quanto di forza si scemi alla chiufa dall'essere più alta, e quanto di sollecitudine abbiano gli Architetti per risparmiarne, il più che fare si possa, l'altezza soverchia; acciocchè dal troppo alto ciglio del sostegno piombando il fiume al suo piede, non ne scalzi il fondo, e tutta scomponga la base del medesimo.

Una somigliante inavvertenza agli antichi Architetti del Naviglio di Bologna colò la rovina della prima chiufa di Casalecchio, della quale ne ho più volte riconosciuto le vestigia. Avevano quegli attraversato l'alveo di Reno con un sostegno posto molto al di sotto della presente chiufa, e dopo la precedente cascata, che fa il fiume fra' dirupati massi di tufo e di macigni. A disegnare per la prima volta la chiufa in quello sito più basso, furono eglino allettati e da' due fianchi delle sponde massicci e solidi di vivo sasso e sporgenti nello stesso alveo, e dal vantaggio di poter dare alla medesima molto minor larghezza in più stretta sezione: ma non si avvidero che per iscarsare un minor male, s'incontrarono in altro maggiore e non tollerabile. Imperocchè dal sito più basso del fiume sotto la precedente caduta fu d'uopo accrescere d'altrettanto l'altezza al sostegno, per sollevare le acque di Reno fino a quel livello, che richiedeva la prima diversione d'un canale navigabile; e quindi la chiufa non ebbe forza di sostenere in così alto

Ed ove non sia necessaria maggior altezza del Sostegno.

Esempio della prima Chiufa di Casalecchio rovinata.

stato la maggior furia delle piene, e si rompe e si rovesciò. Ma si corresse tosto il primo errore con trasportare la costruzione della chiusa poco sopra la cascata dell'alveo, in sito più rilevato ed in fondo stabile, di dove le acque di Reno più facilmente vengono ripiegate all'incile, e dalla chiusa in minor altezza sostenute. Tanto è vero che tutto l'ingegno dell'arte è quello di collegarsi sempre con la forza della natura, la quale è poi quella sola, che prevale.

PROPOSIZIONE III.

Ne' fiumi sottoposti a grandi escrescenze, quali sono l'Adda ed il Ticino, non si stabilisca la chiusa, se non nella sezione, dove più si allarghi regolarmente l'alveo de' medesimi, quando fa d'uopo ad isfogare, il più che si può, dalla cresta del sostegno l'eccesso delle massime piene, prima che s'imbocchino nell'incile del canale manofatto.

IN ogni stabilimento di chiusa e sostegno la prima occhiata, che suol darfi da uno sperimentato Architetto, è sempre rivolta allo stato delle massime piene del fiume principale, dal quale si deriva il canale navigabile. Se il fiume decorresse sempre con un corpo uniforme, ed in uno stato d'acque mezzane; le dimensioni dell'ampiezza della chiusa, e del suo scarico dal ciglio della medesima, sarebbero prestamente definite dall'Architetto, col riferirle a quella limitata quantità d'acque, che in ogni stato traboccar dee dalla sommità della chiusa, acciocchè nel canale navigabile se ne imbocchi soltanto la misura, della quale è capace. Ma uno de' pericoli maggiori de' canali navigabili si è l'irregolarità delle massime escrescenze del fiume primario, le quali per l'incile medesimo vi possono fare violente irruzioni.

E qui conviene distinguere due differenti qualità di canali navigabili. Alcuni sono quelli, che derivansi da fiumi incapaci di navigazione; e però non la continuano,

ma

ma la incominciano solamente dall'apertura del canale. Tale si è il Naviglio di Bologna cavato dal Reno a Casalecchio: il suo incile non è stabilito in tanta dilatazione, quanta farebbe d'uopo a dare l'ingresso alle barche, le quali in questo fiume superiormente non hanno luogo: la navigazione ha principio dopo il punto della diramazione di questo canale; e quindi la fabbrica della prima apertura si è tenuta ristretta, e capace di quella sola quantità d'acque, che renda navigabile il canale, e niente più; e sopravvenendo escrescenze di Reno, se ne va tostante al riparo abbassando la cateratta, e chiudendo l'incile o in tutto, o in parte.

Altri Navigli poi, come sono tutti li nostri, e segnatamente quello di Paderno sull'Adda, che stassi ora costruendo, vengono destinati a continuare la navigazione del fiume principale interrotta per qualche tratto del suo alveo o da precipitose cadute, o da interposti ostacoli; e questi canali non altrimenti si rendono atti a ricevere le barche dal fiume, fuorchè con apertura proporzionata di molte braccia in larghezza, colla quale il canale si congiunge col fiume, e ne continua la navigazione. Or questo è il caso, dove dall'Architetto si debbono prevedere le irruzioni delle piene nell'alveo del canale manofatto, quando con arte non sienfi anticipatamente sfogate. Per questa ragione prescrivono che si pianti la chiusa in una sezione, dove più si allarghi il letto del fiume; acciocchè dalla maggior ampiezza della medesima possa ottenersi uno scarico più copioso delle escrescenze dello stesso fiume, oltre altri sfoghi particolari, de' quali ragionerò nel progresso. La ragione chiarissima si è, perchè, se da un lato l'angustia della sezione e del sostegno ristringe lo scarico, e d'altro lato la piena del fiume non incontra resistenza alcuna nell'incile ampio ed aperto; egli è palese che la massima parte di essa piena si volgerà ad entrare nel canale, il quale non essendo capace di qualsivoglia quantità d'acque, non potrà sostenerne l'eccesso, con traboccamento e con rovina de' medesimi argini.

Incile, che escluse l'ingresso delle piene con l'abbassamento delle Cateratte.

Incile sempre aperto alle piene ed alla continuata navigazione.

Scrivo ciò per disinganno di alcuni, i quali allettati da una falsa economia, consigliano talvolta la scelta della più stretta sezione del fiume, ove disegnano la chiufa, con notevole risparmio bensì di materiali e di travaglio; ma senza riflettere più oltre al caso delle piene, e delle più facili irruzioni delle medesime nell'incile aperto e libero al loro ingresso. Una grande conferma di questa generale legge noi abbiamo ne' tre nostri maravigliosi canali derivati dall'Adda e dal Ticino. Le piene del fiume Adda superiormente a Concesa, dove fassi la derivazione del Naviglio della Martesana, non sono certamente di quella straordinaria grandezza, quale hanno poi le stesse piene accresciute poco dopo dalle escrescenze del fiume Brembo, che vi si congiunge. Ciò nulla ostante, tra le molte sezioni minori, nelle quali l'Adda da Trezzo fino a Concesa decorre invallata tra rive altissime e tra fianchi del monte, quegli antichi sperimentatissimi architetti non scelsero no la minima sezione di tutte, per attraversarla con un sostegno di tanto minore dispendio; ma scelsero in tutto quel tratto la sezione regolatamente più larga, dove vi fabbricarono la chiufa in larghezza di braccia 170, per sfogo più ampio delle piene: nè di ciò contenti, non si arrischiaron di attraversare col sostegno tutto l'alveo, e d'intestare la chiufa alla riva opposta Bergamasca; ma quivi vi lasciarono un'apertura di braccia 16 in larghezza, per ulteriore scarico delle piene, oltre lo sfogo amplissimo de' scaricatori e paraporti per tutta la lunghezza di quasi un miglio dallo sperone del primo argine, che divide il Naviglio dall'Adda.

Dove poi il medesimo fiume scendendo da Concesa a Cassano, si unisce col fiume Brembo, e perciò le sue piene si fanno incomparabilmente maggiori; quivi alla derivazione dell'amplissimo Canale di Muzza, il quale per la copia dell'acque chiamasi volgarmente fiume, scelsero una molto più allargata sezione dell'Adda, dove costrussero la chiufa in lunghezza di 500 e più braccia, dalla di cui sommità le straordinarie piene sfogassero più largamente,

in

Scelta di sezione regolare e larga pel collocamento della Chiufa.

Esempi antichi del giusto collocamento delle Chiufe.

in altezza quando di due braccia, e quando di tre; e cotesto così ampio e dilatato sfogo accrebbero nell'estremità della chiufa con l'aprimiento del canale denominato il *Traghetto*, di braccia 10, e con altri superiori scaricatori della *Bronzonata* e del *Ritorto*. E ciò, che fa maraglia, una tanta ampiezza e molteplicità di sfogo non si giudicò ancora bastante ad impedire l'eccesso delle piene, le quali si farebbero in parte insinuate nel Canale di Muzza; ma alla sua prima imboccatura ne raddoppiarono lo sfogo, parte col nuovo scarico della *Rottura*, che addimandasi volgarmente *Travacatore*, e parte con 30 grandiosi paraporti aperti in Trucassano, due miglia sotto l'incile.

Io non parlo qui dell'amplissima estensione della chiufa attraversante il canale del fiume Ticino alla derivazione del Naviglio grande: nè vi voleva meno di così larga sezione per isfogare le piene altissime del Ticino, e limitarne l'introduzione nell'incile aperto di questo Naviglio in larghezza di 70 braccia. Ho voluto produrre gli esempi di tre nostri antichissimi canali, i quali hanno servito di modello ad altri posteriormente costrutti in molte parti, per istabilire con tale scorta d'induzione la regola generale, che dee seguirsi nella scelta della sezione del fiume da attraversarsi con chiufa. Si calcoli prima dall'Architetto a un di presso la grandezza delle piene, alle quali soggiace in quel tratto il fiume principale; e con questo riguardo scelga egli la sezione più o men' ampia, ove il sostegno attraversante permetta sempre un proporzionato sfogo alle piene; nè si lasci sedurre giammai da una falsa economia di minore dispendio, preferendo la sezione più stretta.

A questa avvertenza mi ha indotto una recente controversia, la quale, mentre scrivo, si è eccitata tra' Professori in occasione del nuovo Naviglio di Paderno, per rendere navigabile l'Adda in quella parte. L'Architetto Meda, dugento e più anni fa, piantò la chiufa in uno stretto di questo fiume, denominato delle *tre Corna*; e

Variatione dell'Architetto Meda dal primo disegno della Chiufa di Paderno:

preferì la più angusta sezione intercetta dagli scoglj, all'altra superiore, già molti anni prima cominciata da' più vecchj Architetti in una sezione assai più ampia del fiume, denominata del *Saffo di S. Michele*. Due gravissime considerazioni di economia mossero il Meda a questa variazione dell'antico disegno. Primieramente facilissima quivi era alle tre Corna la formazione della chiusa, e di pochissimo costo; nè altro rimaneva a farsi, che l'intrecciamento delle sue parti di mezzo con li tre gran scoglj, che già risaltano dal fondo, ed attraversano l'alveo, e restringono la sezione sostenuta e ben difesa da' fianchi del monte. Ma poi trasportando la chiusa all'insù nel sito già destinato dagli anteriori Architetti Milanesi al tempo del dominio de' Franzesi, incontravasi un'altra gravissima difficoltà d'un enorme dispendio, e quasi non sopportabile. Imperocchè da quel punto superiore di diversione fino alle tre Corna, per tratto notabile s'aveva a tagliare il fianco del monte, il quale si carica, e s'avvanza sulle sponde del fiume, e chiude la via alla progettata inalveazione; ed in oltre tutto l'alveo del Naviglio per questo tratto era da scavarli nel durissimo ceppo del monte.

Or quando nel 1774 per supremo comando del Principe si venne alla deliberazione di questa medesima grande intrapresa, si eccitò parimenti tra' Professori lo stesso problema: ma alla considerazione d'una falsa economia prevalse la più importante cautela della sicurezza del canale per il tempo delle massime escrescenze dell'Adda. Si oppose subito al progetto del Meda già da esso lui infellicemente eseguito, che il voler di nuovo ferrare il fiume in quell'angusta sezione di sole braccia 80, era lo stesso che voler introdurre le massime piene dell'Adda nell'incile aperto del Naviglio, le quali in questa parte, dove non trovavano resistenza, si farebbero tostante piegate, rinnovando alle prime irruzioni le medesime rotture registrate già nelle antiche Memorie di questo Naviglio: che la regola e la pratica universale di tutti li sostegni era quell'unica, quale aveva insegnato agli Architetti la

sperienza e la ragione. Con queste considerazioni si pose fine alla disputa, si abbandonò la chiusa del Meda, si preferì il primo disegno della chiusa superiore, e si venne al taglio del fianco del monte, per dove si aprì la strada al canale da derivarsi da un punto più alto, e da sezione più larga, e da sostegno capace di maggiore sfogo, sulla foggia degli antichi, i quali reggono da più secoli, e sostengono soltanto le acque basse, e sfogano le alte.

PROPOSIZIONE IV.

Le due intestature del sostegno da una riva all'altra del fiume, sotto l'apertura dell'incile, quando non sieno già stabilite dalla natura nel vivo masso del monte, si rendano stabili con opere manofatte, e con ripari da non potersi alterare dal fiume colle corrosioni.

LA precedente regola di preferire la sezione più ampia e più capace di sfogo alle piene nella situazione del sostegno, s'incontra talvolta in altro scoglio, cioè in una sezione di rive meno resistenti, e più soggette ad essere corrose dal fiume. A questo effetto vi concorre la stessa chiusa e sostegno, dal quale si tiene in collo la piena a maggior altezza; e perciò questa esercita maggior pressione contro le rive, e le agita con vortici, e le apre e le squarcia con seni di corrosioni, e sempre minaccia di tagliar fuori le intestature, e di abbandonare la chiusa e l'incile. Molto più a questo pericolo soggiacciono le chiuse, quando il fiume superiormente non decorre retto, ma ripiega il suo corso con molte irregolarità ora alla destra, ora alla sinistra, e minaccia di aprirsi altro alveo, che lo congiunga immediatamente col fiume principale, deviando dall'interposto sostegno.

Da queste vicende negli antichi e moderni tempi fu sempre resa difficile la manutenzione del sostegno e della diversione del Naviglio grande dal fiume Ticino, attesa la

natural costituzione della valle, nella quale decorre. Imperocchè in quella parte, di dove il Naviglio grande era da cavarfi dal Ticino, il corso superiore del fiume non è già incassato ed invallato tra le coste del monte, com'è l'Adda nel sito della diversione del suo Naviglio, ma difalveato e ferpeggiante per il piano d'una vastissima valle, dove i cambiamenti sono facilissimi e frequenti. Cotesta incoitanza del fiume fu la prima difficoltà, nella quale si abbattono gli antichi Architetti. E perchè appunto il taglio di questo grande canale in ogni tempo fu sottoposto alla imperfezione appropriata a que' fiumi, i quali non decorrono fra rive stabili; farà di grande ammaestramento a' Leggitori la storia delle operazioni e delle sperienze fatte per dare in questa parte con l'arte al corso del fiume quella stabilità, che non poteva avere dalla natura. E quantunque i progetti ed i ripari di tempo in tempo introdotti, abbiano sortito diversi effetti, ora favorevoli al fine proposto, ed ora contrarj od inutili; non pertanto dal loro giusto paragone se ne formerà quella teoria, la quale sia un frutto d'osservazioni, e posata sul fondo certo de' veri fatti.

Primieramente a provvedere al pericolo delle corrosioni delle rive del Ticino, e ad impedire qualsiviasa sviamiento, o torcimento della corrente dall'imboccare direttamente l'incile, si armarono le due superiori rive con pesanti macigni, sostenuti ed intrecciati da sode palificate per lungo tratto, da Oleggio all'ingiù fino all'imbocatura del Naviglio; come riferisce il Cancelliere Settala, e si dimostra dalle antiche Relazioni de' Periti di que' tempi, e dalle opere manofatte, le quali ora si veggono.

Ma siccome, ciò nulla ostante, li frequenti ferpeggiamenti del fiume portavano la corrente ad investire più furiosamente, ora la sinistra spalla dell'incile sotto Torna-vento, ed ora la destra verso il Canale di Pavia; all'uno ed all'altro pericolo vi contrapposero ripari proporzionati. Attraversarono e fortificarono il fianco sinistro dell'incile col celebre sperone denominato *Pennellone di Torna-vento*,

il

Sperimenti e lavori nelle due intestature del Sostegno del Naviglio grande.

Grande armatura alla spalla sinistra di Torna-vento.

il quale a guisa d'un continuato scoglio, pone termine a qualsiviasa avanzamento del fiume da quella parte.

La spalla destra della gran chiusa del Ticino, chiamata volgarmente il *Sostegno de' Mancini*, fu in que' tempi meno fortificata, perchè meno sottoposta alla corrente del fiume, la quale si manteneva sempre rivolta al sinistro fianco, e contro il pennellone di Torna-vento; e soltanto nell'ultima variazione del fiume fu riservato a' nostri giorni il suo più valido rifacimento, proporzionato alle nuove circostanze, come riferirò in appresso.

Dal destro fianco del sostegno de' Mancini procedendo all'insù verso la lanca del Pozzo, e dirimpetto alla lanca di Bragadano, sulla riva interposta tra il Ticino superiore ed inferiore fu aperto dagli antichi e costruito quel grandioso scaricatoio del fiume, quale veggiamo anche in oggi. Il fine primario di questo fu di sfogare le piene, le quali s'incamminano per la lanca di Bragadano, e divertirle anticipatamente giù per il canale inferiore del Ticino, che va a Pavia, e con tale sfogo regolato ad arbitrio, sollevare l'imbocatura del Naviglio da un troppo eccessivo carico d'acque.

Alle furiose correnti, le quali dal lato destro per la lanca di Bragadano vanno ad investire le due spalle di questo scaricatoio, e la riva tutta disposta alla corrosione, contrapposero una vasta mole di continuata armatura di macigni legati con colonne di grossi alberi e viva calce, per sostenere da questa parte il Ticino, acciocchè non si avanzasse nelle corrosioni ad unirsi col suo alveo inferiore, abbandonando il Naviglio ed il presente suo andamento.

Da cotesti provvedimenti di tempo in tempo accresciuti come e quando richiedeva l'incoitanza del Ticino in questa sua valle, si mantenne regolato ed imbrigliato per più di due secoli l'irregolarissimo suo corso, senza pericolo di alcun suo sviamiento dall'una e dall'altra intestatura: ma nel 1758 il Ticino abbandonò il corso più retto alla sinistra verso l'imbocatura del Naviglio, e tutto si ripiegò alla destra parte della riva d'Oleggio, restringendo la

cor-

Sostegno de' Mancini alla destra.

Sfogaio delle piene.

Armatura della riva destra.

corrente viva sotto il piede del sostegno de' Mancini, e scavandone il fondo in tanta profondità, che più non si sostenevano le colonne di legno, che ne armavano la fronte.

Nuovo piega-
mento del Tici-
no a destra.

Quello che più dava a temere la novità di questo andamento del fiume, era la violentissima corrosione della intestatura destra della chiusa del Ticino, cioè del sostegno de' Mancini; perchè tolto il medesimo, per questa nuova apertura s'inalveava il fiume giù nel canale inferiore, ed abbandonava l'imboccatura del Naviglio.

Progetto di ret-
tificazione.

Da due nostri Periti Camerali si propose allora, ed in parte si eseguì il progetto di rettificare il corso superiore del Ticino avanti l'imboccatura del Naviglio, e di riaprirne il nuovo alveo, il quale colla recente diversione si era da se riturato; e già da più centinaia di lavoratori avanzavasi il lavoro nel nuovo scavamento del fiume, con quel dispendio, che ognuno può figurarsi; e sempre sulla familiare lusinga che il Ticino di per se farebbe tostamente incamminato sul letto, che se gli andava preparando, e sulla via più corta, abbandonando il tortuoso e lunghissimo cammino sotto la riva d'Oleggio e del sostegno de' Mancini.

Ragioni con-
trarie al proget-
to della retti-
ficazione.

L'operazione della progettata rettificazione era già nel suo più fervido avanzamento; quando da S. E. il Signor Conte Cristiani Ministro Plenipotenziario venni spedito a riconoscere questo lavoro, e a dirne il mio parere, quale produssi nella stampata Relazione. La somma delle mie riflessioni fu la seguente: Che gittata era la foverchia spesa progettata, e calcolata d'un mezzo milione di lire noitre, per conseguire un tale rettificamento dell'alveo del Ticino: che non dal letto preparatogli, ma dal concorso delle antecedenti cause dipendeva che il fiume volgesse il suo corso più ad una parte che all'altra; e perseverando quelle, l'alveo nuovo alle prime piene farebbe riempito di ghiaie: che in questa valle disalveata passeggiata dal fiume in ogni tempo e con tanti rami, farebbe un'intrapresa disperata il voler pretendere

di

di rettificarne l'andamento: che la pratica de' più antichi e sperimentati Architetti era sempre stata quella di permettere pur al fiume in ogni altra parte li suoi naturali svagamenti, e di non correrli mai dietro con opere manofatte per costringerlo ad un rettilo, che non soffrirebbe giammai: che per quanto il Ticino si divagasse nella valle, doveva alla per fine ridursi sempre a questo passo tra la riva sinistra di Tornavento e di Lonate, e la destra del sostegno de' Mancini: che a contenerlo tra questi confini era sempre stata rivolta l'opera e la spesa de' passati Architetti; e però il sostegno de' Mancini, e l'intestatura destra della traversa del fiume erano da sostenersi ad ogni costo, non già con semplici colonne di legno, come in addietro, ma con pesanti macigni gittati nel fondo del fiume per tutto il tratto della riva corrosa, ed ammucchiati ed infra loro legati, e sporgenti contro la corrente a guisa d'un continuato sperone, che mantenesse immobile lo stato di prima e l'intestatura destra, com'erasi già fatto alla sinistra col pennellone di Tornavento, quando il fiume erasi piegato a quella parte.

Rifacimento del
Sostegno de'
Mancini.

Dietro a questa mia ragionata Relazione uscì il decreto dell'eseguimento. Si sospese immediatamente il rettilo, si rifece in forma validissima il sostegno de' Mancini, come si vede in oggi; e collo sperimento di tanti anni si è confermato quello, che io aveva predetto la prima volta, che tutti li precedenti irregolari movimenti del fiume non erano da temersi, quando il suo corso s'imbrigliaffe tra' confini delle due intestature. Ho voluto qui, non già con astratte regole, ma con esempi e fatti, come io ho per costume, dimostrare qual sussistenza possa darsi al taglio d'un canale manofatto, quando l'Architeto si abbatta nella inevitabile necessità di doverlo aprire tra rive instabili e facili ad essere corrose, e segnatamente ne' casi di alterazione di corso del fiume primario.

Regola generale
in casi simiglian-
ti.

PROPOSIZIONE V.

Se al Canale navigabile di Paderno, del quale, mentre scrivo, se ne va proseguendo il grandioso lavoro, necessario si renda il sostegno attraversante l'Adda, per derivarla nel nuovo suo incile; e se il medesimo sostegno sia indispensabile generalmente in qualsivoglia fiume, per sostenere in ogni suo stato variabile nel canale di diversione un corpo d'acque di tanta altezza, quanta è necessaria o alla navigazione delle barche da carico, od anche alla contemporanea irrigazione.

IN occasione della Visita al nuovo incominciato Naviglio di Paderno fatta nello scorso anno 1775 nel mese di Maggio da' Periti e da' Matematici per commissione di S. A. R. l'Arciduca Ferdinando, ho udito progettarsi da più d'uno il risparmio della traversa all'Adda, com'è costume, ed in quella vece consigliarsi un semplice partitore situato e prolungato nel mezzo dell'alveo del fiume, e dividente il medesimo in due rami, per imboccare da un lato le acque del fiume nell'incile, più o meno dilatato, come tornasse bene, lasciandone l'eccesso a decorrere giù liberamente per l'altro ramo del fiume principale. A questo pensiero conciliavasi poi molta verisimiglianza coll'esempio de' rami navigabili, ne quali si spartono tanti fiumi primarij d'Europa, il Po, il Reno, il Danubio ec.; e lo stesso progetto colorivasi con molti vantaggi, e di uno sfogo più libero nelle piene per il letto continuato del fiume, e di uno scarico alle ghiaie niente impedito dal sostegno.

Somiglianti progetti sorprendono certuni a prima vista, perchè con errore li considerano accompagnati da quelle sole circostanze propizie, le quali poi non hanno, cioè e d'una moderata ed uguale caduta del tronco principale nelle due diramazioni, e di corpo d'acque sempre bastante allo scorrimento e riempimento delle medesime.

Ma

Ma dove variabilissimo è il corpo d'acqua del fiume, come accade qui all'Adda, e molto più dove il suo corso è precipitoso nel proprio alveo, non si potrà giammai derivare stabilmente a livello più alto nel letto del Naviglio l'acqua del fiume, se lo stesso non verrà sostenuto da una traversa al medesimo livello dell'incile. E questo è il sistema generale di tutti i Navigli, i quali si cavano da' fiumi dotati d'una grande caduta, com'è qui fra noi l'Adda ed il Ticino, ed altrove il Reno di Bologna e tant'altri, i quali soggiacciono a grandi alterazioni. Imperocchè, se le acque sono alte nel fiume, se ne scarica la sovrabbondante, non solamente dal ciglio del sostegno, ma da' più bassi sfogatoj; de' quali mi rimane ancora a ragionare: se le acque si dimagrano, la chiusa le diverte tutte, o quasi tutte nel canale aperto. In questa forma variandosi in ogni stagione lo stato del fiume principale, non si altera giammai lo stato del Naviglio, fino a quel limite d'altezza, capace di comoda navigazione.

Il sostegno attraversante l'alveo principale dee considerarsi come un vero *Regolatore*, il quale sottragga sempre dal fiume e dal suo più rapido corso, e diverta nel Naviglio quell'invariabile quantità d'acque, senza la quale o sarebbe incagliata la navigazione, ovvero diminuita l'irrigazione. In fatti nello scorso anno 1775, attesa la straordinaria siccità di molti mesi, tutto il corpo del Ticino e dell'Adda introdotto dalla chiusa ne' due rispettivi Navigli, appena era bastante a mantenerne la navigazione, e molto meno l'irrigazione; e quando non vi si fosse interposto il sostegno, sarebbe rimasto quasi in secco l'uno e l'altro de' due Navigli.

A decidere poi interamente della necessità della chiusa, quando le acque del fiume si hanno a rivolgere ad un fondo più alto d'un canale manofatto, basta richiamare alla mente ciò che insegna il Guglielmini al capo 12 della natura de' fiumi, e qual differenza passi tra li canali regolati, e li rami, ne quali naturalmente si sparte il fiume.

me. *Negli alvei de' canali regolari, dic' egli, è così regolata l'introduzione dell'acque, che ad ogni volontà di chi li regola, possono esse od accrescersi, o sminuirsi, od affatto togliersi: senza di che equivalerebbero ad un ramo, o braccio di fiume naturale; ed in tal caso non potrebbero dirsi regolari.* Il sottegno adunque in questi è necessario per conservarli in una itabile consistenza. All'opposto, se la derivazione farassi con un semplice partitore piantato nell'alveo del fiume principale; la sola diluuglianza delle due diverse cadute cagionerà quella incoitanza, che abbiamo già notato essere propria di tutti li rami de' fiumi. Imperocchè ad effetto che li due rami, i quali si dividono dallo sperone del partitore, si mantengano, *si richiede, come si è detto altre volte col Guglielmini, eguale caduta nell'uno e nell'altro di essi, egualmente spedita l'introduzione dell'acqua nell'imboccatura de' medesimi, eguali le resistenze delle ripe, e particolarmente del fondo degli alvei, ed in fine eguali tutte le circostanze, che possono od accrescere, o conservare, o ritardare la velocità dell'acqua, che scorre per essi.*

Ma quando mai potrebbe incontrarsi una così puntuale uguaglianza di circostanze nella nuova derivazione del Naviglio di Paderno non sostenuto da chiusa, come si progetta da taluno? Dal lato del fiume la caduta è precipitosa; ed all'imboccatura del Naviglio le acque non possono avanzarsi, se non ad un livello e piano più alto: questo solo divario verrebbe a distruggere lo stesso Naviglio. Imperocchè le pesanti materie e ghiaie ed arene si deporrebbero tutte all'imboccatura del Naviglio, dove si rallenta la velocità; ed al contrario l'altra apertura libera del fiume si manterrebbe sempre sgombra e prevalente; e quindi in breve tempo rapirebbe a se tutta la copia dell'acque. Ciochè è conforme alla massima del Guglielmini nel citato capo 12, ove scrive: *Per altro, quando in un ramo vi sono impedimenti stabili, tra' quali è la differenza della caduta, e nell'altro perpetua facilità di corso; in una parola, quando un ramo gode continuamente delle con-*

Ecceffo di caduta tolto dal Sottegno.

dirizioni più vantaggiose al di lui corso, alla di lui dilatazione ed escavazione, nè mai si viene all'equilibrio con le condizioni dell'altro; è necessario che il medesimo assorbisca col tempo tutta l'acqua del fiume, e che l'altro ramo sia abbandonato ec. Coteffo sbilancio di condizioni viene tolto immediatamente ne' canali regolati dalla chiusa nel fiume principale, la quale uguaglia la velocità del corso nell'una e nell'altra diramazione, frena quindi la troppa caduta, e solleva le acque ad un livello comune, dal quale con uniforme corso una parte decada dal ciglio della chiusa, ed altra parte s'introduca nel Naviglio.

Sebbene il problema d'economia, che in oggi si muove, si è già deciso fino da cento e più anni fa; e la speranza fattane della derivazione del Naviglio grande col semplice uso d'uno sperone partitore nel Ticino, ci ha dimostrato la necessità della chiusa, molto più autenticamente di quello, che avesse potuto scoprirci qualunque ben ragionata teoria. Per disinganno adunque di alcuni, i quali ora rinnovano il medesimo progetto, riferirò le diverse vicende, alle quali per molto tempo fu sottoposta l'imboccatura del Naviglio grande, finchè sotto il Governatore Terranuova si venne al finale provvedimento di costruire la traversa a tutta la sezione del fiume; come riferisce il Cancelliere Settala ne' capi 25, 26, 27 della sua stampata Relazione.

Li primi Architetti del Naviglio grande invaghiti d'una maggiore semplicità d'operazioni, nella sua divisione avevano aperta l'imboccatura del canale coll'avanzamento d'un validissimo sperone, dal quale dividevasi la sezione del fiume, parte a decorrere giù per l'alveo suo naturale, e parte ad entrare nel canale artefatto; giust' appunto, come figurano anche in oggi alcuni moderni Architetti doverfi fare nell'Adda pel nuovo Naviglio di Paderno. Quello che ne avvenne subito in que' tempi, viene riferito dal citato Storico de' nostri Navigli. Imperocchè essendo rapidissima la caduta del Ticino nel suo letto continuato del Canale di Pavia, ed al contrario più ritardato il suo corso

Esempio dell'inutilità del Partitore in luogo della Chiusa.

so all'imboccatura meno declive del Naviglio; da questa sola grande difuguaglianza ne procedeva, che dalla parte del fiume alla destra dello sperone l'apertura si mantenesse sempre più profondata e dilatata, ed alla sinistra all'imboccatura del Naviglio vi si deponessero le ghiaie e materie pesanti: quindi ad impedire il totale sviamiento del fiume dalla bocca del Naviglio era indispensabile lo spingere sempre innanzi lo sperone, per incontrare un fondo maggiore del fiume, il quale per la medesima cagione prestamente riempievasi di nuovo, rivolgendosi tutto il corpo dell'acque alla destra del partitore, dov'era sempre rapito dalla maggiore caduta, e abbandonando il Naviglio.

Con quanto dispendio e pochissimo frutto si rinno-
 vassero ogni anno le medesime operazioni, lo riferisce il
 Partitore del Ticino. *Sperienze del Partitore del Ticino.*
 del Settala, ove rozzamente sì, ma veracemente quanto al fatto, scrive al capo 25: *Per tali rotture ed inconvenienti fu necessario in quei tempi far nuovi speroni, ripari e nuove bocche, spingendo sempre innanzi l'imboccatura del Naviglio, e facendo con grandissima violenza alzare l'acqua del fiume, se doveva entrare nel Naviglio; come si è visto per le riformazioni delle bocche e dei speroni fatte negli anni 1559 e 1564, e come si vede nel luogo da Tinella insù per due miglia, ove sono vestigia vecchie di diversi speroni e bocche fatte con grandissima spesa di palificare ec.* Quanto poi fosse inutile un tal avanzamento dello sperone, lo racconta egli, non da Idrostatico, ma da semplice Storico con queste parole: *Ogni qualvolta si allungava la paladella e sperone, il corso del fiume sfondava grandemente il letto della detta apertura, lasciando in altro il fondo della bocca del Naviglio.*

Finalmente nel 1585 tutto il Ticino si ripiegò al Canale di Pavia, dov'era sempre invitato dalla caduta incomparabilmente maggiore, ruppe lo sperone e partitore, ed abbandonò interamente l'imboccatura del Naviglio; e se ne sospese la navigazione e l'irrigazione. Quale tumulto cagionasse nella Città la mancanza del Naviglio, ciascuno può immaginarselo; e crebbe a segno, che obli-

bligò tutto il rispettabile corpo del Magistrato co' più insigni Periti a trasferirsi sul luogo, per ivi decidere dell'origine del disordine, e del rimedio. La difuguaglianza della caduta del fiume nelle due diverse imboccature fu quella, che saltò agli occhi di tutti per vera origine dell'incessante rituramento della bocca del Naviglio: ma troppo effimero fu il rimedio, che allora propolero. Si lungarono di poter rimediare all'effetto senza togliere la vera cagione, e furono contenti di progettare e di ordinare che dall'imboccatura all'ingiù si desse al letto del Naviglio con uno straordinario scavamento quella maggiore caduta, che permettesse lo stato del suo corso e del suo livello; non già per uguagliarla a quella, che naturalmente aveva il Ticino nel proprio letto, ma per accostarla almeno, quanto più far si potesse; e con tale accrescimento di pendenza e di velocità nel suo ingresso, speravasi di mantenere spurgata la bocca dello stesso Naviglio: dissero, che un tanto abbassamento del suo letto poteva farsi di tre braccia per lo meno, e per molte miglia, fino ad incontrare altra caduta del suo fondo, o maggiore, od uguale almeno. Fu eseguito nel 1585 un così grande scavamento con quella celerità, che richiedeva il bisogno pubblico, cioè in 20 giorni con 1000 giornalieri per ciascun giorno, come fu calcolato da' Periti nel Piano dell'appalto; ma nello stesso tempo lasciarono l'imboccatura del Naviglio nel vecchio sistema d'un semplice partitore, il quale la divideva dal fiume.

Negli anni seguenti s'avvidero tosto dell'errore. La prevalenza della caduta, quale aveva sempre il canale libero del Ticino verso Pavia, rese vani tutti questi dispendiosissimi tentativi di maggiore scavamento del medesimo Naviglio. Imperocchè rimanendo viva e perseverante la cagione dello sconcerto, l'effetto riusciva sempre di maggiore approfondamento dalla parte del fiume, e di maggiore alzamento del fondo dal lato finitro dello sperone, per dove imboccavasi dal Naviglio l'acqua più ritardata del fiume. Finalmente il Signor Questore Provinciale Francesco

Progetto effimero di rimedio.

Errore di voler impedire l'effetto senza togliere la causa.

Cid, come racconta il Settala, *spertissimo quanto ogni altro Ingegnere*, e lo stesso Perito Meda si chiarirono dell' errore, nel quale avevano sempre camminato li passati Ingegneri, e convennero che finattanto che si permettesse una tanta diluguaglianza di caduta di quà e di là dallo sperone, non si toglierebbe la vera origine dell' alzamento dell' imboccatura del Naviglio: che il partito praticato per un secolo di spingere sempre innanzi lo sperone ogni anno, procedeva all' infinito senza stabilità: che l' unico rimedio era quello di uguagliare le cadute, attraversando con un sostegno il Canale di Pavia; acciocchè il fiume senza prevalenza di corso, parte s'incamminasse al Naviglio, e parte alla sommità della chiusa. La traversa fu tostamente fabbricata con quella solidità di macigni, di colonne, di armature, che richiedeva il caso di sostenere tutto il fiume al medesimo livello di fondo, che aveva l'imboccatura del Naviglio, come si vede anche in oggi; e questo solo progetto ben eseguito, pose fine a quell' incostanza, la quale aveva travagliato per più d'un secolo la nostra Città. Così conchiude il Cancelliere Settala con queste parole: *Il che dal Magistrato fu approvato ed eseguito; e l' Illustrissimo Sig. Duca di Terranuova al presente Governatore di questo Stato, visitando le dette opere, e lodandole grandemente, disse alla presenza di molti Signori, essere stata impresa Romana, e che il rimedio della traversa per far bocca perpetua al Naviglio, era giudicosa ed utile invenzione.*

La storia delle antiche sperienze è sempre il modello, sul quale i moderni Periti possono ricrederli di qualche scusabile errore de' vecchi; ed io l'ho prodotta ampiamente per disinganno di alcuni, a' quali pareva di poter derivare stabilmente dall' Adda il nuovo Naviglio di Paderno, senza il dispendio della chiusa, e col semplice partitore. Il caso è lo stessissimo che quello del Ticino e del Naviglio grande.

Primo stabilimento della Chiusa.

PROPOSIZIONE VI.

La misura dell' alzamento della chiusa al fiume sarà regolata da quel preciso alzamento di pelo, del quale sulla soglia dell' incile ha bisogno il corpo d'acque nel Naviglio per servire all' uno ed all' altro fine, della irrigazione, dove ha luogo, e della navigazione; e con quale regola, e serie di sperimenti si debba procedere in questa determinazione.

QUi si naviga fra due scogli; e di grande accorgimento fa d'uopo ad un Architetto per ridurre ad una giusta mezzanità provvedimenti, li quali sembrano contrarj: perocchè o colla depressione del sostegno si corre pericolo di non introdurre nel canale un corpo d'acque baitevole alla navigazione nello stato di magrezza del fiume, ovvero con la troppa altezza del medesimo si espone il canale ad una violenta irruzione in acque alte.

Sono alcuni d'avviso che la chiusa possa costituirsi in altezza media tra la massima bastezza del fiume, ed il punto della massima altezza, a cui sale qualsivoglia escrescenza. Ma questa è regola incertissima, sì perchè nella solita incostanza de' fiumi sono sempre incerti questi due punti estremi, e sì ancora perchè li crescimenti del corpo d'acque sostenuto dalla chiusa sono sempre in maggior proporzione di quella, con cui crescono le altezze; e però l'altezza media ne' due diversi stati del fiume non può adottarsi qual regola certa o di quel corpo d'acque, che debba introdursi nel canale di derivazione, o di quell' alzamento stabile, che a questo fine convenga dare alla chiusa. Oltre di che la costante osservazione de' nostri canali navigabili insegna che le massime escrescenze dell' Adda e del Ticino si sollevano a tanta altezza sopra la cresta delle loro chiusa nello stato presente, che soverchia sarebbe, e da non tollerarsi l'altezza media, che si vorrebbe dare alla chiusa in questo sistema.

Regola incerta dell' alzamento della Chiusa.

Altezza dell'acque sulla foglia dell' Incile regolata dall' altezza della Chiufa.

La regola dunque di quella precisa misura d' altezza, che può baltare alla chiufa, fi rifolve tutta in quel costante alzamento di pelo d' acque, che fino dalla sua prima introduzione è neceffario al Naviglio per fervire o alla fola navigazione, ovvero alla irrigazione ancora. Nel primo cafo rifletta l'Architetto alla qualità delle barche da carico, le quali fono appropriate alla navigazione, che fi ha per oggetto, e quanto fia l'ordinario pelo delle merci, le quali fi hanno a trasportare, e quanto peſchino ſul fondo le ſuddette barche; affinché l' alzamento del pelo dell'acque ſulla foglia dell' incile ſia ſempre proporzionato a ſoſtenere galleggianti le medefime barche. Da queſta conſiderazione procederà l'Architetto a determinare l'alzamento della fabbrica del ſoſtegno ſulle ſteſſe miſure; acciocchè in ogni ſtato ancor d'acque baſſiſſime, non ſi alteri giammai fino dalla prima imboccatura la coſtante altezza del corpo d'acque neceſſario alla navigazione, e tutto il di più ſi ſcarichi ne' ſoliti ſfogatori, de' quali avremo a ragionarne in progrefſo.

Che ſe il Naviglio nel ſecondo caſo, oltre alla navigazione, ſervir debba ad una vaſta irrigazione di molti Territorj, come accade a' due noſtri antichi Naviglj dell'Adda e del Ticino: ficcome ſi avrà premura d'una molto maggiore introduzione d'acque; così al ſoſtegno attraversante il fiume principale ſi darà altezza maggiore, e proporzionata alle molte diramazioni, acciocchè queſte non impoveriſcano di troppo il Naviglio, e non lo rendano incapace di navigazione.

Rapporto da averſi alla navigazione ed alla irrigazione.

Vero è però, che eziandio in queſto caſo alla ſcarfezza dell'acque del Naviglio eſauſte dalle precedenti diramazioni, ſottentra l'uſo maraviglioſo de' ſoſtegni amovibili, denominati volgarmente *Conche*, le quali ſolle vano ſempre il livello dell'acque a quella maggiore altezza, che non avrebbero dal loro corpo, e vi mantengono la navigazione. Con queſto artificio il Naviglio della Martefana introdotto nella Foffa interiore della noſtra Città, vi conſerva coll' uſo delle conche la navigazione, la qua-

le

le quivi verrebbe meno per la piccolezza del corpo d'acque riſtatteſi dopo le tante eſtrazioni.

Il vantaggio, che ha il nuovo Naviglio di Paderno ſopra gli altri noſtri antichi Naviglj, ſi è che l'unico ſuo fine è quello di poter continuare per due miglia circa di queſto canale la navigazione intercetta dell'Adda, regolandone le cadute con cinque primarj ſoſtegni, i quali mantengono il ſuo pelo a quell' altezza, che può baſtare alla ſola navigazione. Da queſto ſuo proprio ſiſtema e fine n' è conſeguente che molto minor corpo d'acque ſe gli renda neceſſario, perchè regolato dalle conche fino in vicinanza alla prima imboccatura, e molto minore alzamento debba darſi alla chiufa medefima deſtinata al ſemplice fine di ſoſtenere nel canale la navigazione: laddove negli altri due Naviglj l'altezza della chiufa ſollevar dee le acque del fiume a pelo più alto di quello, che convenga alla ſola navigazione de' ſuddetti canali, e con ampiezza di bocca di 60 e di 70 braccia, e con pendenza maggiore introdurle in queſti in quella maggior copia, la quale ſi rende neceſſaria al doppio uſo de' medefimi canali. Or tutta queſta più copioſa introduzione farebbe ſoverchia, ed anzi nociva al Naviglio di Paderno, a cui baſta un aſſai moderato corpo d'acque ſoſtenuto non ſolamente dalla chiufa, ma dalle conche interpoſte in tutta la ſua lunghezza di due miglia circa, fino all'ultimo ſuo sbocco in Adda, dove ſi continua la navigazione.

E quì mi ſi apre il luogo di avvertire gli Architetti che qualunque teoria poſſa da eſſi penſarſi in queſto genere dell' alzamento della chiufa, non giugnerà mai eſſa ad abbracciare le ſvariatiffime circonſtanze d' infiniti caſi particolari, ne' quali i medefimi ſ' incontreranno. Ed in queſta parte l'Architetto dee ſempre propendere al meno, che può dare d' altezza alla chiufa, che al più; ſi perchè lo ſfogo del fiume dalla ſommità della medefima rieſca più copioſo; e ſi ancora perchè la minore altezza, che può comportarſi dalla chiufa, meno pregiudica alla ſua conſiſtenza.

F 4

Con-

Alzamento della Chiufa proporzionale al fine del Naviglio.

Alzamento
fucceffivo della
Chiuſa regolato
dalle ſperienze
di più piene.

Conſiglio pertanto gli Architetti del nuovo Naviglio di Paderno ad avere ricorſo alla ſperienza, quando ſi vorrà procedere a quella ſcabroſa operazione. Nè ſi creda che dagli antichi ſi conduceſſe la prima volta, e di prima loro invenzione la chiuſa a quell'altezza, che ſuggerì loro la teoria: vi vennero per tutti li gradi di molte oſſervazioni a quel ſegno d'altezza, quale noi ora veggiamo; e riſparmiarono tutto quel più, che non era neceſſario al fine del Naviglio. Si riſervi adunque per ultima l'operazione della chiuſa da fabbricarſi. Queſta ſu vaſta baſe di peſanti quadroni collegati ed incaſtrati, e ſoſtenuti da due ordini di colonne, ſi vada alzando di ſtrato in ſtrato, quanto baſterebbe ad imboccare nell'incile uno ſcarſo corpo d'acque in altezza d'un braccio, o poco più; e quivi ſi faccia punto, e ſi oſſervi quale cambiamento per rapporto al letto del fiume, vi faccia una sì fatta prima parte della chiuſa, qual corpo d'acque entri nel Naviglio, ed in quale altezza, e con quanta velocità, non meno in acque baſſe, che in acque alte, per decidere di quanti ſfogatoj e di quale ampiezza abbia biſogno la chiuſa medefima per iſcarico delle piene e delle ghiaie, come mi rimane a dichiarare fra poco. In queſto mezzo, nel quale non ſi farà dato ancora al Naviglio il carico intero d'acque per farlo navigabile in ogni ſtagione, l'Architetto oſſerverà ſe l'andamento dell'acque ſia ſempre equabile e ſoſtenuto; ſe il livello della ſommità de' portoni delle conche ſia qual ſi convenga agli alzamenti ed abbaffamenti del pelo d'acque, che ſi debbono fare nel paſſaggio delle barche per le diverſe cadute del canale; e con quanta preſtezza ſi faccia o il riempimento delle conche, o il loro votamento; ſe gli ordigni dell'aprimiento, o chiudimento de' portoni e delle chiviche ſi arrendano a quell'impulſo, che loro danno i barcaiuoli; ſe finalmente la ſalita delle barche, o la diſceſa ſ'abbatta in troppa corrente da doverſi frenare. Colla ſcorta poi di ſimili ſperimenti ſi proceda ad altri ſucceſſivi alzamenti della chiuſa; ma ſempre con l'av-

ver-

vertenza di non alzarla più oltre di quel termine, nel quale eziandio in iſtato d'acque baſſiſſime, ſi poſſa mantenere ſufficiente navigazione nel canale. In ſomma è di meſtieri che per ogni conto ſi ſchivi il pericolo d'una chiuſa più alta del biſogno, e d'una improvviſa irruzione del fiume, prima d'aver fatto lo ſperimento del concerto di tutte le parti del nuovo Naviglio con un mezzo carico d'acque, o poco più.

Quali poi ſieno gli ſfogatoj, che ſi aprono nella medefima chiuſa, ed in qual forma ſe ne regoli l'uſo nelle varie vicende dell'eſcrescenze e delle baſſezze del fiume, ſe ne rimette la trattazione al Capo ſeguente.

PROPOSIZIONE VII.

Il primo argine partitore coſtrutto di peſanti quadroni di duro maſſo di pietre, il quale comincia dallo ſperone angolare dell'incile a ſeparare le acque del canale dal fiume, che più rapido e baſſo vi decorre a canto; il detto argine partitore ſi alzerà con la medefima legge della chiuſa, e farà le veci di uno ſtabile Regolatore, dal quale per tratto notabile trabocchi nell'alto del fiume quell'eceſſo d'acque, che in tempo di eſcrescenza vi foſſe entrato.

LO ſfogo delle piene, che faſſi dal ciglio della chiuſa moderatamente alzata, come ſi è dichiarato, e dal ſuo particolare ſfogatoio, del quale ragionerò in ſeguito, non potrà giammai impedire che una parte della medefima piena in tal tempo non abbia l'ingreſſo nel canale di derivazione, con alzarne il ſuo pelo ſoverchiamente. Se queſto primo exceſſo d'acque non foſſe toſto ſcaricato, porterebbe nel progreſſo inondazioni e rovine al canale medefimo. Il primo argine partitore adunque non è

Regolatore del
Naviglio.

po,

po, con permetterne il traboccamento per tratto notevole nel fiume principale, il quale a livello sempre più basso colteggia la diversione. Imperocchè dal punto del partitore inalveandosi il Naviglio immediatamente in un fondo più alto, e di livello più regolato di quello, che abbia il medesimo fiume nel suo proprio letto, ne segue che qualsivoglia nuova introduzione d'acque fatta dalla piena nel canale, vi faccia tolto un' altezza soverchia, alla quale si dà luogo di scaricarsi dalla sommità di questo primo argine per tutta la sua estensione. La lunghezza di tale scaricatoio, ora è d' un quarto di miglio, ed ora più o meno, a tenore del bisogno, e del soccorso d'altri sfogatoj. La sua altezza non dee oltrepassare il livello della chiusa medesima, colla quale concorre allo scarico delle piene. La costruzione poi di quest' argine si faccia solidissima, e composta e collegata di gran massi di macigni, volgarmente qui chiamati *quadroni*, li quali col solo pelo resistono alla violenza dell'acque traboccanti, che scalzerebbero il piede dell' argine colla loro caduta, se il medesimo non fosse munito di scarpa e di riparo di uguale solidità.

Ne' nostri canali navigabili derivati dall'Adda e dal Ticino, ed in tutte le grandi diramazioni, che si fanno dal fiume Sesia e dal fiume Ogogna, a vantaggio di tante irrigazioni della Lumellina e del Vigevanico e d'altre Terre, si fa buon uso di questo regolatore, per ridurli al costante loro livello, in occasione che questo venga alterato dalle piene; e sarebbe un grande errore, se il primo argine partitore dal punto dell' ingresso dell'acque nell'incile si alzasse a tanta altezza da chiudere immediatamente tutto il corpo d'acque, che vi entra nell'escrescenze del fiume. Questo è il primo più naturale scarico, dopo quello della chiusa, che dispone poi il Naviglio a ridursi alla giusta sua altezza per mezzo de' paraporti, de' quali mi rimane a ragionare.

In fatti il fiume Muzza derivato dall'Adda, oltre il grandioso traboccamento delle piene dal labbro della chiu-

Altezza del Regolatore.

chiusa, s'incontra subito sotto il ponte di Cassano in una bassa ripa ben armata di pietre, denominata della Rotura, e rilevata soltanto a quell' altezza di livello, che non dee giammai oltrepassarsi dal regolato pelo di questo fiume; e quando per le solite escrescenze dell'Adda lo trascorra, immediatamente ne scarica l'eccesso dalla sua sommità per molto tratto nel più basso fondo dell'Adda, che al di sotto decorre.

Parimenti il Naviglio della Martesana nella prima sua diversione introdotto nell' argine, che chiamano lo Sperone, da questo può scaricarne l'eccesso d'acque, che per avventura v'introducevano le escrescenze; e lo stesso provvedimento si è dato al Naviglio grande. Tutti questi premeditati alleggerimenti d'acque si rendono necessari a que' Navigli, i quali continuando la navigazione dello stesso fiume, hanno perciò e molto ampia l'imboccatura, ed incapace da potersi o ristignere, o chiudere nel tempo dell'escrescenze; come sono li due Navigli di Milano, ed anche il Canale di Muzza. Ma quando i Navigli dalla loro imboccatura non amettono fuorchè quel misurato corpo d'acque, che è necessario all'incominciamento d'una nuova navigazione, e quando la bocca stessa molto più ristretta, viene munita con chiavica, la quale si alzi e si abbassi, come e quando richiede lo stato del fiume; in questo caso possono risparmiarsi molti di que' provvedimenti di scarico, de' quali ora trattiamo; come accade al Naviglio di Bologna derivato dal Reno, ed alla grande diramazione di Sartirana nella Provincia di Vigevano, ed alla Roggia Mora nel Novarese, derivate amendue dal fiume Sesia sottoposto ad escrescenze, le quali si escludono da questi canali col semplice abbassamento delle chiaviche.

Necessità di Regolatore, quando l'incile non può limitarsi, o chiudersi con cateratta.

CAPO III.

*De' Sfogatoj aperti nella Chiusa medesima ;
e de' Paraporti disposti alle rive del Canale .*



Utto quello, di che fin quì abbiamo ragionato dello scarico delle piene, non batta assai volte al fine inteso. La grandezza dell' escrescenze de' fiumi, da' quali si derivano i canali, ci costringe a ricorrere ad altri usati modi di limitargli anche in questo stato a quella sola misura d'acque, della quale sono capaci senza traboccamiento. Coteffa teorìa farà tanto più chiara e certa, quanto più illuminata da' fatti e dalle sperienze: eccone il modello nel seguente

S O M M A R I O .

Due differenti maniere di sfogatoj nella chiusa medesima. Oggetto primario di sfogare le materie pesanti ; e come queste si balzino ancora sopra la sommità della chiusa attraversante. Sperienze e teorie dell' Abate Grandi, e suo calcolo derivato da' principj d'Isacco Newton. Dottrina del Guglielmini niente contraria a quella del Grandi. Effetti de' paraporti per la conservazione de' Naviglj. Due cagioni concorrenti alle deposizioni in tutt' i canali di derivazione. Sperienze degli effetti loro di mantenere scavata l'imboccatura del canale. Paraporti considerati come regolatori li più esatti della costante altezza de' Naviglj. Differenza de' nostri Naviglj da quello di Bologna per rapporto alla moltiplicità de' paraporti. Regola di aprire i paraporti ove termina l'azione del precedente. Difetto di quelli de'

Ca-

Canali di Muzza e di Bologna, e ricordo del Guglielmini. Metodo di mantenere per tutto l'anno aperti alcuni paraporti, e di continuarne l'azione dello spurramento. Ringurgiro de' più vicini paraporti compensato dallo sfogo più libero de' lontani. Caso del Naviglio di Paderno non comune agli altri due Naviglj. Nuove considerazioni della necessità d'allungamento della sua linea al Saffo di S. Michele. Uso de' paraporti per isfogo de' torrenti, i quali sboccano ne' Naviglj. Passaggio del torrente Molgora sotto il Naviglio della Martesana, e cautele da osservarsi. Unione del Seweso e del Lambro. Correzione de' loro paraporti. Utilità de' medesimi per asciugare una parte di Naviglio. Uso de' paraporti destinato al semplice regolamento delle conche e de' Naviglj in diverse stagioni. Appendice delle prime roture del Naviglio di Paderno nel 1599. Consiglio dello spiantamento della chiusa del Meda alle tre Corna. Deviazione del Meda da' primi stabilimenti.

PROPOSIZIONE I.

Ridotta la chiusa a quell' altezza, la quale in acque ancor bassissime precisamente basti al fine proposto del canale, si disporranno altri sfogatoj, eziandio nella chiusa medesima, l'uso de' quali è rivolto a doppio oggetto, e di sfogo alle piene, e di lungo scarico alle gbiaie e sassi.

IN due maniere si formano coteffi sfogatoj nella chiusa. Due qualità di Sfogatoj aperti nella Chiusa: La prima si è quando all' estremità della medesima, ove questa va a congiungersi coll' opposta riva, si apre un canale di notevole larghezza, cioè ora di 10, ora di 15 braccia, e solidamente fiancheggiato, e condotto fin quasi presso al fondo dello stesso fiume. La foglia della detta apertura si stabilisce con tanta fermezza di pietre quadrate sostenute con colonne di rovere, che dall' impeto della cor-

corrente non possa essere scalzata, nè in altra guisa danneggiata. Nel tempo di acque basse si chiude questa apertura, o coll'abbassamento de' portoni, come farsi nella cateratta della chiufa del Ticino, denominata l'*Organa*, ovvero con semplici fascioni sostenuti da' cavalletti, come si pratica nella chiufa d'Adda pel Naviglio della Martesana, ovvero con l'attraversamento di tole tavole di legno appoggiate a' travetti, com'è costume nel canale, che chiamasi la *Canna del Traghetto*, costruito nell'estremità della chiufa di Muzza. Fuori dello stato di acque basse si permette al fiume la libera uscita da questi tagli.

La seconda maniera di congegnare gli sfogatoj della chiufa, e di abilitarla a molto maggiore scarico, quando fa bisogno, si è quella di non condurre la fronte della medesima da un capo all'altro ad un solo continuato livello d'altezza, secondo la regola precedente; ma o di ripiegarla insensibilmente da un lato verso la riva, al di sotto del comune livello, fino a poca distanza dal fondo del fiume; ovvero di abbassarla nel sito di mezzo, quando la chiufa sia di grande lunghezza; acciocchè le piene si abbiano per questo tratto e meno d'impedimento allo scarico, e più profonda l'uscita. Ma, perchè da coteste declinazioni dal comune livello della chiufa si divertirebbono ancora le acque basse, con pregiudicio del Naviglio e della sua navigazione; sogliono perciò i Custodi, o, come quì li chiamano, *Campari*, alzarvi su un soprassoglio di fascine, quanto fa d'uopo a contenere le acque ancor bassissime, ed incamminarle all'incile: ciocchè soltanto è riservato alle straordinarie siccità.

Le due maniere di sfogatoj della chiufa ora si osservano accoppiate insieme, ed ora divise. La grande traversa di 500 braccia sull'Adda per la diversione della Muzza, non solamente nella estremità sua superiore è congiunta con il canale sfogatore, che chiamano la *Canna del Traghetto*, in lunghezza di braccia 10, e che riceve la corrente viva fin presso al fondo; ma da' due lati si ripiega nel mezzo fin sotto il pelo dell'acqua bassa, di do-

Ora accoppiati, ed ora divisi dalla medesima Chiufa.

dove le piene hanno uno scarico molto più libero. Parimenti la chiufa, che sostiene il Ticino per la derivazione del Naviglio grande, ha la sua intestatura dalla riva Novarese, ove per poco tratto abbassandosi sotto il pelo dell'acqua bassa, va poi risalendo al suo determinato livello, fino a congiungersi all'altra estremità cogli amplissimi sfogatori della paladella situati nella stessa imboccatura del Naviglio. Quindi è che in acque magre in questa parte più depressa della traversa fa mestieri di sostenere il fiume a certa altezza con l'uso di cavalletti muniti di fascine, per dove le acque basse si svierebbero dal Naviglio.

Lo stesso dico della chiufa in Adda costrutta per la derivazione del Naviglio di Martesana sotto Concesa. Questa si è bensì alzata ad un uniforme livello; ma all'intestatura sua verso la riva Bergamasca se gli è lasciato un ampio canale sfogatore delle piene in larghezza di braccia 16, il quale si attraversa con fascine in acque basse, per sostenerle a pro del Naviglio. In somma in tutte le chiuse su' fiumi, i quali soggiacciono a grandi escrescenze, come sono il Ticino, l'Adda, la Sefia, il Lambro, l'Oglio, l'Ogogna, ed in tutte le loro derivazioni noi osserviamo che l'Architetto, non meno provveder dee allo scarico delle massime piene, che al sostegno delle acque bassissime, e contemperare il primo importantissimo provvedimento con la necessità del secondo.

Mi rimane ora a ragionare d'un altro rilevante vantaggio, che apportano alle chiuse cotesti sfogatoj, de' quali abbiamo parlato, cioè, o il canale aperto nella medesima chiufa, e continuato col fondo del fiume, ovvero un qualche suo tratto alquanto più depresso sotto il pelo dell'acqua bassa: amendue concorrono moltissimo ad impedire un effetto nocevole, e conseguente alla chiufa, cioè l'arresto continuo delle materie pesanti, e l'alzamento del fondo del fiume, fino a pareggiare il ciglio del sostegno. Questa è l'opposizione, che si muove da alcuni contro somiglianti sostegni; e la loro equivocazione nasce dal confondere le differenti maniere di usarne e di fabbricarli.

Im-

Scopo di sfogare le acque alte, e di contenere le basse.

Effetto nocevole di riempimento cagionato dalla Chiufa.

Imperocchè tutte quelle chiuse, le quali da una riva all'altra del fiume ferrano tutto l'alveo in tale altezza che, non ostante il traboccamento delle acque, non permettono che possano spingerfi dalla corrente, e sollevarfi in alto fino al di là della cresta e ghiaie e sassi, od in altra guisa sfogarsene una buona parte nel restante alveo; tutte, difsi, fanno prestamente il mentovato effetto di riempimento e d'uno straordinario alzamento del fondo superiore. Di questa natura sono le chiuse, o, come altri dicono, *Serre*, le quali si costruiscono attraverso il letto de' torrenti nelle valli, per sostenerne il fondo, e rialzarlo fino al livello del sostegno, ed impedirne il maggiore profondamento, dal quale procedono i rovinosi dirupamenti delle rive e de' circostanti terreni; e di queste terre, e de' loro effetti ho io trattato con distinzione nella mia stampata Relazione de' tre torrenti, di Tradate, del Gardaluso e del Bozzente; e molto prima di me ne aveva dichiarato l'uso e l'effetto il Guglielmini al capo 12 della natura de' fiumi, con queste parole: *Edificata che sia una di queste cateratte, negando ella il passaggio all'acqua del fiume, è d'uopo che questa si elevi, e riempia tutto il tratto dell'alveo superiore, che sta sotto il livello della soglia e sommità di detta cateratta, formando in esso uno stagno d'acqua, a modo d'un laghetto, la cavità del quale sarà riempita di materie portate dal fiume, cioè di sassi, arena, terra e simili; e con ciò alzandosi il letto del fiume fino all'altezza della chiusa, darà altresì occasione ad un simile e proporzionale alzamento nelle parti superiori dell'alveo medesimo. Così egli.*

Tutto ciò è verissimo, trattandosi di steccie, le quali non danno luogo allo scarico delle materie: ma dove queste si sfogano, parte dalla chiusa medesima costrutta a questo fine, e parte per l'incile da altri sfogatoj aperti; in tal caso non potrà giammai seguire quel riempimento, del quale parla il Guglielmini; come in fatti non si riconosce in tutte le chiuse de' nostri Navigli, per quelle stesse ragioni, le quali si traggono dalla

loro

loro artificiosa costruzione. Primieramente gli è manifesto che una gran parte delle ghiaie seguendo la corrente più rapida della piena verso l'imboccatura del canale aperto nella chiusa, viene collo stesso impeto trasportata giù per l'alveo del fiume; e se ne veggono i grandiosi ammassamenti di materie al di sotto di somiglianti canali sfogatori de' nostri Navigli.

Secondariamente è da avvertire che, non solamente le piccole ghiaie, ma i sassi ancora di mole e di peso molto maggiori, si balzano dalla corrente alla cresta di quella parte di chiusa, la quale a questo fine si costruisce più bassa, e ricadono nel fiume medesimo. Coteffo effetto maraviglioso si osserva in tutte le chiuse de' Navigli sull'Adda e sul Ticino, ove in occasione di massime piene si veggono da tutti, ancora di lontano, balzarfi in alto di là dalla chiusa grossi sassi, e da vicino se ne ode il romoreggiante strisciamento delle materie pesanti su pel piano acclive e declive della medesima; in guisa che, cessata la piena, più volte mi sono preso il piacere di osservare la superficie della chiusa ancor sparfa di quelle materie fluviali, che si conducono dall'acqua; e quello, che più mi sorprese, fu l'effetto visibile dello strofinamento delle medesime ne' quadrati macigni del suo piano smussati e corrosi a segno da doverlene surrogare de' nuovi. Non è dunque vero generalmente, che da tale ostacolo si fermi no al piede della chiusa cotale materie, e che si vadano accumulando fino ad alzare il fondo del fiume al colmo stesso della chiusa.

Coteffo effetto non avvertito da altri, è già stato diligentemente dimostrato dal dottissimo Abate Grandi nelle sue nuove considerazioni sopra la controversia d'una pescaia nel fiume Era. Aveva egli dietro la speranza già scoperto che le ghiaie, delle quali si vedevano seminati i campi inondati dalle impetuose correnti del fiume, erano appunto quelle, le quali su per l'acclività delle rive si erano trasportate nelle campagne, e ne formavano varj strati in ogni piena. Parve ciò strano a' suoi Oppositori,

G

li

Quali sieno le Chiuse destinate al traboccamento, e quali no.

Materie pesanti balzate dalla corrente sopra la cresta della Chiusa.

Sperienze e teorie dell' Abate Grandi.

li quali non sapevano concepire che la forza d'una corrente, oltre al semplicemente rotolarle sul fondo, arrivasse a spingerle in alto; e però si prese egli a disingannarli con queste parole. *Per rispondere più direttamente alle difficoltà, colle quali la Parte avversa crede di convincere per impossibile il trasporto di dette ghiaie per l'impeto della piena sopra le basse ripe, credendo che si possano bensì rotolare nel fondo, ma non già spingerfi tant'alto; io dico che, siccome nell'aria per l'impeto de' venti si fanno certi turbini, che sollevano in alto varie materie assai più gravi dell'aria medesima, come alberi, uomini, tetti di case ec.; così non è impossibile che nell'acqua trasportata impetuosamente in tempo di piene, tali vortici si producano, che violentemente seco in alto rapiscano le ghiaie di mediocre grandezza, e scagliandole altrove, le lascino cadere sulle ripe basse, dove ritrovate si sono nel tempo dell'accesso. Aggiungo che, siccome la forza ancora d'un fanciullo è abile a scagliare per l'aria dal fondo del fiume sull'alte ripe, non che sulle basse, un pezzo di ghiaia; così non so vedere qual ripugnanza vi sia in concepire che la forza della piena, la quale è tanto maggiore, imprimendo l'impeto alle dette ghiaie, secondo varj urti, e varie riflessioni e ripercorimenti, che nel suo corso quà e là va facendo, possa spingere sopra le basse ripe qualche parte della medesima ghiaia, non ostante il suo peso, che facilmente cede a qualsivoglia impeto impresso trasversalmente: essendo già certo appresso a' Matematici che la forza della semplice gravità è infinitamente piccola rispetto a qualunque forza motrice, che operi con impeto vivo; come io stesso dimostro nel mio libro degl'infiniti nello scolio della proposizione sesta.*

A dimostrare poi facilissimo, non che possibile, un tale effetto, passa egli a calcolare il pochissimo momento, che ha la ghiaia nell'acqua per scendere, in paragone di quello, che ha di scendere per l'aria, ed a confronto del grand'impeto laterale, con cui può venire scagliata dalla piena. Egli incammina il suo calcolo sul corollario 2 della proposizione 38 del libro 2 de' principj matematici del Signor

Ca-

Cavaliere Isacco Newton: *Velocitas maxima, quacum globus vi ponderis sui comparativi in fluido resistente potest descendere, ea est, quam acquirere potest idem globus eodem pondere absque resistensia cadendo, & casu suo describendo spatium, quod sit ad quatuor tertias partes diametri suae, ut densitas globi ad densitatem fluidi.* Con questa regola il Grandi avendo pesato della ghiaia d'Era, prima nell'aria, e poi nell'acqua, pendente da un crine di cavallo, calcolò la proporzione de' pesi ne' due differenti mezzi, e la proporzione della densità della ghiaia alla densità dell'acqua, e finalmente la proporzione de' tempi nella discesa per l'aria e pel fluido resistente dell'acqua, considerata però come quieta e stagnante.

Ma siccome, quando l'acqua si muove a traverso con grandissima velocità, come in tempo di piena, molte più parti della medesima debbono essere nello stesso tempo scacciate dalla ghiaia, che discende; così, questa incontrandovi maggiore resistenza, si rivolse egli a calcolare il maggior tempo, che aveva bisogno, avanti che la detta ghiaia potesse toccare il fondo: e quindi conchiude che per via del moto trasversale impresso dall'impeto della piena, di assai minor tempo avea bisogno la ghiaia in trapassare da una sponda all'altra, di quello, che ha bisogno per scendere al fondo; e però il peso della ghiaia non osta e non impedisce che non possa essere con urto diretto e riflesso trasportata o scagliata sull'orlo d'una ripa bassa, o d'una parte più depressa della chiusa, senzachè in questo tempo giunga a toccare il fondo; o pure, toccandolo molto obliquamente, senzachè ribalzi ad ogni modo coll'ultimo salto sopra la prossima ripa o chiusa.

Prosegue il dottissimo Abate Grandi a dimostrare non essere contrario a questa dottrina ciò che insegna il Guglielmini nel capo 5 del suo trattato sopra la natura de' fiumi, che *le materie pesanti sieno spinte sempre rasente il fondo, senza incorporarsi coll'acqua.* Imperocchè dice il Grandi, parlar ivi del moto ordinario, che han-

G 2

no

Resistenza maggiore alla discesa delle ghiaie in una corrente più rapida.

Dottrina del Guglielmini niente contraria al Grandi.

Calcolo dell'Abate Grandi riferito ad un principio d'Isacco Newton.

no di tanto in tanto in tempo di piena; e però il Guglielmini soggiugne che *le materie pesanti rare volte sono sbalzate in alto dall'acqua, ma bensì sono spinte o lateralmente, o al lungo del corso ec.* Il qual parlare, dice quivi il Grandi, *non è di chi neghi assolutamente il potersi portare dall'acqua per qualche breve tempo la ghiaia sollevata dal fondo, e sbazarla in alto sopra le basse ripe.* Anzi, prosegu' egli, *le clausole di eccezione adoperare avvedutamente dal Guglielmini, significano che con qualche violenza si possano dall'acqua sollevare le ghiaie; essendo notissima a tutti la speranza, la quale in fatti dimostra che i fiumi serrati da chiuse o pescaie, prima ancora d'aver pareggiato il fondo superiore colla cresta di esse, gettano quantità di ghiaie nel fondo inferiore; e conseguentemente non solo le strascinano, ma le trasportano a qualche altezza, sicchè formontano l'orlo della chiusa, e le precipitano abbasso.* Fin quì l'Abate Grandi.

Ho voluto ancor più ampiamente di quello, che richiedesse la presente trattazione, togliere coll' autorità di così grande Scrittore la persuasione di alcuni, li quali affermano che le materie più pesanti dell'acqua, che si trasportano dalle piene, si arrestino dall'ostacolo della traversa, e concorrano tutte all'alzamento del fondo. Ma non è così, ancor quando la traversa assai alta di livello da un capo all'altro chiude tutto l'alveo del fiume: che anzi di molto se ne accrefce lo scarico delle stesse materie e dallo sfogatoio aperto nella chiusa, come abbiám dimostrato, e dal basso ciglio d'una parte della medesima, ed assai più da tutta la serie de' paraporti disposti in giusti intervalli dall'incile lungo le sponde, le quali costeggiano il fiume per un notevole tratto. Imperocchè tutte quelle materie, le quali non vengono trasportate per l'apertura della chiusa, o balzate sopra la sommità della medesima; tutte, disse, dal favore d'una piena, e dalla forza della corrente strascinate sono all'imboccatura de' paraporti; de' quali ora abbiám a trattare, con tanto più di accuratezza, quanto più grande è il beneficio di questi per mantene-

re

re sempre scavata l'imboccatura del Naviglio, e per impedire quel maggiore alzamento di fondo, che possa essere nocivo alla sua derivazione.

PROPOSIZIONE II.

Il primo argine partitore dall'incile all'ingù a seconda del canale, e costeggiante per molto tratto il fiume, munito sia de' paraporti destinati ad accelerare di tempo in tempo la velocità delle acque, e ad accrescere la loro forza a far trascorrere nuovamente nel fiume le materie pesanti di fresco entrate superiormente nell'imboccatura del Naviglio.

LA conservazione, il regolamento, e, sto per dire, l'artificio più rilevante de' canali di navigazione si ritrova tutto nella teoria de' paraporti; e la speranza di più secoli ne' nostri Navigli è quella sola, che ha potuto scoprircene gli usi, e la necessità d'introdurli. Da' paraporti dipende l'alzamento del pelo d'acqua a piacimento, e fino a quel limite, che si è stabilito, nè più, nè meno: da questi dipende qualsivisia abbassamento del canale, fino ad asciugarlo interamente, anche in tempo delle maggiori escrescenze; e da' medesimi deriva il votamento continuo di tutte quelle materie pesanti, le quali si conducono incessantemente dal fiume primario, ed in breve tempo riempirebbero l'alveo del canale. Tutti questi favorevoli effetti si veggono bensì giornalmente dalle persone volgari, e materialmente si praticano ezian- dio da' meccanici esecutori, senza però riferirgli alla propria cagione, la quale da' medesimi s'ignora; e quindi assai volte accade che o negletto venga l'uso de' paraporti nel regolamento de' nostri vecchi canali, ovvero nella costruzione de' nuovi non se ne disponga la situazione, il numero, la capacità a norma di quel fine, al quale sonosi introdotti. Per istruzione adunque de' novelli Idrostatici verrò io in questa e nelle seguenti Proposizioni

Effetti de' Paraporti necessarij alla conservazione de' Navigli.

più minutamente dichiarando da' suoi principj le regole e gli usi tutti de' paraporti; acciocchè una parte così interessante d'Idrostatica meglio illustrata sia, ed accresciuta dalle posteriori sperienze ed osservazioni, alcune delle quali furono ignote agli antichi Architetti de' nostri Naviglj.

Comincio dal primo effetto. Il maggiore disastro, al quale soggiacciono i canali derivati da fiumi ghiaiosi, si è il loro presto riempimento. L'origine di questo nocivo effetto è naturalissima, e conseguente da' medesimi principj idrostatici. E' legge immutabile della natura, che qualsivoglia fiume si stabilisca sempre da se la sua pendenza determinata, ed appropriata alla qualità del suo fondo, al corpo d'acque ed alle materie, che seco mena, e parimente la sua velocità proporzionata al trasporto delle medesime. Questo è lo stato permanente di tutt' i fiumi, li quali perciò diconsi avere il fondo *stabiliro*, che nè più si alza per deposizioni, nè più si abbassi per iscavamento: e finattanto che questa stabilità di fondo non venga alterata da cause estrinseche di pescaie od altri ostacoli, non si altera parimente la forza dell'acque, dalla quale e sassi ed arene si vanno ruzzolando sul fondo con progresso continuato, senza permetterne mai più il loro arresto. Due cagioni adunque concorrono a diminuire la forza dell'acque del canale dal punto della sua diversione. La prima è la minore pendenza del piano, sul quale dalla chiusa costrette sono ad incamminarsi pel nuovo incile del canale Naviglio. La seconda è il minor corpo d'acque, che si diverte a quella parte, per rapporto al corpo di tutto il fiume. Da queste due cospiranti cagioni nasce la diminuzione della forza dell'acque, ed il proporzionale alzamento del fondo fino a quel termine, ove si ricuperi dal canale maggior forza di pendenza e di velocità per istabilirsi il suo letto senza nuova variazione.

Or qual altro ripiego può pensarsi per impedire questo alzamento, che quello di restituire al canale nella sua prima diversione la velocità e la pendenza primiera, ed

Fondo stabilito de' Fiumi.

Due cagioni concorrenti alle deposizioni.

ed alle sue acque, almeno nelle circostanze più favorevoli di piene, la forza di trasportare giù per l'alveo del fiume principale più depresso e più pendente la copia delle materie, che o seco si trae, o per breve tempo avesse deposte? Tutto ciò si consegue coll' uso de' paraporti, de' quali mi fo a ragionare.

Sono questi paraporti, dice il Guglielmini al capo 12 della natura de' fiumi, fatti a modo di forti chiaviche, fabbricate nella sponda del canale, che risguarda la parte del fiume, le soglie delle quali sono considerabilmente più basse del fondo del canale medesimo, e sono provvedute di buone porte, o cateratte di legno, che si alzano e si abbassano, secondo l'opportunità o di dare sfogo all'acqua del canale, o di mantenerla dentro di esso. E' solito che si aprano queste porte in tempo d'acqua abbondante, ad effetto di scaricare o tutta l'acqua entrata nel canale, o pure la sola soprabbondante, portandola nuovamente dentro il fiume nella parte di sotto alla chiusa. Ma perchè l'artificio di simili paraporti si applica a diversi usi e qualità di fiumi, o torbidi semplicemente, o conducenti materie pesanti, ed a diversi canali, o di sola irrigazione, o di navigazione; pare qui necessario che non si tralascino li diversi fini, a' quali possono riferirsi, e da' quali si determina la loro posizione: ciocchè mi fo a comprendere con le seguenti regole.

Il fine primario de' paraporti ne' canali derivati da' fiumi maggiori, come dall'Adda, dal Ticino, dall'Oglio e dalla Sesia, e che conducono gran copia di ghiaie; il fine primario, dissi, è quello di mantenere scavata l'imboccatura ed il primo tronco del canale fino a quel termine, dove possono inoltrarsi le ghiaie. La ragione è quella stessa, che si è accennata poco fa. Nel punto della diversione d'una parte del fiume nel canale manofatto si fa un grande cambiamento della sua caduta e velocità e forza, la quale si ripiglia dal fiume dopo la chiusa nell'alveo suo principale continuato. Il rallentamento della primiera velocità all'imboccatura dell'inci-

Deferizione de' Paraporti, e loro uso.

Fine primario de' Paraporti.

le, fa che quivi calino al fondo le materie pesanti per difetto di forza proporzionata, e ne segua il riempimento. Or che fanno i paraporti situati o nell'imboccatura dell'incile, o in varie distanze dalla medesima? Tornano a restituire a un di presso alle acque la velocità perduta: molto più, se le foglie de' paraporti sieno, come dice il Guglielmini, *considerabilmente più basse del fondo dello stesso canale*. Soggiugne poi egli il fine primario de' medesimi. *La velocità, che acquista l'acqua nel cadere dalla foglia del paraporto, la quale ordinariamente ha la caduta poco minore di quella della chiusa, è quella, che in tal caso scava in poco tempo il fondo del canale; e se il paraporto non sia troppo lontano, espurga la foglia dell'incile, quando sopra di essa si sieno fatte delle deposizioni; e molte volte prolunga l'escavazioni all'insù dentro l'alveo del fiume superiore alla chiusa; formandosi dentro di questo un canale, che nelle piene indirizza il filone verso l'incile*. Passa poi il medesimo Scrittore a confermare l'effetto primario de' paraporti con l'esempio del canal Naviglio di Bologna. *Coll'artificio di più fabbriche di tal natura, disposte ordinatamente l'una dopo l'altra, come si vede in tutto quel tratto del nostro Canal di Reno, ove riceve ghiaia dal fiume, si mantiene il di lui fondo sufficientemente scavato; e quando si ha la dovuta attenzione di far correre i paraporti a tempo, si mantiene il corso del fiume sempre vicino alla bocca del canale, ed il di lui fondo sempre più basso della sommità della chiusa; e perciò non è stato necessario sin'ora alzarla, nella maniera, che hanno fatto quelli, che privi di questo aiuto, non hanno avuto ricorso alla escavazione manofatta*. Fin quì il Guglielmini.

Sperienze degli effetti de' Paraporti nel Naviglio di Bologna,

E ne' Navigli di Milano.

Noi però ne' nostri Navigli abbondiamo di osservazioni ancor più chiare: imperocchè questi si derivano da' fiumi Adda e Ticino, che conducono ghiaie e materie pesanti in copia molto maggiore di quella del Reno di Bologna. Quale immensa quantità di sassi, d'arene e di pesanti materie, che ogni anno riempirebbero tut-

to il letto del canale, si vede scaricarsi giù della foglia de' paraporti sulla spiaggia del fiume vicino! E forse le osservazioni di due secoli intorno a questi canali, son quelle appunto, che di tempo in tempo ci hanno fatte le più utili scoperte nella teoria de' paraporti, de' quali verrò in seguito spiegando le situazioni e gli usi.

PROPOSIZIONE III.

Il secondo effetto de' paraporti è quello di regolare il corpo d'acqua, ch'entra nel canale di derivazione, acciocchè non vi corra con soverchia altezza.

Egli è vero che a questo fine sono ordinati i diversivi a fior d'acqua, li quali tramandano nel fiume la soprabbondante, e trattengono nel canale quella, che è necessaria. Di cotesti diversivi noi abbiamo già prodotti gli esempj e nella Muzza poco sotto la sua imboccatura, e nel Naviglio della Martesana lungo l'argine partitore, e nel Naviglio del Ticino nella imboccatura medesima: ma la speranza ci ha insegnato che ancor questi non bastano allo scarico intero delle grandiose piene, che imboccano lo stesso canale. In tal caso succedono i paraporti, li quali dalle loro profonde foglie ricevono il corpo vivo dell'escrescenze, e le sfogano nel fiume con sorprendente velocità.

Questi medesimi paraporti fanno l'ufficio di esatti regolatori in ogni stato d'acque alte e mezzane: imperocchè piantati in moderata distanza dalla bocca dell'incile, danno il comodo di poter aprire più o meno le loro porte per isfogare dal canale ora maggiore, ora minor corpo d'acque; onde i canali di navigazione in ogni stato del fiume principale si conservano sempre nel medesimo tenore ed alla stessa altezza, per qualunque grande escrescenza, che si abbia il fiume.

Tutti que' Navigli, li quali si derivano da grandi fiumi coll'incile sempre aperto alle loro escrescenze, han-

I Paraporti sono i regolatori più esatti della costante altezza de' Navigli.

Differenza de' nostri Navigli da quello di Bologna.

hanno bisogno e de' continuati diversivi a fior d'acqua, e de' grandi paraporti già descritti, per isfogo di quella parte di piena, che per necessità vi de' entrare, massimamente quando il corso del fiume naturalmente ripiega verso l'imboccatura del canale di derivazione. Ma quando l'incile del Naviglio, com'è quello di Bologna, è regolato con bocca così ristretta, che nell'acque basse introduca soltanto quel semplice corpo d'acque necessario alla navigazione, e nulla più, ed in tempo d'acque alte si possa chiudere coll'abbassare la cateratta più o meno; in tal caso la copia dell'acque si potrà regolare bastantemente senza la molteplicità di que' grandi paraporti, che noi abbiamo ne' nostri Navigli, li quali fino dal punto della diversione debbono avere una grande imboccatura, ora di 180, ora di 200 braccia, per derivare un vero fiume, il quale non solamente sia atto alla semplice navigazione, ma a quella vastissima irrigazione, da cui derivasi la fecondità e la ricchezza de' nostri vasti Territorj.

PROPOSIZIONE IV.

Per conseguire interamente coll'uso de' paraporti l'effetto dello scavamento e del trasporto delle materie pesanti estranee introdotte nel canale, si avverta dall'Archibetto che la situazione de' paraporti, ed il loro numero sia tale, che altri sieno costrutti presso all'imboccatura dell'incile, ed altri per qualche tratto contiguo al labbro del fiume principale, e con tale misura di distanze fra essi, che l'operazione del secondo cominci dove termina quella del primo, e così di mano in mano, fino a quel termine, dove il canale non conduca più ghiaie.

L'Azione di ciascun paraporto sul fondo del canale è limitata entro a certo spazio: l'accelerazione delle acque conseguente alla precipitata caduta dalla foglia del medesimo, ed atta a sconvolgere il fondo, e ad attrarre

le

le materie pesanti, va successivamente languendo ed a terminarsi; e qui è dove fa mestieri edificare il secondo sfogatore, e poscia il terzo, procedendo sempre all'insù per tutto quel tratto, dove il canale può condurre la ghiaia derivata dal fiume principale, fin presso all'incile, ed all'argine partitore, nel quale si apriranno altri sfogatoj colla foglia più depressa del fondo del canale, acciocchè questi più immediatamente si traggano le ghiaie più grosse, e stendano la loro azione fin sopra all'incile ed alla chiusa, prolungando lo scavamento nell'alveo superiore del fiume principale in quella parte, la quale serve d'invito alla diversione dell'acque, dove il riempimento e l'alzamento del fondo farebbe nocevole.

Con questo artificio di più paraporti disposti ordinatamente l'uno dopo l'altro in giusti intervalli, quanto basta a mantenere viva l'accelerazione dell'acque in quel tratto, dove le ghiaie del canale possono inoltrarsi; con questo artificio, io dico, si farà rientrare nel fiume dentro il minore spazio possibile la ghiaia introdotta nel canale, il quale perciò si manterrà spurgato: *Come succede, dice* quì il Guglielmini, *nel nostro Canale di Reno, dentro il quale non si protrae la ghiaia che mezzo miglio, o poco più; benchè nell'alveo del fiume si estenda al presente cinque miglia. Anzi si sarebbe potuto impedire che la ghiaia non occupasse tanto sito dentro il canale predetto, se il luogo della situazione de' paraporti fosse stato meglio inteso; e se si facessero operare più frequentemente, e in tempo opportuno, se ne avrebbe maggior vantaggio.*

Il gran canale del fiume Muzza derivato dall'Ad-da, ha li suoi paraporti a certo sito denominato Trucasfano, in distanza di due miglia dal suo incile; e quando si aprono le 30 porte in occasione di piena, la Muzza si ripiega con precipitoso corso verso la caduta dalle loro foglie, per dove si scaricano le ghiaie strappate dal fondo del fiume; e se ne ode eziandio il fischio dello strofinamento nella loro calcata. Vero è però, che l'azione di cotesti paraporti troppo distanti dall'incile non si sten-

de

Regola di aprire ciascun Paraporto, ove termina l'azione del precedente:

Confermata dalla sferienza dell'irregolarità de' Paraporti del Naviglio di Bologna.

Difetto de' Paraporti troppo lontani dall'imboccatura di Muzza.

de all' insù per tutto questo tratto, dove cominciano a formarfi delle deposizioni, le quali verso l'imboccatura dividono il fiume in banchi irregolari di arene e di sassi, molto più presso la chiusa medesima. In fatti, quando nel 1760 fui chiamato a dar riparo al disastro del quasi totale chiudimento della Muzza per simile effetto, oltre altri provvedimenti ho suggerito quello, che mi pareva il primario, cioè di aprire due altri paraporti superiori, l'uno in distanza di poco meno d'un miglio da Trucassano, l'altro più sopra al sito denominato della Rottura, poco sotto al ponte di Cassano; acciocchè le azioni di questi tre paraporti si comunicassero insieme, ed in tempo di piena mantenessero costante l'accelerazione fin sopra all'incile, e la corrente viva atta al trasporto ed allo sfogo delle materie. E quantunque per una fallace economia non siasi ancora ridotta la costruzione e posizione di questi paraporti alle giuste regole di distanza moderata fra' medesimi, è da sperare che la sola considerazione della spesa fatta una sol volta pe' nuovi paraporti, debba prevalere all'incessante e grave dispendio delli frequenti spurgamenti di questo primo tronco di canale, per mantenerlo capace di quella copia d'acque, che gli è necessaria per una così vasta irrigazione. E qui ripeto di nuovo il celebre ricordo applicato al Naviglio di Bologna dal Guglielmini con queste parole: *E perchè mancando la caduta, è molto utile di fare il canale, per qualche tratto, consigno, il più che si può, al labbro del fiume, e fabbricarvi alle sponde quel numero di paraporti, che può crederfi necessario; avvertasi di non farli troppo lontani, l'uno dall'altro, acciocchè l'operazione del secondo cominci dove termina quella del primo; e ciò perchè, non potendosi li predetti paraporti tenere lungamente aperti, per non lasciare tanto tempo il canale privo dell'acqua necessaria, bisogna che in poche ore, che stieno aperti, si facciano le dovute escavazioni, le quali si fanno sempre più sollecitamente nelle parti più vicine al paraporto, e gradatamente sempre più tardi nelle maggiormente lontane; siccome*

Ricordo del Guglielmini.

come succedono maggiori, quanto più la foglia del paraporto medesimo è abbassata sotto il fondo ordinario del canale. Or quale più grande errore di quello d'aver collocati i paraporti di Muzza in distanza di due miglia dall'incile, dove la necessità dell'escavazione e dello spurgamento è sempre maggiore?

Nel Naviglio della Marresana i paraporti si veggono collocati con miglior ordine: altri piantati sono nel primo argine stesso partitore; altri poco dopo sul labbro del fiume, ed altri a Vaprio in poca distanza; e quando si tengono aperti, tutti di concerto esercitano sul fondo del Naviglio l'azione di spurgarlo, fin dove questa si stende, e ricomincia quella del susseguente; e con tale progresso l'accelerazione della corrente rende scavato il canale anche al di sopra della chiusa. E per una così ben regolata disposizione de' paraporti rarissime volte si fa lo spurgamento della prima imboccatura del canale; come altrimenti succedeva in quello di Muzza, massimamente quando l'Adda superiormente non vi faceva il suo ingresso a seconda dello sbocco del Canale de' Morti; ciocchè altrove si è notato.

PROPOSIZIONE V.

Per mantenere sempre aperti allo scarico delle materie alquanti paraporti in ogni stato d'acque, anco mezzane e basse, s'introduca da principio nel Naviglio maggior corpo d'acque di quello, che richiede l'altezza sua inferiormente prescritta dal solito segnale, che chiamano Gatello.

Siccome incessante è il trasporto delle materie nel canale di derivazione in ogni stato del fiume principale; così quasi continuo, per quanto si può, dovrebbe procurarsi lo scarico delle medesime nell'uso de' paraporti. Li nostri Navigli o servono semplicemente alla irrigazione, come quello di Muzza, ovvero alla irrigazione e

na-

navigazione insieme, come gli altri due. A conseguire un tal fine, dopo molte sperienze si è fissato in ciascuno a quale altezza debba salire il corpo d'acque; e sonosi piantati i segnali, che debbono osservarsi da' Custodi de' Navigli, per mantenere questa altezza al segno prescritto. Quando però fino dalla prima introduzione non si pensasse ad altro, che a soddisfare al semplice bisogno della irrigazione e navigazione, saremmo costretti per buona parte dell'anno, e fuori della circostanza delle piene, a tener sempre chiusi i paraporti, per non privare il canale di quel corpo d'acque, al quale è dovuta una tanta altezza; ed in questo grande intervallo di tempo si ammasserebbero le materie nell'alveo del canale, delle quali più difficilmente se ne scaricherebbe nel tempo delle piene e de' paraporti aperti. Per ovviare a questo inconveniente, si ricorre ad un altro artificio. Il corpo d'acque, che s'introduce nel Naviglio sia sempre maggiore di quello, che può bastare al suo fine; e nello stato d'acque del fiume mezzane o basse, si sforzino i Custodi ad introdurvele, quel più che si può, ora con rialzare con posticci sopraffogli la parte più bassa della chiusa, e con impedirne i traboccamenti, ed ora con chiudere o in tutto, od in parte il canale sfogatore aperto nella chiusa: poscia si alzino altrettante porte de' sfogatori, quante si richieggono ad abbassare la troppa altezza dell'acque, ed a mantenerle al segnale prescritto in tutto il restante canale. Con questo metodo quasi per tutto l'anno non farà mai oziosa l'azione continua de' paraporti, ora nell'imboccatura del canale, ed ora nel primo suo tronco; essendo queste le parti più soggette al riempimento delle ghiaie e delle materie più pesanti appropriate alla qualità del fiume principale: che è appunto ciò, che di volo accenna il Guglielmini intorno a' paraporti del Naviglio di Bologna, *li quali oltre l'acconcia situazione, se si facessero operare più frequentemente, e in tempo opportuno, se ne avrebbe maggior vantaggio.* Il farsi operare più frequentemente non è altro, che l'introdurre nell'incile con gli usati arti-

Introduzione di corpo d'acque maggiore del bisogno,

Per isfogarne l'eccesso da qualche paraporto sempre aperto.

fizj già detti un corpo d'acque maggiore del bisogno; per quanto si può, acciocchè un qualche sfogatoio, o più d'uno sempre aperto ne' luoghi più gelosi, faccia rientrare nell'alveo del fiume le materie, che sempre si conducono nel canale, ed ivi calano al suo fondo per lo scemamento di pendenza, come abbiain detto. In oltre il farsi operare gli sfogatori in tempo opportuno, come dice il Guglielmini, non è altro, che il valersi del favore delle piene o mezzane, od alte; nel qual tempo si dovrebbero aprire gli sfogatoj tutti, massimamente quelli, li quali sono più vicini all'incile, ed al primo tronco, per porre in movimento ancora le materie tutte precedentemente deposte, ed attrarle con varie correnti alle bocche de' paraporti. Ma o sia per ignoranza de' Custodi, o per mancanza di subordinazione a' loro Direttori, si trascura un'arte, la quale sarebbe d'infinito vantaggio all'indennità de' canali, e non altro costerebbe che la vigilanza e l'industria de' Custodi stipendiati a questo sol fine.

PROPOSIZIONE VI.

La situazione e molteplicità de' paraporti si faccia con tale provvedimento che, se li primi più vicini all'incile fossero ritardati dal ringurgito dell'altezza delle massime piene del fiume, che decorre a canto e al di sotto del primo argine, succedano altri inferiormente posti fuori d'ogni ringurgito, e di tanta ampiezza, che da se soli bastino allo scarico intero dell'acque soprabondanti.

DI somma gelosia agli Architetti è sempre lo sfogo pronto delle piene, le quali entrano nel Naviglio; e ad essi appartiene il prevederne le conseguenze, e disporne i mezzi. Tutt'i canali, li quali continuano la navigazione del fiume principale, e per l'incile ammettono l'ingresso libero delle barche, che scendono dal fiume nel Naviglio; tutti, disse, sono sottoposti alla irruzione del-

delle piene; ed una sola di queste non isfogata prestamente, porterebbe lo sconcerto e la rovina nelle sue parti inferiori a tutto il canale manofatto, e segnatamente a' sostegni, quali noi chiamiamo conche, ove vi sieno. Un grave pericolo d'essere inabilitati li paraporti allo sfogo, nasce dall'altezza delle piene, le quali dopo la caduta dalla chiusa, continuano il loro corso nell'alveo del fiume principale, che decorre con pendenza incomparabilmente maggiore, e con fondo tanto più depresso del fondo del Naviglio. Ma la depressione talvolta non è tanta, che impedisca che l'altezza della piena del fiume non si sollevi sopra la foglia de' paraporti del Naviglio, e vi faccia ringurgito, e ne arretri lo scarico. Ciò succede particolarmente ne' paraporti situati nel primo argine partitore, che chiamano lo sperone. In occasione di altissime piene dell'Adda e del Ticino, ho osservato non rade volte che la sommità dell'argine partitore veniva soverchiata dall'altezza di questi fiumi stranamente gonfi: che il pelo dell'acque de' due Navigli congiungevasi col fiume principale in questo tratto: che tutti gli sfogatoj situati in questa parte si erano resi inoperosi; come ancora alquanti altri inferiori all'incile soffrivano ringurgito, almeno in parte. Vero è che abbassandosi sempre più nel suo progresso il fondo del fiume, e rimanendo maggiormente rilevato il fondo del Naviglio, i paraporti un po' più lontani erano sgombri d'ogni ringurgito, e scaricavano liberamente tutto l'eccesso dell'acque, che vi avea introdotto la piena; e guai a' Navigli, se fosse mancato in queste circostanze il soccorso pronto e copioso di cotesti sfogatori.

Pessimo consiglio sarebbe però quello di voler far uso soltanto de' paraporti più lontani dall'incile, i quali non foggiacono mai al ringurgito delle più alte piene. Imperocchè l'ufficio de' paraporti non è limitato allo scarico dell'acque sole soprabbondanti: altri sono destinati allo scarico delle materie; e questi debbono collocarsi in vicinanza dell'incile, come si è detto; e nel tempo delle mezzane piene e dell'acque basse e del decrescimento delle

medesime altissime piene, non soffrono ringurgito alcuno; e colla violenta corrente dal fondo dell'imbocatura de' Navigli giù per le loro soglie vi traggono le materie più pesanti, e scavano il canale, e prolungano l'azione dello scavamento fin sopra l'incile dentro l'alveo del fiume. Tutti questi sfogatori hanno il lor uso necessario nella massima parte dell'anno, eccettuate le circostanze assai rare delle piene straordinarie, per le quali fa d'uopo che nel disegno d'ogni Naviglio l'Architetto pensi alla collocazione di que' sfogatoj, li quali ancora nell'escrescenze altissime non risentano alcun ringurgito o impedimento alla libera uscita delle medesime.

PROPOSIZIONE VII.

Se da un fiume, come quello dell'Adda, per iscarsare una qualche precipitosa sua caduta, la quale ne interrompa la navigazione, si voglia sul labbro delle sue sponde condurre un canale Naviglio per brieve tratto di due o tre miglia solamente, rientrando di nuovo nel medesimo fiume principale, dov'è capace di poterne continuare la navigazione; la difficoltà primaria da ben premeditarsi dall'Architetto, sarà quella di situare studiosamente gli sfogatori e paraporti, avanti che le piene sopraggiungano con le materie pesanti ad incalzare le porte de' primi sostegni amovibili, li quali regolano le diverse cadute.

Questo caso non comune agli altri nostri due Navigli di Martesana e del Ticino, scontrossi la prima volta, fino da dugento e più anni fa, nel meditato e poscia interrotto progetto del Naviglio di Paderno sul fiume Adda; e la storia delle sue vicende, e delle circostanze ad esso appropriate ci darà qui una nuova teoria, ove non la lunghezza del canale, ma la sua troppa brevità ce ne accretce la malagevolezza. Rappor-
tiamone prima la storia ed il fine del suo incomincia-

Termine della navigazione dal Lago di Como fino a Paderno.

mento. La nostra navigazione da' remoti confini de' Signori Svizzeri e Grigioni pel Lago di Como aveva libero l'ingresso sotto il ponte di Lecco nel fiume Adda, per dove le barche felicemente profeguivano il corso per più miglia ad Olginate ed a Brivio fino a Paderno; e qui è dove l'Adda precipitando da balze con grandi cadute, poneva termine ad ogni navigazione per questo tratto di due miglia circa, dopo il quale sotto la Madonna della Rocchetta il fiume ripigliava il suo corso equabile, e capace di navigazione, fino ad imboccare dopo poche miglia l'altro Naviglio della Martesana sotto Concesa, per condurre la navigazione alle porte e nelle contrade medesime della nostra Città di Milano.

Progetto d'un breve taglio del nuovo Canale.

La necessità d'interrompere a questo scoglio una così lunga e felice navigazione da' confini Svizzeri, e di traggittare le merci per terra, eziandio per questo breve tratto, e di ricaricarle poi su altre barche di sotto alla Madonna della Rocchetta, parve da non doverli tollerare da que' buoni e zelanti Patrizj di quella vetusta età, la quale in que' tempi e per talento, e per forze proprie aspirava ad accrescere l'opulenza ed il commercio della Città di Milano; e quindi si accinsero eglino tostamente a volerne superare la difficoltà con l'arte affai familiare ed usata di tagliare sulla sponda del fiume nel vivo sasso del monte un canale, nel quale ripartendo la totale caduta di 42 braccia circa ne varj sostegni amovibili delle volgarmente chiamate conche da Paderno fino alla Madonna della Rocchetta, si rendesse praticabile la discesa e la salita delle barche, senzachè la navigazione quivi fosse incagliata. Ma un'opera così grande, e degna degli antichi Romani, dopo alquanti anni rimase interrotta, parte dalle guerre, le quali sopraggiunsero allo Stato di Milano, e parte da altri disastri. Soltanto dagli avanzi de' grandiosi incominciati lavori rimase un pubblico e veridico testimonio delle forze e del coraggio della nostra Città in questo intraprendimento. Finalmente a' nostri di dalla beneficenza dell' Augusta nostra Imperadrice,

e sotto gli auspici di S. A. R. l'Arciduca Ferdinando suo Figlio, e nostro Governatore, si è ripigliata dopo un tanto intervallo di tempo l'idea di questa navigazione, e da qualche anno si è posta mano al lavoro, il quale si sta ora accelerando, con quell'esito, che ciascuno può prometterfi, felicissimo.

Frattanto chi scrive in qualunque genere di scienze, massimamente di quelle, le quali si migliorano d'età in età con quel solo capitale di cognizioni, che si schiudono nell'esercizio stesso de' lavori, egli è in debito di riferire quale fosse il nodo, che quivi si scontrò a differenza degli altri due Navigli, e quale siane stato lo scioglimento. Riflettevasi, come ho detto di sopra, che il tratto di questa diversione era troppo breve, massimamente quello preferito dall'Architetto Meda ne' tempi andati dalla chiufa delle tre Corna; e d'altro lato contrapponevasi una tanta brevità con la troppo grande caduta da regularsi e da ripartirsi in più sostegni moltiplicati. Se dal punto della diversione di Paderno, diceva anch'io assai volte, noi potessimo condurre questo canale con moto sempre equabile per molte miglia lungo il fiume principale, e senza l'immediata necessità di sostenere con le conche quasi il primo suo ingresso sotto l'incile per regolare le cadute, com'è intervenuto agli altri due Navigli; oh allora sì che noi avremmo tutto il campo di aprire sulle sue sponde e paraporti, e sfogatoj in siti idonei, e non soggetti a' ringurgiti dell'efrescenze del fiume principale, li quali scaricassero non meno le materie, che l'eccesso dell'acque, molto prima di giugnere al sostegno de' portoni, per dar passaggio alle barche. Ma se la necessità della prima caduta richiedesse che si collocasse il primo sostegno, ovvero li due primi in troppa vicinanza all'incile, e avantichè una buona parte della piena entrata già nel Naviglio, potesse alleggerirsi da tutte le materie pesanti, ovvero dalla copia dell'acque, egli è manifesto che in poco tempo o si riempirebbe il canale dalle materie arrestate dall'

Nuova difficoltà incontrata nella troppa brevità del taglio di circa due miglia,

E nella eccedente sua caduta.

ostacolo de' sostegni, ovvero che il medesimo dalla violenza dell'acque si abbatterebbe: disordine facile a prevedersi, e da anticiparsene il riparo nel nuovo Naviglio di Paderno. Imperocchè ognuno sa e vede, che quanto agli altri tre Navigli e del Ticino, e di Bereguardo, e dell'Adda, le porte delle loro conche e si aprono, e si chiudono, e si maneggiano con somma facilità da' semplici barcaiuoli, perchè appunto nella distanza di molte miglia dall'incile sostengono le acque già ridotte alla semplice misura prescritta al Naviglio, anche nel caso dell'escrescenze massime del fiume principale; e perchè il fondo è già interamente votato dalle ghiaie e dalle arene, le quali si condurrebbero contro le porte de' sostegni ad interrarle, e ad impedirne l'aprimiento.

Il caso adunque del Naviglio di Paderno non ha esempio negli altri nostri Navigli, e richiede una più studiata serie di avvertenze e di sperimenti per fortirne l'effetto. Primieramente, quando l'Architetto colla scorta della premessa livellazione si sia ben assicurato della totale caduta del canale dal punto della diversione, che vuol scegliere, fino al termine della nuova intrusione nel fiume principale, e quando altresì abbia egli determinati i siti delle diverse parziali cadute, e de' sostegni da fabbricarvisi ad uso di comoda navigazione, e quando abbia già regolata e ripartita la pendenza da darsi al suo fondo da un tronco all'altro d'ogni sostegno, del che avremo a trattare; si faccia poi a ben ponderare quale distanza sia per avere il primo sostegno dall'imboccatura dell'incile e dal punto della diversione, e niente risolva, se non dopo le seguenti considerazioni.

I. Se questa distanza capace sia da potervi disporre ordinatamente quanti paraporti abbisognino allo sfogo e delle materie, e delle piene, e avanti che queste sorprendano la prima conca, ossia sostegno amovibile.

II. Quali sieno que' paraporti, i quali per la troppa vicinanza all'incile in occasione di altissime piene soffrano un qualche ringurgito ed impedimento allo scarico

Caso non comune agli altri due Navigli.

co nell'alveo del fiume principale, che sotto vi decorre, e quali no, sovrastando colla loro foglia alle piene altissime del fiume; e se questi sieno in larghezza sufficienti all'intero scarico dell'eccesso dell'acque.

III. Per questa ragione, prima di mettere mano al lavoro l'Architetto nelle stagioni delle annuali escrescenze più alte del fiume primario premetterà con grande accuratezza le osservazioni dell'altezza, alla quale salgono in tutto quel tratto, ove decorrono sotto le rive del manofatto canale dall'incile alla prima conca, e dove e quando oltrepassino le foglie de' sfogatoj, e dove restino molto al di sotto delle medesime.

IV. Rifletterà in oltre quale e quanto sia lo scarico, che permette alla piena l'altezza della chiufa, e l'ampiezza del suo sfogatoio, del quale abbiamo parlato; e se dalla sommità del primo argine partitore, il quale fa le veci del primo scaricatore, o, come qui chiamano, *Travacatore*, il Naviglio gonfio della piena possa immediatamente rovesciare il soverchio delle sue acque nell'alveo più basso al di sotto della sua chiufa, e con ciò alleggerirsi vie più; e se la lunghezza di questo sia tanta da poter contribuire largamente a questa prima diminuzione nel caso delle maggiori escrescenze: ciocchè dipende assaiissimo dalla molto maggiore declività e depressione di fondo, colla quale dopo la chiufa e la prima diversione prosegue a decorrere nel suo letto il fiume principale a canto del canale manofatto; come osserviamo accadere al Naviglio della Martesana per tutta la lunghezza del suo argine partitore.

In somma la massima principale dell'Architetto in questa parte sarà quella di stabilire il primo passaggio per la conca in sito, ove il canale abbia di già sfogate le materie pesanti, che seco mena, di ghiaie e di arene, nè possano queste essere arrestate dall'ostacolo de' portoni, ed ove in oltre il corpo d'acque del Naviglio accresciuto da piene anco straordinarie, si sia già ridotto a quella giusta misura da poter soffrire il regolamento del-

Nuove considerazioni intorno la distanza del punto di diversione dalla prima Conca.

Massima dell'Architetto in ogni stabilimento del sostegno.

le conche. Altrimenti una semplice svista in questo genere può scompigliare tutta la grande operazione; nè può scalfarsi in miglior guisa questo scoglio, se non con allungare all'insù, ove siavi luogo, la linea della diversione fino a quel punto, dal quale possa derivarsi un canale per più lungo tratto senza nuova caduta bisognosa di altro sostegno, e con maggiore capacità di moltiplicati sfogatoj.

Or questa medesima regola idrostatica fu quella appunto, che entrò di mezzo a sciogliere il grande problema insorto a nostri dì, se si dovesse, o no trasportare la chiusa del Naviglio di Paderno più su fino al sito denominato del Saffo di S. Michele; e ne riferirò qui quelle ragioni, le quali prevalsero in questa deliberazione. L'antica chiusa fabbricata già più inferiormente dall'Architetto Meda alle tre Corna, ed in uno stretto di sole 80 braccia dell'alveo dell'Adda, era d'un grande allettativo a rinnovarne in oggi l'errore, sì pel minore dispendio nella sua costruzione, come pel grandioso risparmio del taglio del canale nella costa del vivo monte, quando si volesse trasportare più all'insù fino alle vestigia della primiera chiusa al Saffo di S. Michele, cominciatafi la prima volta a disegnare sulle regole dell'arte, e non su quelle d'una falsa economia. S'avvidero prestamente li nostri Architetti che aprendosi al di sotto, cioè alle tre Corna, il nuovo taglio, non rimaneva alla soprabbondanza dell'acque, nè alle materie bastante sfogo prima di giugnere alla premeditata conca, la quale per necessità sarebbe riuscita poche centinaia di pertiche distante dall'incile: che in questo breve intervallo non davasi luogo, fuorchè ad un semplice paraporto, deviando troppo il canale dalle sponde del fiume per entro la valle: che era indispensabile che il punto della diversione si prolungasse più su per tratto notabile, sulla sponda dell'Adda, dove decorrendo il canale sostenuto, e più alto del fondo del fiume, potesse sfogarsi per quanti si vogliono paraporti in circostanze di piene altissime, prima di

Nuovo prolungamento all'insù della linea del Naviglio di Paderno.

sopraggiugnere alle conche: che la spesa di questo allungamento di linea era bensì il doppio ed il triplo maggiore di quella, che richiedeva il progetto Meda; ma che la sicurezza del suo felice esito era sempre da preferirsi a questa ingannevole economia.

Prevalse il più saggio consiglio; e mentre scrivo, si sta squarciando una buona parte del fianco del monte, dal quale occupavasi la linea del progettato canale; ed il suo allungamento all'insù al Saffo di S. Michele, a norma del più antico disegno, ha dato luogo di potervi aprire capacissimi e moltiplicati sfogatoj in ogni stato del fiume, da' quali presto si riduca il primo tronco del Naviglio a quella regolata misura d'acque, che può soffrire il sostegno, il quale poco dopo s'incontra, e che non può trasferirsi in altra parte più lontana dall'incile.

PROPOSIZIONE VIII.

Se oltre il primario uso de' paraporti di sfogare, come si è detto, le materie pesanti e le acque soprabbondanti introdotte dalle piene del fiume nel canale Naviglio, si debbano aprire altri sfogatoj in diverse parti del suo corso, o per iscarico di nuove acque straniere, o per uso d'un più comodo regolamento.

LA molteplicità de' paraporti ne' canali navigabili, massimamente continuati a molta lunghezza di 20, o 30 miglia, sottentra al riparo di altri pericolosi incontri; e ne riferirò qui l'occasione e l'uso.

I. Se la meditata linea del nuovo canale nel suo progresso venga a tagliare il corso d'un torrente, nel quale s'incontri, nè questo possa divertirsi altrove, nè traggarsi per condotto separato sotto il fondo dello stesso Naviglio; l'Architetto per tutto ciò non si sgomenti dal suo proseguimento per la medesima linea, e si disponga a ricevere di passaggio il torrente nel nuovo alveo;

Uso de' Paraporti per isfogo de' Torrenti, li quali entrano nel Naviglio.

purchè ricorra all' usato ripiego di fabbricare sulla riva del Naviglio contrapposta allo sbocco del torrente, sfogatoj capacissimi, quanti vi vogliono, per iscaricare prontamente dal suo letto nel continuato alveo del torrente, non meno l' eccesso dell' acque, che le materie pesanti, le quali vi si fossero condotte o depositate dal medesimo. Ne abbiamo l' esempio nel Naviglio della Martesana, il quale viene attraversato dalle piene del fiume Lambro sotto Carfenzago. Queste vi sboccano entro furiosamente con grande caduta, e con eguale rapidità se n' escono dalle foglie de' contrapposti paraporti più basse del fondo del Naviglio, e si traggono dietro la copia delle materie, che menano. Vero è che di queste non ne rimane interamente sgombro il suo alveo; perchè dalla corrente stessa del Naviglio vengono trasportate più all' ingiù, e fuori della serie de' sfogatoj più superiormente situati, e però se ne arrestano alcune nel fondo del Naviglio. Ho consigliato più volte che per isfuggire questo inconveniente, il quale obbliga ad un più dispendioso annuale spurgamento, farebbe un economico partito quello di aprire per breve tratto più all' ingiù uno o due altri paraporti, i quali attraessero fuori del letto del Naviglio le restanti materie non isfogate bastantemente da' superiori paraporti: ed in ciò vuol si ascoltare la esperienza maestra delle cose, la quale nel progresso de' tempi perfeziona le arti. Che se a questo difetto s'aggiunga la negligenza del Custode de' paraporti, il quale o non abiti sul posto, secondo l' antica istituzione, o non eseguisca l' aprimento istantaneo di tutte le porte de' sfogatoj al primo sopraggiugnere delle piene del Lambro nel Naviglio; gli spurgamenti del medesimo diverranno e più frequenti, e meno tollerabili pel dispendio.

II. Egli è vero però, che al passaggio de' torrenti pe' canali Naviglj regolati non è sempre necessario l' uso de' paraporti, quando le circostanze de' differenti livelli de' loro fondi aprono la via a tragittarneli senza mischiatura. In fatti il torrente Molgora attraversando lo stesso Na-

Difetto de' Paraporti del Lambro a Carfenzago.

Passaggio del Torrente Molgora sotto il fondo del Naviglio.

viglio di Martesana, ma con fondo molto più basso, diede luogo agli Architetti di poterlo senza interrompimento del suo alveo condurre con grandioso edificio di tomba, ossia volta sotterranea, di sotto al fondo del medesimo a continuare il suo corso separato: nel che vi fu d' uopo ancora d' un facile ripiego. Imperocchè il piano superiore della sua volta dovendo essere tanto depresso, quanto richiedeva l' inalterabile livello della inalveazione del Naviglio, non si poteva far a meno, che la piena della Molgora non fosse quivi obbligata a passarvi al di sotto, come volgarmente si dice, *a salto di gatto*, cioè forzata a scendere per qualche braccio di più, ed altrettanto a risalire per rimettersi al naturale suo andamento nel proprio alveo. Or in questo passaggio della piena non interamente libero, la corrente contrasta con la volta della tomba, che la comprime; nè può altrimenti essere stimolata al corso, fuorchè da un maggiore alzamento del pelo della stessa piena nel suo alveo superiore, la quale con nuova pressione la incalza a prevalere all' impedimento della volta, ed a risalirne fuori nel suo più alto letto. Da questa condizione d' un passaggio un po' forzato se ne derivano altri provvedimenti, li quali non vogliono ommettere da un Architetto. I. La volta non può resistere a questo continuato contrasto colla piena, se non con una costruzione solidissima di grandi lastre di sasso ben incastrate, e sostenute da grossi piloni per reggere il piano della volta non bastantemente arcuata. II. Per dare la spinta ad un tale passaggio fa mestieri che la piena faccia al di sopra sì grande alzamento, che la costringa talvolta a traboccare dal suo letto ad inondare i campi vicini, e nelle straordinarie piene a soverchiare le sponde dello stesso Naviglio, ed a balzarvi entro con altre nuove rotture de' suoi argini. Per impedire questi pericoli si è molto più dilatata la larghezza della imboccatura della tomba sotterranea, quanto meno potevasi ampliare in altezza; acciocchè fosse capace di ricevere tutto il corpo della piena, almeno secondo la dimensione pra-

Cautela e provvedimenti a questo passaggio.

praticabile della larghezza. A tutte queste riflessioni e ripieghi furono indotti gli antichi Architetti dalla necessità d'incontrarsi nell'andamento della Molgora di fondo più basso del Naviglio, nel quale non poteva condursi a sboccare, con aprirne allo scarico i paraporti, come si è fatto del Lambro: nè parimente il livello del fondo del Naviglio poteva permettere che alla volta del condotto si desse tutto quel sesto, ossia alzamento, che conveniva al suo più libero passaggio.

Unione del Torrente Seveso col Naviglio:

Somiglianti difficoltà si scansarono nel terzo torrente denominato il Seveso, il quale nel profilo della disegnata inalveazione del Naviglio della Martesana incontravasi poco dopo la Conca della Cassina de' Pomi. Questo torrente, perchè di fondo alquanto più alto di quello del Naviglio, vi si è fatto sboccare con tragittarlo per tratto notevole a scaricarsi poi nel suo primiero letto fino al Lambro: e perchè gran copia d'acque seco mena e di arene e di sassi, si ricorse all'usato artificio de' paraporti, per impedire che questa unione del torrente col Naviglio, anche per breve corso, non cagionasse o traboccamento, o rialzamento del suo fondo. I paraporti costrutti nel Naviglio alla Gabella del Sale, in distanza di quasi un miglio dal primo ingresso del Seveso, e colla foglia molto più bassa del fondo dello stesso Naviglio, attraggono con grand' impeto e la corrente tutta del Seveso, e le pesanti sue materie, e giù le slanciano nel Redefosso; onde le acque del Naviglio restituite al solito modello, sopraggiungono poi alla prossima Conca di S. Marco sgombre dalle materie del torrente, le quali arrestate dal consueto chiudimento de' suoi portoni, ne impedirebbono il facile aprimento.

Sue pesanti materie più facilmente depositate sul fondo del Naviglio, e perchè.

Una sola imperfezione vi ho notato, la quale nasce dalla troppa distanza di questi paraporti. Le materie del Seveso introdotte nel Naviglio, hanno quivi a fare un troppo lungo viaggio per essere strascinate sul fondo del medesimo fino ad imboccare i paraporti: la sua corrente inalveata per tanto tratto sopra un fondo di moderata pen-

pendenza, qual convienfi ad un canale navigabile, va perdendo li primi gradi di velocità, e però permette che in tutto questo intervallo di corso calino al fondo quelle materie, che non ha forza immediata di trasportare più innanzi a' paraporti del Redefosso; e quindi le deposizioni si fanno più frequenti, e le barche da carico vi pescano nel fondo con lenta e pericolosa navigazione. In somma cotesti paraporti del Redefosso troppo lontani, non potranno giammai sfendere la loro azione per tanto tratto su pel fondo del Naviglio a ravvivarne la corrente, ed a renderla idonea all'intero spurgamento. Quando adunque in poca distanza dallo sbocco superiore del Seveso si aprisse alla sinistra del Naviglio un altro sfogatore, il quale accelerando le acque del torrente appena entrate, potesse più da vicino propagare la sua azione a dar moto a tali materie, e a divorarle con nuova corrente; io sono di parere che queste non si rimarrebbero indietro a farvi il menomo alzamento. La sola speranza è poi quella, che di secolo in secolo va scoprendo agli Architetti la forza de' fiumi ed i loro effetti sulle regole de' primi insegnamenti.

Dove poi la vicinanza d'un qualche fiume più basso o torrente ce ne porge il comodo, sono utilissimi i paraporti, principalmente per divertire tutto il Naviglio, e con una interposta chiusa asciugare il canale inferiore per uso di qualunque istantanea riparazione. Con questo spediente si mantiene nella parte superiore del canale per molte miglia il corso ed il corpo d'acque idoneo ed alla irrigazione, ed alla navigazione, senza pubblico sconcerto, e si asciuga il Naviglio in quel solo tratto, che ha bisogno di subito provvedimento. Somigliante regolamento de' sfogatoj è già introdotto in tutti li nostri Navigli. Quante volte il riempimento fangoso della Fossa interiore della Città ha reso quivi necessario un qualche spurgamento per mantenervi la navigazione; sonosi aperti gli sfogatoj tutti del Redefosso sotto le mura della Città, e con manofatta chiusa si è derivato per questi il Naviglio, asciugandosi la Fossa interiore, per abilitarla allo scavamento; e nel

Altro nuovo Paraporto da aprirsi al Seveso.

Utilità di altri Paraporti per asciugare parte del Naviglio.

nel medesimo tempo si è lasciato decorrere intatto lo stesso Naviglio in tutto il suo corso, senza menoma diminuzione o della irrigazione, o della navigazione, fino alle porte della Città. Anche i paraporti del Lambro e di Vaprio fanno alle occasioni il medesimo utilissimo effetto al Naviglio della Martesana. E parimente nel fiume Muzza i paraporti studiosamente aperti a Trucassano, all'Addetta ed altrove, ci danno in mano l'arte prontissima di asciugare, quando si voglia, soltanto una parte di questo canale, per non privare della solita irrigazione altri vastissimi Territorj di praterie nelle stagioni di maggior bisogno. Anche al Naviglio grande derivato dal Ticino, non manca lo stesso soccorlo e ripiego: perocchè scorrendo in vicinanza ora del fiume principale, ora del Lambro meridionale e di altri più bassi torrenti, sonosi acconciamente situati i paraporti per iscaricarne tutto il suo corpo in diverse parti, e con permetterne l'asciugamento in quel solo tratto, che richiede una qualche pronta adattamento.

III. L'uso de' paraporti riguarda più volte il semplice regolamento delle conche, cioè il più facile alzamento od abbassamento del pelo dell'acqua nella vasca interposta tra le porte de' soltegni: nel che consiste tutto l'artificio delle conche, ed il più pronto passaggio delle barche nella salita e nella discesa; come diremo più accuratamente a suo luogo. Imperocchè, a cagion d'esempio, fatto il riempimento della vasca fino ad uguagliare il livello del pelo del Naviglio superiore, dal quale entri la barca, dopo l'aprimiento de' due superiori portoni, che tosto le si chiudono dietro, il votamento della medesima, e l'abbassamento del suo pelo fino al livello dell'inferiore canale, non può farsi altrimenti, che con l'aprimiento de' portelli incastrati ne' due portoni inferiori, li quali per la pressione prevalente dell'acqua più alta della vasca, non possono in quello stato disgiungersi dal loro più stretto chiudimento, finattanto che lo sfogo violento della vasca da' portelli non la riduca al comune

Votamento della vasca della Conca da' portelli del secondo ordine de' portoni,

livello del susseguente canale. Ma questo scarico da' portelli, quantunque accresciuto dalla pressione maggiore, non può farsi con tanta accelerazione, quanta fa d'uopo al più spedito tragitto delle barche, se allo stesso tempo accadesse che dal labbro de' due superiori portoni entrasse di nuovo nella vasca un corpo d'acque poco minore di quello, ch' esce; e però in tal caso l'abbassamento dell'acque e la discesa della barca avrebbero bisogno di maggior tempo per giugnere al livello più basso del canale successivo; nel quale stato solamente si possono aprire li due portoni inferiori al proseguimento del suo corso. Per impedire adunque il continuo ingresso di tutto il corpo superiore del Naviglio nella vasca già colma, se ne diverte una gran parte in un canale separato ed aperto alquanto sopra, e condotto a canto della medesima conca. Questo canale, facendo buon uso della caduta all'edifizio de' mulini, scarica incessantemente l'acqua del Naviglio, e la restituisce inferiormente nel comune più depresso canale di navigazione di là de' secondi portoni; e con ciò il votamento della vasca si consegue in minor tempo.

Facilitato dallo sfogo del Canale laterale.

Un tale artificio di accelerare il votamento o riempimento della conca con aprire o chiudere lo sfogatoio superiore, può essere necessario nel caso che la vasca sia d'una grande profondità; come appunto nella ricostruzione del nuovo Naviglio di Paderno sonosi incontrate le sue conche di tal fatta, attesa la grande caduta di questo taglio in così breve spazio; e però fino dagli antichissimi tempi, quando si lasciò imperfetta quest'opera, vi si aprì dall'Architetto Meda un altro canale laterale, per iscaricare nell'Adda l'acqua sopravveggnente del Naviglio nel tempo del votamento della vasca, ed all'opposto per far entrare nella medesima tutto l'intero suo corpo nel tempo del riempimento, alzando ed abbassando i paraporti acconciamente situati; come più accuratamente si dichiarerà a suo luogo.

Uso de' Paraporti al più spedito voramento o riempimento delle Conche.

Un altro uso de' paraporti è conforme al sistema della irrigazione de' nostri Navigli: cioè che richiede una par-

particolare dichiarazione. Conviene adunque riflettere che ad inalveare un canale di semplice navigazione, e senza verun altro oggetto, bastantissima riuscirebbe una scarsa quantità d'acque, le quali vi si introducessero dal fiume principale, e vi decorressero con moto assai lento o per la poca e quasi nessuna pendenza, o per gl'interposti sostegni, e per conseguenza si mantenesse il loro pelo tanto alto, quanto è necessario a sostenere galleggianti le barche.

Ma tutto ciò non può applicarsi a' nostri Naviglij destinati allo stesso tempo ad una vasta irrigazione di Territorj in lunghezza di 20 e 30 miglia e più. Quanti canali di ampia foce se ne derivano, con poco intervallo dell'uno all'altro! Basti dire che il corpo d'acque, che si dirama nelle bocche tanto moltiplicate, sarebbe sufficiente a mantenere non pochi altri canali di semplice navigazione. Or questo è uno de' pensieri più seriosi d'un Architetto nel regolare la prima introduzione dell'acque da proporzionarsi ed alla uscita continua nelle irrigazioni, ed alla non interrotta navigazione fino al suo termine, che è la Città stessa; e però dall'ampiezza dell'incile, dall'altezza del sostegno, e molto più dalla maggiore pendenza del fondo del Naviglio nella prima sua diversione, per accrescerne la velocità, e per conseguenza il corpo, si attrae dal fiume principale tutta quella copia d'acque, la quale al medesimo tempo soddisfa al doppio fine del Naviglio.

Uso de' Paraporti per conservare lo stato del Canale in ogni stagione.

A questo così grande oggetto poteva opporsi un altro inconveniente: imperocchè, quando nella stagione dell'autunno, e molto più nell'inverno si chiudono le tante bocche d'estrazione, e si sospende l'irrigazione, il Naviglio non alleggerito dalla soprabbondanza dell'acque, le quali allora è costretto a contenere nel suo alveo, si farebbe troppo colmo, traboccando dalle rive, e rompendo le arginature. A questa variazione di stato sottentrano subito i paraporti, li quali si aprono, e di altrettanto sfogano il Naviglio; e quindi in ogni stagione lo conservano alla medesima altezza di pelo.

AP-

A P P E N D I C E.

NEl tempo medesimo, in cui stavasi avanzando sotto il torchio la stampa di questa trattazione, mi è giunta alle mani una Memoria illustre del 1599, dopo che dal Meda erasi costrutta la chiusa nella sezione più stretta alle tre Corna, contro il parere di quegli Architetti, che molti anni prima lo avevano preceduto, e dopo che se n'erano già sperimentati gli effetti nocevoli; nè posso omettere di registrarla qui, per confermare generalmente con le passate sperienze quanto si è prodotto nell'ultima Visita del 1775, e tutto quello, di che ho ragionato nel Capo precedente della situazione delle chiusa. Imperocchè su questo proposito mi è venuto ora sotto gli occhi il celebre Discorso stampato fino da que' tempi, del Signor Guido Mazenta, uno de' Signori Sessanta del Consiglio Generale della Città di Milano, intorno a questo problema deciso già dal fatto, che è sempre la prova maggiore d'ogni eccezione. Racconta egli adunque testimonio di vista, l'origine delle prime rovine del Naviglio di Paderno. *E per cominciare dalla chiusa, la quale è stata la cagione delle rovine seguite l'anno passato e il presente ancora, perchè ribatte tanta quantità d'acqua, oltre il bisogno; nel Naviglio, che quando l'Adda cresce, rovina e distrugge tutti gli edifizj, che per sostentarla si fanno ec.* L'angustia della sezione della chiusa alle tre Corna di sole 80 braccia di lunghezza, forzava le massime escrescenze dell'Adda a sfogarsi nel nuovo Naviglio, rovesciandone gli argini. Passa poi egli immediatamente a proporre il rimedio di trasportare la nuova chiusa più all'insù al Sasso di S. Michele, dov'erasi prima disegnata, cioè ad una sezione di braccia 205, ove la maggiore dilatazione facilitasse lo sfogo delle piene dalla cresta del sostegno. Tutto ciò egli dimostra cogli esempj e sperimenti, da quali allora erasi la prima volta deviato; e così prosiegue. *Per sapere il modo di ri-*

Origine delle prime roture del Naviglio di Paderno nel 1599.

me-

mediarvi, è necessario esaminare prima la forma usata dagli antichi nel fabbricare le chiuse nel Ticino e in Adda, per divertire il Naviglio grande e quello della Martesana, le quali con tanta facilità e quiete sostengono e imboccano ne' due Navigli la parte bisognevole dell' acqua, scaricando nel tempo medesimo la superflua nel letto de' fiumi, in modo che le navi con pendenza soave coll' acqua divertita entrano nella bocca, come non in acqua corrente, ma in lago piano navigassero. Questo si vede avvenire, perchè le dette chiuse non sono situate dove il fiume è più stretto, ma dove è più largo, acciocchè in ampio tratto avendo largo campo da dilatarsi, l'acqua cresciuta straordinariamente, meno si possa alzare ec. Fermata questa teoria sulle osservazioni, suggerisce l'unico progetto di rimedio. Fatte queste premesse, strana cosa parrà forse a molti, e la terranno per paradossò, se si dirà che necessario sia il rompere o spiantare la chiusa fabbricata con tante spese e stenti fra le angustie di quelle due sponde di pietra viva, dalle quali viene ristretto il letto del fiume in modo tale che, non essendo più largo di 80 braccia, ne siegue che quando l'Adda cresce, cresca molto più alta sopra la chiusa ec. Lo spiantamento adunque della chiusa del Meda era in que' tempi il progetto del rimedio. Or chi avrebbe pensato che a' nostri di potesse cadere in mente di volerne rinnovare l'errore? La medesima altezza d' acqua, prosiegue' egli, che si ritrova poi essere sopra la chiusa, viene ringorgata dalla stessa chiusa dentro il Naviglio, nel quale avea presupposto l'Architetto che in ogni tempo entrar dovesse un corpo d' acqua sempre limitato d' altezza d' once 18; ma ciò non seguento, anzi imboccandosi alle volte un corpo d' acqua alto due, tre e quattro braccia più delle once 18 limitate, tanta quantità d' acque soverchie non può ricadere nel fiume, se non con grandissimo danno e disordine ec. La conseguenza, ch' egli ne deduce, è la stessa, che noi più volte abbiamo replicata e in atto della detta ultima Visita del 1775, e molti anni prima, cioè nel 1761 e nel

1763,

Consiglio dello spiantamento della Chiusa del Meda.

1763, quando S. E. il Signor Conte di Firmian Ministro Plenipotenziario mi onorò di chiamarmi in compagnia di S. E. il Signor Cavaliere Agostino Litta e del Signor Conte Girolamo Crivelli, sulla faccia del luogo a proferirne il mio parere, il quale fu sempre conforme a quello più d'un secolo prima pronunziato già dal Signor Mazenta con queste parole: *Dunque i disordini nascono dalla strettezza del sito, nel quale è fabbricata la chiusa ec. Il rimedio è fabbricare nuova chiusa poco sopra li tre Scoglj ec. Conchiudo adunque che la forma delle chiuse degli antichi è la buona; perchè essi molto migliore l'hanno ritrovata nell' imboccare i Navigli, piuttosto guidati dalla speranza, che dalla bella occasione di gittare in Adda quelle rupi pendenti, le quali mostrano nel caso nostro che piuttosto si è previsto il modo di fare una chiusa stabile e forte, che l'effetto, che da quella ne dovea seguire.* Ho voluto produrre qui stesamente il sentimento, non di un Professore Idrostatico, ma di un nostro Patrizio Milanese, acciocchè si veda che il parere d'un uomo guidato dal solo buon senso e dalla speranza, è più disposto a non errare di quello, che si affida alla sola teoria, nella quale talvolta si fa preponderare un semplice vantaggio o di economia, o di facilità nell' esecuzione, senza porre sulle bilance gli effetti, che se ne derivano, contrarij al fine primario, che si pretende. Ritorniamo adunque agl' insegnamenti de' primi Architetti, li quali nel 1518 consultati furono dalla nostra medesima Città, come riferisce il Pagnano con queste parole. *In eam omnium ore ventum esse conclusionem & sententiam, pro minori difficultate, commodiorique navigatione ex ipso Abduæ flumine, paulo supra locum ad tria Cornua nuncupatum, novum alveum fabricandum esse, (e se ne individua la situazione, la ragione ed il fine) & inchoandum esse eo in loco, ubi fluminis ipsius alveus amplius, planusque, ac cursu temperato provebitur, navigantium commoditati serviens; adeo ut magno septo, seu repagulo non sit opus, sed eo dumtaxat, quod sufficiat ad immittendas & imbuccandas aquas ipsius fluminis in alveum construendum;*

Comune sentimento de' più antichi Architetti.

dum; adhibito tamen modulo, seu travacatore, ut in eum deducantur aqua opportuna navigationi tempore siccitatis, superflua autem tempore inundationum in solitum alveum descendant ec. Egli è vero che, trasportandosi la chiusa all' insù alla più larga fezione del Sasso di S. Michele, ben prevedero quegli Architetti che tosto si urtava in altra grave difficoltà di dover tagliare superiormente alle tre Corna la costa del monte, per iscavarvi nel vivo sasso il canale medesimo in lunghezza di alquante centinaia di braccia, ed in larghezza di braccia 18 e più. Ma a questo dispendio prevale in essi la considerazione di sfogare le piene da fezione più larga della chiusa, e di poter condurre per più lungo tratto a canto dell' Adda medesima il nuovo canale, dal quale più comodamente si potessero aprire paraporti, quanti se ne volessero, a scaricare le materie e le acque soprabbondanti nel fiume, primachè s'incontrassero i sostegni delle conche. Eccone il loro fermo parere: *Duximusque alveum ipsum, ut firmior sit, in costa ibidem existente fodiendum esse.* Ma appunto il taglio di questa costa fu quello, che spaventò il Meda, e lo fece deviare dall' idea e dallo stabilimento de' primi Architetti; e però dalle tre Corna aprì il Naviglio, e discostandolo dall' Adda, lo inalveò nella parte più interna della valle, di dove poi non gli fu praticabile di poter aprire molti sfogatoj per iscarico delle piene, dalle quali nel primo sperimento fu soverchiato. Ho voluto dilungarmi alquanto in questa controversia risvegliata ancora modernamente, sì perchè lo sperimento fattone infelicemente ne' passati tempi, serva d'ammaestramento a non dipartirsi dalle comuni persuasioni; e sì perchè ancora gli errori de' grandi Professori non vogliono essere dissimulati in una trattazione, ove si stabiliscono le regole della Scienza Idraulica.

Deviazione del Meda dal primo stabilimento.

CA-

CAPO IV.

Della pendenza de' Canali navigabili.



Uale pendenza convenga darli ad un canale regolato di navigazione, non meno nella prima sua imboccatura dal fiume principale, da cui vuolsi derivare, che nel suo proseguimento e corso, è cosa difficile da determinarsi con una regola generale, che possa applicarsi a tutte le circostanze e fini, da' quali dipende una somigliante determinazione. Nelle seguenti Proposizioni verrò svoluppando tutto quello, che può appartenere a questo importante esame, ossia per rapporto al semplice uso di navigazione, ovvero ad altre diramazioni ancora.

S O M M A R I O.

Corso de' fiumi su fondo orizzontale. Origine del loro movimento. Pendenza minore proporzionata a minor corpo d'acque. Quanto se ne diminuisce la velocità, tanto cresce l'altezza. Esempio del Canale di Ceno. Sovverchia larghezza della sezione concorre all'abbassamento del pelo dell'acque. Struttura delle barche proporzionata alle condizioni del canale. Ripieggi per conservare l'altezza dell'acque, quando non può moderarsi la pendenza del fondo. Corpo d'acque proporzionato a' due fini del canale. Regola unica della pendenza, la quale comprende tutte le diverse circostanze de' Navigli. Confronto del canale da farsi con altri già eseguiti. Compenso di circostanze favorevoli e contrarie. Esempio della pendenza de' nostri canali, e differenza del Naviglio di Paderno da' due primi. Regola del Guglielmini per impedire l'interramento del canale,

nale, non applicabile alla caduta de' fiumi maggiori. Determinazione incerta del compenso della minor massa del fluido colla maggiore sua velocità per uguagliare nel canale la forza del fiume primario. Alterazione improvvisa del livello e del corso dell'acqua dal punto di diversione. Regola generale per mantenere per più lungo tempo scavati i canali.

PROPOSIZIONE I.

Non è necessaria alcuna declività di fondo ad un fiume o canale di derivazione per avere corso da un luogo all' altro, eziandio su fondo orizzontale.

PArrà strano che dopo le dottrine del Guglielmini, e le chiare dimostrazioni della sperienza non siasi di già svelto affatto dalle menti de' Periti e del volgo un tale errore. Se debbono questi disegnare talvolta la condotta d'un qualunque canale, il primo studio è quello di trovare la declività del fondo, senza la quale essi credono che il corpo d'acqua non possa decorrere al suo termine; e se per forza s'incontrano in un fondo orizzontale, danno per disperata la riuscita: perocchè essi credono che l'unica cagione del movimento dell'acque per gli alvei de' fiumi sia l'inclinazione del fondo. Ma egli è già dimostrato e dalla sperienza, e da' principj idrostatici che al movimento progressivo dell'acqua basta che la sua superficie sia qualche poco più alta di quella del luogo, al quale essa ha da terminare il suo corso: ciocchè si dimostra ancora dal principio di Archimede, e dalla sperienza, la quale fa vedere che le acque stagnanti dispongono la propria superficie in un piano orizzontale, e che, quando si aggiunga da una parte acqua sempre nuova, non resta questa sollevata sopra la primiera, ma abbassando se medesima, o spigne l'altra ad un termine più basso, donde ha l'uscita, ovvero la fa alzare di superficie, finchè di nuovo si restituisca all' equilibrio; come accade a'

Corso de' fiumi
su fondo oriz-
zontale,

laghi e ad altri ricettacoli. Ma tutti questi movimenti si operano, qualunque sia la disposizione del fondo, o declive, od orizzontale. In fatti quanti fiumi verso i loro sbocchi corrono al mare velocemente sopra un fondo perfettamente orizzontale!

Dobbiamo adunque distinguere ne' fiumi due pendenze, dalle quali separatamente dipende il loro corso: una è la pendenza del fondo, e l'altra è la pendenza, ossia inclinazione della superficie. Nel primo caso la semplice gravitazione ne' fluidi, imprime a' medesimi il moto di discesa, come ne' solidi su' piani inclinati: nel secondo caso la pressione dell'acque superiori più alte, la quale sta sempre sul collo dell'acque inferiori, è quella, che sollecita queste al moto; e però dove manca al movimento l'inclinazione del fondo, s'ottentra l'inclinazione del pelo e la pressione: e quantunque all'occhio nudo non si renda questa immediatamente visibile, nondimeno si fa sensibile nell'effetto del movimento e nella livellazione per lungo tratto. Certo è che il fondo di Po in molti luoghi poco si discosta dall'orizzontale, come ben avverte il Manfredi; e non pertanto dalla sola pressione riceve un velocissimo impulso, dal quale si corrodono rive altissime, fino ad ingoiare le abitazioni medesime.

Originato dalla
sola pressione e
pendenza di su-
perficie.

COROLLARIO.

Quanto maggiore sarà il corpo d'acque, il quale derivati nel canale, e da più alto pelo del fiume primario entrerà nel suo incile; tanto più veloce sarà il corso del medesimo, anche su fondo orizzontale, e più sensibile l'inclinazione della sua superficie. Imperocchè a questo effetto di acceleramento vi concorre e la maggior pressione, e la grandezza del corpo d'acque; e l'acceleramento si accrescerà, quando all'inclinazione della superficie, ed alla forza dell'acqua si congiunga la pendenza del fondo.

PROPOSIZIONE II.

Regole generali per determinare la pendenza del fondo de' canali ad uso di semplice navigazione.

AL fine della navigazione richiedesi tanta altezza d'acque, che batti almeno a sostenere le barche, di maniera che, essendo cariche, non tocchino il fondo; ed a questo oggetto dee regularsi e la sua pendenza di fondo, ed il corpo d'acque proporzionato; e quindi si vogliono osservare le condizioni seguenti.

Pendenza minore proporzionata a minor corpo d'acque.

I. Quanto minore sarà il corpo d'acqua, che si può introdurre nel canale di navigazione, tanto minor pendenza dovrà darli al suo fondo. La ragione si è, perchè ad accrescere l'altezza proporzionata a sostenere le barche in minor corpo d'acque, è d'uopo di ricorrere alla diminuzione della velocità; acciocchè da questa meno sia abbassata la superficie; ed il pelo d'acqua corrente resti tant'alto, quanto richiede l'uso della navigazione. Il Canalino di Cento alimentato dalle sole sorgenti del Borgo di S. Giovanni, mantiene una utilissima navigazione di rilevante commercio da quella Città alla Città di Ferrara ed altrove, e con tanta altezza d'acque, che vi si reggono grosse barche da carico. A prima vista non pare che un così piccolo corpo d'acque possa sollevarsi a tanta altezza senza sostegni: ma il suo fondo quasi orizzontale, e di pochissima pendenza, vi mantiene un moto assai lento, con tanta uniformità in tutto il suo corso, che quanto se ne scema perciò la dimensione della velocità, tanto cresce l'altra in altezza sufficiente alla navigazione.

Larghezza di sezione diminuisce l'altezza.

II. La soverchia larghezza dell'alveo d'un canale può talvolta concorrere ad un troppo abbassamento del suo pelo, e ad impedirne la navigazione; quando questo difetto non sia supplito o dalla copia molto maggiore dell'acque, le quali vi si possano introdurre, o dalla lentezza del

del suo movimento, o da' sostegni. In tal caso l'Architetto avrà l'occhio a poter combinare due differenti ripieghi, li quali tendono allo stesso oggetto della navigazione. Il primo è quello di sostenere a maggior altezza il pelo dell'acque con una sezione sempre più stretta, e proporzionata al suo minor corpo: il secondo è di ristettere, se la larghezza della sezione sia sempre tale che dia il comodo passaggio alle barche, le quali s'incontrano. Per questa ragione il Canalino navigabile di Cento si mantiene costantemente in tale determinata sezione, che non oltrepassi la larghezza di due barche, quando s'incontrano, per dare a ciascuna il suo passaggio.

III. Siccome la qualità delle barche richiede maggiore o minore altezza d'acque ne' canali navigabili, per non pescare sul fondo, e maggiore o minore larghezza d'alveo, per darli semplicemente il passaggio; così si dovrà proporzionare la forma e costruzione delle medesime all'altezza dell'acque, ed alla larghezza dell'alveo, che vuolsi condurre: e perciò noi osserviamo una così svariata struttura di barche ne' canali navigabili della nostra Italia, altre piatte, e che meno pescano, altre più lunghe, e che poco si allargano, e tutte capaci soltanto d'un definito carico.

Struttura delle barche proporzionata alle condizioni del Canale.

IV. Ma perchè non è sempre in balia dell'Architetto il moderare la pendenza del fondo, sicchè tanto cresca in altezza il corpo d'acque, quanto se ne rallenta il suo corso; ovvero, come ben riflette il Guglielmini nel luogo citato, perchè molte volte dando al canale la larghezza necessaria allo scambio delle barche, riesce l'altezza dell'acque così scarsa, che si rende incapace di portar le barche, le quali si vorrebbero adoperare; perciò è necessario di provvedere con l'arte a questo difetto, trattenendo l'acqua con le chiuse, ed obbligandola ad alzarsi di pelo fino a quel segno, che può soddisfare al bisogno: quindi è che con debolissimi corsi d'acque si possono fare canali navigabili da ogni sorta di barche. Così egli.

Altezza d'acque mantenuta da Chiuse immobili,

V. Di cotesti sostegni; altri sono immobili, e costituiscono il termine della navigazione; come accade al Naviglio di Bologna derivato sotto la Città dal Reno, e che va a scaricarsi nel medesimo a Malalbergo, ove non si dà passaggio alle barche; dalle quali si trasportano le merci con breve tragitto, per ricaricarle sulle barche del Po di Primaro a continuarne la navigazione fino al mare. Dalle medesime chiuse o sostegni immobili si formano altri canali navigabili d'acque quasi stagnanti per molte miglia sul Territorio Ferrarese fino alla Città, e dalla medesima fino a Lagoscuro, di dove le merci si tragittano nel Po grande; e con questo artificio d'una navigazione anche per breve tratto interrotta, si mantiene un fiorito e comodo commercio tra le provincie confinanti.

E da Cateratte amovibili.

VI. Altri sostegni poi si possono a piacimento aprire e chiudere senza alterare l'altezza costante dell'acque necessaria alla navigazione, che è lo scopo unico de' medesimi. Coll'uso di queste cateratte amovibili si consegue un altro comodo di poter continuare la navigazione colle medesime barche, e con pochissima quantità d'acque; e di queste cateratte, le quali noi chiamiamo conche, ragioneremo di proposito nel seguente Capo. In fatti con questo artificio di moltiplicati sostegni mobili si frena la eccessiva caduta, e si rende navigabile il Canale di Bereguardo derivato dal Naviglio di Ticino, ed anche lo stesso Naviglio nella Città di Milano, già molto esaufo dalle precedenti diramazioni.

PROPOSIZIONE III.

Se da un fiume principale, qual'è fra noi l'Adda o il Ticino, si dovrà derivare un Naviglio a doppio uso e della navigazione, e della irrigazione nel medesimo tempo; si avrà dall'Architetto il disegno anticipato di preparare al nuovo fiume dal punto della diversione all'incile tanta declività di fondo, e di sol-

lecitarne l'introduzione con tanta velocità, che se ne attragga quel più di corpo d'acque, il quale vuolsi dividere in tutte le bocche d'estrazione senza pregiudicio della navigazione.

Egli è palese che quanto più d'acque dovrà diramarsi successivamente nelle bocche d'irrigazione, d'altrettanto sarà indispensabile che se ne introduca di più dal punto della diversione all'incile; acciocchè nel progresso non rimanga impoverito il Naviglio, con difetto della navigazione. A voler soddisfare a questi due fini, si stabilirà il fondo dell'incile con tanta pendenza, che accresca la velocità delle medesime acque nel loro ingresso, e per conseguenza la dimensione del corpo d'acque sotto la medesima altezza e larghezza.

Corpo d'acque proporzionato a' due fini de' Navigli.

Per questa ragione, quando i Navigli, oltre la navigazione, destinati sono a tanta diversione d'acque dal loro alveo; la costruzione dell'incile, l'altezza della chiusa, la pendenza del fondo e la situazione dell'imboccatura si regolano per modo che il primo corpo d'acque, che s'imbocca dal fiume, sia sempre molto maggiore del bisogno e soprabbondante; acciocchè nello stato di magrezza del fiume corrisponda al doppio suo fine, e nello stato d'acque mezzane ed alte possa tramandarsene l'eccesso pe' soliti sfogatoj, e quindi ricavarvene da questi l'altro beneficio di mantenerli più lungamente aperti ed operanti per iscarico delle materie e scavamento del fondo. Tutto però vuolsi ridurre alle giuste misure: perocchè la velocità dell'ingresso dell'acque dal fiume nell'incile per accrescerne il corpo, non de' essere tanta, che contrasti o renda troppo difficile la navigazione delle barche all'insù, quando dal Naviglio e dall'incile medesimo entrano nel fiume, e vi proseguono la navigazione; nè può permettersi che l'altezza del suo corpo giunga a tale da traboccare dalle sponde e dalle arginature. A questo fine si stabiliscono lungo il canale tratto tratto segnali fissi di quell'altezza, alla quale i Custodi del

Velocità accresciuta nella prima derivazione.

Na-

Naviglio debbono mantenerlo in ogni stato, per servire a tutte le diramazioni già contrattate dal Regio Magistrato: cioè nel regolato sistema de' Navigli si conseguisce, ora in acque basse col chiudimento de' confluenti sfogatoj, ed ora coll' aprimento loro in acque alte; onde talvolta accade che nello stato di magrezza del fiume convenga derivare nel canale quasi tutto il suo corpo, per mantenervi quella costante altezza e quantità necessaria a' due proposti fini.

PROPOSIZIONE IV.

Per non errare notabilmente nel determinare la cadente del canale di derivazione, può l'Architetto regolarfi coll' esempio di altri canali simili a quello, che si vuol fare, de' quali sia nota la caduta, e proporzarla al medesimo.

In queste brevi parole il Guglielmini nel citato capo 12 comprende quell' unica regola, la quale non è soggetta ad errore, cioè la speranza e l'osservazione. Imperocchè la cadente di qualsivoglia canale appropriata al suo uso, è un risultato di svariate circostanze, le quali dall' Architetto si fanno concorrere al suo corso; cioè la grandezza del fiume primario e la copia dell'acque, che si derivano nell' incile, la velocità e la caduta nella prima introduzione, le successive diramazioni ed il conseguente rallentamento del loro movimento; e però la pendenza del fondo d'un canale può essere maggiore o minore, e anco non necessaria, a tenore di queste circostanze, le quali più o meno favoriscono il suo corso; come abbiam detto teoricamente nelle precedenti Proposizioni. Ma la difficoltà è sempre quell' unica di applicarle tutte al caso pratico, e di riflettere come e quanto la prevalenza dell' una si contemperì colla contrarietà dell' altra. In così fatte ricerche non è buona regola l' affidarsi ad una semplice astratta teoria: bisogna appoggiarsi ad

Regola unica applicabile a tutt' i Canali.

ad un fatto certo, ed a quelle osservazioni, le quali da lunga speranza d'anni sono scoperte, e migliorate nel progresso.

Si cerchi adunque, dice qui il Guglielmini, se trovasi un canale affatto simile a quello da farsi; e la caduta già nota del primo si faccia proporzionale a quella del secondo: se no, si prenda norma da altri canali o maggiori o minori, sminuendo o accrescendo la caduta colle dovute ponderazioni. Le ponderazioni da farsi saranno in questo caso le medesime, delle quali abbiam ragionato di sopra; cioè, se il canale destinato sia a doppio fine, di navigazione e d'irrigazione, ovvero al semplice fine dell' una o dell' altra; onde il primo scarico del fiume nell' incile si renda o più veloce e copioso, o meno veloce e più limitato: se la pendenza del fondo debba continuarsi nel progresso la medesima, ovvero proporzarfi al corpo sempre minore, a fine di sostenere le acque in una uniforme altezza dovuta alla navigazione: se di tanto in tanto debba accrescersi la pendenza e la velocità con l' aprimento de' parporti, per ispurgare il fondo del canale, e cose simili. Su questi rapporti del vecchio canale col nuovo da farsi, l' Architetto regolerà la delineazione della nuova cadente, e le misure tutte convenienti alla inalveazione proposta.

Egli è vero, soggiugne il Guglielmini, che non potrà farsi a meno di non prendere errore di qualche oncia di caduta per miglio, o più o meno; e la ragione si è, perchè non è possibile che l' umano discorso in tanta disparità di canali possa esattamente ragguagliare con proporzione accrescimento o decrescimento le circostanze tutte del modello. Ma quando s'ugli' insegnamenti del vecchio canale venga assicurata la sostanza della condotta del nuovo, a costesti inevitabili accidenti si va prestamente al riparo. Imperocchè, se l' errore, dic' egli, insuisca in alzamento di fondo, purchè non sia con eccesso, si può tollerare; essendo ordinariamente tanti e tali i beneficj, che si ricavano da' canali regolati, che possono ben soggiacere

Confronto del Canale progettato con altri già fatti.

Compenso di circostanze favorevoli e contrarie.

cere a qualche aggravio di annua spesa per l'escavazione degl'interramenti, che vi si facessero: e se l'errore preso nella stima della caduta, influisse in maggiore profondità d'alveo, è facile il rimedio, o col sostenere il fondo di esso con una chiusa, o con prolungare il canale quel più che porterà il bisogno. Cotelito prolungamento di canale, che qui accenna il Guglielmini, come rimedio a qualche eccesso di caduta, vuol si intendere per una via più lunga, per la quale conduca il medesimo canale; acciocchè la caduta interposta si distribuisca in più lungo circuito fino al proposto termine, e perciò si faccia minore in ciascun tratto.

Col paragone de' nostri Navigli tutte le precedenti osservazioni possono ridursi a leggi determinate di pendenza, applicabili ad un Naviglio nuovo derivato da un fiume della medesima qualità, o sia che questo canale si faccia servire alla navigazione e ad una vasta irrigazione, ovvero separatamente all'uno o all'altro fine. Il Naviglio denominato della Martesana, dal punto di diversione ha una pendenza di 12 once e più ancora, pel tratto di circa un miglio fino a' primi paraporti; attesa la necessità di dover imboccare un corpo d'acque tanto maggiore, quanto più moltiplicate sono le sue estrazioni: poscia si riduce a più moderata pendenza presso a' paraporti di Vaprio, e dopo le sue diramazioni, le quali di mano in mano si vanno succedendo; e di là in avanti la pendenza del fondo si fa tanto scarfa che dove arriva a 3 once per miglio, dove a 2, e dove il fondo presso la Città, e con l'opera de' sostegni si fa quasi orizzontale.

Lo stesso dico del Naviglio grande, al quale si è adattato l'incile con tanta ampiezza e pendenza e velocità, che tutto il gran fiume Ticino pare che lo investa, e si ritiri dal suo primario alveo per entrare in un canale manofatto preparatogli dagli uomini ad uso di tante copiosissime diramazioni. Per alquante miglia decorre con tanta rapidità, quanta ne può soffrire la navigazione,

Esempio della pendenza del Naviglio della Martesana,

E del Naviglio grande.

zione, e con tanta ampiezza ed altezza che rassomiglia un vero fiume: ma dopo la diramazione del Naviglio di Bereguardo e le tante estrazioni, talmente colla pendenza se ne scema la velocità che nell'ultimo tronco presso la Città decorre languido su d'un fondo orizzontale.

La qualità de' due fiumi Ticino ed Adda, da quali sono derivati questi canali, è uniforme in amendue, per quanto spetta alle materie, che conducono; e lo stesso è il fine di ciascuno, destinato alla navigazione ed alla irrigazione. Se il nuovo Naviglio adunque avrà le medesime condizioni ed usi degli altri due già fatti, le cadute in ciascun tratto si disegneranno uguali.

E qui cade acconciamente un altro ammaestramento intorno la caduta di somiglianti canali, la quale vuol si proporzionare alla grandezza del corpo d'acque, che si deriva, per abbassarne la superficie, ed impedirne i traboccamenti. Abbiam detto di sopra nella prima Proposizione di questo Capo che non è necessaria alcuna declività di fondo ad un canale di derivazione, quanto all'effetto di potersi muovere l'acqua da un luogo all'altro: ma ciò dee intendersi quando il canale, massimamente di navigazione, viene alimentato da scarso corpo d'acque, cui fa d'uopo di lento moto per sollevarsi in altezza da reggere le barche. Ma quando nell'incile si diverte dal fiume un grandioso corpo d'acque, gli è necessaria una notevole pendenza di fondo, che spiani l'altezza soverchia dell'acque soprabbondanti, finattanto che queste si conservano in tale stato; altrimenti traboccherebbero dalle sponde e dalle arginature.

Il fiume Muzza derivato dall'Adda, e rivolto alla irrigazione del vasto Territorio Lodigiano e di altri confinanti, ha il primo tronco di tre miglia circa, dotato di tanta pendenza che, come io stesso ho sperimentato, nel tempo delle mezzane piene, non che delle alte, si odono sotto il fondo soffregarfi e dibatterfi i sassi e le ghiaie, che seco mena; e giù le volge, e le ritorna in Adda da' 30 paraporti aperti in Trucassano. Tanta velocità

Pendenze de' Canali proporzionate a' corpi d'acqua, che si derivano.

Esempio del fiume Muzza.

COROLLARIO.

Con quella medesima proporzione, colla quale la quantità dell'acque del canale Naviglio si verrà diminuendo coll' uso delle diramazioni, se ne scemerà parimente la pendenza del fondo e la velocità del suo corso, per mantenersi successivamente in tanta altezza, di quanta è d'uopo a sostenere le barche da carico, finattanto che al troppo scarso corpo d'acque succeda l'uso de' sostegni. Con questa così ben ordinata economia di declività e di velocità si conducono li due nostri Navigli a portare una così comoda navigazione entro la nostra Città dopo tante copiosissime diramazioni. Il volgo ne sperimenta bensì gli effetti favorevoli; ma non si solleva più in alto a penetrarne l'artificio, che n'è la cagione.

PROPOSIZIONE V.

Tutt' i canali, li quali o rientrano nel medesimo fiume, da cui sono derivati, ovvero si conducono a sboccare in altro fiume maggiore, non mancano giammai di caduta.

LA ragione del primo caso si è, perchè la caduta totale del canale dal punto della diversione allo sbocco suo è sempre uguale alla caduta del fiume a quel medesimo termine. Quanto al secondo caso, il fiume maggiore in siti omologhi, come richiede la portata delle sue acque, decorre sempre con fondo più basso del fiume minore, dal quale si deriva il canale. Così l'ampio e copioso Canale di Muzza dopo il corso di molte miglia sul Territorio Lodigiano, restituisce buona parte dell'acque sue residue all'Adda medesima, verso dove ha tanta caduta che nell'ultimo suo tronco in vicinanza dello sbocco ha bisogno di frequenti sostegni, per impedire il troppo profondamento del fondo ed il rovesciamento delle rive. Parimente li due nostri Navigli d'Adda e di Ticino dopo la navigazione

Canali di derivazione quando abbiano la prerogativa di grande caduta.

locità nell'ingresso del fiume nel canale si rendeva necessaria per due fini. Il primo fu quello di poter assorbire dall'Adda quasi tutto il suo corpo in acque basse e mezzane, in guisa che fosse sufficiente nel progresso a tante diramazioni; e la rapidità del suo corso, e la vicinanza de' sfogatoj non lasciasse luogo alle deposizioni delle ghiaie nella parte più gelosa del suo incile. Il secondo fine degli Architetti fu quello d'impedire li primi traboccamenti dalle sue rive in un alveo più regolato e ristretto, e di conseguire che, quanto la grandezza del corpo d'acque da introdursi ne accrescesse l'altezza, d'altrettanto la maggiore velocità sua la scemasse, a segno di non oltrepassare i limiti de' segnali stabiliti a S. Bernardino ed altrove. Cotesa necessità di un maggiore acceleramento conveniva al primo tronco, dove il corpo d'acque era intero ed unito; ma dividendosi poi il medesimo in tante estrazioni, fu d'uopo di scemarne di mano in mano con la pendenza la velocità a forza di moltiplicati sostegni, li quali al fiume tolgono ogni caduta, e sostengono le sue acque a pelo più alto e capace di condursi sul livello delle campagne.

All'opposto il Naviglio nuovo di Paderno, quale ora si apre col solo fine di continuarvi la navigazione dell'Adda pel tratto di circa due miglia, dove questo fiume corre scosceso fra' dirupi con grandi cadute; coteso Naviglio, disse, non ha bisogno che di quel moderatissimo corpo d'acque, che basti precisamente a reggere le barche, e di quell'altezza, che viene formata dagli interposti replicati sostegni; e perciò la prima introduzione più facilmente può regularsi e con molto minore pendenza di fondo, e con minore altezza di chiusa. Anzi la troppa quantità d'acque e velocità pregiudicherebbero alla sussistenza ed uso de' sostegni medesimi, che succedono l'uno all'altro in molta vicinanza. Ma queste considerazioni non hanno una regola generale di misure; e la massima dell'Architetto si applicherà più o meno alla qualità de' fiumi, o all'uso de' canali, come si verrà in seguito da noi divisando.

CO-

Differenza del Naviglio di Paderno dagli altri due antichi.

zione nel circuito della Città, cessano da indi in giù d'essere navigabili, e riuniscono le restanti lor acque nel canale detto il Ticinello, fino a Pavia a sboccare nel fiume Ticino. Lo stesso accade al Naviglio di Bologna, il quale ritorna le sue acque nel Reno medesimo, ond'è partito, ma con tanta caduta che, quando il suo sbocco non venisse sostenuto da un' altissima cateratta, non farebbe altrimenti navigabile questo canale. La stessa generale induzione si applica a tanti altri canali o di semplice irrigazione, o navigabili, al Canal-bianco, al Tartaro, alla Fossa d'Oltiglia, a' due Navigli di Cremona, alla Brenta, li quali abbondano di caduta, o perchè rientrano nel medesimo fiume, dal quale hanno avuto l'origine, o perchè vanno per altra via a terminarsi in altro fiume maggiore ed anco al mare.

COROLLARIO I.

Da questa costante osservazione si conferma la regola generale degl' Idrostatici che qualsivoglia canale derivato dee procedere da fiume minore, ed avere lo sbocco o nel medesimo, o nel fiume maggiore, o finalmente nelle sue diramazioni, le quali decorrano a fondo più basso del fiume maggiore: altrimenti gli scoli stagnerebbero su' fondi delle campagne; il qual disordine non si è preveduto abbastanza talvolta dagli Architetti nell' inalveazione de' nuovi canali.

COROLLARIO II.

Qualunque volta si derivano canali, li quali più non entrano nel fiume, che loro diede l'origine, e mettono foce in paludi o in lagune, ovvero si debbono consumare in varie diramazioni; avverta l'Architetto a premettere una esatta livellazione della totale caduta fino al termine del loro ultimo sfogo; perchè in simili casi la quantità della cadente rimane più incerta, con pericolo di non potere soddisfare al fine destinato o di navigazione, o di muovere edifizj idraulici.

CO-

COROLLARIO III.

Il Signor Guglielmini nel luogo citato consiglia gli Architetti, ove si tratti di qualche importante livellazione per definire la caduta d'un canale progettato da un termine all'altro; consiglia, disse, *a non fidarsi de' livelli materiali, tuttocchè fabbricati con ogni possibile esattezza, e adoperati con ogni possibile diligenza.* Egli ammaestrato dalla lunga esperienza, afferma essere questi soggetti *ad errori esorbitanti; come apparirà a chi vorrà farne la prova col ripetere più volte l'operazione medesima.* Preferisce egli in simili casi la livellazione con acqua stagnante: *Il che, egli dice, in molti luoghi ed in oppor- tuna stagione è facile da farsi, valendosi de' fossi destinati allo scolo delle campagne ec.*

COROLLARIO IV.

La parte più gelosa nella condotta de' nuovi canali è sempre quella della loro caduta appropriata al fine, al quale debbono essere destinati; e quindi per accrescerne la caduta, si derivano da' punti più alti e lontani del fiume principale. Nel Territorio Bergamasco e Bre- sciano a tutt' i canali derivati dal Serio, dal Brembo e dall'Oglio si è studiato di dare grande caduta; acciocchè questa medesima ripartita con sostegni nel loro lungo viaggio, fosse capace di far muovere diversi edifizj idraulici, come sono mole da grano, valichi, magli ec., li quali tutti hanno il loro primo moto da una ruota fatta girare nell'acqua. A questo oggetto mirarono gli Architetti quando s'inoltrarono nelle parti più alte di questi fiumi a disegnare l'incile e la prima derivazione con tanta caduta al loro termine, quanta bastasse all'uso del canale.

COROLLARIO V.

Si avverta però, che la prima imboccatura, ossia invito del fiume principale nel canale e taglio di deri-

K

va-

Regola delle derivazioni per assicurare la pendenza.

vazione non sia congiunto con tanta caduta, che si corra pericolo che il canale derivato a poco a poco non siri a se tutta l'acqua del fiume, e facciasi l'alveo del medesimo. Il taglio del celebre Sicardo fatto nel Po grande alla Stellata, assorbì in poco meno d'un secolo il Po di Volano e di Ferrara, e lo rivolse a Venezia. Nè mancano esempj de' nuovi corsi de' fiumi, li quali dalle più favorevoli disposizioni de' canali di diversione sonosi in quelli interamente introdotti, alle volte con vantaggio, e spesso con danno delle provincie. In casi somiglianti è necessario porre freno alla introduzione dell'acque con forti macchine regolatrici, le quali ne limitano la copia e la velocità nell'ingresso.

COROLLARIO VI.

Qualsivoglia canale di derivazione, quand'anco rientri nel medesimo fiume, e con esso abbia comune la caduta, non avrà mai forza battante ad impedirne gl'interramenti, senza bisogno di annuale spurgazione. Il Guglielmini nel luogo citato ne rende la ragione: si esaminano nella seguente Proposizione le sue regole, colle quali pensa egli in questo caso di poter accrescere al canale la caduta sopra quella del fiume, per conseguirne un costante scavamento.

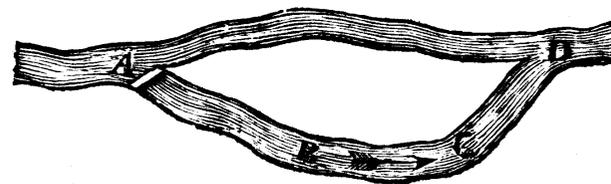
PROPOSIZIONE VI.

La pendenza di un canale regolato non può essere tale, che non richiegga di quando in quando d'essere scavato; nè ad impedirne costantemente le deposizioni e gli alzamenti perniciosi del suo fondo possono avere luogo le regole di accrescimento di pendenza assegnate dal Guglielmini.

IL Signor Guglielmini al capo 12 distingue i canali, che di necessità rientrano nel fiume medesimo, dal quale prima partirono, da quelli, che possono avere altro termine al loro corso. Parlando de' primi, giustamente

te avverte che il canale derivato, come quello, che porta di gran lunga minor corpo d'acqua che il fiume, per necessità in pari circostanze avrà bisogno di caduta maggiore di quella, che ha il fiume medesimo. Altrimenti o il suo fondo si alzerà soverchiamente con danno de' terreni contigui, o si chiuderà cogl'interramenti l'incile del canale, o pure, chi ne intraprende la derivazione, si soggetterà alla spesa di un continuo scavamento. Per impedire questo sconcerto passa egli ad applicare la prima regola a somiglianti canali, ed è che la somma della caduta necessaria a tutto il viaggio del canale per mantenerlo scavato, sia sempre maggiore di quella, che è necessaria al fiume in uguale lunghezza; e maggiore sia di quanto importa la differenza del livello dal fondo dell'incile al fondo del fiume al di sotto della chiusa. Adatta poi egli la predetta regola al caso pratico. Sia il fiume ABCD, dal quale per causa della chiusa A si parva il canale AD, che rientri nel medesimo in D; e suppongasì che il fiume ABCD richiegga un piede di caduta per miglio, e che la lunghezza di esso sia di 10 miglia: egli è evidente che la caduta dal fondo del fiume al di sotto della chiusa A sino a D, sarà piedi 10. Supponiamo ancora che la via del canale AD sia parimente di 10 miglia; ma che la caduta necessaria per non deporre la torbida in esso, attesa la poca quantità d'acqua, che porta, sia di piedi 2 per miglio: adunque la necessaria caduta da A in D sarà di piedi 20, maggiore piedi 10 di quella del fiume; e conseguentemente dovrà il fondo del canale AD nel suo principio verso A essere altrettanti piedi più alto di quello del fiume

Regola del Guglielmini per impedire l'interramento del Canale di diversione,



fiume nel sito di sotto alla chiusa. Se adunque l'altezza di questa sarà tale, che sostenga il fondo del canale a detta altezza; è certissimo che l'incile di esso potrà mantenersi senza interrimento col solo sforzo dell'acqua, che vi entra: ma se la differenza in altezza de' predetti due punti sarà minore di 10 piedi; è altrettanto chiaro che il fondo del canale per mantenersi basso al bisogno, ricercherà di tempo in tempo dell'escavazione; e sarà necessario che l'opera degli uomini in questo caso supplisca al difetto della natura.

Quanto maggiore è l'autorità del Guglielmini, tanto più accuratamente da chi scrive in somiglianti materie vogliono considerarsi li suoi detti; acciocchè non sieno d'inciampo ad altri a voler adottare e sostenere un qualche errore o falsa intelligenza sotto lo scudo di questo incomparabile Maestro. A questa regola dunque io fo alcune poche eccezioni.

I. La teoria del Guglielmini è verissima, quando si consideri separata da quelle circostanze, le quali sempre accompagnano il corso de' fiumi e de' canali: ma non pare applicabile alla diversione di quelli, che si diramano da' fiumi maggiori dotati d'una precipitosa caduta; come sono qui fra noi l'Adda ed il Ticino e somiglianti. Perocchè la caduta, che questi acquitano nel corso di poche miglia, è tale e tanta che vano sarebbe lo sperare col mezzo dell'alzamento della chiusa, che la somma della caduta necessaria a tutto il viaggio del canale di derivazione per mantenerlo scavato, prima di rientrare nel fiume possa farsi maggiore di quella, che è necessaria al medesimo fiume in uguale lunghezza: molto meno poi potremo figurarci che maggiore sia di quanto importa la differenza del livello dal fondo dell'incile al fondo del fiume al di sotto della chiusa. A tal' uopo non potrebbe altrimenti convenire che un'altezza smisurata di chiusa; come può osservarsi nella caduta rapida, che fanno l'Adda ed il Ticino nel loro alveo e prima e dopo la derivazione de' Navigli.

II. Se il canale di derivazione farà da regularsi ad uso di navigazione, non potrà assai volte nè meno soffrire

la

Non applicabile
alle cadute de'
Fiumi maggiori.

la caduta continua di 2 piedi per miglio; come nell'esempio addotto farebbe necessaria ad impedirne le deposizioni. La troppa rapidità congiunta ordinariamente con uno scarso corpo d'acque, o ne toglierebbe l'altezza viva all'uso di navigazione, o renderebbe malagevole la medesima navigazione contrastata dalla corrente: ed in questo caso converrebbe sostenere la navigazione con frapposti sostegni amovibili, che scemassero la soverchia pendenza del fondo; come si sta ora eseguendo nel nuovo Naviglio di Paderno, il quale dopo il solo corso di quasi 2 miglia sbocca nuovamente nell'Adda, ma con tanta caduta, che a renderla idonea alla navigazione ha bisogno che tratto tratto gli si costruiscano le conche in altezza ove di 4 e 6 braccia, ed ove di più ancora. Ma supposta questa necessità, cade a terra la teoria del Guglielmini per impedirne l'interrimento.

III. Tutt' i fiumi primarj, da' quali si derivano Navigli, sottoposti sono a grandi piene; e quindi non soffrono altrimenti le chiuse, fuorchè in moderata altezza e scarica, e con aperture ne' siti idonei per isfogo alle piene: in caso diverso farebbero elleno prestamente rovesciate; adunque il loro alzamento non può uniformarsi alla già detta teoria.

IV. Non può determinarsi di quanto debba essere maggiore la differenza del livello dal fondo dell'incile al fondo del fiume al di sotto della chiusa, per accrescerne la caduta, acciocchè le torbide o altre pesanti materie non calino al fondo; sì perchè ciò dipende dalla qualità e quantità di queste, a fine di proporzionare la forza della velocità al trasporto delle medesime; e sì ancora perchè difficilmente può calcolarsi, quanta parte del fiume assorbisca il canale, e qual proporzione vi corra tra questo ed il fiume ne' differenti suoi stati, per istabilire una legge costante di caduta, che non permetta interrimento. E quindi, per non dipartirmi dall'esempio del Guglielmini, se il fiume principale con un piede di caduta per miglio, e col maggior corpo delle sue acque trasporterà

Necessità de'
Sostegni rende
inutile la regola
del Guglielmini.

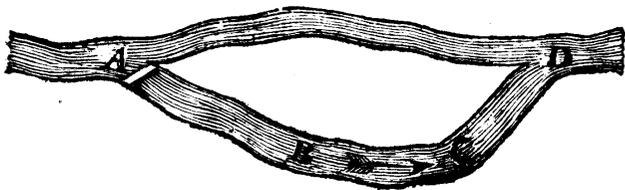
terà le proprie torbide, o pesanti materie, chi potrà assicurare con salde regole, se la metà del medesimo, o la sua terza o quarta parte divertita nel canale, e di tanto impoverita, ne' ricerchi o due piedi di caduta, o tre e più piedi per ogni miglio, per conseguire lo stesso effetto? e conseguentemente, se basti che il fondo del canale AD sia nel suo principio verso A altrettanti piedi più alto di quello del fiume nel sito di sotto alla chiusa A?

Determinazione incerta del compenso della minor massa con la maggiore velocità.

Egli è vero che allo scavamento d'un canale o fiume, ovvero al trasporto delle sue materie vi concorre la forza composta dalla massa e dalla velocità del fluido: ma qual parte di questa forza si riferisca alla massa ed alla pressione proveniente dall'altezza viva, e quale alla semplice velocità, e se amendue operino di concerto e con uguaglianza, e se con la stessa proporzione l'accrescimento della velocità supplisca al difetto del minor corpo per spingere innanzi le differenti materie; non abbiamo sperienze certe, le quali ce lo dimostrino, massimamente in tanta difuguaglianza di circostanze.

Regola applicabile a tutt' i Canali.

Per tutte queste ragioni la regola generale e pratica degli Architetti nella conservazione de' canali navigabili si è quella appunto di ricorrere all' uso de' frequenti paraporti, de' quali abbiám parlato di sopra assai ampiamente. Da questi si accresce la caduta all' acque, e la spinta e lo sfogo delle materie; e questi possono moltiplicarsi, quanti ne richiede il bisogno di mantenere spurgato il fondo del canale, a segno almeno che solamente di tanto in tanto sia necessario che l' opera degli uomini supplisca al difetto della natura, come qui afferma lo stesso Guglielmini: im-



imperocchè l'utilità, dic' egli, di somiglianti canali di navigazione sorpassa di gran lunga questo leggiere incomodo di spurgamento; come osserviamo ne' due nostri Naviglj.

COROLLARIO.

Da quanto si è fin qui ragionato si raccoglie che l'arte tutta dell' Architetto si risolve, non già a togliere interamente, ma a rendere meno frequente la necessità dello spurgamento, e molto più il pericolo del riempimento dell' imboccatura, la quale di sua natura è la più sottoposta alle deposizioni. La ragione si è perchè, come si è detto altrove, qualsivisia fiume al trasporto continuo delle sue materie ha bisogno d'un grado determinato di caduta e di velocità appropriata al fiume nel suo libero corso; e se questa manca o scema, cessa la forza, e calano quelle al fondo. Or nel punto della diversione buona parte del fiume passa da un fondo più rapido ad altro meno declive, e sostenuto a più alto livello ragguagliato con i piani delle campagne da irrigarsi; e qui è dove questo passaggio dee regularsi con quella maggiore caduta, la quale possa comportarsi dal fine primario del Naviglio: e per questa ragione noi osserviamo che nel primo tratto dal punto della diversione fino a' primi sfogatori, la pendenza assegnata è sempre la massima di tutte quelle, nelle quali viene distribuito il susseguente corso del canale. Ma perchè ancor questa declività è sempre minore di quella, che compete al fiume principale, ed al bisogno del trasporto delle materie, le quali sono sempre maggiori nel primo tratto; gli Architetti ebbero ricorso ad altra nuova artificiale caduta dalle soglie de' paraporti più basse del fondo medesimo del canale; acciocchè questi di tempo in tempo aperti ravvivassero e quasi restituissero la diminuita velocità del fiume in questa sua prima diversione, e ne attraessero dal suo fondo le materie più pesanti quivi depositate. Quando sia regolato questo scarico continuo, ora da uno, ora da più paraporti, secondo le varie circostanze e qualità del fiume.

Alterazione improvvisa del corso dell' acque dal punto di diversione.

fiume, il Naviglio potrà quindi decorrere sopra un fondo mediocrementemente declive, ed anche orizzontale, come si è detto; e quanto alle materie sottili e terree, le quali si conducono impregnate e galleggianti coll'acque, e nel progresso calano al fondo; queste o si cavano negli annuali spurgamenti, o si distaccano nuovamente dal fondo dalle varie correnti introdotte da altri sfogatori situati acconciamente in varie distanze, come insegnerà la sperienza di ciascun canale.



CAPO V.

De' Sostegni, li quali danno il passaggio alle barche.



Uanto più semplice, tanto più ingegnoso è il ritrovamento de' sostegni di navigazione con doppio ordine di porte: di questi prima del dodicesimo secolo non troviamo esserne fatta menzione da veruno Scrittore, ovvero praticato l'uso dagli Architetti. Soltanto nel 1198 da Alberto Pitentino Architetto della Comunità di Mantova ci si fe' palese la prima volta e l'invenzione e la costruzione de' medesimi sostegni nel rendere navigabile il Mincio; come più ampiamente descrive il Bertazolo: e questa prima epoca di una delle più utili invenzioni nella Lombardia, si è già da noi dimostrata nella Introduzione preliminare Storica.

Quanto all'artificio di questi sostegni, per non dilungarmi in teorie troppo lontane, io dividerò la presente trattazione in due esami. Nel primo mi fo a considerare l'azione e lo sforzo dell'acqua contro le porte, che la sostengono, per ragguagliarne la resistenza di queste: ciocchè succintamente si dichiara in questo Capo V. Nel secondo esame descriverò l'uso pratico de' sostegni, e l'artificio pel più pronto passaggio delle barche; e questo sarà riservato al Capo VI.

Nel primo esame adunque il Signor Belidor al capo 3 del libro 1 della sua Architettura Idraulica non considera altra forza, con cui l'acqua agisca contro le porte, che quella che procede dalla pressione, la quale egualmente è propria dell'acqua stagnante che della corrente: ma questa sola considerazione non può interamente soddisfare allo scopo di questa ricerca. Imperocchè

Due forze da calcolarsi contro le porte de' Sostegni, pressione e spinta d'acque correnti.

chè due sono le forze, colle quali l'acqua corrente d'un canale navigabile va a percuotere ed a premere le porte d'un sostegno: la prima è quella, la quale è un effetto dell'attuale suo corso e movimento contro le medesime: la seconda è originata dalla semplice azione della pressione dell'acqua considerata come stagnante. La prima è variabile, secondo il differente corso, con il quale o si porta a traboccare dalla sommità delle porte ferrate, ovvero dall'ostacolo di queste viene divertita in altro contiguo canale, che le dà lo sfogo; nè questa forza può calcolarsi dall'Architetto, se non a norma di quel movimento, del quale è capace il canale. La seconda forza di semplice pressione può ridursi ad una legge costante di natura e di azione secondo l'altezza. Per maggiore chiarezza adunque io mi fo quì a valutare l'una e l'altra separatamente, a fine di contrapporre la più confacente posizione delle porte alle azioni e direzioni di queste due forze conspiranti, e stabilirne i punti immobili d'appoggio, contro li quali si risolvono.

S O M M A R I O.

Due forze da calcolarsi contro le porte de' sostegni, pressione e spinta d'acque correnti. Calcolo imperfetto del Signor Belidor. Legge costante della pressione de' fluidi contro i piani verticali, e sperienze della medesima. Errore di Famiano Michelini. Misura della forza della pressione, non secondo il volume, ossia base, ma secondo l'altezza. Resistenza de' muri ne' canali proporzionata alla sola altezza. Inganno familiare. Forza variabile di spinta dell'acque correnti contro i sostegni. Congiungimento angolare delle porte il più idoneo al sostegno dell'acque. Misura del carico delle acque contro l'angolo retto ovvero ottuso, e dell'azione contro il punto del congiungimento e contro i cardini delle porte. Vantaggi e svantaggi dell'angolo retto sopra l'ottuso. Quantità dell'angolo ottuso

uso determinata dalle circostanze e dalla sola speranza appropriata a ciascun canale di navigazione.

PROPOSIZIONE I.

L'azione di semplice pressione contro le porte d'un'acqua considerata come stagnante, dipende unicamente dalla lunghezza della sua superficie, e dalla sua altezza, che la spigne, e non giammai dalla larghezza della base, che la sostiene.

Affermano tutti gl'Idrostatici con l'Abate Grandi al libro 2 del movimento dell'acque, che passa questo divario tra i corpi fluidi, ed i corpi duri e massicci, che questi, avendo tutte le sue parti collegate insieme, si uniscono a premere il piano orizzontale o inclinato, sopra cui posano, non premendo altrimenti i piani verticali, che li toccano: ma quegli, avendo le parti sciolte, esercitano la loro pressione per ogni verso; onde premono ancora i piani verticali, da cui sono contenuti; di maniera che giungono a romperli e penetrarli, quando non sieno di proporzionata resistenza dotati.

Famiano Michelini fu quel solo, il quale credette che siccome un prismato di diaccio contenuto in un vaso preme solamente il fondo, e non le pareti laterali, che lo toccano; così debba ancor l'acqua esercitare tutta la sua pressione contro il fondo de' fiumi e contro le ripe fatte a scarpa, perchè vi passa sopra, come su tanti piani inclinati; ma non contro le sponde erette perpendicolarmente all'orizzonte. A questo errore contrappone l'Abate Grandi la speranza in contrario; perchè forando le pareti d'un vaso pieno d'acqua, subito questa esce: il che dimostra che già stava ivi premendo la detta parete, la quale colla sua resistenza ne raffrenava e sosteneva l'impeto; onde levata la detta resistenza, subito prevale la pressione dell'acqua, ed esce a suo talento, con

Pressione de' fluidi contro i piani verticali.

Errore di Famiano Michelini.

Sperienze della pressione de' fluidi contro i piani verticali.

con maggiore o minore velocità, secondo il carico dell' altezza, che ha sopra di se. Quindi egli deduce che non si può d'ogni minima grossezza far le pareti ad una vasca o ad altro vaso, che contenga un fluido; ma si richiede in esse una determinata robustezza, perchè non cedano: la qual cosa dic' egli *essere pur segno manifestissimo della pressione esercitata dall' acqua contro le sponde verticali d'un vaso, dentro cui debba contenersi.*

Questa forza di pressione si esercita dall' acqua contro ciascun punto delle pareti verticali, che la sostengono, e si esprime dalla sola perpendicolare, la quale dimostra quanto il medesimo punto rimanga al di sotto del livello della superficie del corpo liquido; e questa perpendicolare è la sola misura della forza delle pressioni o crescenti o decrescenti, senza mettersi in pena della estensione della sua base; perchè in questa parte i fluidi non agiscono già secondo la quantità del loro volume, ma unicamente secondo la loro altezza.

Volendo adunque noi riferire questa legge di natura al caso nostro de' sostegni, de' quali trattiamo, poco c'importa che l'acqua, la quale essi sostengono oltre l'altezza di due o tre o più piedi, sia quella d'un lago, del mare o d'un fiume di grande ampiezza. Tutta questa gran base è fuori del calcolo della sua pressione contro le porte, eccetto che la serie di ciascun punto di quella superficie, la quale è ad esse contigua, ed agisce colla sola forza di quell' altezza, che ha qualunque punto della medesima sotto il pelo dell' acqua.

COROLLARIO I.

Da questa legge di natura si deriva che non si farebbe veruno scemamento di pressione, quando un vaso, il quale avesse 10 piedi di profondità d'acqua, ed una base di 10 piedi in larghezza ed in lunghezza, che danno 100 piedi quadrati di superficie, fosse trasformato in un altro, che avesse bensì la base di 10 piedi in lunghezza, come la prima, ma un solo piede di lar-

Diminuzione di base e di volume non scema la pressione.

larghezza, cioè ridotta a 10 piedi quadrati di superficie. In questo confronto le due grandi superficie opposte, le quali sarebbero rimaste le medesime, non solterrebbero punto meno di spinta o di pressione eguale a quella del primo caso, se la profondità dell' acqua non si fosse cangiata. Lo stesso effetto si avrebbe, quand' anco queste due superficie si accostassero a segno di non avere più che un pollice o una linea d'intervallo.

COROLLARIO II.

Se le anzidette due superficie rappresentassero due muri destinati a sostenere l'acqua d'un canale di qualsivoglia larghezza di 10, o 100 piedi, ma sempre della stessa costante profondità, a cagion d'esempio, di 4 piedi; e se la grossezza e resistenza di questi due muri si fosse proporzionata alla spinta dell' acque del canale di larghezza di 100 piedi: dico che, stante la medesima altezza d'acqua, sarà necessaria la stessa resistenza de' due muri in un canale di larghezza molto minore, quand' anco l'acqua contenuta nel canale più stretto fosse la millesima parte del primo o la milionesima.

COROLLARIO III.

A questa legge di natura assai volte non riflettono alcuni, quando pensano di dover proporzionare la resistenza de' muri al maggior corpo d'acqua, che contengono i canali, e non alla semplice altezza; e se la quantità dell' acque nel canale cresce in larghezza il doppio, il triplo, credono che con la medesima proporzione debbano eglino accorrere ad accrescere la grossezza de' muri; e con questo errore si gittano soverchie spese. Il solo caso da valutarli dall' Architetto, oltre la semplice pressione, si è quello de' canali posti in grande movimento, ne' quali accrescendosi la larghezza, e per conseguenza il corpo d'acque, qualunque nella medesima data altezza, possono talvolta i muri soggiacere ad un' altra forza di percossa d'acqua corrente, o ne' suoi torcimenti, o nel soffregamento d'un

Resistenza de' muri proporzionata alla sola altezza dell' acque.

moto

moto più violento: ciò che farà fra poco da considerarsi ancora nel presente esame dell' azione dell' acqua corrente contro le porte de' sotegni.

PROPOSIZIONE II.

La forma più valida e più idonea al sostegno dell' acque è quella, che congiunge le due porte in angolo retto ovvero ottuso contro la forza della pressione dell' acqua sostenuta.

Forma più valida di sostegno contro la pressione.

LA ragione è chiara; perchè in tal caso tutta la forza della pressione si risolve ne' tre punti immobili d' appoggio; cioè, non solamente ne' due cardini de' fianchi delle porte, ma eziandio nel punto di mezzo dell' angolo del loro congiungimento, ove il reciproco ed uguale contrasto dell' una contro l' altra vi stabilisce un terzo appoggio immobile e comune alle medesime, senza il quale la pressione acquisterebbe maggior momento dalla distanza de' soli cardini. Per questa ragione la sperienza di più secoli ne' canali e ne' sotegni, ci ha ammaestrati a preferire questa posizione angolare a quella, la quale è costituita in una semplice linea retta da un cardine all' altro. Quali poi sieno que' casi, ne' quali ancor questa seconda posizione possa aver luogo, si dirà in seguito.

PROPOSIZIONE III.

Il carico della semplice pressione, che soffrono le porte d' un sostegno in una data altezza d' acque e larghezza di sezione, è proporzionale alla maggiore o minore larghezza di superficie, che presentano le porte all' acqua sostenuta dal loro serramento o ad angolo retto, ovvero ottuso.

PEr decidere della preferenza di questi due angoli, si consideri da prima che l' angolo sia retto, com' è qui

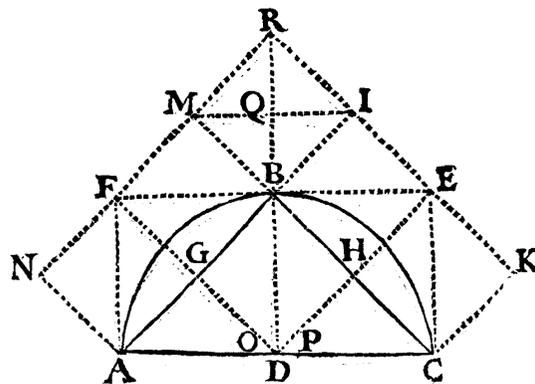
qui l' angolo ABC racchiuso in un semicircolo, di cui il diametro AC dinota la larghezza del canale, ed il raggio DB il risalto angolare, il quale è il massimo, che ragionevolmente possa darfi al congiungimento delle porte, ed i lati BA, BC rappresentano la larghezza delle due superficie delle porte contrapposte alla pressione dell' acqua, la quale in ogni parte, e secondo qualsivoglia direzione carica sempre le medesime.

Figuriamoci ora che l' angolo compreso dalle porte sia ottuso: in tale posizione avendo queste minor larghezza, avranno parimente minore carico; perchè nella medesima altezza d' acque le spinte della loro pressione sono nella stessa proporzione delle basi, contro alle quali esercitano incessantemente il loro sforzo; e conseguentemente queste basi esprimeranno il peso delle acque, le quali agiscono secondo le direzioni perpendicolari alle larghezze AB, BC; come già si è dimostrato nella Proposizione I. di questo Capo. Adunque ec.

Misura del carico contro l'angolo retto,

E contro l'angolo ottuso.

PRO-



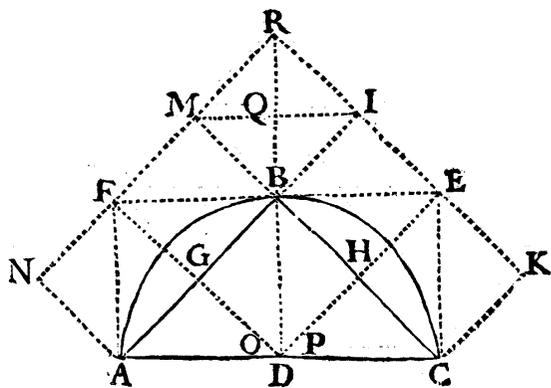
PROPOSIZIONE IV.

Il carico, che portano li due punti d'appoggio A e C de' cardini delle porte, è la metà della totale spinta della forza di pressione contro le medesime nel loro congiungimento ad angolo retto.

Misura del carico contro i punti d'appoggio nell'angolo retto.

Supponghasi che la spinta della pressione dell'acque, le quali agiscono con direzioni perpendicolari alle larghezze AB, BC delle due porte, venga riunita ai centri delle forze G, H; e si prendano le diagonali FO, EP de' quadrati AFBD, DBEC, per esprimere d'altrettanto meglio, quanto le medesime forze aumenteranno ovvero diminuiranno a proporzione che le porte saranno più o meno larghe; e le stesse potenze ci serviranno a considerare l'azione dell'acqua in tutte le parti che si vorrà, per rapporto a' punti d'appoggio; facendo per ora astrazione da quell'appoggio, che può dare il contrasto della foglia, a fine di non considerare quì altro che quel sostegno, che le porte possono darli scambievolmente nel punto della loro congiunzione.

Egli



Egli è manifesto per la proprietà de' parallelogrammi delle forze, che le potenze, le quali saranno espresse pe' lati EB, EC, e che agiscono sulla superficie BC secondo quelle direzioni, che quì si hanno, faranno insieme sulli punti d'appoggio un effetto uguale alla sola EP sostenuta da' medesimi appoggi. Imperocchè, se si conducano i quadrati HI, HK; le forze oblique EB, EC alla superficie BC, si ridurranno a due sole dirette IB, KC, cioè alla sola EP.

Se si applica il medesimo ragionamento alla porta AB, se ne deduce che le potenze FB, EB, essendo uguali e direttamente opposte, esse si distruggeranno; nè altro resterà che le altre due FA, EC, le quali esprimono il carico, che portano i punti d'appoggio A e C, spinti secondo le direzioni perpendicolari alla larghezza AC della chiusa.

COROLLARIO.

Adunque secondo questa considerazione il risultato dell'azione dell'acqua contro le porte AB, BC farà di non caricare i punti d'appoggio A e C, che d'altrettanto che questi farebbero caricati, se l'acqua fosse sostenuta da una sola porta AC: ciocchè è manifesto; poichè le linee FA, EC sono ciascuna la metà della larghezza AC, che esprime il peso dell'acqua.

PROPOSIZIONE V.

L'azione dell'acqua, che serra le due porte, l'una contro l'altra, può sempre essere espressa dal risalto, ossia altezza BD dell'angolo ABC sopra la sua base AC.

Poichè le potenze MB, IB non agiscono che per le perpendicolari alla linea RD, ne siegue che compendosi il quadrato BMRI, le due metà MQ, IQ della

L

della

te nel loro congiungimento si combacino e si stringano con tutta la forza, della quale l'acqua può essere capace. Confessa però lo stesso Scrittore che quanto l'angolo retto guadagnerebbe di vantaggio in questa considerazione, altrettanto ne perderebbe presentando all'acqua sostenuta una molto maggior larghezza di porte, le quali perciò soffrirebbero maggior carico d'acque, come si è detto altrove: ciocchè dee sempre valutarfi nella preferenza d'un angolo all'altro. Per questa ragione la teoria del Signor Belidor nè può essere universale, secondo i suoi medesimi principj, nè può essere conforme alla sperienza, ed al concorso di tutte quelle forze, che sempre intervengono nel sostegno dell'acque, e dalle quali non se ne può fare astrazione.

PROPOSIZIONE VI.

Ne' canali d'acqua corrente la generale induzione de' sostegni fabbricati fino dagli antichissimi tempi, ha sempre preferito al retto l'angolo ottuso del chiudimento delle porte.

Divario di forze ne' sostegni fabbricati in acqua stagnante,

I Sostegni, quali si praticano ne' canali per renderli navigabili, possono contrapporsi alla caduta dell'acque in diverse posizioni, secondo le varie qualità de' canali medesimi. Altri non sostengono fuorchè l'acqua stagnante a quell'altezza, che è dovuta alla navigazione di somiglianti canali; e fra questi si contano que' tanti Naviglj dell'Olanda e de' Paesi Bassi delle Fiandre, li quali nelle sei ore del flusso ricevono dal mare gran copia d'acque, ed altrettanta nell'altre sei ore del reflusso ne scaricherebbero retrograda nello stesso mare, lasciando in asciutto il canale, se presso al loro sbocco non si spingessero dalla corrente contraria della bassa marèa al chiudimento le porte de' sostegni, dalle quali s'impedisce il trascorrimento dell'acque per mantenervi la navigazione. In questi casi la sola forza di pressione d'un'acqua stagnante si è quella,

la, che si esercita contro le porte, e che si calcola dal Signor Belidor nel modo divisato.

Altri sostegni poi si veggono piantati ne' canali di fiumi correnti, o delle loro diramazioni, come nella Brenta di Venezia, ne' Naviglj di Milano ec., per impedire e regolare le loro precipitose cadute, e dare comodo passaggio alle barche. E qui è dove le porte de' sostegni soffrono doppia forza contraria; l'una proveniente dalla pressione dell'acqua più alta da un lato e sostenuta; l'altra conseguente dal continuo percotimento della corrente, la quale va a sfogarsi dal labbro delle porte nell'inferiore ricetracolo del sostegno: e da questa seconda forza non considerata dal Belidor, può e dee alterarsi tutto quel vantaggio, ch'egli attribuisce all'angolo retto del congiungimento delle porte, a preferenza dell'angolo ottuso.

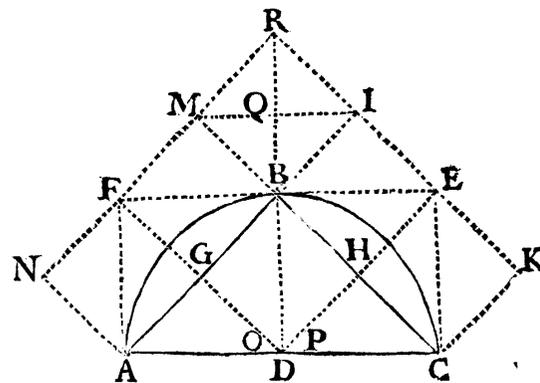
I. Perchè con tale congiunzione di forze non potrà egli dimostrare giammai che nella posizione dell'angolo retto il carico di pressione e di percossa, che soffre ciascuna porta, venga distribuito sulli punti d'appoggio nella maniera più vantaggiosa; e che le forze MB, IB, metà di questo carico, trovandosi nella direzione medesima delle porte costituite ad angolo retto, le spingano secondo la parte, ove il

Ed in acqua corrente.
Seconda forza non considerata dal Belidor.

Teoria della semplice pressione non applicabile al caso delle due forze cospiranti.

L 3

le-



ve le barche o falgono o scendono nel loro viaggio; e quindi un massiccio muraglione nel mezzo del fiume divide un canale dall' altro, cioè il canale della montata e discesa delle barche, dal canale, dove il fiume decorre a sfogarsi dalla chiusa, la quale al tempo stesso lo sostiene, e gli dà lo scarico. Le porte, che nel secondo canale danno il passaggio alle barche, non fanno altro officio che o d'impedire col loro chiudimento che nella vasca non trascorra se non quella porzione d'acque, che si vuole e basta, ovvero di alzarla col loro aprimento al livello comune del fiume superiore alla chiusa; come diremo in seguito, dichiarando più minutamente il dettaglio di questo passaggio. Nè in questo sostegno di Governolo l'acqua del fiume è obbligata a traboccare e rovesciarsi dalla sommità delle porte, come negli altri sostegni; giacchè tutto il Mincio può volgersi senza ostacolo per l'altro contiguo canale proporzionato al suo corpo. S' avvidero però gli Architetti che la soverchia larghezza della sezione, ove si dovevano piantare le porte, non poteva permettere che se ne accrescesse in oltre la lunghezza delle medesime, per congiungerle ad angolo quantunque ottuso: questa sarebbe riuscita di troppo impedimento al loro maneggio. Sono adunque adattate le porte in linea retta nel loro chiudimento; ed acciocchè non fossero forzate e dalla pressione e dalla corrente a piegarsi nel mezzo, oltre la foglia attraversante il fondo, colla quale contrastano, vengono sostenute nelle parti più alte da ordigni di travicelli, e da catene di ferro, le quali impediscono qualsiasi menomo piegamento, che le sforzi ad oltrepassare la linea retta del semplice congiungimento: tanto più che in questo caso tutto il Mincio divertito nel canale laterale, non fa violenza alle porte chiuse, per trovarsi il passaggio. Ho fatto quì questo cenno per dinotare soltanto, che il maggiore accorciamento della lunghezza delle porte è sempre preferito dagli Architetti, ogni qualvolta si debba da essi determinare la loro riunione o ad angolo ottuso, o anco a nessun angolo ed in linea retta.

Preferenza della minore lunghezza delle porte.

PRO-

PROPOSIZIONE VII.

Ne' canali, ove la corrente non può altrimenti sfogarsi che dalla sommità delle porte chiuse, come ne' Navigli di Milano, di Modena, di Reggio e della Brenta di Venezia, la riunione angolare delle porte del sostegno prevale al semplice loro congiungimento in retta linea.

Siccome in questo caso le porte vengono forzate all' aprimento da doppia forza e di pressione e di spinta della corrente; così la posizione angolare, che vi si contrappone nel sostegno dell'acque, è la più idonea ad accrescerne la resistenza: sì perchè il punto angolare, ove si fa il più stretto combagiamento delle porte serrate, si cambia in un nuovo punto immobile d'appoggio delle medesime, pel contrasto reciproco, ch'esse si fanno a qualsivoglia menomo arrendimento; e sì ancora perchè le parti di ciascun braccio della porta hanno minore distanza da' suoi rispettivi appoggi, e però meno prevale sulle medesime la forza contraria della pressione e dell'urto dell'acqua corrente, la quale è costretta ad incamminarsi tutta verso il sostegno, ed a scaricarsi dalla sua sommità.

Congiungimento angolare delle due porte il più idoneo a sostenere la corrente.

PROPOSIZIONE VIII.

In somiglianti canali l'angolo del congiungimento delle porte quanto sarà maggiore del retto, tanto più validamente le teste delle due porte saranno spinte a tenersi serrate nell'angolo ottuso dalla maggior forza dell'acqua corrente, la quale va a sfogarsi ed a cadere dalla sommità del loro sostegno.

IL Signor Belidor, come abbiamo riferito nel Corollario IV. della Proposizione V., aveva preferito l'angolo retto all'ottuso pel vantaggio che la maggiore lunghezza delle

delle porte nel primo caso le faceva incontrare pressione maggiore, la quale nella stessa data altezza dell'acque cresce a proporzione della superficie, ed esercita la sua azione verso ogni parte; e per conseguenza le porte sono pressate a tenersi unite da forza maggiore nell'angolo retto che nell'ottuso. Così egli. Ma delle due forze cospiranti al congiungimento angolare delle porte del sostegno, quanto scema la prima, ch'egli qui unicamente considera, e che ha luogo nell'acqua ancor stagnante, cioè la semplice pressione nell'angolo ottuso; tanto cresce l'altra dell'impressione dell'acqua corrente contro le medesime. Imperocchè le direzioni dell'acqua d'un canale, che è in corso, essendo tutte parallele alle sponde, vanno a battere ed a percuotere la faccia delle due porte con incidenze, le quali tanto più si accostano alle perpendicolari, quanto più l'unione delle medesime si avvicina alla linea retta, e quanto maggiore è l'angolo ottuso; e quindi la misura della loro impressione e percossa si fa sempre maggiore, e si accolta alla massima: e però non può affermarsi generalmente che nell'angolo retto dalle due forze cospiranti si faccia un più stretto combagiamento delle porte del sostegno, di quello che succeda nell'angolo ottuso, nel quale abbiamo in oltre un altro più rilevante e pratico vantaggio del maneggio delle porte, quando si vogliono aprire al passaggio delle barche. Imperocchè riempiendosi in questa occasione la vasca nel modo che diremo, e sollevandosi quivi il pelo dell'acqua allo stesso livello del canale superiore, cessa bensì la forza della pressione da un lato; ma il movimento circolare delle porte su' loro cardini si rende tanto più contrattato, quanto maggiore è la lunghezza delle medesime; come sempre avviene nell'angolo retto.

Congiungimen-
to ad angolo ot-
tuso il più stretto
in acqua corren-
te.

PRO-

PROPOSIZIONE IX.

Determinare la quantità dell'angolo ottuso il più perfetto, che possa darfi al congiungimento delle due porte del sostegno.

LA risoluzione di questo problema si riduce tutta a moderare gli eccessi delle parti, che ne compongono il sostegno, sicchè e tutte cospirino al più pronto passaggio delle barche, che è l'oggetto primario, ed una parte non sia più vantaggiata a pregiudicio dell'altre. Imperocchè la quantità maggiore dell'angolo ottuso diminuisce bensì la lunghezza delle porte, ed il contrasto con il maggior corpo dell'acque nell'aprimiento; ma se la corrente da sostenersi fosse più valida, le impressioni sue meno oblique sulle porte, farebbero guasto maggiore nel sostegno, e di minor durata lo renderebbero. Se all'opposto l'angolo ottuso del chiudimento si facesse troppo minore, e si accostasse al retto; la portata delle porte più s'allungherà, e maggiore scommozione d'acque farà il loro rivolgimento su' cardini nell'aprirsi, e farà d'uopo di forza d'argani, con grave perdita di tempo in ogni passaggio delle barche. Adunque, dopo aver dimostrato di sopra che generalmente la posizione delle porte ad angolo ottuso è la più idonea, il problema si risolve nella sola ricerca della quantità di quest'angolo ottuso, come la più confacente alle circostanze appropriate a ciascun canale, dove voglia fabbricarsi il sostegno; e questa risoluzione più che dalla teoria, dipende dalla speriienza e dalle osservazioni: tanta è la varietà de' casi, li quali si avvulpano; o sia perchè le acque si debbano sostenere dalle porte a maggiore altezza; o sia perchè la corrente veggasi assai più valida in un canale che nell'altro; o sia perchè s'incontri la fezione del sostegno più o meno larga; o finalmente perchè l'acqua del fiume o canale trabocchi e si sfoghi unicamente dal labbro superiore delle porte ferrate, ovvero s'incammini per altro contiguo

Ragguaglio de-
gli eccessi e de'
difetti.

Speriienza sola
da consultarsi.

tiguo canale, senza troppo violentare le porte. Tutto questo concorso di circostanze dee valutarli dall' Architetto nella determinazione della quantità dell' angolo ottuso, che si contrappone al sostegno dell' acque o correnti o stagnanti.

Il Signor Belidor nel suo libro 1 dell' Architettura Idraulica al capo 5 afferma che l'angolo ottuso delle porte il più confacente sia quello di 135 gradi, cioè del valore di tre quarte parti della somma di due retti. Il suo calcolo è fondato e sul mezzo il più geometrico per la lunghezza delle porte, procedendo dall' angolo retto fino al più piccolo, che termina a zero; ed anco sul vantaggio di far nascere nelle altre parti modificazioni più convenevoli. Ma se io consulto la Iperienza, trovo che questa regola non può applicarsi a qualsivoglia sostegno. In fatti ne' sostegni tutti, quali abbiam sotto l'occhio, de' canali navigabili di Milano, di Reggio e di Modena, osserviamo bensì una grande uniformità nella determinazione d' un angolo maggiore del retto; ma allo stesso tempo c'incontriamo in molta difformità dalla regola del Belidor, e ciò a fine di contemperare i vantaggi co' svantaggi d' un angolo più o meno ottuso nelle diverse circostanze e qualità de' canali. Dove una corrente maggiore del fiume va a percuotere le porte ferrate, ed a scaricarsi dal ciglio delle medesime, osservo che l'angolare chiudimento rimane molto all' indietro delle tre quarte parti della somma de' due retti; e lo oltrepassa, dove la corrente ha lentissimo movimento: ed in tanti moltiplicati sostegni del nostro Naviglio, che decorre per la Fossa interiore della Città, e va a scaricarsi dal tombone, come dicono, ossia sostegno di Viarena nel Ticinello; io veggio una gran difformità di questo angolo ottuso delle porte, dove le circostanze sono diverse, o di minore peso d' acque da sostenerli, o di cascata assai breve dal ciglio delle porte; in guisa che in qualche situazione la divaricazione de' lati di quest' angolo ottuso poco si discosta dalla linea retta.

Quantità dell' angolo ottuso determinata dalle circostanze.

Con-

Conchiudo pertanto che la più precisa determinazione della quantità di quest' angolo in qualsivoglia sostegno non si sia fatta la prima volta, come di gito, e sulla norma di qualche teoria, ma piuttosto migliorata nel progresso, ed adattata a quel risultato d' osservazioni, le quali si fecero nell' uso del primo passaggio delle barche, ed al più giusto temperamento di tutte le circostanze favorevoli e contrarie di ciascun particolare canale: nè io posso in questa parte dare altra regola agli Architetti che quella di non dipartirsi dalla pratica autorizzata da più secoli nel rifacimento de' vecchi sostegni; ovvero, quando occorra di fabbricarne de' nuovi in altri canali recentemente aperti, ne' quali non sia preceduta altra Iperienza, consiglio di bene studiare la situazione di altri sostegni già posti in opera in canali simili, e di trasferirla al nuovo sostegno, purchè il concorso delle circostanze sia in amendue uniforme.

PROPOSIZIONE X.

Le porte delle chiuse, non solamente debbono avere l'appoggio immobile nel reciproco contrasto dell' angolo del chiudimento; ma alla loro fermezza giova che sul fondo del canale sieno munite di soglia resistente in tutta la estensione della loro angolare posizione.

LA ragione si è, perchè la forza della pressione dell' acqua va sempre crescendo secondo l' altezza della sua superficie fino al fondo, ov' è la massima, la quale agisce contro le porte più validamente in quella parte, che è più vicina al fondo. Adunque, acciocchè l' acqua sostenuta non si apra violentemente la via a farsi di sotto alle porte l' uscita, scalzando il fondo medesimo, egli è necessario che costesso piano del fondo sia ben stabilito con quadroni di pietre massicce, dal quale si sollevi ancora un risalto di piano solido angolare, a guisa d' appoggio immobile alle porte, quando si chiudo-

Soglia alle porte della Chiusa.

no

174
no e sostengono tutta l' altezza dell' acqua corrente.

COROLLARIO.

L' azione, ovvero la spinta dell' acqua contro le porte curve è la medesima che quella contro le porte rette, in parità di tutte le altre circostanze. Imperocchè risolvendo la curvatura delle porte in piani infinitamente piccoli, il risultato di tutte le spinte dell' acqua contro li medesimi, li quali costituiscono la curvatura delle porte, è sempre uguale a quello, che risulterebbe da due piani egualmente inclinati allo stesso comune punto d' appoggio, che gli unisce all' angolo ottuso: ciocchè ancor più chiaramente si è dimostrato dalla sperienza, che ha indotti gli Architetti ad abbandonare le porte curve, le quali nell' esecuzione erano sottoposte a maggior travaglio e spesa.



CA-

175

CAPO VI.

Del passaggio delle barche per le porte del Sostegno.



Ono, come si è detto, i sostegni una specie di cateratte manofatte, da aprirsi e chiudersi a piacimento, e mantengono la navigazione in que' canali o fiumi, ove questa farebbe impraticabile o per la scarsità dell' acque, o per qualche precipitosa caduta del fondo non equabilmente continuato. Nel primo caso il sostegno obbliga le acque ad alzarfi di pelo fino a quel segno, che può soddisfare al bisogno della navigazione; e quindi, come abbiamo detto già col Guglielmini, *con debolissimi corsi d' acqua si possono fare canali navigabili da ogni sorta di barche.* Nel secondo caso il sostegno medesimo, e l'artifizioso aprimento e chiudimento delle sue porte conduce agevolmente le barche o a salire da livello più basso dell' acque al più alto, ovvero da questo a scenderne senza il meno difagio o pericolo nella caduta, in che s' incontrano del canale, e senza punto alterare al tempo stesso il livello dell' acqua corrente, quale fa bisogno alla navigazione. E quantunque fino da più secoli nella Lombardia nostra si sia già reso familiare un accoppiamento d' effetti così ben congegnati all' uso della navigazione; non pertanto io ne verrò qui esponendo l'artifizio, sì perchè di tutto quello, che cade continuamente sotto gli occhi, se ne trapassa senza considerazione il più bello e più recondito della invenzione; e sì ancora perchè ad uno Scrittore Italiano, più che ad ogn' altro, conviene l'illustrare, se può, quelle arti, le quali sono nate e cresciute nel suo clima, e quindi trasportate poi a' paesi più remoti.

Due fini ed usi primarij del Sostegno.

SOM.

S O M M A R I O.

Prima maniera di votare e di riempire la vasca di una conca per mezzo degli uscioli de' due ordini delle porte. Seconda maniera introdotta dall'Architetto Meda nella conca del Naviglio di Paderno col ripiego della conca laterale. Alzamenti uguali d'acqua nel riempimento, ed abbassamenti sempre minori nello scarico. Più prestamente si vota una vasca di sostegno, di quello che si empia. Altezza del secondo ordine delle porte uguale a tutta la caduta. Partito del Meda, ove l'altezza della caduta è assai grande. Sfogatore superiore al primo ordine delle porte, e suo uso. Variazione del sito della chiusa, e perchè. Vasca di profondità di 28 braccia. Come se ne faccia il riempimento in breve tempo, ed in più breve tempo il votamento. Variazione posteriore dal disegno antico del Meda. Se la profondità di 28 braccia ripartita in altre quattro conche concorra al più pronto passaggio delle barche, di quello che accaderebbe in una sola conca di tanta profondità. Invenzione del Meda non conosciuta universalmente. Differente scopo di chi scrive per ammaestramento de' posteri, e di chi semplicemente eseguisce. Cautela ed anzi necessità nell'esecutore di scansare l'opinione comune contraria. Conche accollate se concorrono al più pronto passaggio delle barche.

P R O P O S I Z I O N E I.

Con quale artificio costrutte sieno le vasche de' sostegni, e con qual ordine si aprano alternatamente e si chiudano le loro porte pel passaggio delle barche.

R Apporto qui la descrizione, che ne fa brevemente il Guglielmini, riferbandomi a soggiugnere altre ac-

cidentalmente differenze, le quali hanno una connessione necessaria alla varia qualità de' sostegni e de' canali. Sono composti, dice egli, li detti sostegni di due ordini di porte, ognuno de' quali serra attraverso tutto il canale; e sono distanti l'uno dall'altro, quanto basta per dar luogo libero nel sito di mezzo ad una o più barche, rispetto tanto alla lunghezza, quanto alla larghezza delle medesime. Essendo chiuse le porte superiori, l'acqua al di sopra di esse resta elevata a quel segno, che si desidera, ed al di sotto resta bassa più o meno, secondo le circostanze; e lo stesso succede, quando aperte che sieno le porte superiori, restano chiuse le porte inferiori: di modo che nel sito compreso fra li due ordini di porte, il quale de' essere fortificato di muro, l'acqua ora si trova alta, ora bassa, con quella differenza fra l'altezza e la bassezza, che porta la caduta del sostegno. Per caduta del sostegno dichiara il suo Annotatore Manfredi che s'intende l'altezza del pelo d'acqua del canal superiore sopra il pelo d'acqua dell'inferiore, ossia il fondo dell'uno e dell'altro canale tutto in un piano, o in diversi piani; giacchè nell'uno e nell'altro modo si possono fare i sostegni. Da ciò deriva che, entrata che sia una barca nel sostegno, quando le porte inferiori sono chiuse, ed aperte le superiori, (il che porta per necessità che il pelo dell'acqua del sostegno stia in quel tempo a livello colla superficie del canale superiore) si possono di poi chiudere le porte di sopra, impedendo l'affluenza di nuova acqua nel sostegno medesimo. Indi scaricando regolarmente l'acqua racchiusa fra le porte, si viene a poco a poco ad abbassare il di lei pelo, sino ad equilibrarsi con quello del canale inferiore; ed allora aperte le porte di sotto, si lascia luogo alla barca di proseguire il suo viaggio. In modo contrario si dà il passo dalla parte inferiore del canale alla superiore: posciachè introdotta la barca nel sostegno, trova in esso il pelo dell'acqua assai basso, comechè le porte superiori impediscono che l'acqua del canale più alto non vi entri. Chiuse poi le porte inferiori, ed introdotta con regola nuova acqua nel sostegno, questa a po-

Costruzione de' Sostegni descritta dal Guglielmini.

co a poco va elevandosi di superficie, e solleva la barca, finchè equilibratosi il pelo del sostegno con quello del canale di sopra, si aprano le porte; e la barca uscendo dal sostegno, ripiglia il suo cammino.

Fin qui il Guglielmini succintamente, quanto basta alla sostanza dell'artificio. Rimangono però alcune particolarità da dichiararsi, per ciò, che concerne la pratica. Primieramente si cerca in qual maniera o si voti la vasca per dar luogo all'aprimiento delle porte inferiori, o si riempia per dar l'uscita alle barche dalle porte superiori. Imperocchè gli è certo che l'aprimiento di ciascun ordine delle due porte non può farsi assolutamente, finattanto ch'esse rimangono fra due acque di differente livello: allora la pressione dell'acque superiori più alte contro le porte ferrate, non potrebbe superarsi da altra forza contraria. Varie pertanto sono le maniere o di riempire la vasca, o di votarla, sicchè si riduca o al livello più basso dell'acqua inferiore del canale, ovvero al livello più alto delle acque superiori; onde ne segua l'equilibrio tra le pressioni contrarie, e se ne distruggano le forze, e le porte restino indifferenti a qualunque movimento.

Prima maniera di votare o di riempire la vasca.

Adunque al rialzamento dell'acqua nella vasca interposta, ovvero al suo abbassamento, la prima maniera assai conducente fu quella di costruire ne' due ordini delle porte più inferiormente due altre porticelle, le quali si aggirano nel loro mezzo su due perni, e dalla medesima pressione dell'acque restano equilibrate in parti contrarie tra' due lati, e quindi a qualsivisa semplice percossa o impulso cedono facilmente, ora in una parte aprendosi, or in altra chiudendosi. Perciò al riempimento della vasca si chiudono nell'ordine inferiore delle due porte le più basse porticelle, e si aprono nell'ordine superiore; onde l'acqua del canale incalzata dal peso maggiore ad esse sovrastante, vi entra con impeto, e riempie e rialza il pelo dell'acqua nella vasca fin presso alla sommità delle due porte superiori, le quali allora per l'equilibrio delle pressioni contrarie si arrendono ad una mediocre forza, che le apra, perchè

Uscioi aperti nelle porte medesime.

chè la barca profegua il suo corso. L'abbassamento poi della vasca succede in modo contrario. Si chiudono non meno le due porte superiori, ma le sue porticelle ancora; e queste intanto di sotto il pelo alto dell'acqua si aprono nelle due porte inferiori, le quali dietro all'uscita violenta dell'acque, ed al votamento della vasca ridotta al medesimo livello dell'acqua inferiore corrente, non resistono più al loro intero aprimiento. Tutto questo intreccio d'operazioni ne' due antichi nostri Navigli di Milano si eseguisce assai prestamente da' barcaiuoli medesimi nella montata delle barche e nella discesa.

La seconda maniera è quella, che fu introdotta già dall'Architetto Meda nel suo primo disegno delle conche del Naviglio di Paderno, che in oggi si conduce alla sua perfezione. Le portine, le quali o dienno lo scarico alla vasca di mezzo pel suo abbassamento, ovvero v'introducano le acque pel suo riempimento; queste portine, disse, non sono già innestate nell'ordine stesso delle due più grandi porte del sostegno o superiori o inferiori, come abbiam detto fin qui; ma si aprono nello stesso muraglione, che divide la vasca da un capace canale laterale, il quale può ricevere tutta l'acqua del Naviglio di sopra del sostegno, e scaricarla a piacimento o nella parte più bassa del canale di là dal sostegno, ovvero nella vasca medesima. Se si dee fare il votamento della vasca, si apre il suo grande sfogatoio in Adda, il quale prestamente conduce le sue acque a sboccare di là dal sostegno nel continuato canale più basso di livello, dove si debbono tragittare le barche: se vuolsi fare il suo riempimento, si chiude con cateratta lo sbocco di cotesto canale di fianco, a fine di volgere tutta l'acqua del medesimo per queste portine all'alzamento del pelo d'acqua nella vasca. Le portine poi sono costituite nello stesso muraglione a diversi ordini di livello, a fine di servire più facilmente alle operazioni contrarie o di carico o di scarico.

Seconda maniera introdotta dall'Architetto Meda nelle Conche di Paderno.

PROPOSIZIONE II.

Il riempimento della vasca si fa con eguale celerità primachè l'acqua del sostegno col suo pelo si alzi alla foglia delle portine, ovvero degli sfogaroj laterali, da' quali, come abbiám detto, si scarica l'acqua del canale nella medesima vasca: ma sormontando quivi l'acqua la foglia delle portine, la celerità della sua uscita e del riempimento sempre più si va scemando, quanto minore è la differenza de' peli.

Questo effetto si rende palese e dalla sperienza e dalla ragione. Imperocchè finattanto che l'acqua del canale superiore si sfoga liberamente per le note aperture, scarica nella vasca in tempi uguali quantità uguali d'acqua, ed il riempimento si fa uniforme: ma tosto che il pelo dell'acqua nella vasca si fa più alto della foglia delle portine, ne contrasta sempre più l'uscita dalle medesime; e la differenza de' peli ne diminuisce non meno la velocità che la copia; e quindi in tempi uguali non si fanno più gli alzamenti di prima.

Alzamenti uguali d'acqua nel riempimento della vasca fino alle foglie delle portine.

COROLLARIO I.

Di qui ne nasce, come osserva ancora il Guglielmini, che sul principio del riempimento de' sostegni si vede un continuo bollimento d'acqua composto di vortici d'ogni sorta, da' quali assai volte si scuote la barca, e si aggirerebbe, se non fosse legata a qualche luogo stabile. Questi movimenti sono maggiori, quanto maggiore è la profondità del sostegno, la quale col riempimento si va scemando, e con ciò cessano affatto i risalti dell'acqua irregolari.

COROLLARIO II.

Ad effetto di scansare cotesti violenti scotimenti alle barche sul principio del riempimento, e quando il so-

sostegno ha maggiore caduta, si pratica in alcuni casi di dare minore apertura all'acqua, ch'entra dagli uscicoli delle porte, e verso il fine del riempimento se ne accresce l'introduzione; perchè in tal caso diminuita e quasi tolta ogni caduta, si scema l'impeto nel suo ingresso, nè può cagionare moti dannosi.

In introduzione dell'acqua nella vasca con la minore caduta.

COROLLARIO III.

Per questa ragione l'Architetto Meda avendo a fabbricare sostegni di una straordinaria profondità, di 6, di 10 e fino di 28 braccia, quali furono gli antichi sostegni del Naviglio di Paderno e disegnati ed in parte eseguiti dal medesimo, divisò egli il primo, ch'io sappia, la maniera di fare un presto riempimento della vasca, non già dalla sommità delle porte chiuse, nè dalla apertura delle loro porticelle, come si costuma negli altri canali navigabili; ma ripiegando tutta l'acqua del Naviglio nell'altro contiguo canale aperto di fianco alla vasca, e dalle portine disposte nel muro dividente, altre al livello del fondo, ed altre di mano in mano più sollevate fin presso al colmo della medesima; e con questo nuovo metodo d'introdurre l'acqua nella vasca, andò egli acconciamente al riparo di que' nocevoli effetti di caduta, li quali in tanta profondità avrebbero contrastato il passaggio delle barche: imperocchè con tale disposizione l'acqua non cade dall'alto sul fondo della vasca, ma vi scorre dalle portine più basse del contiguo canale, e poscia vi entra dalle più alte, secondando sempre gli alzamenti del pelo d'acqua nel sostegno, fino al suo colmo.

Invenzione del Meda.

PROPOSIZIONE III.

In contraria maniera gli abbassamenti della vasca del sostegno dalla maggiore accelerazione, ch'essi hanno sul principio, vanno gradatamente decrescendo nel fine.

Con questo effetto è conseguente dall'altezza dell'acqua nella vasca, che quanto è maggiore, cagiona più di

Abbassamenti di pressione e di velocità in quella, ch' esce, *secondo la* sempre minori *proporzione medesima*, dice il Guglielmini, *colla quale si* nel votamento. *vota un vaso pieno d'acqua*; come anco è stato dimostrato dal Torricelli e da altri.

COROLLARIO I.

Più prestamente, dice il Guglielmini, si vota una vasca d'un sostegno, di quello che si empia. Nel primo caso del votamento non fa contrasto all'uscita dell'acqua il pelo del canale inferiore, che la riceve, il qual pelo nel suo libero corso poco o niente si altera, e perciò niun impedimento di considerazione apporta all'acqua, ch' esce: laddove nel secondo caso del riempimento del sostegno, qualsivisia alzamento del suo pelo nella vasca fa contrasto coll'acqua, la quale superiormente vi entra, e ne cagiona un sempre maggiore impedimento o ritardo.

COROLLARIO II.

Quando l'abbassamento dell'acqua nella vasca fassi dalle portine aperte nel muro dividente il sostegno dal canale scaricatore di fianco, come si è spiegato; può accelerarsene ancora per altro titolo il votamento, attesa la maggiore quantità delle medesime portine situate a differenti livelli, le quali si possono quivi aprire ad uno sfogo più dilatato allo stesso tempo.

COROLLARIO III.

L'acqua nell'uscire dalla vasca del sostegno non può eccitare que' movimenti irregolari, quali abbiam veduto cagionarvi nell'entrare: perocchè nell'entrarvi, col primo impeto della caduta cagiona diverse riflessioni e risalti dalle sponde del sostegno e dalle inferiori porte chiuse e dal fondo medesimo, su cui cade; ma quando esce, si spiana tosto sul pelo dell'acqua corrente del canale inferiore, e si accompagna col suo corso; eccettuatane qualche moderata agitazione sul primo incamminamento di questo sfogo.

PRO-

PROPOSIZIONE IV.

In qualunque passaggio della barca, o scendendo nella vasca o salendo, l'acqua superiore del canale sarà appoggiata all'uno o all'altro ordine delle porte del sostegno, dalle quali si mantenga al medesimo inalterabile livello appropriato alla navigazione.

SE in ogni passaggio delle barche ed aprimento delle porte se ne derivasse alterazione ed abbassamento del pelo d'acqua nel canale superiore, la navigazione quivi soffrirebbe una troppo incomoda alternativa: la costituzione però de' due ordini delle porte è ordinata al sostegno dell'acque allo stesso livello, col chiudimento o delle superiori o delle inferiori; e perciò la sommità de' medesimi due ordini dee stabilirsi sempre al livello del pelo del canale superiore. Se la barca vuol salire, si aprono le due porte inferiori, e dopo l'ingresso suo nella vasca, si chiudono queste dietro le sue spalle; ed intanto si scarica nella vasca l'acqua corrente, la quale o trabocca dal ciglio delle porte superiori ancor chiuse, o si sfoga dalle portine, e se ne fa l'alzamento fin presso alla sommità delle porte superiori, che in questo stato si aprono agevolmente. In contraria maniera si chiudono le superiori porte, e si aprono le inferiori, quando la barca scende dal sostegno. In amendue i casi il canale superiore è sempre appoggiato o all'uno o all'altro ordine di porte; con questa differenza che le porte superiori situate sul principio della caduta del fondo del canale, hanno bisogno di poca altezza per giugnere al comune livello del pelo d'acqua del medesimo; ma le porte inferiori piantate nel fine della caduta, debbono essere tanto alte, quant'è l'altezza dell'intera caduta del sostegno.

Dove però coteste cascate del fondo del canale sono mediocri, come nel Naviglio di Bereguardo e nel

M 4

Na-

Livello inalterabile del pelo d'acqua nel Canale superiore al Sostegno.

Altezza del secondo ordine delle porte uguali a tutta la caduta.

Ripiego del Meda per diminuire l'altezza del secondo ordine delle porte.

Naviglio della Martesana ed in altri simili, cioè di 2, di 4 braccia o poco più; non parve agli Architetti azzardosa cosa, nè incomoda al maneggio delle porte, che queste inferiormente poste uguagliassero tutta l'altezza della caduta. Ma dove s'incontrarono colla livellazione in profondità molto maggiori, di 10 e infino di 28 braccia, come avvenne all' Architetto Meda nell' antico suo profilo e disegno dell' ultima conca di Paderno; si avvidero immediatamente che una così enorme altezza delle due porte inferiori non era assolutamente adatta nè all' uso ed al maneggio del loro chiudimento ed aprimento, nè alla sussistenza delle medesime porte: ricorse pertanto l' Architetto Meda ad un altro suo ingegnoso ritrovamento. Sul fondo del canale, e nel termine di tanta profondità, dov' erano da situarsi le due porte inferiori, vi costruì una solidissima e larga volta di tanta altezza, quanta fosse necessaria al semplice passaggio delle barche; e soltanto al vano di questa volta adattò le porte, le quali si alzassero con argani, e si aprissero all' uscita delle barche; ovvero si abbassassero dopo il loro ingresso per fare la montata nel canale superiore. Sopra il piano della grande volta vi fece alzare una fabbrica massiccia di largo muraglione capace di sostenere tutta l'altezza di 28 braccia del riempimento della vasca fino al comune livello del canale superiore, per tragittarne le barche dalle porte aperte di sopra. Per facilitare poi l'abbassamento della vasca all' uscita delle medesime di sotto alla volta, oltre lo sfogo delle portine di fianco, come abbiám detto, disegnò l' aprimento delle porte, le quali chiudevano il grand' arco, non già d' aggirarsi su' cardini, all' uso dell' altre porte; ma da sollevarsi dalla foglia all' insù colla forza de' soliti ordigni e macchine; e con ciò si apriva l' ultimo sfogo all' acque, e l' uscita libera alle barche. Con quest' arte si combinò dall' Architetto che il riempimento della vasca fosse sostenuto al medesimo livello del canale superiore, di dove le barche vi dovevano fare la discesa, senza che l'altezza delle porte inferiori fosse eccedente; ed al medesimo

defimo tempo col mezzo degli sfoghi laterali gli fu agevole il presto abbassamento della vasca.

La pianta di questo sostegno profondo fin presso a 28 braccia, fu eseguita dall' Architetto Meda; ed io stesso più volte negli anni addietro l' ho considerata con meraviglia e curiosità, riflettendo quanto innanzi si fosse condotta in que' tempi l' arte de' canali navigabili nella Lombardia nostra. Egli è vero che nè allora, nè poscia fu posto in opera un tale sostegno, nè autorizzato dall' uso e dalla speranza, che è la maestra di tutti gli artefatti, essendosi abbandonato da tanto tempo il progetto della navigazione per questo canale; il qual progetto si è ripigliato, mentre scrivo, e si sta eseguendo felicemente sotto gli auspici di S. A. R. l' Arciduca Ferdinando. La costruzione però di questo sostegno di tanta profondità, e del quale non abbiamo esempio, si è in oggi variata, e ridotta alla profondità di sole braccia sette e mezzo, ripartendo la restante caduta in altri tre sostegni, l' uno di sopra all' antico, e due altri al di sotto, e ciascuno di braccia sette e mezzo di discesa. Con ciò si è conseguito che li due ordini delle porte risultino in ogni sostegno d' una moderata altezza, la quale niente contrasti il maneggio ed il rivolgimento delle medesime su' loro cardini, ossia nell' aprimento, ovvero nel chiudimento angolare; come si costuma in tutti gli altri sostegni. Io lodo ed approvo che li moderni Architetti sieno ora conformati alle idee più comuni e praticate; e ben so che nelle opere grandi e pubbliche un saggio Direttore si piega sempre a far scelta di quelle operazioni, le quali e sono egualmente sicure, e meno soffrono di pregiudizio e di contraddizione, eziandio nell' opinione del volgo. Imperocchè chi non fa che a molti faceva un grande ingombro, e quasi spaventato la profondità di questa vasca disegnata dal Meda? che il suo riempimento e votamento pareva ogni volta di una durata da non potersi comportare nella navigazione? che in questo passaggio delle barche si figuravano più di pericolo e di azzardo di quello del Capo di buona speranza, e cose

Variatione dall' antico Sostegno del Meda.

Notizia delle
prime invenzio-
ni da tramandarfi
a' posteri.

cofe simili? Di tutte quefte dicerfe ed eccezioni, le quali fonofi fatte al difegno Meda, io mi fo qui a feepararne il vero dal falfo; perchè all' avanzamento delle fcienze, ed all' ammaeftramento de' pofteri giova affaiffimo che non fi feppellifcano nelle tenebre le invenzioni degli antichi, e che anzi fi pongano nel giufto loro lume; quantunque la fcelta fra due progetti di uguale ficurezza, affai volte venga più regolata dal dettame della prudenza che dall' arte.

PROPOSIZIONE V.

All' ufo ed alla fuffiftenza de' foftegni, maffimamente fe congiunti con grande caduta, non folamente fa d' uopo di corpo regolato d' acque del canale Naviglio, ma d' uno sfogatoio e diverfivo aperto fuperiormente al primo ordine delle porte, che rimuova dal foftegno ancora quell' eccelfo d' acque, che fuol effere d' impedimento al più fpedito voramento della vafca.

VErrò dichiarando ad una ad una le avvertenze, le quali qui fi comprendono. Che da' paraporti più lontani dal foftegno, ed ancora dalla prima imboccatura del canale fi debbano sfogare l'efcrefcenze fue fino a ridurlo ad un corpo regolato d'acque; ciò fi è già dimoftrato in più guife: rimane a darfi un altro più proffimo provvedimento a' foftegni. Alquanto fopra il primo ordine delle porte fogliono gli Architetti aprire di fianco un canale, dal quale fi diverta una parte dell'acque dal foftegno medefimo, per ifcaricarla nello fteffo Naviglio al di fotto della caduta e del fecondo ordine delle porte. Cotefto diverfivo ha due grandi vantaggi. Il primo fi è d'alleggerire il foftegno d'una parte notabile dell'acqua ordinaria del Naviglio, per abbreviare il tempo dell'abbaffamento della vafca nella difcefa della barca. Imperocchè appena entrata fuperiormente la barca nella vafca già colma, e fattone il chiudimento del primo ordine del-

Sfogatore fupero-
riore al primo
ordine delle por-
te, e fuo ufo.

le due porte, l'acqua del Naviglio impedita in parte dal folito fuo corfo per mezzo del foftegno, fi volge pel canale diverfivo; ed in quefto mezzo fi dà luogo al più pronto fcarico della vafca per gli ufciole delle porte inferiori, le quali fi aprono all' ufcita della barca. All' oppofito, quando la barca pel fecondo ordine delle porte inferiori entra nel foftegno per farvi la montata di tutta la fua altezza; in tal cafo dietro al chiudimento di quefte porte fi vanno aprendo e gli ufciole e le porte fteffe del primo ordine, per le quali l'acqua tutta del Naviglio ripiglia il fuo corfo, e fi ripiega nella vafca, e la riempie più preftamente fino al livello del pelo del canale fuperiore, ful quale la barca efce poi dal foftegno, e profegue il fuo cammino: ficchè, a dir tutto in breve, il canale diverfivo ora diminuendo il corpo d'acque nella vafca, ed ora accrefcendolo, accorcia il tempo dell'alzamento della medefima o dell'abbaffamento per l'uno e l'altro fine della falita e della difcefa delle barche. L' ufo maravigliofa di quefto sfogatoio, non avvertito da molti, fi pratica ne' noftri Naviglj, e fegnatamente in quello della Martefana, e più o meno d'acque diverte dal foftegno, a tenore del diverfo maneggio de' due ordini delle fue porte; e quefto è il primario fuo oggetto. L'industria però degli uomini allo fteffo tempo ha rivolto il medefimo sfogatoio ad altro ufo affai rilevante, qual è quello de' mulini. Imperocchè la caduta fteffa, che quivi col Naviglio è comune al canale diverfivo, porge il comodo di adattarlo al movimento delle ruote de' mulini, li quali con pubblico vantaggio veggonfi perciò moltiplicati a canto d'ogni foftegno.

Che fe la vafca interpofta tra li due ordini delle porte, aveffe una ftraordinaria profondità, come fu quella di 28 braccia difegnata dall' Architetto Meda nel fuo ultimo foftegno del Naviglio di Paderno; in tal cafo con nuovo ingegnofo artificio fi aprirà di fianco un altro canale, che faccia tutto da fe l'officio e di riempire il foftegno e di votarlo, con quel metodo, che riferirò nella fequente

PRO-

Canale diverfivo tradotto ad ufo de' Mulini.

PROPOSIZIONE VI.

Spiegare il modo, col quale dall' Architetto Meda si adattò il canale di fianco a fare tutto il riempimento e votamento della conca maggiore, di 28 braccia di caduta; e se in più breve tempo per questa sola si possa fare il passaggio delle barche, di quello che sia per farsi per altre quattro conche minori, nelle quali venga ripartita la medesima altezza.

IN questi ultimi tempi, ne' quali si ripigliò il pensiero del nuovo Naviglio di Paderno sull' Adda, un grande contrasto si accese tra' Professori intorno al problema, se lo straordinario sostegno già costruito dal Meda, ed avanzo dell' opera sua interrotta, avesse a ritenersi tal quale si ritrovava; ovvero se necessario fosse che da questo se ne rimovesse una tanta altezza di braccia 28, e questa si ripartisse in altri sostegni di molto minore profondità per ciascuno; come già di sopra ne ho dato un cenno. E qui è luogo che io riferisca più stesamente qual fosse l'occasione, che mosse l'Architetto Meda al progetto di questo contrastato suo sostegno, e quale fosse la novella sua invenzione per adattarlo all' uso.

Fino dall' anno 1591 dal Saffo di S. Michele, ov' erasi già cominciata a fabbricare la chiusa in Adda sotto il dominio del Re di Francia, e perciò denominata *la Chiusa de' Francesi*, trasferì egli alquanto inferiormente per tratto notevole il pensiero di piantare la nuova sua chiusa al sito detto volgarmente delle tre Corna, ove l'Adda tra le rupi già si restringe in una angusta sezione, molto più idonea al minor dispendio d'una chiusa manco dilatata, che allo sfogo delle massime piene, come si è dimostrato.

Dalla situazione della nuova chiusa nell' Adda alle tre Corna aveva in que' tempi l'Architetto scoperta con
la

Il Meda trasferisce la Chiusa dal Saffo di S. Michele alle tre Corna.

la livellazione una caduta di braccia milanesi 42 fino allo sbocco del Naviglio in Adda sotto la Rocchetta, dove si faceva rientrare il disegnato canale. Cotesta grande caduta fu ripartita dal medesimo in tre sostegni, ossia conche: la prima di affai mediocre altezza fu da esso piantata in poca distanza dall' incile; ed alla seconda assegnò alquanto maggiore caduta, che non oltrepassava i limiti di quelle maggiori profondità, delle quali abbiamo l'esempio in altre conche: ma alla terza presso allo sbocco in Adda, riservò la profondità di braccia 28. Di quest' ultima io parlerò qui, perchè è appunto quella sola, che ha sorpreso que' pochi, li quali forse non hanno penetrato il suo artificio ed uso: essendo un dovere d'ogni Scrittore l'additare non meno un qualche traviamiento ancora de' grandi Architetti, che le loro lodevoli invenzioni; acciocchè l'esempio del primo non tragga in errore i Professori, e la scoperta delle seconde accresca lume alle scienze.

Comincio dalle dimensioni di questa vasca. La sua lunghezza è di braccia 70, la larghezza di braccia 12, e ciò che più rileva, la profondità è di braccia 28, che a molti pare esorbitante. La solidità della costruzione di così vasta conca va del pari colla sua ampiezza. Le due muraglie laterali, con quella, che dietro alle spalle sostiene la caduta del canale, sono d'una latitudine, alla quale rare volte se ne vede l'uguale in altre fabbriche; e da cima a fondo furono costrutte di gran quadroni di ceppo vivo intrecciati e commessi in calce. La fronte della vasca è parimente chiusa da una più vasta mole di muro fiancheggiato da due speroni di pietre quadre, li quali poco a poco da' lati più alti si avanzano, e vanno scendendo a scarpa verso il fiume. Sotto questo sostegno di fronte si apre presso il fondo della conca una gran volta, di sotto la quale si disegnò dal Meda il passaggio delle barche da carico o per entrare, o per uscirne e ripassare nell' Adda. Il volume poi si chiude e si apre con porte incassate nel medesimo muro esteriormente, le quali si alzano e si abbassano colli consueti ordigni.

Invenzione del Sostegno adattato alla profondità della vasca.

Vasca, ossia Canale a canto della prima Conca:

A canto di questa gran vasca, che forma tutto il sostegno, si apre un'altra vasca, ossia canale condotto alla medesima profondità per una gradinata di vivo ceppo, per la quale si scende fino al suo fondo, ove a destra per una gran porta si può ripassare al fondo della conca primaria, ed a sinistra si apre un largo sfogatoio nell'Adda, da chiudersi ed aprirsi a piacimento. La lunghezza della seconda vasca è uguale a quella della primaria; ma di minore larghezza, non essendo questa ordinata a contenere le barche. Il muraglione poi, che divide la conca da questo canale laterale, ha varie grandi aperture, e finestroni graduati a varie altezze, corrispondenti e comunicanti con tutti li successivi alzamenti ed abbassamenti dell'acque del sostegno primario; e dalle aperture di questo secondo canale, le quali giammai si debbon chiudere, qualunque uso si faccia della conca, si carica e si riempie la vasca grande, ovvero si scarica; cioè si carica con l'aprimiento delle due porte superiori, dalle quali entra tutta l'acqua del Naviglio nel canale di fianco, e da questo nella vasca, chiudono il detto sfogatoio infimo; e si scarica col chiudimento delle sue porte, che danno l'ingresso all'acque del Naviglio, e coll'aprimiento del mentovato sfogatoio a sinistra, che mette foce in Adda.

Veggiam' ora con quanta facilità, e brevità di tempo segua il passaggio delle barche per una conca di tanta altezza. Cominciamo dal suo riempimento. Abbassate le porte superiori, le quali chiudono la volta dell'uscita alle barche, e serrato lo sfogatoio ultimo, che dal canale laterale sbocca in Adda, le acque sopravvegnenti dal Naviglio si fanno entrare tutte nella bocca riaperta di questo medesimo canale di fianco, il quale dalle sue aperture situate a diverse altezze, le tramanda nella vasca maggiore; e però l'intero corpo del Naviglio, ricco d'acque, quante si vogliano introdurre in questa operazione, e senza la menoma diversione, è destinato a farne il riempimento; e chi calcolasse quante misure d'acqua pas-

Come se ne faccia il riempimento in breve tempo,

passino in ogni minuto di tempo per qualunque sezione del Naviglio, e quante sieno necessarie al totale riempimento della vasca, si chiarirebbe tosto che in pochi minuti il sostegno farà ridotto al suo colmo, ossia livello del Naviglio superiore, acciocchè la barca possa entrarvi pel primo ordine delle porte.

Per lo contrario il votamento farassi ancora più prestamente, come si è detto accadere in tutt' i sostegni. Perocchè entrata per di sopra la barca nel ricettacolo della gran vasca già piena, si prescrivono al medesimo tempo tre operazioni; I. di chiudere il primo ordine delle due porte della conca primaria e della secondaria; II. di aprire lo scaricatoio piantato al di sopra del sostegno, per deviare nell'Adda l'acqua tutta sopravvegnente del Naviglio e scaricarla, senza permettere nuova affluenza d'acque nel canale laterale; III. di aprire il basso sfogatoio ultimo della conca laterale comunicante per le dette aperture colla primaria, affine di scaricare nell'Adda tutto il corpo d'acque, che prima ristagnavano nell'una e nell'altra vasca. Fatte queste operazioni, l'abbassamento della conca, e la discesa della barca seguono in brevissimo tempo, attesa la rapida velocità dell'acque sollecitate all'uscita dalla pressione di tanta altezza, e computata l'ampiezza delle aperture descritte, le quali si divorano in ogni momento la copia dell'acque contenute nella vasca primaria, e giù le tramandano nella secondaria a sfogarsi in Adda dall'ultima sua bocca aperta sul suo fondo, e diretta al fiume principale fuori di tutto il sostegno.

Nel tempo medesimo di questo accelerato abbassamento, e ridotto già il pelo dell'acqua nella vasca a contrastar di pochissimo l'aprimiento delle porte sotto l'arco e la volta del muraglione di fronte, si passa ad alzarle coll'uso dell'argano, e si dà tutto l'amplissimo scarico al restante dell'acqua stagnante, la quale in una determinata altezza atta a sostenere le barche, si riduce ad equilibrarsi col pelo dell'acque correnti dell'Adda; nel

Ed in più breve tempo il votamento.

Celerità dell'abbassamento della vasca proporzionale alla pressione.

nel quale stato escono le barche di sotto la volta a continuare il loro corso.

Ed ecco tolto l'ingombro di quella intollerabile tar-
dità, che alla fantasia di molti pareva richiedere il vo-
tamento d'una vasca in tanta altezza: sì perchè l'acqua
da scaricarsi non è quì nè punto nè poco accresciuta da
quella, che sopraggiugne, la quale in questo mezzo si
diverte superiormente nell'Adda pel noto scaricatore, co-
me si è detto; e sì ancora perchè la quantità d'acque,
ch' esce dalla vasca maggiore nella minore, e da questa per
lo sfogatoio in Adda, è proporzionata all'ampiezza degli
sfoghi, ed alla velocità proveniente dalla maggiore altez-
za e pressione.

Anzi mi avanzo a dire quello, che è la seconda par-
te di questa Proposizione, cioè che con questo semplicif-
simo artificio in molto minor tempo si ottiene il riempi-
mento e l'abbassamento della vasca di tanta altezza, di
quello che s'impiegherebbe, se la medesima altezza
fosse ripartita in altre quattro conche minori, o unite
e, come dicono, *accollate*, ovvero divise l'una dall'al-
tra. La ragione chiarissima si è, perchè l'operazione del
riempimento e del votamento quì è sempre continuata,
e tutta si riduce al chiudimento, ovvero all'aprimiento
fatto la prima volta del primo o del secondo ordine
delle porte e di qualche sfogatoio: laddove, se da que-
sta medesima altezza di 28 braccia si dovesse scendere
per quattro conche, ovvero per le medesime salire, cias-
cuna delle dette operazioni s'interromperebbe in ogni
passaggio da una conca all'altra; ed ogni volta conver-
rebbe ricominciarla da capo, con quel maggiore dispen-
dio di tempo, che ognuno può figurarsi. Imperocchè la
cotidiana sperienza delle nostre familiari conche c'inse-
gna che il tempo, quale si consuma in ogni passaggio
della barca, è quel solo, che richiede l'adattamento
della conca e delle sue porte e degli sfoghi al suo alza-
mento o abbassamento. Quel più di capacità e di pro-
fondità, che può avere, rimane compensato allo stesso

Profondità di
28 braccia ri-
partita in altre
quattro Conche,

Meno concorre
al più pronto
passaggio delle
barche.

tem-

tempo dalla maggiore ampiezza ed attitudine degli
sfogatoj o de' caricatori proporzionati; e quanto è mag-
giore la copia dell'acque, che debbono o uscire o
entrare, d'altrettanto è maggiore la velocità e la copia
delle medesime al riempimento o scarico. Sicchè, a vo-
ler ristignere tutto il detto fin quì, egual tempo si con-
suma dalla barca nella falita o discesa per una conca
minore, che per un'altra il doppio, il triplo maggiore,
quando tutto il resto proporzionato sia alla rispettiva
grandezza. Dico adunque che il voler ora dividere la pro-
fondità di 28 braccia del sostegno antico in altre quat-
tro conche di minore altezza per ciascuna, ciò non è al-
tro che volere quadruplicare il tempo, che richiedereb-
be il solo passaggio per la primiera conca. Che è quel-
lo, che mi era proposto a dimostrare nella seconda par-
te di questa Proposizione.

L'origine di questo popolare adombramento contro
il sostegno cotanto profondo del Meda, e l'origine pari-
mente di questa immaginata malagevolezza nel passaggio
delle barche, è nata tutta dal non essersi ben compreso
da alcuni l'artificio della sua invenzione ben diversa dal-
le altre conche che abbiamo. Un chiaro indizio di ciò
mi è sempre paruto quel figurarsi eglino, e dirlo assai
volte, che i finestroni laterali interposti tra la conca mag-
giore e la minore, dovestero essere muniti dagli arpioni,
ossia cardini di ferro, su' quali si aggirassero le porte
pel chiudimento o pell'aprimiento loro: giacchè da que-
sta falsa supposizione argomentano che non sia mai sta-
to posto in uso; perchè appunto non vi trovano ora li
detti cardini di ferro incastrati nel vivo ceppo de' fianchi
di dette aperture, per collocarvi le porte o le cateratte.

Che verissimo sia il fatto del non essersi mai posto
in azione cotesto sostegno, io lo concedo; ma non ammet-
to già la supposizione, dalla quale ne deducono il fatto
stesso. Il Meda giudiziosamente risparmiò il disagio di
chiudere ogni volta e di riaprire queste porte laterali
in ogni passaggio di barca, e ridusse l'artificio suo a

N

mag-

Invenzione del
Meda non cono-
sciuta universal-
mente.

maggior semplicità e brevità di tempo: volle che rimanessero sempre aperte, o fosse per caricare la conca maggiore o per scaricarla; e ciascuna di dette operazioni non altro richiedeva che il semplice regolamento della conca minore o pel suo ingresso dell'acque del Naviglio di sopra, o per la sua uscita in Adda dallo sfogatoio di sotto, come si è dichiarato.

Altri poi, a' quali era tuttavia incognita l'invenzione e l'uso di quella conca, presagivano che da così alto sostegno la caduta precipitosa dell'acqua o nell'entrarvi, o nell'uscirne avrebbe eccitati vortici nocivi alle barche, urtandole fra loro con movimenti irregolari e violenti.

Si risponde che quanto celere riuscito sarebbe o l'alzamento dell'acque o l'abbassamento, altrettanto lontano era da ogni minaccia di vortici. Primieramente non è vero che dalla sommità del primo ordine delle porte chiuse vi dovesse traboccare stilla d'acqua nella vasca maggiore per riempierla, com'è costume nell'altre conche; ciocchè avrebbe sollevati vortici pericolosi. Il Meda dissegnò che il riempimento di questa si facesse dall'ingresso dell'acqua tutta del Naviglio nella conca minore laterale, dalla quale per le note porte passasse nella maggiore, chiusone però il suo infimo sfogatoio in Adda: e siccome coteste aperture della prima erano a diverso livello proporzionato a' successivi alzamenti della seconda, e tutte operanti da se; così l'ingresso dell'acque in questa facevasi senza caduta dalle porte più basse, e poscia dalle più alte fino al pelo comune del Naviglio superiore, al quale alzavasi la conca maggiore.

Il votamento poi era lontanissimo da' vortici: imperocchè aperto l'infimo sfogatoio in Adda della conca minore, e ferrate le altre due porte per di sopra, dalle quali s'impedisse dal Naviglio qualunque nuovo ingresso d'acque, uscivano queste di fianco dalla vasca maggiore, accelerate dalla pressione, e giù per la minore vasca sfogavansi nell'Adda. Accade qui lo stesso effetto, che

Arte di riempire e di votare la gran vasca senza pericolo di vortici.

che si osserva in un vaso pieno d'acqua, e che si va votando dalle aperture laterali: li suoi abbassamenti sono prestissimi, e lontani da ogni commovimento, che cagioni ribalzi d'acque e vortici.

Opposero altri che un sostegno della profondità di braccia 28 era senza esempio; che le conche già poste in uso e nelle Fiandre e nell'Olanda e nella Francia, non oltrepassavano al più l'altezza di piedi 8 di Parigi; che l'uscire da questi confini pareva troppo cimento.

Si risponde che ancora senza esempio furono li primi modelli de' sostegni, li quali da' nostri Architetti Italiani s'inventarono, e s'introdussero ne' canali della Lombardia per renderli navigabili: che tutte le più nobili invenzioni delle arti, dopo essersene esaminato il sistema delle parti, e la connessione coll'effetto, comparvero la prima volta, e si eseguirono ancora con tanta utilità avantichè ne precedesse l'esempio. Altrimenti a qualunque ritrovamento farebbe la stessa eccezione; e noi saremmo sempre privi del frutto, che di secolo in secolo a pubblica utilità vanno producendo li più sagaci ingegni. Se il sostegno del Meda non ritarda, ma anzi accelera il passaggio delle barche molto più di quello, che facciano quattro altri equivalenti sostegni di minore profondità, come si è dimostrato fin qui; a che pro aspettare che ne preceda l'esempio ne' paesi oltramontani per eseguirlo? tanto più che l'invenzione di simil fatta di sostegni è nata nella nostra Italia, e trasferita alle straniere provincie a rendere navigabili li loro fiumi e canali. Anzi l'artificio di questo sostegno di tanta profondità, poteva a quelle servire di norma a risparmiare la molteplicità incomoda delle conche ne' fiumi di maggiore caduta.

Ma perchè mai si è ora abbandonato il sostegno del Meda, e si è abbassato riducendolo alla sola profondità di braccia 7 e mezzo, con surrogarvi tre altri sostegni di uguale altezza, ne' quali si è divisa la grande caduta?

Alle invenzioni lodevoli niente deroga la novità.

Differente scopo di uno Scrittore e di un semplice esecutore.

Si risponde che lo scopo d'uno Scrittore e Professore in qualunque genere d'arti è ben diverso da quelle particolari misure, che seguir dee un qualunque esecutore, cui stia appoggiato il carico dell'esito dell'opera a suo costo e pericolo. Il primo è in debito di giustificare le invenzioni delle arti o nuove o antiche, e di sottoporle agli occhi di tutti nel vero loro lume, per non defraudarne la posterità: ma il secondo, qual è un cauto esecutore, non può far a meno di non attenersi stretto alle più usitate maniere nella condotta d'opere grandi e pericolose, affine di mettersi in qualunque evento al coperto di tutte le riprensioni e di tutti gli accidenti inseparabili dalla medesima esecuzione. Imperocchè l'opinione comune, quantunque congiunta con errore, è sempre un nemico irreconciliabile da schifarsi; e chi l'ha favorevole, trova compatimento e patrocinio in ogni disavventura. Qualunque disastro, che per tutt'altra cagione avvenuto fosse ad una barca nel suo passaggio per la conca d'itegnata dal Meda, farebbesi tosto riferito dalla contraria prevenzione alla troppa sua profondità; e quindi si correva pericolo che il carico del rifacimento e della sostituzione d'altre minori conche ricadesse sopra quelli, li quali per contratto si erano obbligati alla più facile e sicura navigazione; malagevole cosa essendo che ne' popolari giudicj si separino sottilmente le vere cagioni dalle false. L'esecutore adunque, cui non appartiene la gloria dell'invenzione, camminar dee sopra le vie già battute, sulle quali non merita condanna un qualunque inciampo, che se gli attraversi. Ma chi scrive per ammaestramento de' posteri, e per illustrare le scienze, può disimpegnarsi da queste cautele, e salire più alto a scoprire nuove strade, le quali conducano al proposto fine e più sicuramente e più speditamente. Imperocchè, quantunque soventemente accada che de' più famosi Architetti rimangano neglette le invenzioni, ed oscurate da' pregiudicj, finchè essi vivono; ne' tempi avvenire però da' più peripicaci e sciolti ingegni si traggono a luce, e se ne

am-

Opinione comune contraria suol essere di pregiudicio all'esecutore.

ammira il pregio e la sicurezza e l'utilità loro. Certo è che in questo medesimo tempo si è fatta giustizia all'invenzione del Meda eziandio da un celebre Idrostatico Fiammingo il Signor Bisthoven noto a molti, il quale, tre anni sono, cioè nel 1773, essendo venuto in Italia per istudiare sul posto le più belle invenzioni idrostatiche de' canali, delle quali va doviziosa la Lombardia nostra, fu da me consigliato a portarsi al Naviglio di Paderno, per riconoscere la struttura dell'antica conca del Meda prima di quel cambiamento, che meditavasi. Ma quando vide ed esaminò tutta la pianta di questa conca, e l'uso nuovo della laterale minore vasca, e di ritorno a Milano venne meco a nuovo congresso, esclamò dicendo che non si farebbe mai figurato che in Italia e nello Stato di Milano ne' secoli passati fiorissero Maestri cotanto eccellenti a rendere navigabili canali di straordinaria caduta; e giudicò che la conca di Paderno tanto in oggi combattuta, fosse un capo d'opera nel genere de' sostegni. Ma appunto in quella vetusta età l'arte era giunta al suo colmo dopo le continuate costruzioni di tanti Navigli e sostegni sul Mincio, sulla Brenta, sul Reno di Bologna, in Pisa, in Modena, in Reggio, in Milano ed in tutta l'Italia, la quale in que' tempi ne aprì scuola e magistero quasi in ogni Città.

Pongo fine a questa Proposizione con il quesito, se quando avvenga di doverli moltiplicare le conche, per ripartire in più d'una la caduta del canale, sia preferibile il partito di far uso delle conche *accollate*. Chiamansi così queste, perchè non vanno fra loro disgiunte con qualche intervallo, come interviene alle conche de' nostri Navigli; ma sono continuate, sicchè l'una si scarica quasi sul collo della seguente, e così via via dell'altre fino ad avere compresa tutta la caduta.

Rispondo che talvolta la necessità o di una caduta troppo rapida in brieve tratto, o di non potervi in altra parte del canale non molto lontana pianarvi con sicurezza il seguente sostegno; la necessità, dissi, può consigliare

Conche accollate:

Se concorrono
al più presto pas-
saggio delle bar-
che.

lo impediente di unire in poco spazio una serie continuata di conche, dalle quali si divide la caduta senza interrompimento. Fuora di questo caso assai raro, dico che il progetto delle conche accollate, il quale pare il più speditivo, riesce il più difagiato al passaggio delle barche, quando s'incontrano, ed altre vogliono salire ed altre scendere. La ragione si è, perchè le operazioni della montata e della discesa delle barche sono contrarie, ed i votamenti e riempimenti delle conche non si accordano al medesimo tempo a' diversi passaggi all' insù ed all' ingiù. E siccome li nostri canali frequentati sono da barche, che sempre vanno e vengono per trasporto di legna, vettovaglie ec.; così queste più volte sarebbero necessitate a fermarsi lungamente, per aspettare che quasi finito fosse il tragitto delle altre, le quali sonosi già inoltrate. In fatti le conche accollate ed unite in una continuata serie di tre o quattro, sonosi rigettate dagli antichi Architetti ne' nostri Navigli, e segnatamente nel Naviglio di Bereguardo, dove la molteplicità delle conche avrebbe ritardato il continuato corso delle barche, quando queste nel frequente loro scontro non potessero al medesimo tempo entrare e salire o scendere, come si pratica nelle conche separate con giusti intervalli. Tanto è vero che la sola esperienza è poi quella, che scuopre al teorico le difficoltà, le quali a prima giunta non se gli affacciavano.



CAPO VII.

Dello sbocco de' Canali navigabili.



LO sbocco de' canali navigabili ne' fiumi, quando sia diretto a poter continuare con questi la navigazione, richiede molte altre particolari avvertenze, delle quali io qui ne premetto un saggio nel Sommario, che tosto soggiungo.

S O M M A R I O.

Legge generale degli sbocchi de' fiumi insegnata dalla natura, ed applicata a tutti gli sbocchi de' canali artificiali, li quali continuano la navigazione col fiume medesimo, a cui si uniscono. Necessità d'altezza d'acqua di ringurgito del recipiente allo sbocco dell'influente, quanto basti al passaggio delle barche. Difetto di troppa caduta dell'antico sbocco del Naviglio di Paderno, corretto recentemente col suo prolungamento. Sbocco imperfetto de' Navigli di Modena e di Bologna, e necessità di sostegno per regolare la caduta dello sbocco del primo nel Panaro. Esempio dello sbocco del Minicio in Po. Regole degli sbocchi ne' fiumi di corso variabile. Vantaggi di uno sbocco sostenuto dal riparo di un molo prolungato dalla parte del fiume.

PROPOSIZIONE I.

Se il canale Naviglio dopo breve o lungo tratto della sua diversione dal fiume principale, dovrà rientrare o nell'alveo del medesimo o di altro fiume per continuarvi la navigazione; lo sbocco suo si profonderà artificialmente in modo che il suo pelo si spiani sulla

sulla superficie del recipiente, alla quale si congiungne, ed in tale altezza che le barche possano sostenervisi nel loro passaggio.

LA costante osservazione insegna che i fiumi influenti, li quali hanno nel loro sbocco fondo capace di corrosione, e corpo d'acque bastante a scavarfelo, non soffrono caduta in questo passaggio; ma se lo approfondano e se lo spianano, fino ad unirli sotto un medesimo livello e colla superficie del fiume principale, ed ancora co' fondi de' proprj letti. Così racconta d'aver sempre osservato il Guglielmini, ove ragiona degli sbocchi de' fiumi; eccettuatone il caso, quando la caduta dello sbocco non si mantenga o dall' arte, o dalla resistenza insuperabile del fondo.

Legge generale degli sbocchi de' Fiumi,
Insegnata dalla natura.

Che poi questa regola generale degli sbocchi venga insegnata dalla natura medesima per rendere navigabili tutti gli sbocchi de' fiumi di maggiore portata o in mare o in altri recipienti, basta che d'iasi un' occhiata alla maniera, colla quale si vanno essi medesimi preparando l'ingresso. Imperciocchè, se i fiumi, come ho detto, hanno dalla copia dell' acque forza proporzionale allo scavamento, e se il fondo non fa resistenza, quelli non cessano di continuare questo lavoro di scavamento, finattanto che non lo abbiano ragguagliato col fondo del fiume principale o anche del mare, con pochissima differenza di livello di fondo a fondo e di pelo a pelo; e cotesto abbassamento non è solamente un salto, che faccia l'influente, ma una continuata inalveazione di molte miglia, la quale per tutt' i gradi intermedj d'abbassamento lo conduce all' unione del fiume principale. Così il Ticino di Pavia si è talmente scavato il suo fondo in distanza di cinque e sei miglia dal suo congiungimento con Po, che quivi di pochissimo sovrasta al fondo del medesimo, ed eziandio in acque mezzane e basse ne risente i ringurgiti molto lontani dallo sbocco. Il somigliante fa l'Adda, preparando il suo sbocco in Po molte mi-

miglia prima; e assai più il Po grande, cioè pel tratto di 60 miglia avanti di scaricarsi in mare. Tutti tutti ancor di lontano si preparano lo sbocco e lo spianamento delle cadute; e quanto maggiore è il corpo d'acque, che menano, tanto più anticipato è il profondamento, che si fanno; e per questa ragione tutti gli sbocchi degli influenti maggiori o in mare o in altri fiumi, sono navigabili, e non intercetti da cadute.

Lo stesso io diceva una volta a' Signori Bolognesi e Ferraresi, quando temevano nel mio Piano che l'unione di tanti fiumi e torrenti nel Primaro, cioè del Lamone, della Quaderna, del Sillaro ec., non incontrasse o capacità sufficiente al corpo d'acque accresciute, ovvero scarico proporzionato dallo sbocco in mare. Qualsiviasi unione di nuovi fiumi al Primaro si adatta in pochi mesi la capacità col profondamento dell' alveo e dilatamento delle rive, e sempre più spiana il suo pelo al di sotto degli argini suoi; come veggiamo farsi altresì dal Po grande, il di cui pelo ancora nelle massime sue piene, è sempre più basso di quello di tutti gl' influenti. E quanto allo scarico di Primaro in mare, diceva io loro che parimente lo sbocco suo con sempre nuovo profondamento sotto il pelo del mare, si farebbe accresciuta e pendenza e velocità; come più ampiamente ho dimostrato nelle mie Memorie Idrostatico-Storiche.

Ma nel caso nostro gran differenza dee farsi tra gli sbocchi de' fiumi di maggiore portata, e quelli di minore, come sono tutt' i canali, ne' quali si è derivata quella sola quantità d'acque, che basti alla semplice navigazione. Li primi, ove il fondo non resista, non hanno bisogno di zappatori e di scavamento per toglierne le cadute, ma portano con seco forza a tale effetto; e quanto crescono di corpo, di altrettanto spianano le cadute. Li soli canali navigabili non sono da tanto; e se il fondo, sul quale debbono rientrare nel fiume primario, fosse più alto del dovere, non se lo spianeranno giammai, per adattarfelo ad un facile ingresso delle barche.

Per

Abbassamento artificiale dello sbocco quando abbia luogo.

Per questa nuova difficoltà, che quivi può scontrarsi, si farà con l'arte tutto quello, che suol fare la natura degl' influenti maggiori; cioè il fondo dello sbocco per molto tratto si scaverà a tale profondità, che si unisca col fondo del fiume, dal quale nel suo congiungimento risenta il ringurgito in altezza necessaria al passaggio delle barche in ogni stato d'acque ancor bassissime.

Pericolo di ringurgito delle piene fu per lo sbocco.

Sebbene il provvedimento di abbassare il fondo dello sbocco fino a congiungerlo col fondo del fiume, in cui rientra il canale, ci farà incontrare assai volte un'altra difficoltà, alla quale però si andrà al riparo. Può darfi il caso che l'ultimo tronco del Naviglio verso lo sbocco per lungo tratto costituito sia in tale bassezza d'orizzonte che per esso si stendano all'insù i ringurgiti delle piene altissime del fiume recipiente, le quali o formontino gli argini con rovinose conseguenze, o piuttosto contorciano in vortici le sue acque col contrasto di quelle, che sopravvengono in copia dalla parte superiore del Naviglio; come accade al Naviglio colmo della Martesana, quando s'incontra con una piena di Lambro a Carsenzago, non isfogata da' Custodi pe' suoi sfogatoj: ma il riparo a questo nuovo accidente è facilissimo. L'Architetto dallo sbocco fu per questo tratto di canale disegni l'altezza degli argini sempre superiore al pelo delle massime escrescenze, fino a quel limite, dove va a terminarsi il ringurgito, e con quella proporzione, colla quale si va diminuendo; ed in oltre in tempo di piena scarichi di sopra ed alleggerisca, per quanto può, l'affluenza dell'acque superiori, che sopravvengono a cozzare con quelle del ringurgito retrogrado allo sbocco. In tal guisa, eziandio nelle piene, quest'ultimo tronco soffrirà bensì alzamento col fiume medesimo; ma il suo corso sarà tranquillo e moderato, e porterà le barche ad unirsi agiatamente colle massime altezze del fiume.

Altezza d'argini regolata dall'altezza del ringurgito.

Alla circostanza disfavorevole di un ringurgito disteso lungamente fu per l'alveo del canale, non foggia lo sbocco del nuovo Naviglio di Paderno intercetto immediatamente.

diatamente da tante vicine cadute e sostegni, li quali formontano il pelo comunque altissimo d'ogni piena dell'Adda; e però qui non si è praticata altra regola, che quella spettante a questa prima Proposizione, cioè di abilitare collo scavamento manofatto il fondo dello sbocco ad incamminare tutte le sue acque sotto il pelo dell'Adda corrente in ogni stato.

Vero è che altre difficoltà intorno gli sbocchi si riferivano alle seguenti Proposizioni, o sia quando il fondo dello sbocco troppo resiste allo scavamento, o sia quando le sue cadute sono troppo vicine allo sbocco, ed è necessario o il moderarle o il ripartirle col prolungamento dello sbocco medesimo nel fiume principale: ciocchè verrà dichiarando e cogli esempj e colle ragioni idrostatiche; dacchè queste senza quelli non hanno mai scorta sicura.

PROPOSIZIONE II.

Se lo sbocco del canale Naviglio ancor dopo le precedenti cadute artifiziosamente regolate, conserverà tuttavia il fondo così alto che non si spiani e non si congiunga con quello del recipiente, nel quale rientra, fino a risentirne il ringurgito in altezza necessaria al passaggio delle barche; in tal caso si prolungherà lo sbocco sotto le rive dell'alveo medesimo del fiume principale, a fine di ridurre il di lui fondo allo stesso orizzonte di quello del fiume, per imboccarlo sotto la medesima comune superficie.

Abbiamo la prova di questa regola nel nuovo Naviglio di Paderno, ossia dell'Adda. L'antico Architetto Meda, come appare dagli avanzi dell'opera sua abbandonata, aveva dall'ultima grande conca denominata *il Pozzo*, condotto lo sbocco di quest'ultimo tronco di Naviglio ad unirsi troppo anticipatamente coll'Adda; e quindi a questo vecchio sbocco era rimasta tanta caduta, che l'acqua corrente del Naviglio per la troppa velocità si farebbe abbassa-

Difetto di troppa caduta dell'antico sbocco del Naviglio di Paderno.

ra sul fondo dello sbocco senza poter portare le barche; ovvero mancando l'acqua sopravvegnete, lo sbocco rimaneva in asciutto; come tante volte l'abbiamo osservato, prima che si ponesse mano al nuovo regolamento. Ma è regola generale che non altrimenti gli sbocchi de' Navigli ne' fiumi si mantengono navigabili, se non quando vi si accostano con tanta depressione di fondo, che l'acqua stessa del fiume ringurgiti su per l'alveo dello sbocco fino all'altezza necessaria alla navigazione. Pertanto da' moderni Architetti si è corretto l'errore del Meda, e si è continuato l'alveo di Paderno sotto le rive medesime dell'Adda; e pel tratto di alquante centinaia di trabucchi si è avuto l'agio di ripartire questa caduta in due altri sostegni ed in due mezzane cadute, l'ultima delle quali forma propriamente lo sbocco, e va a pareggiarsi col fondo stesso del fiume, cui si unisce sotto la medesima altezza di pelo. Con questo ripartimento di caduta in ogni stato d'acque alte, mezzane e basse le barche dal fiume entrano immediatamente nello sbocco del canale, e nella vasca del primo sostegno, dal quale salgono all'insù al secondo, e proseguono il loro cammino. In somma lo sbocco d'un canale Naviglio dee avere le medesime condizioni favorevoli alla navigazione, comuni col fiume principale; cioè la stessa depressione di fondo ed altezza di pelo d'acqua, anche nello stato di magrezza del fiume: altrimenti allo sbocco rimarrebbe incagliata la continuazione della navigazione, che è l'oggetto primario.

Sbocco imperfetto del Naviglio di Modena:

Un'altra prova di questa regola degli sbocchi, e della necessità di adattarne l'uso co' sostegni, si può dedurre dal paragone dello stato presente assai imperfetto del Naviglio di Modena con quello, a che ora si va disponendo. Questo antichissimo canale sostenuto nelle prime sue cadute da interpolati sostegni, finalmente da' mulini della Bassia, e da quest'ultimo sostegno per alcune miglia di corso libero si conduce a sboccare nel Panaro; e quì è, dove soggiace ad incertissime irregolarità. Imperocchè, se il Panaro sempre variabile a guisa di torrente, trovisi in

istato

istato di piene altissime, il suo ringurgito su per lo sbocco del Naviglio è talmente furioso e retrogrado contro il corso del medesimo, che per questo tratto le barche sono raggirate in vortici; e dalla Bassia fino al Panaro è interdetta ogni navigazione in questo tempo: ciocchè accade assai volte. Soltanto quando il Panaro si è ridotto allo stato d'acque mezzane, ovvero le annuali sue piene non oltrepassano questo limite, il suo ringurgito su per l'alveo del Naviglio è favorevole alla navigazione, e sostiene il corso delle sue acque, e lo rende equabile e capace di un regolato progresso delle barche fino allo sbocco medesimo, dal quale fanno queste passaggio nel Panaro, quando può continuarsene la navigazione in quello stato di pienezza. Ma all'opposto, se lo sbocco del Naviglio incontra Panaro bassissimo, quest'ultimo suo tronco acquista tanta pendenza e velocità, che il corpo delle sue acque si affottiglia, e si spiana sul fondo, e si rende incapace di navigazione.

Sua irregolarità.

A tale incostanza è stato sempre soggetto questo canale con danno gravissimo del commercio fino al dì d'oggi; quando il provido zelo di S. E. il Signor Marchese Ippolito Bagnesi Ministro di S. A. S. il Duca di Modena, ha rivolte le sue premure a rimediare a sì antico disordine con quell'unico provvedimento, che in questa Proposizione si contiene. Imperocchè allo sbocco del canale Naviglio ho veduto l'anno passato alzarsi già un sostegno di grandiosa struttura, munito di doppio ordine di porte, come si costuma, dal quale si regola tutto il corso superiore, e si mantiene sempre nel medesimo stato d'altezza. Se il Panaro è basso, frena il corso precipitoso del Naviglio verso lo sbocco: se il Panaro è gonfio, chiude il regresso violento del suo ringurgito su per lo sbocco. Oltre di che le barche giunte a questo termine, trovano quivi nella gran vasca del sostegno un asilo sicuro all'occasione delle piene temporanee del Panaro, sul quale poi risolvono d'incamminarsi tosto che, calmata la piena, si renda il fiume navigabile; ovvero

dalla

Costruzione di nuovo Sostegno allo sbocco del Naviglio di Modena.

dalla vasca medesima entrano nel nuovo progettato canale a continuare la navigazione fino alla Mirandola ed alla Concordia; la quale navigazione quanto sia per riuscire d'un indicibile vantaggio a tutto lo Stato Modonese, non è qui luogo di riferirlo.

Anco il Naviglio di Bologna non va esente dalla medesima imperfezione dello sbocco in Reno, pel quale resta intercetta la continuata navigazione. La Storia della Città di Bologna racconta che l'oggetto di questo Naviglio fino dagli antichissimi tempi fu quello di congiungere la navigazione del medesimo col Reno e col Po di Primaro, e quindi stendere il suo commercio fino al mare Adriatico: il progetto si è eseguito; ma se n'è lasciata una parte da perfezionarsi da' posteri. Lo sbocco di questo Naviglio va a terminarsi in Reno a Malalbergo, ma con tanta altezza di fondo, che anzichè spianarsi su quello di Reno, vi precipiterebbe il canale, se non fosse quivi intercetto da una grande traversa, che chiamano *Cavedone*, dal quale l'acqua tutta si sostiene al solito suo livello, con permetterne soltanto un limitato sfogo ad uso de' mulini. A questo incontro si arrestano le barche per iscaricarle dalle mercanzie, e farne il trasporto sopra altre barche di Reno, le quali al di sotto del Cavedone già disposte sono a continuare la navigazione fino al mare. Di quanto disagio sia questo tragitto, e scarico e ricarico delle medesime merci, ciascuno può figurarselo; e trovandomi io sul posto negli anni passati in occasione di dar esecuzione al mio Piano della generale riparazione alle inondazioni di Reno e degli altri torrenti, ho ricordato più volte a' Signori Bolognesi la necessità di costruire un sostegno a questo sbocco; acciocchè le medesime barche entrando dal primo ordine delle porte nella vasca, quivi potessero farne la discesa per uscire dal secondo ordine delle porte a proseguire la navigazione sul pelo più basso di Reno fino al Po di Primaro ed al mare; e più volte ne ho a' medesimi additato il modo, e disegnato lo scavamento e le argi-

Necessità di Sostegno al passaggio delle barche.

Naviglio di Bologna, e suo sbocco non continuato in Reno.

na-

nature per altro breve tratto di canale, il quale si congiugnese coll' alveo vecchio di Reno. Ma quantunque il mio progetto abbia sempre incontrato l'approvazione di tutti, non si è punto eseguito per un altro ostacolo, non fisico, ma morale, che negli affari umani suol frastornare tanti pubblici miglioramenti. Quante volte il disordine o aggravio di molti forma il patrimonio di alcuni pochi! La condizione infelice di questo sbocco si è la fortuna ed il traffico di quelli, che trasportano le merci; e tanto basta ad avviluppare sempre più il nodo del problema.

La medesima provvidenza praticarono gli antichi Architetti de' Ducchi di Mantova, quando disegnarono di condurre il Mincio a congiungersi col Po grande. Questo sbocco incontrossi molto più alto del fondo di Po; e la grande sua caduta toglieva che la comune superficie dell' uno e dell' altro fiume si unisse allo stesso orizzonte ad accompagnare e sostenere le barche nell'ingresso del fiume principale: ma ad abilitarne lo sbocco a questa importante navigazione, si adattò quel maraviglioso sostegno, quale anc' oggidì si ammira, come un ritrovamento, che migliore non ha potuto inventare la posteriore età.

Sostegno del Mincio al suo sbocco in Po.

Con questa costante induzione di fatti ho voluto avvertire gli Architetti che, quando disegnano di condurre un canale navigabile o a rientrare nel medesimo fiume, dal quale si è cavato, ovvero ad unirsi ad altro fiume parimente navigabile, non basta che ne sia delineata la cadente dal punto della diversione fino al termine del nuovo canale: ma la medesima livellazione vuolsi portare più innanzi a calcolarla dal fondo stesso più basso del fiume recipiente; acciocchè non meno del corso superiore, che dello sbocco regulate sieno le cadute, e lo stesso fiume col suo ringurgito vada all' incontro alle barche per sostenerle in questo passaggio.

Cadente de' Navigli regolata dal fondo de' Recipienti.

La difficoltà degli sbocchi de' canali regolati nella riunione de' fiumi, donde sonosi derivati, non s' in-

con-

contra, ove questi già decorrono per basse pianure, le quali di poco sormontano il pelo o de' medesimi fiumi o anco del mare. Per questa ragione li tanti canali dell' Olanda e de' Paesi Bassi vanno ad unirsi l'uno con l'altro, e infino col mare medesimo senza caduta, che ne renda malagevole lo sbocco; perchè tutti camminano quasi nello stesso orizzonte. Non così, quando i canali regolati si derivano dalle situazioni assai alte del fiume sotto le falde de' monti, e debbono sostenerfi per molte miglia con un corso equabile, e capace di navigazione: allora è facil cosa il concepire che nel ricondurgli al fiume principale, dove comincia ad essere navigabile, incontrino al loro sbocco troppo grande caduta; come interviene al nuovo Naviglio di Paderno, al quale perciò si è disposto lo sbocco con tre sostegni; ed al famoso Canale di Linguadocca diretto al congiungimento di due mari, più ammirabile nella sua costruzione, che utile negli effetti.

PROPOSIZIONE III.

Lo sbocco del canale Naviglio nel fiume principale non può determinarsi dall' Architetto, se non in situazione, ove il fiume o per se medesimo decorra incassato tra rive stabili, e l'alveo si conservi invariabilmente in una costante direzione del suo filone; ovvero quando con opere manofatte munienti e respingenti sull' una e l'altra riva, se ne impediscano le variazioni della sua inalveazione.

SE d'altro quì non si trattasse che di unire al fiume principale un qualunque si fosse corpo d'acque, il quale non venga destinato alla navigazione; l'Architetto per questo capo non farà punto sollecito del sito, ove debba determinarne lo sbocco; e gli basterà d'averne già livellata ed assicurata la cadente per tale introduzione. Imperocchè, o il fiume principale si allarghi soverchia-

mente

Semplice introduzione di Fiume in un altro ad oggetto di solo scarico.

mente in un ampio letto, o si divida in rami, o si ripieghi or in una parte ed or in un'altra, abbandonando una riva colle alluvioni e renai, e scavandosi nuovo letto colle corrosioni dell'altra riva; niente di tutto ciò può ritardare o impedire l'introducimento di qualunque influente nell'alveo del fiume, col quale verrà sempre a congiungersi in qualunque modo attraverso le deposizioni. Con questa facilità nell'inalveazione di tanti fiumi e torrenti, li quali inondavano il Bolognese ed il Ferrarese, ho fatta prestamente l'introduzione del Reno e del Sillaro nel Primaro, e ne ho disegnati gli sbocchi di tutti gl'influenti, senz'altra considerazione, fuorchè quella della cadente proporzionata al corpo d'acque ed alle materie, che conducevano: nè mi sono dato pena di condurre lo sbocco, ove il fiume primario non soggiacesse a qualche incostanza di corso, la quale niente potesse ritardare lo scarico del fiume e l'asciugamento delle sue espansioni; ciocchè era l'unico scopo di questa operazione.

Ma dove il congiungimento d'un influente col fiume principale voglia ordinarsi alla continuazione della navigazione per lo sbocco medesimo, altre considerazioni più rilevanti si richieggono per determinarne la situazione più conforme al fine, che si è proposto. La massima generale si è che un tale passaggio dallo sbocco al fiume debba sempre mantenere una costante altezza di corpo d'acque, sul quale galleggino le barche, quantunque cariche, e vi galleggino in qualunque stato del fiume, e ne imbocchino immediatamente il filone. Le considerazioni adunque da averfi nella scelta dello sbocco, sono le seguenti.

I. Si preferirà sempre quel tratto d'alveo di fiume, ove decorra ristretto da rive stabili o di sasso o in altra guisa resistenti. La ragione si è, perchè in un alveo regolare e mediocrementemente più ristretto, il fiume mantiene maggior altezza di corpo d'acque, e la sostiene ancora nello sbocco del Naviglio, in qualunque stato d'acque mezzane e basse.

O

II.

Scelta della situazione del Fiume, ove debba dirigersi lo sbocco del Naviglio.

Regole degli sbocchi diretti ad uso di navigazione.

II. Si farà scelta di quel sito, ove il filone del fiume scorra più vicino allo sbocco del canale Naviglio, e vi si mantenga stabilmente; acciocchè le barche in questo passaggio dal canale al fiume più facilmente e più prestamente investano il filone, che è *la via della navigazione*: laddove, se il filone fosse troppo distante dallo sbocco del Naviglio, le parti intermedie del fiume meno veloci, potrebbero essere occupate dalle grosse materie nel calar delle piene, con pericolo d'interrompere la navigazione.

III. Non si disegni dall'Architetto lo sbocco del canale navigabile in un tratto di fiume, ove decorra con più rapida corrente, nè ridotto sia a corso equabile: molto meno in quella parte, ove poco sopra vi si scarichi un torrente. Nel primo caso le barche dureranno gran fatica a superare la corrente, per volgersi ad imboccare il canale salendo: nel secondo caso si correrà pericolo che si riempia lo sbocco di materie pesanti, o almeno queste si ammassino in quel seno di fiume, che forma lo sbocco. Tutto ciò dovrà premeditarsi dall'Architetto molto prima con diligenti osservazioni, o trasferendo lo sbocco al di sopra del concorso col torrente, ovvero, quando la necessità altrimenti prescrivesse, accompagnando lo sbocco con un molo di valida costruzione, dal quale si ribattano le materie nel filone medesimo a trasportarvisi; come si dirà in appresso.

IV. Se il fiume o il canale Naviglio di tanto in tanto condurrà gran copia di torbide, come interviene alla Brenta di Venezia ed al Naviglio di Bologna; farà facil cosa che l'ultimo tronco dello sbocco, dove si risente il ringurgito, e si ritarda il moto dell'acque, si riempia da queste torbide, che calano al fondo. A mantenere adunque costantemente spurgato quest'ultimo tronco, gioverà assai che dall'incile di tanto in tanto s'introduca nel canale quella maggior copia d'acque, la quale, comechè non sia necessaria alla navigazione, farà molto idonea a scalzare le deposizioni, ed a tenere sgombro lo sbocco,

Metodo di mantenere sgombro lo sbocco dagli interramenti delle torbide.

ove

ove più facili si fanno i sedimenti; e molto più se ne conseguirà l'effetto, quando al maggior corpo d'acque si unisca il commovimento artificiale del fondo con rastrelli e simili strumenti già con esito felice introdotti da S. E. il Signor Cavaliere Agostino Litta nel suo celebre Piano dello spurgamento della Fossa interiore della nostra Città. Quest'avvertenza è necessaria soltanto ne' canali di derivazione, ne' quali s'intromette dall'incile un assai limitato corpo d'acque, che basti a sostenere le barche nel loro corso, ma non già a dissipare le materie, le quali allo sbocco loro si menano, e vi si depongono dal fiume principale. Il Mincio sbocca in Po presso a Governolo di Mantova; ma non di rado egli scarso d'acque, non ha forza di conservarsi aperto lo sbocco navigabile in Po, il quale dagli interramenti del fiume principale resta impedito per alcuni giorni, finchè sopravvenendo dal Mincio corpo maggiore d'acque, se lo scava e se lo apre alla navigazione.

V. La direzione dello sbocco nel fiume non si farà ad angolo retto colla corrente, ma a seconda della medesima, con qualche naturale e comodo piegamento, che non contrasti colla stessa corrente, ma cospiri col suo corso. E perchè questa direzione dello sbocco non venga alterata dalle solite incostanze del fiume primario; se ne fisserà lo stabilimento con massiccio accompagnamento di resistente molo. Questa cautela si è già prevenuta nel nuovo Naviglio di Paderno.

Direzione dello sbocco a seconda della corrente,

VI. Lo sbocco del canale non si apra giammai sotto ad un qualche risvolto del fiume principale, il quale o spinga la corrente contro il medesimo sbocco, ovvero alla riva opposta. Nel primo caso farà talvolta contrastata l'uscita delle barche dallo sbocco nel fiume, massimamente nel tempo delle piene: nel secondo caso le deposizioni del fiume si farebbero tutte dalla parte dello sbocco, ove cessa o illanguidisce il suo moto; come suol osservarsi in tutti i risvolti.

E non già sotto qualche risvolto del Fiume.

VII. Ma se all'opposto lo sbocco del Naviglio dovrà congiungersi col fiume principale, e continuarne la

Nuove difficoltà degli sbocchi ne' Fiumi di corso variabile.

navigazione in quella parte, ove il suo corso è variabile tra rive instabili e sottoposte quando alle corrosioni, e quando agli allagamenti; l'incoerenza di questa riunione dello sbocco col filone del fiume diverrà un oggetto serio ed interessante de' provvedimenti dell' Architetto. Questa considerazione non può aver luogo in que' fiumi, li quali sono ritretti ed imbrigliati dalle coste de' monti, com' è qui l'Adda nel suo corso; ma gran forza avrebbe, quando o dalla Città di Milano, come altra volta, si progettasse di condurre un nuovo Naviglio a sboccare nel fiume Ticino sotto Pavia, se così il pubblico interesse lo consigliasse; ovvero al medesimo termine si volesse proseguire l'incominciato Naviglio di Bereguardo, che è una diramazione del Naviglio grande. Per tutto questo tratto di molte miglia il Ticino ha un corso variabile; come si osserva e al di sotto e al di sopra del ponte di Pavia, dove colle corrosioni accosta il filone, e lo stringe or sotto una riva ed or sotto l'altra, e quivi si va aprendo nuovo alveo, riempiendo l'antico colle deposizioni. In fatti, molti anni sono, il fiume Ticino sotto la Città di Pavia, dall'angolo della riva sinistra di Porta Calcinara si ripiegava tutto alla destra verso il Borgo, e verso l'ultimo arco di quel famoso ponte, per dove veniva costretto a sfogare la sua più viva corrente, la quale già aveva abbandonato l'arco di mezzo e gli altri tre archi alla sinistra, con interrimento della metà del ponte e dell'alveo vecchio. Temevasi allora o della rovina o del taglio del ponte; quando con altri Professori io venni delegato alla visita di questo pericolo ed al suo riparo. Si armò tosto la destra riva dalla parte del Borgo in vicinanza del ponte, quanto bastasse ad arrestarne l'istantaneo avanzamento della corrosione e del minacciato taglio. Sebbene l'originario provvedimento fu quello di stabilire al di sopra validi respingenti, li quali restituissero il fiume e la sua corrente all'antico decorso sotto il ponte; come si è eseguito.

Deviazione dal Ponte di Pavia minacciata dal Ticino.

Ho

Ho fatta menzione di questo accidente, non perchè sia straordinario, ma perchè anzi è familiare nel Ticino in questo tratto, dov'è inalveato per terre arenose, e facili ad essere corrose per qualunque accostamento faccia il filone più ad una riva che all'altra: vicende, che quivi spesso si rinnovano per quelle cagioni, le quali a tutti sono note. Or qui è dove gli sbocchi de' canali si rendono difficili ed incerti, quanto allo scopo primario d'essere navigabili. Fingiamo che il Naviglio altre volte progettato da Milano a Pavia sia di già eseguito, con avere superato con l'arte quelle, che io penso quasi informontabili difficoltà nel suo principio e nel suo progresso; e che anzi già sia condotto a rientrare nel Ticino, o sopra il ponte di Pavia, o al di sotto, come tornerebbe meglio: crederemo forse che l'affare sia finito? Niente meno: anzi qui ricominciano nuove difficoltà; ed a questo passo, a questo sbocco può temersi che venga incagliata tutta la navigazione. Chi può assicurare che il filone del fiume non si ripieghi tutto sotto la riva opposta allo sbocco, e là si scavi e si dilati l'alveo, lasciando allo sbocco altissimi gl'interramenti? ovvero, chi può prometterci che improvvisamente la corrente più viva non balzi ad attraversare lo sbocco, a corroderlo, ed a sconcertarne la direzione? E come avremo qui costantemente il tragitto dal fiume al Naviglio, che è lo scopo di quell'abbondanza, alla quale si sono rivolte tante spese? Io non dico già che l'arte manchi di mezzi per imbrigliare la mobilità del fiume: dico soltanto per disinganno d'alcuni, che a questo tragitto, a questo passaggio delle barche molto ci resta a fare per stabilirlo. Primieramente con opere manofatte superiormente, e con respingenti di massiccia costruzione si dee al fiume dare quel corso e quella direzione, la quale sia la più favorevole allo sbocco del Naviglio, con obbligare il medesimo fiume a mantenere il suo filone nel mezzo dell'alveo, senza punto, o troppo accostarsi allo sbocco, o troppo allontanarsene. In oltre le due opposte rive si

Regolamento del Fiume primario sotto lo sbocco del Naviglio.

muniranno per lungo tratto di grossi muraglioni, li quali impediscano il dilatamento dell' alveo più di quello, che comporti la qualità del fiume. In questa forma si è restituito, anni sono, il corso regolato del Ticino sotto il ponte di Pavia; e le medesime operazioni potranno ogni volta rinnovarsi per dare consistenza allo sbocco del nuovo Naviglio, quando si risolveva o da Milano, o da Bereguardo di condurlo a sboccare a Pavia. E questo pensiero non de' essere degli ultimi ne' progetti, che si propongono.

PROPOSIZIONE IV.

Lo sbocco del canale Naviglio accompagnato sia dalla parte del fiume, e sostenuto da un molo di larga e ben piantata muraglia, la quale nell' alveo del medesimo fiume si allarghi, e conduca lo sbocco ad incontrare il filone di mezzo e la via di navigazione.

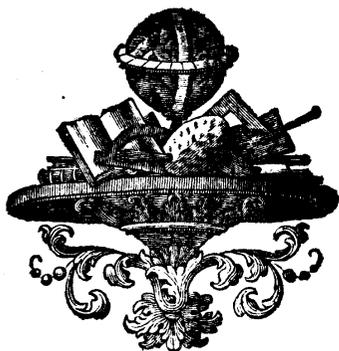
SI suole da' providi Architetti accompagnare lo sbocco per entro l'alveo stesso del fiume, e dal lato della sua corrente con un molo di muro costruito di gran quadroni di sodo macigno, ed in notevole larghezza. Cotesto molo leggermente piegandosi verso il mezzo del fiume, è di grand' uso al tragitto delle barche dal Naviglio al fiume, e da questo al Naviglio. I. perchè le barche, le quali debbono montare su per lo sbocco, giunte in poca distanza dal molo, con facile piegamento si mettono tosto al coperto dalla corrente del fiume; nè altra forza contraria rimane a queste da superarsi, fuorchè quella tenuissima del corso dell' acque dello sbocco, che vanno ad incontrare. Lo stesso dicasi delle barche, che scendono dallo sbocco, le quali dall' avanzamento del molo sono condotte quasi a mano ad investire prestamente la via di navigazione, senza soffrire

frire altri moti irregolari del fiume. II. Cotesto spalleggiamento di molo prolungato nel fiume, reca un altro vantaggio allo sbocco medesimo, e dirò quale. Ognuno sa che qualsivisia fiume primario va sempre ruzzolando sul fondo in ogni piena gran copia di ghiaie e di sassi, che si odono soffregarsi e dibatterfi: al calare poi della piena, e diminuito il moto dell' acque presso le rive, quivi si fermano per essere poi trasportati da altra piena, che sopravvenga. In questi intervalli da una piena all' altra, quanto è facile che il fiume deponga allo sbocco un qualche ammasso di ghiaie, le quali restano fuori della direzione del filone, che solo ha forza di seco rapirle! Or il fianco di muro prolungato obliquamente verso il filone, o ripiega le materie pesanti, che sopravvengono, e le ribatte al mezzo del fiume, dove dalla forza maggiore del medesimo sono tosto ingoiate e dissipate; ovvero dietro il molo si arrestano, e non passano più oltre ad ingombrare lo sbocco. L'Architetto Meda seguendo le medesime regole, aveva già accompagnato l'ultimo suo sbocco del Naviglio di Paderno con una ben disegnata fabbrica di muro; come apparisce ancora oggidì da' grandiosi suoi avanzi: ma questa si è dovuta abbandonare, per toglierne l'imperfezione della troppa caduta dello sbocco; al qual oggetto si è ora prolungato l'ultimo suo tronco, come si è detto di sopra.

Un altro vantaggio hanno gli sbocchi dilatati nel fiume col prolungamento del molo. Se lo sbocco non avesse altra larghezza che quella assai limitata e comune a tutto il canale superiore, con quanta difficoltà dalla maggior ampiezza del fiume e dalla sua corrente la barca si volgerebbe ad imboccare immediatamente quello stretto, senza urtare più volte ne' fianchi e negli speroni dello sbocco! Laddove, se la barca ha prima l'ingresso in un ampio seno formato

Vantaggi d'uno sbocco sostenuto da un Molo prolungato.

mato dall' avanzamento del molo , e senza corrente viva , che le contrasti ; in questo passaggio ella si rende tosto obbediente a qualsivoglia movimento del timone , ed alla direzione degli attiragli , senza declinare più ad un lato che all' altro nel primo incontro , che fatti del canale .



DIS-

DISSERTAZIONE I.

Se da' Laghi possano immediatamente derivarsi nuovi Emissarj di Fiume perenne , o anco ridursi a Canali regolati di navigazione , li quali sbocchino in altro Fiume , eziandio nel Mare medesimo ; e quali difficoltà s'incontrino per eseguirne il disegno .

S O M M A R I O .

Progetto di Plinio all' Imperadore Traiano di nuova navigazione dal Lago di Nicomedia . Esame dell' origine del lago . Pericolo del suo asciugamento . Esempio del Lago Gerondio . Esame e Visita fatta dagli Architetti Milanesi di tutti gli emissarj de' laghi minori . Problema ristretto ad un emissario , che sia canale regolato . Progetto antico del Naviglio da derivarsi dal Lago di Como , e sua impossibilità . Supplemento de' sostegni alla scarshezza d'acque negli emissarj , ed alla caduta . Sostegno di Governolo sul fiume Mincio . Progetto antico di rendere navigabile la Tresa , e Statuto della Città di Milano , che ne ordinò l' esecuzione .



Il problema in questi termini generali non può avere un solo scioglimento : tanta è la varietà delle circostanze , le quali ne richieggono una particolare applicazione . Il progetto poi non è nuovo , ma antichissimo , e fino da' suoi tempi proposto da Plinio all' Imperadore Traiano , cui scrivendo egli nel libro 10 delle sue Lettere , premette essere della grandezza d' un Romano Imperadore l' intraprendimento delle opere le più conducenti alla pubblica

Progetto di Plinio all' Imperadore Traiano di nuova navigazione dal Lago di Nicomedia .

uti.

utilità: *Intuenti mihi & fortune tuae, & animi magnitudinem, convenientissimum videtur demonstrari opera non minus aeternitate tua, quam gloria digna, quantumque pulchritudinis, tantum utilitatis habitura.* E fra queste preferisce il progetto di aprire e di condurre dal Lago di Nicomedia un canale navigabile fino al mare; e ne dimostra la necessità. *Est in Nicomedensium finibus amplissimus lacus; per hunc marmora, fructus, ligna, materiae & sumptu immodico, & labore usque ad viam navibus, inde magno labore, majore impendio vehiculis ad mare debebuntur.* Passa poi egli a scoprire all' Imperadore la facilità de' mezzi, e la copia de' Manuali sul poito medesimo, per conseguirne l'intento: *Hoc opus multas manus poscit; at haec porro non desunt: nam & in agris magna copia est hominum, & maxima in civitate, certaque spes omnes libentissime aggressuros opus omnibus fructuosum.* Per ciò, che si appartiene alla direzione dell' opera, si raccomanda egli a Traiano che gli spedisca sopra luogo un eccellente Idrostatico e Livellatore, per divilare con accertamento il metodo della esecuzione: *Supere est ut tu libratores, vel architectum, si tibi videbitur, mittas, qui diligenter exploret, sitne lacus altior mari; quem artifices regionis hujus quadraginta cubitis altiore esse contendunt.* La decisione della caduta, che ha il lago al mare, è la prima traccia allo scioglimento del problema. Se poi cotesto lago o da' fiumi influenti, o dalle naturali sue sorgenti potesse costantemente mantenere al canale tanta copia d'acque, quanta fosse necessaria alla navigazione, o almeno se altr' acqua in supplimento potesse derivarsi da' luoghi adiacenti, scriv' egli doverse rimettere l'esame a' Periti del paese ed agli Architetti d'acque; ed a questo proposito soggiugne trovarsi già sulla medesima direzione scavata dal Re di Nicomedia una gran fossa, la quale lascia in dubbio se siasi aperta ad oggetto di raccogliere le acque de' circostanti terreni, o piuttosto a derivarvi le acque del lago, ovvero per l'uno e l'altro fine insieme. *Ego*

per

Copia d'Operaj.

Livellatore.

per eadem loca invenio fossam a Rege percussam; sed incertum, utrum ad colligendum humorem circumjacentium agrorum, an ad committendum flumini lacum; est enim imperfecta. Nè può saperfi, se o per disperazione d'un tentativo così grande, o per anticipazione di morte siasi dal Re lasciata imperfetta: *Hoc quoque dubium, intercepto Rege mortalitate, an desperato operis effectu.* Plinio va additando all' Imperadore tutte queste vie, sulle quali gli Architetti potessero chiarirsi de' veri fatti, e regolarne l'imprendimento; giacchè alla grandezza Romana nessuna opera poteva affacciarsi o per disperata o per ardua nella riuscita: *Sed hoc ipso (feres enim me ambitiosum) pro tua gloria incitor & accendor, ut cupiam peragi a te, quae tantum coeperant Reges.*

Questa è la più succinta e ragionata informazione, la quale potesse premeditarsi, e mandarsi all' Imperadore da un faggio Governatore; ed io l'ho qui registrata, perchè niente omette di quelle regole preliminari, che sono da osservarsi in somiglianti diversioni de' laghi, e che io verrò ad una ad una dichiarando. Primieramente qualunque volta si risolva una così grande intrapresa, si esaminino da' più versati indagatori delle cose naturali la qualità del lago e la sua origine: cioè da quali acque o sorgenti o fiumi influenti alimentato sia e mantenuto il lago ad una costante altezza; e se la quantità dell'acque, che se ne vogliono derivare, venga incessantemente restituita dall' ingresso d'altrettanto corpo d'acque, che vi si intrometta; ovvero se la velocità della uscita e della caduta prevalga alla sua stabile conservazione, per non incorrere il pericolo, del quale lo stesso Imperadore Traiano scrive a Plinio: *ne, si immixtus in mare fuerit, totus effluat;* e tanto più, quanto più rapida se ne scoprisse la caduta del lago o nel mare o in altro fiume: imperocchè in tal caso si perderebbe il lago e fiume ed ogni progettata navigazione. In fatti ne' tempi vetusti e ne' moderni, quanti laghi sono asciugati da somiglianti emissarij aperti dalla umana industria! Fra' molti io ne scel-

Fossa già aperta dal Re di Nicomedia.

Esame dell'origine del Lago:

Pericolo del suo asciugamento pel nuovo Emissario.

go

Esempio del
Lago Gerondio:

go quel solo, del quale abbiamo non solamente le memorie più autentiche degli antichi Scrittori, ma ancora le vestigia. Il famoso Lago Gerondio occupava tutta la parte più bassa del Territorio Lodigiano, e da un lato stendevasi all' insù per tutta la Geradadda, e d'altro lato s'inoltrava a' confini del Territorio Cremonese. Fino al dì d'oggi si conservano da queste popolazioni i nomi antichissimi di *Medolago*, di *Riva*, di *Porto*, li quali si appropriavano al lago stesso; e veggonsi le torri e gli sbarchi; e tutta vi si riconosce la continuazione di quel grande ricettacolo d'acque per molte miglia. L'origine di questo antico lago era in que' tempi quella medesima, che in oggi forma il Lago di Como, cioè il fiume Adda, il quale entrando in quelle basse pianure della Geradadda e del Lodigiano, non aveva poi quindi un emissario proporzionato da scaricarsi tutto in Po; ma veniva anzi sostenuto da alti e continuati piani di terre, che ne impedivano lo scarico, finattanto che il fiume si fosse da se sollevato a tanta altezza da formontarli, per condursi per varie diramazioni in Po, che è il fiume più basso di tutt' i fiumi di Lombardia; e perciò il Lago Gerondio dilatavasi a quell' ampiezza, della quale a' tempi nostri se ne riconoscono le vestigia. Finalmente cadde in mente a' popoli inquietati da tante inondazioni di aprirvi un nuovo più depresso emissario in Po, quale anche al dì d'oggi chiamasi *Bocca d'Adda*, in distanza di poche miglia da Cremona; e lo scavamento fu talmente secondato dalla caduta e dalla corrente dell' acque, che il fondo della foce del nuovo emissario si abbassò a segno d'ingoiarvi tutto il Lago Gerondio, e d'incamminare stabilmente il fiume per quell' alveo stesso, quale ora noi veggiamo attraversante la Geradadda, il Lodigiano e parte del Cremonese; e però il fiume inalveatosi nella parte più bassa, lasciò al coltivamento ed alla popolazione que' tanti Territorj, che prima occupava. In questo memorabile fatto apparisce non essere lontano il pericolo temuto da Plinio, che dal nuovo emissario si

Nuovo suo
Emissario deno-
minato Bocca
d'Adda.

Effetto di to-
tale asciugamen-
to.

asciu-

asciugasse tutto il Lago di Nicomedia, ove s'incontrasse in una caduta, quale dicevasi di 40 cubiti sopra il pelo del mare.

Affai volte però la foglia degli emissarj de' laghi formata dalla natura d'un saldo collegamento di pietre, non permette il suo abbassamento sotto tutta l'altezza del lago, che tuttavia sostiene; come avviene all'emissario del Lago di Como. In questi casi si osserva che i laghi minori alimentati da sole sorgenti o da semplici influenti, non hanno mai ne' loro emissarj tanta altezza d'acque, che li renda capaci di portare le barche; perchè appunto quell'abbassamento di pelo, che è conseguente alla caduta loro e rapidità, non rimane compensato dalla sovrabbondanza dell'acque. Ma d'altra maniera dobbiamo discorrere de' maggiori laghi, quando alla origine ed ampiezza e conservazione de' medesimi vi concorrono fiumi Reali, li quali scendendo da lontani monti riempiono vastissimi ricettacoli di valli e di basse pianure, e ne sollevano il pelo a segno di aprirsi da se l'emissario, e di ripigliare il loro corso atto alla navigazione, fino a sboccare o in altro fiume maggiore o anco nel mare. Di questa natura sono ed il Lago di Como ed il Lago Verbano derivati da' fiumi Adda e Ticino: amendue restituiscono alla foce de' loro emissarj le acque di tant' influenti, li quali vi entrano, ed escono con tanta copia d'acque che nè la velocità della caduta scema l'altezza necessaria alla navigazione, nè alle barche fa tale contrasto la contraria corrente da non poterfi superare dalla forza de' cavalli a continuare la navigazione, salendo all' insù verso il lago medesimo. Questa prerogativa di rendere navigabili li suoi emissarj non può appropriarsi se non a que' laghi, li quali danno nuova origine ad un fiume Reale, che non più per balze de' monti, come prima, ma per le pianure ripiglia il suo corso e nome, ed in ogni stagione è ricco d'acque: cioèchè può applicarsi ed al Reno di Germania, che rinasce dal Lago di Lucerna, e a tant'altri emissarj, li qua-

Emissarj navi-
gabili, e loro
origine.

li

li aprono una comoda navigazione per vaste provincie .

Ma gli emissarj de' laghi minori non sonosi dalla natura resti immediatamente navigabili, sì per la rapidità della caduta, e sì ancora perchè in molte stagioni non possono dalle sorgenti di questi laghi derivarsi le acque sufficienti a quest' uso . Così nella celebre Visita fatta da' più esperti Architetti d'acque nel 1518 per ordinazione della Città di Milano, a fine di riconoscere da quali laghi si potessero aprire e derivare altri canali navigabili e comunicanti col Naviglio della Martesana fino a Milano, riferisce il Pagnano le difficoltà insuperabili, nelle quali s' incontrarono. E primieramente giunti gli Architetti al Lago di Lugano per esaminare se quinci potesse aprirsi un nuovo emissario navigabile per 6 miglia fino al Lago Lario di Como; conobbero che quello era più alto 100 braccia del pelo d'acqua del Lago Lario, e che in oltre l'intervallo di questi due laghi era attraversato da una costa altissima di monte: *Cognoverunt esse impossibile, cum sit Lacus superscriptus Lugani altior Lacu Lario brachiorum 100 cum costa altissima*. Racconta poi il medesimo Pagnano che li detti Architetti nel giorno seguente ripigliarono la Visita dal ponte della Tresa, per dove il Lago di Lugano ha il suo emissario, che va a scaricarsi nel Lago Verbano, per accertarsi se fra questi due laghi dal frapposto emissario potesse farsi la congiunzione di navigazione: *acceserunt ad pontem Tresæ, ut viderent si posset aprari ad navigandum*. Ma perchè appunto il Lago di Lugano viene formato da piccoli influenti e da scarse sorgenti; *invenerunt distam Tresam nullam fere habere aquam, & maxime impetuose labi*. Lo stesso esito incontrarono negli emissarj di tutti gli altri minori laghi di Pusiano, di Annone ec. Cotesta induzione di osservazioni conferma quello, che abbiám detto, cioè che solamente i laghi formati da fiumi maggiori possono aprirsi da se e mantenere gli emissarj proporzionati alla grandezza de' fiumi Reali, che vi entrano .

Efame fatto dagli Architetti Milanesi di tutti gli Emissarj de' Laghi minori .

Si avverta però, che questi medesimi fiumi, che dalla foce de' laghi tornano a decorrere pe' loro alvei, quali da se si sono scavati; si avverta, dissi, che quantunque sieno navigabili, com'è l'Adda ed il Ticino, non possono però chiamarsi canali regolati; ma sottoposti sono a quelle medesime escrescenze ed inondazioni e vicende de' loro corsi, alle quali soggiacciono tutt' i fiumi del mondo . Or cotesta generalità d'un qualunque emissario navigabile non è lo scopo del problema, di che ora trattiamo, il quale viene ristretto alia sola ricerca, *Se da un lago si possa artifiziosamente derivare un canale regolato di navigazione, quale veggiam cavarfi da' fiumi, a condizione che nè per eccesso d'acque soprabbondi, nè per difetto si allontani dal fine inteso* . A questo articolo si riduce tutta la difficoltà del problema proposto non solamente negli antichissimi tempi intorno al Lago di Nicomedia, ma ne' posteriori intorno al Lago di Como. Imperocchè nella stessa Relazione da noi citata del Pagnano si racconta che a que' medesimi Architetti, a' quali nel 1518 fu ordinata la nota Visita, giunti a Como, venne subito proposto il progetto di derivare dal lago presso la Città un canale regolato di navigazione, il quale attraversando le vicine alture, si conduceffe alla Città di Milano. *Venerunt deinde Comum, eo quia significatum fuerat ibidem adesse unam viam imbuccandi dictum Navigium prope Sanctum Augustinum; & viderunt eam transeundo per planum Comi juxta Ecclesiam Sancti Carpophori, qua est in costa Comi sita; intraruntque vallem fluminis Aperti, & deinde vallem Aquæ Nigræ altissimam; & consideratis multis difficultatibus, reversi sunt Mediolanum, nulla liberatione facta, eo quod esset tempus colligendi messem*.

Questo medesimo problema, il quale in que' tempi non meritò il travaglio d'un serio esame, fu messo in campo di bel nuovo da alquanti Periti, come avviene in tutte le cose umane, e proposto a' nostri giorni all' Eccellentissimo Signor Governatore di Milano il Conte Maresciallo Pallavicini, forse per frastornare indiretta-

Problema ristretto ad un Emissario, che sia Canale regolato .

Progetto antico del Naviglio di Como .

Rinnovato a' nostri tempi .

mente il proseguimento del Naviglio di Paderno, promosso dal medesimo con tanto ardore. Or quì mi nasce l'occasione di risolvere brevemente co' suoi principj questo problema tante volte agitato, e non deciso, cioè, *Se da un lago della natura e qualità del Lago di Como possa derivarsi un canale regolato di Naviglio, il quale nè per soverchia copia d'acque trabocchi ed esca da suoi argini, nè per scarsità si renda innavigabile*; e con quelle medesime semplici interrogazioni, quali allora io diressi a' Progettisti, mi spedirò da questo esame. Ricordomi adunque che in que' tempi assai volte mi feci a chiedere a' fautori di questo Naviglio, come mai disegnassero di scavare l'incile sulla riva di questo lago, ed a quale profondità, acciocchè in ogni stagione v'introducesse copia costante d'acque. Imperocchè gli è certo che il Lago di Como, ora si ritira moltissimo dalle sue rive, e si abbassa di molte braccia sotto l'ordinario suo livello, ed ora trapassa li consueti suoi confini, e si solleva a tali altezze, che s'inoltra ancora nelle più alte campagne. Cotesto avvicendamento succede più volte l'anno, ed è originato dall'escrescenze e decrescenze del fiume Adda. In tanta incostanza chi potrebbe definire la situazione dell'incile ed il suo fondamento? Quante volte l'apertura del Naviglio rimarrebbe in asciutto nelle ordinarie siccità, e quali irruzioni di piene potrebbero aspettarfi nelle solite annuali escrescenze! In qual altra parte queste si sfogherebbero, come abbiám veduto farsi da' canali regolati, e derivati da' fiumi, cioè o dalla cresta del sostegno, o dagli scaricatoj nelle parti più basse del fiume principale, in guisa che tutto l'eccesso d'acque si escluda dal Naviglio? Queste erano le più ovvie considerazioni, quali altre volte ho contrapposto a questo immaginario progetto del Naviglio di Como, oltre le altre informontabili difficoltà di attraversare col canale coste altissime di monti, e di moderarne la precipitosa caduta.

Eccettuato il progetto di *canale regolato*, non può

ne-

negarsi che da' laghi alimentati da' fiumi perenni non possa cavarfi un qualunque emissario d'acque adatto almeno per molti mesi alla navigazione, quando dalla situazione degli adiacenti piani e dalla loro moderata declività venga secondato. E questo pare il progetto di Plinio a Traiano nella derivazione dal lago al mare del nuovo emissario, il quale tanto più copioso d'acque potrebbe decorrere ed in giusta altezza, quanto più se ne limitasse l'uscita, ovvero interamente si escludesse dal primiero naturale emissario di questo lago in altra parte; com'egli soggiugne nella seguente Lettera: *Est enim & lacus ipse satis altus, & nunc in contrariam partem flumen emittit, quod interclusum inde, & quo volumus, aversum, sine ullius detrimento, lacus tantum aque, quantum nunc portat, effundet*. Che se ancor questo tentativo andasse a voto, Plinio si volge ad altro spediente di far buon uso dello stesso primo emissario, ossia fiume, ch'egli quì suppone navigabile, conducendo una fossa d'acqua stagnante dal lago fino a poca distanza dal fiume, in modo che la fossa non iscaricasse nel fiume, ma fosse navigabile fino a quel termine, di dove con facile e breve tragitto si trasportassero le merci a ricaricarsi nel fiume: *Potest enim lacus fossa usque ad flumen adduci, nec tamen in flumen emitti, sed relicto quasi margine contineri pariter & dirimi: erit enim facile per illam brevissimam terram, quae interjacebit, onera advecta fossa transponere*. Quando avesse luogo questo progetto, si toglierebbe, dic'egli, il pericolo, *ne commissus flumini, arque ita mari, lacus effluat*. Egli è vero che conobbe Plinio l'imperfezione di somigliante tragitto per terra, quantunque brevissimo; e confessa che non vi s'indurrebbe, se non in caso di necessità, dalla quale spera di poterne campare: *Quod ita fiet, si necessitas coget; & spero non coget*. Perciò ritorna egli prettamente al suo primo pensiero di render navigabile il suo nuovo emissario fino al mare; e va al riparo con molti partiti e suggerimenti al suo primo timore, che l'emissario debba alcuiare il lago;

Emissarij perennemente alimentati da' Laghi.

Altro ripiego proposto da Plinio.

Timore di vomitamento del Lago.

Condizione de' Laghi non applicabile alle derivazioni da' Fiumi.

P

go;

Progetto di cateratte per moderare la caduta dell'acque.

go; e quando ancor questi fossero incerti, ricorre all'ultimo delle cateratte, che reputa il più idoneo: *Quorum si nihil nobis loci natura praestaret, expeditum tamen erit cataractis aquae cursum temperare*. Qual concetto egli si avesse di coteite cateratte, e come si applicassero al sostegno dell'acque, non si può battantemente comprendere dalle sue parole; e molto meno si sa che a que' tempi nota fosse l'invenzione de' sostegni amovibili, de' quali noi facciamo tant' uso per frenare le soverchie cadute de' canali manofatti, ed abilitargli al passaggio delle barche. Certo è che fra tanti monumenti, che tuttavia ci rimangono, delle ardite intraprese de' Romani nella condotta di nuovi fiumi, non ce ne resta vestigio di questa a noi tanto familiare invenzione. Ma qualunque fosse il pensiero di Plinio, non si arrega però egli di farla quì da Idrostatico: *Verum hæc & alia multo sagacius conquiret, explorabitque librator, quem plane, Domine, mittere debes, ut polliceris; est enim res digna & magnitudine tua, & cura*. Ho esposto un po' stesamente gli svariati tentativi, che si progettaron in quella prisca età seconda di tante invenzioni, acciocchè si vegga e quanto ardua sia coteita intrapresa di cavare immediatamente da un lago un canale navigabile, e quando un somigliante progetto non v'abbia punto di luogo: nè io con altro fine, che quello d'illustrare questa materia, sono ito seguendo le tracce di Plinio. Vero è però, che se a' tempi di Traiano fosse stata nota l'utilissima invenzione de' sostegni, quali noi praticiamo, molte delle opposte difficoltà si farebbero o diminuite o scansate. E primieramente non era da temersi che dal Lago di Nicomedia nel nuovo artificiale emissario non si tramandasse un corpo d'acque capace di navigazione; onde a quest' uopo fosse necessario o il chiudimento dell' opposto naturale suo emissario, come si è detto di sopra, ovvero il raccoglimento di tutti i rigagnoli, per dove aveva a condursi la nuova fossa, come accenna lo stesso Plinio: *Praterea, per id spatium, per quod fossa faciendâ est, incidunt rivi, qui si diligenter colligantur,*

Invenzione de' sostegni incognita a' Romani.

augebunt illud, quod lacus dederit. L' uso de' sostegni da rimuoversi alternatamente e chiudersi, ed interpolti con giusti intervalli nel canale del nuovo emissario, farebbe quell' effetto, che già disse il Guglielmini farsi da' sostegni in qualsivoglia altro canale, cioè, *che con debolissimi corsi d'acqua si possa rendere navigabile da ogni sorta di barche, trattenendo l'acqua, ed obbligandola ad alzarsi di pelo fino a quel segno, che può soddisfare al bisogno*; ed allo stesso tempo provvedendo al transito delle medesime.

Simigliantemente da tali sostegni s'impedirebbe l'altro temuto disordine che tutto il lago scorresse nell' emissario più basso, e si esaurisse: *ne totus effluat*. Ne abbiamo gli esempj ne' canali della Lombardia nostra, e segnatamente nel lago inferiore di Mantova. Il suo emissario forma il Mincio, che va a scaricarsi nel Po pel corso di 13 miglia, e con tanta caduta, che nell' ordinario suo stato si attrarrebbe tutta l'acqua del lago, riducendola ad una semplice e bassa inalveazione attraverso il suo fondo. Per mantenere stabile la navigazione dal lago pel Mincio in Po, dagli antichi Duchi di Mantova si fabbricò nello stesso fiume emissario un sostegno in distanza di 12 miglia dal lago e dalla Città; dal qual sostegno, non meno il Mincio, che il lago stesso si alzasse di pelo, e si rendesse idoneo a portare le barche. Con quest' arte quanta comunicazione di navigazione potrebbe aprirsi da tanti laghi, de' quali abbonda la nostra provincia in quella parte, che confina cogli Svizzeri, e pe' suoi emissarj si scaricano l'uno nell' altro, fino ad inoltrarsi ne' fiumi primarj del Ticino e dell'Adda!

Una sola considerazione farebbe quella, la quale potesse porre in qualche esitanza la deliberazione, cioè, se l'utilità corrispondesse alle spese dell' intraprendimento, ovvero della manutenzione; giacchè la prevalenza del maggior bene pubblico è sempre l'unico oggetto della umana prudenza. Fra tanti laghi, li quali pe' suoi emissarj comunicano col Lago Maggiore, penso che il solo di Lugano sia da preferirsi ad ogni altro, al solo fine di

Sostegno di Governolo per conservare la navigazione del Lago di Mantova.

congiugnere la sua navigazione col Lago Maggiore pel suo emissario denominato la *Tresa*. Imperocchè il Lago di Lugano e pel vasto suo circuito di molte miglia, e per la copia de' boschi, da' quali vi si possono agevolmente trasportare i legnami coll' uso de' torrenti, ch' entro vi sboccano, e molto più per la quantità delle merci, le quali da quel lato o ci vengono dalla vicina Elvezia, o da noi si mandano colà, di que' generi, de' quali noi abbondiamo, di vino, di frumento, di sete, di lini ec.; cotesto lago, disse, aprirebbe un dovizioso commercio col Lago Maggiore e col Ticino e col nostro Naviglio grande fino a Milano, quando il fiume *Tresa*, che n'è l'emissario, si rendesse navigabile. Il pensiero non è nuovo, ma antichissimo, fino da quando nel 1518 la Città di Milano, come ho detto, spedì in ogni parte eccellenti Architetti a promuovere la navigazione da tanti laghi minori ne' due primarj di Como e del Ticino. Egli è vero che da' medesimi Ingegneri al progetto della *Tresa* vi si fece più d'una eccezione: *Accesserunt ad pontem Tresiae, ut viderent si dicta Tresia aptari posset ad navigandum a Lacu Lugani ad Lacum Verbanum; & invenerunt dictam Tresiam nullam fere habere aquam, & maxime imperuose labi*. Due eccezioni, le quali in una corsa fuggitiva non furono da' medesimi poste all' esame, almeno quanto richiedeva l'importanza dell' affare. Primieramente nella maggior parte dell' anno la *Tresa* corre copiosa d'acque, come a tutti è noto: ciocchè farebbe d' avanzo all' utilità della navigazione. Oltre di che, ancora ne' tempi di maggiore scarsezza d'acque sottentrerebbe l'artificio delle conche a fare, come abbiain detto più volte col Guglielmini, *che con debolissimi corsi d'acqua si possa rendere in ogni tempo navigabile da ogni sorta di barche*. Quanto all' altra eccezione dell' *imperuose labi*, si risponde che il Naviglio di Bereguardo diramato dal Naviglio grande, non ha minore caduta di quella del Canale della *Tresa*; e ciò nulla ostante in quello si è già da tanto tempo stabilita la navigazione con undici conche frapposte con

brevi

Progetto di rendere navigabile la *Tresa*.

brevi intervalli, tra' quali le barche salgono e scendono con facile tragitto. La spesa poi di tanti moltiplicati sostegni nel Naviglio della *Tresa*, farebbe a molti doppi compensata dalla utilità del commercio, che quindi senza paragone se ne deriverebbe maggiore di quello, che possa trarsi dal presente Naviglio di Bereguardo, finora rivolto ad una limitata navigazione di vino da trasportarsi poi colli carri fino al Ticino. Certo è che la Città di Milano ha sempre risguardato l'emissario della *Tresa* come un capo rilevante di commercio e di navigazione; ed al capo 319 del suo antico Statuto ne ordinò l'esecuzione, come riferisce il Giulini nel tomo 2 delle Aggiunte, alla pagina 594: *Quod provideatur, si fieri potest, ut fiat Navigium fluminis Tresiae, ita quod fluat ad Civitatem Mediolani*.



DISSERTAZIONE II.

*Della origine del continuo alzamento de' Laghi,
e del regolamento de' loro Emissarj.*

S O M M A R I O.

Sostegni di mulini e di pescaie all'imboccatura degli emissarj, e loro effetto di continuo alzamento. Legge pubblica governativa, che ne vieta l'uso. Livello de' Laghi regolato dalla soglia degli emissarj. Regole da osservarsi nell'uso delle steccaie, e dove si possano permettere, e dove no. Alzamento del fondo oltre la linea del ringurgito, e soltanto interrotto da nuove cadute. Regole false, non meno nella collaudazione, che nella condanna delle pescaie e de' mulini sul corso degli emissarj. Esempio dell'emissario del Lago di Varese e di Como.



Nuovo fenomeno d'alzamento di livello ne' Laghi.

Proposito degli emissarj de' laghi non posso quì omettere di fare un qualche cenno del loro regolamento in quella parte, che concerne l'utilità pubblica, e di ricercare donde avvenga un generale disordine de' nostri laghi, il quale sempre più va crescendo. Imperocchè si è fatta querela oramai comune di tutt'i Terrieri fronteggianti de' laghi, che questi continuamente si alzino di livello, ed inondino quelle campagne, le quali negli andati tempi erano sempre state asciutte e coltivabili, e per tali descritte nel Regio Censimento; ed in oggi divenute stabilmente paludose, e di nessun frutto, fuorchè di sterili canne. Molto più poi in occasione di piene il traboccamento de' laghi sulle campagne si rende nocivo, e di una estensione da non potersi più tollerare. Nè può riferirsi questo disor-

dine ad una legge nuova della natura, per la quale da qualche tempo in quà sienfi accresciute le piogge e le acque, che scendono da' monti: essendo manifesto che le vicende della natura sono sempre regolate con il medesimo eccesso e difetto; e soltanto vanno crescendo le alterazioni, che procedono dall'abuso degli uomini.

La prima origine di sì grave disordine nasce dall'avarizia di quelli, li quali si arrogano un arbitrio dispotico degli emissarj de' laghi ad uso privato de' mulini e delle pescagioni. Alla imboccatura di questi emissarj, e dove comincia la prima loro caduta e sfogo libero, vi piantano sostegni di mulini, e steccaie di pescagione, le quali già per se stesse rialzano stabilmente il pelo ed il livello del lago. Ma quì non finisce tutto il male. I sostegni e le traverse, com'è naturalissimo, fermano le arene e le ghiaie, che sempre decorrono alla bocca dell'emissario; ne rialzano il fondo, e seppelliscono prestamente sotto le arene la traversa medesima: ciocchè obbliga a nuovo rialzamento e delle pescaie e de' sostegni e de' nervili de' mulini; e questo trito giuoco non finisce mai, perchè rimane sempre viva e perseverante la cagione dell'interramento de' sostegni e della necessità di rialzarveli. In prova di che riferirò quì quello, che mi è avvenuto di osservare; cioè che dovendosi rifabbricare un mulino alla bocca di un emissario, e ristabilirne i fondamenti, si vide da me e da tutti gli astanti, quante travi si fossero in pochi anni sovrapposte l'una all'altra, per sollevare dalle deposizioni del suo fondo il nervile del mulino, e per conseguenza il livello di tutto il lago, il quale sempre si accompagna col livello della bocca dell'emissario. Or costesti successivi alzamenti, quando d'un braccio, e quando di due e più, quanta estensione d'allagamento facciano in tutto il circondario del lago, e quanti terreni rendano incolti e paludosi, è facil cosa l'immaginarselo. Si contrapponga ora il danno immenso, che se ne deriva, col leggierissimo vantaggio o della pescagione o della macinatura; e si decida, se questo possa prevalere

Sua origine.

Continuo alzamento della bocca dell'Emissario.

re al provento di molte migliaia di pertiche di terreno, le quali perciò si sottraggono alla coltura. E questa considerazione tanto più ha luogo nella Lombardia nostra, quanto più quivi veggonsi sparfi e moltiplicati i laghi, e più frequente è l'occasione del danno pubblico.

Legge pubblica
Governativa.

Dico adunque che vogliono interdetti da legge pubblica di buon governo tutti cotesti ostacoli allo sfogo libero de' laghi: dico che a nessun privato possessore compete il diritto di poter alterare lo stato de' medesimi laghi, qual'è stabilito dalla natura; e dico finalmente che non in altra maniera può ora rimediarsi al generale disordine già introdotto, fuorchè con una Visita Governativa, nella quale in vista del solo pubblico bene, si giudichi, quali di questi manofatti sostegni si possano permettere, e quali si debbano assolutamente togliere di mezzo ed interdirti. Nè io sono di questi tanto nemico, che non ne riconosca in molte circostanze la pubblica loro e privata utilità: condanno solamente quelle traverse negli emissarij, le quali si piantano senza regola, e dove solamente torna meglio a qualche privato interesse, che che ne avvenga del pubblico danno; e perciò io soggiungo quì alquante avvertenze, le quali sieno di scorta a' Periti, quando vengano richiesti del loro parere.

Livello de' La-
ghi regolato dal-
la foglia degli
Emissarij.

Primieramente l'imboccatura degli emissarij, di dove ha principio lo scarico de' laghi, non può essere in verun conto alterata da pescaie o da qualsivoglia altro ostacolo. La ragione si è perchè dal fondo della bocca dell' emissario più o meno alto, dipende la variazione di tutto il livello del pelo d'acqua del lago, e lo scarico maggiore in tempo delle piene. Or quì è appunto dove si affollano pescaie e chiuse e reti, più che in ogni altra parte: come mi è avvenuto ultimamente di vedere nell'imboccatura dell' emissario del Lago di Varese; perchè appunto la pescagione suol farsi quivi più copiosa, massimamente di tutto quel pesce, che da' laghi in certe stagioni entra nell'acqua corrente degli emissarij. E da questa inavvertenza ed inganno comune ho notato derivarsi da alquanti

anni

anni l'alzamento stabile di tutto il lago, e l'occupazione degli adiacenti terreni, li quali prima erano coltivati ad uso o di praterie o di seminagione. Schiantinsi adunque da tutte le imboccature degli emissarij e pali e traverse e pietre gittatevi a bello studio; e si restituisca il loro fondo a quel medesimo livello, che ha stabilito la natura.

Ma ciò non basta. Si vogliono parimente interdire e mulini e pescaie dall'imboccatura venendo all'ingiù, per tutto quel tratto di canale, sia d'un mezzo miglio, sia d'un miglio e più, fin dove il fiume decorre con moto uniforme, e senza interposte nuove cascate, le quali diano al suo corso altra nuova accelerazione. Ed in questa parte tanto più famigliare è l'inganno degli Architetti, quanto più occulta a molti si è la ragione di cotesto divieto, la quale poi è quella medesima, che adducono gl' Idrostatici più rinomati, e tra questi l'Abate Grandi nella dissertazione circa l'alzamento d'una pescaia nel fiume Era: cioè, perchè qualsivoglia sostegno fermando immediatamente le materie, che sopravvengono, queste servono d'appoggio alle altre susseguenti; e così via via si rialza tutto il fondo fino all'origine del fiume, che è quì l'imboccatura dell' emissario; e conseguentemente sopra il fondo vecchio si ristabilisce altro nuovo letto con situazione quasi paralella al primo. Sebbene la successiva propagazione all' insù di questo effetto s'interrompe soltanto allo scontro di qualche notevole caduta del fiume, dalla quale si dissipi l'avanzamento di qualunque nuovo arreto di materie.

Mulini e So-
stegni interdetti
dalla bocca de-
gli Emissarij:

Sul fondamento di questa osservazione e dottrina si può quindi fissare una regola generale del dove e quando si possano approvare dagli Architetti e sostegni e mulini sul fondo de' fiumi emissarij, e dove no. Il collocamento di questi sarà riservato solamente a quel tratto, nel quale il fiume dietro varie, ancorchè piccole, naturali sue cadute, ovvero dopo una notevole cascata da piano più alto, interrompe l'uniformità del suo corso, e quasi

Dove si possano
permettere.

da

da nuova origine ripiglia più accelerato movimento, che non ha più connessione col primo. In tal posizione, quando l'alzata della chiusa non uguagli le superiori cadute, ma la cresta di questa rimanga molto al di sotto di quelle; l'arreto delle prime materie non può servire d'appoggio alle sopravvenenti, e così propagarsi sempre all'insù l'alzamento del fondo. Imperocchè le superiori cadute dell'acque dissipano prestamente qualsivoglia nuovo intreccio di ghiaie, e ne impediscono il progresso, senza risentirne pregiudicio l'imboccatura dell'emissario.

Visita dell'Emissario di Bardello:

Tutta questa teoria derivata dalle osservazioni e sperienze, venne confermata nella Visita da me fatta col Signor Giudice delle Strade nello scorso 1755 all'emissario del Lago di Varese, denominato il fiume *Bardello*, il quale va a sboccare nel Lago Maggiore: quivi ho potuto agiatamente osservare li differenti effetti, che si producono da simiglianti chiusa in situazioni diverse. Dove dalla prima imboccatura di questo lago il corso del fiume è equabile, non interrotto da notabili cadute pel tratto d'un miglio o due, le traverse vi fanno deposizione ed alzamento di materie, maggiore bensì presso l'impedimento, e sempre alquanto minore all'insù, ma tale, che se ne propaga l'alzamento fino all'imboccatura dell'emissario: ciocchè si dimostra da un altro mirabile effetto. Imperocchè le livellazioni più volte replicate in diverse Visite, ci hanno già fatto palese che il suo fondo per la lunghezza di quasi due miglia non è declive, ma acclive, e dalla foglia dell'emissario va salendo sempre all'insù, con tale e tanto ringurgito all'imboccatura, eziandio nello stato d'acque basse, che dove quì il pelo dell'acqua si mantiene in altezza di cinque o sei braccia, poco dopo si va gradatamente diminuendo fino a mezzo braccio. Cotesta acclività del fondo non può essere superata, se non da un'altezza straordinaria del lago, massimamente nelle sue piene; e da questo disordine se ne deriva lo stato infelice di tutte le terre fronteggianti.

Suo fondo acclive.

Si

Si è osservato in oltre che le chiusa attraversanti di varj mulini costrutti nell'ultimo suo tronco verso il Lago Maggiore, non vi fanno il menomo alzamento al fondo superiore; perchè le notabili cadute del fiume, sotto le quali sonosi costituiti i mulini, distruggono con nuova più vigorosa corrente qualsivoglia effetto dell'apposto impedimento, e mantengono il primiero stato dell'alveo, senzachè le deposizioni, che vi si fermano all'intorno, possano inoltrarsi a formontare le stesse cadute. E questo fatto, che è comune a tutte le osservazioni d'altri emissarj, conferma la precedente regola, la quale non esclude da' fiumi emissarj le pescaie ed i mulini, se non dove il loro sostegno del fondo può propagarne l'alzamento fino alla foglia dell'emissario.

Regola nella situazione delle Pescaie.

E quì mi si apre il campo di scoprire una famigliare equivocazione, nella quale talvolta inciampano gli Architetti, quando si fanno a collaudare, com'essi parlano, una qualche nuova chiusa o di mulino o di pescaia sul fondo d'un canale emissario di lago. Considerano eglino soltanto, se la linea orizzontale condotta dalla cresta della nuova chiusa, che si disegna, vada a terminarsi alla foglia dell'emissario, ovvero se vada a battere molto al di sotto della medesima. Nel primo caso decidono che l'ostacolo della chiusa farà ringurgito alla bocca dell'emissario, ed impedimento al libero ingresso dell'acque del lago: nel secondo caso, ove non ha luogo la linea del ringurgito, dicono che lo sfogo del lago non farà punto diminuito. Ma quì debbono eglino riflettere che l'effetto dell'impedimento alle acque non è solamente originato dal ringurgito, ma dall'alzamento continuato del fondo fino alla bocca, e che questo alzamento si può stendere più in là del semplice ringurgito, cioè o fino all'origine dell'emissario, o fino ad altra chiusa anteriore, o ad altra naturale caduta, che ne interrompa il corso; e quando non intervengono queste circostanze, la sperienza c'insegna che le prime deposizioni, le quali in maggior copia si ammassano al piede della nuova traversa, appoggiano quelle, che sopravvenono; e cotesto continuato lavoro non finisce, se non ove dal la-

Regola falsa.

Alzamento continuato oltre la linea del ringurgito.

go

go s'imbocca il canale, rialzandone il suo fondo proporzionatamente. Quello più occulto effetto s'ignora dalla più parte di quegli Architetti, li quali sono proclivi ad approvare quella tanta molteplicità di mulini e di pescaie attraversanti gli alvei de' fiumi, calcolandone l'impedimento dalla sola regola del ringurgito; e se io avessi ad esaminare alquanti mulini permessi negli ultimi tempi o sul fiume Lambro o sull' Oltona od altrove, potrei dimostrare quanto alzamento di fondo in pochi anni abbiano operato nelle parti ancor lontanissime dal semplice ringurgito, ed a quante inondazioni sieno ora soggette quelle campagne, le quali per la distanza dal nuovo sostegno parevano esenti da così nocivo effetto.

Ma perchè chi scrive a pubblico ammaestramento, come ho accennato altre volte, egli è in debito di non diffimulare gli errori, ne' quali incautamente sono incorsi ancora gli stessi Professori per mancanza o di speranza o di teoria; nè in altra guisa può promuoversi la scienza dell'acque, che con la scorta delle osservazioni e de' fatti medesimi; farò in questa mia digressione un breve cenno de' danni pubblici, li quali tuttavia si soffrono nel regolamento de' mulini e delle pescaie su' fiumi, e quando contro ogni regola si permettono, e quando senza regola si escludono.

Abbiamo il primo esempio nel fiume Lambro, al quale attraversante il Naviglio della Martesana a Carzenzago, li nostri antichi Architetti apersero un amplissimo scarico di dodici sfogatoj sulla riva opposta, acciocchè ne assorbissero immediatamente la piena, e la restituissero nell'alveo inferiore continuato del medesimo fiume. Ma quando ne' primi tempi fu disegnato cotesto sfogo, il fondo del Lambro inferiormente al Naviglio, era molto più depresso, ed al di sotto delle foglie degli scaricatoj, li quali perciò ne scaricavano la piena con più di rapidità e di copia; onde prestamente alleggerivasi il Naviglio, e riducevasi allo stato suo. Ma ne' tempi posteriori sonosi permessi sullo stesso letto del Lambro due mulini in poca distanza da' mentovati scaricatoj, cioè il primo in distanza

poco

poco più di mezzo miglio, e d'un miglio il secondo. Non può figurarsi abbastanza, se non da chi trovasi sulla faccia del luogo, quale alzamento del fondo superiore di tutto l'alveo fino al piede de' medesimi scaricatoj abbiano operato i sostegni posteriori de' mulini, e quanto ne abbiano diminuita la caduta, la velocità e lo sfogo della piena, la quale non interamente scaricata dal Naviglio, si conduce con esso sotto le mura della Città a farvi inondazioni. Nè di cotesto difetto possono incolparli li primi Architetti del Naviglio, ma soltanto li posteriori, li quali permisero i mulini in questa situazione, senza antivederne le conseguenze. Ma delle cose una volta malfatte non se ne può sperare l'ammenda col distruggerle: troppi interessi concorrono a sostenerle. A me basta che taluno de' Professori in passando da questi scaricatoj, riconosca l'errore; acciocchè non si rinnovi troppo frequentemente in altri casi simiglianti; siccome a costo di tante inondazioni delle campagne sotto la Città, sperimentiamo le conseguenze dell'abuso in altri mulini, non ha gran tempo, costrutti sul Lambro inferiore, e ne' sostegni attraversanti il canale Redefosso: ciocchè più stesamente ho dimostrato in altra mia trattazione stampata intorno le origini delle inondazioni, alle quali è sottoposta la nostra Città.

Il contrario disordine accade, quando gli Architetti procedono alla condanna ed alla demolizione di que' mulini o di quelle pescaie, alle quali non può attribuirsi alcuna rea conseguenza; e finattanto che in queste deliberazioni si vorranno fare decisioni senza scorta di regola certa ed universale, cotesta incostanza di pareri si farà pur troppo famigliare a danno di molti. Ma giacchè ad un pratico insegnamento più conferiscono gli esempi ed i fatti passati che qualunque sublime teoria, verrò qui riferendo quanto si declinasse dall'originario rimedio nella riparazione intrapresa, non molti anni sono, dell'emisario del Lago di Como. Le inondazioni di questo lago ogni anno si erano fatte sempre maggiori, e nocive, non

so-

Contrario disordine nella condanna d'altri.

Collaudazione erronea di nuovi Mulini sul Fiume Lambro.

folamente alla Città, ma a tutte le popolazioni del grande circuito del lago; e se ne riferiva da' più intelligenti la cagione all' alzamento del fondo del suo emissario sotto il ponte di Lecco, ed all' otturamento di molti de' suoi archi, pe' quali restava impedito lo sfogo. Il Ministro Plenipotenziario di que' tempi il Signor Conte Cristiani delegò un Professore Perito a scoprirne l'origine. Due erano le vere cagioni del continuo alzamento della bocca dell' emissario. La prima era naturale proveniente

Prima origine dell' alzamento dell' Emissario.

da un vicino torrente, che sboccando nel lago, vi conduce gran copia di arene e di ghiaie, le quali dalla corrente dell' acque portate a fermarsi dinanzi l'imboccatura, vi formavano ridossi, e quà e là sparfe ifollette, che si diramavano fin sotto gli archi del ponte, e ne sostenevano il passaggio dell' acque; e questa, ch' era la primaria cagione, fu da principio trascurata; nè vi si pose mano a levarla o diminuirla, se non dopo molte altre prove inutilmente tentate. La seconda cagione della continua deposizione di materie sul fondo dell' emissario era artificiale, introdotta dalle tante pescaie denominate *Gueglie*, le quali ad arbitrio de' possessori dietro gli archi del ponte dell' emissario per lunghissimo tratto all' ingiù si facevano attraversare la corrente dell'

Seconda origine.

Pescaie quali nocevoli e quali no.

Adda. Era facil cosa decidere che queste impedivano il trasporto delle materie, le quali entravano dall' emissario; e massimamente quelle, che si erano erette in poca distanza dagli archi. Ma nel corso così lungo di molte miglia, che fa l' Adda da Lecco fino a Brivio, non tutte potevano stendere la loro azione tanto all' insù fino all' imboccatura del lago, attese le svariate cadute, dalle quali in così lungo viaggio resta intercetto il suo corso; e questo appunto era il discernimento, onde si conveniva circoscrivere il parere del Professore. Ma egli all' opposto comprese indifferentemente nella sua condanna ancor tutte quelle pescaie e gueglie, come dicono, che essendo piantate sul fondo dell' Adda molto al di sotto di quelle notabili cadute del fiume, cioè della Rab-

Errore nella condanna di tutte.

bia

bia e dello sbocco del Lago di Olginate e simili, non potevano in conto alcuno propagare all' insù l'arresto delle ghiaie e l' alzamento del fondo; e per conseguenza a norma del parere del Perito d'Ufficio, che pur troppo fuole autorizzarsi anche in cause gravissime, come un giudizio irreformabile, inconsideratamente si distrussero le pescaie tutte; e con esse si è tolto un grandioso capo di commercio utilissimo allo Stato nostro, e che in molta parte poteva sussistere senza la menoma alterazione dell' imboccatura dell' emissario. Nè da quel tempo a' nostri giorni si è rimediato al disordine, sì perchè a distruggere bastano pochi guastatori; laddove a riedificare vi si richieggono troppe braccia de' concorrenti; e sì ancora perchè non da tutti se ne vede il disordine; e talvolta lo stesso sconcerto viene favorito da altri contrarj interressi. Certo è che di quella ricca pescagione, la quale era sol propria del nostro Dominio, vi entrano ora a parte i popoli confinanti sull' altra riva, a' quali ha giovato l' errore dell' Architetto.

E quì è da notarsi un altro fallo d'incoerenza praticato ne' tempi posteriori dopo la generale condanna. Imperocchè sonosi poscia permesse e reti e pescaie sotto gli archi del ponte dell' emissario, ed in poca distanza da' medesimi, cioè in quelle situazioni, dov' erano da distruggerli unicamente: quando poco prima si erano interdetto ancor quelle, le quali, come abbiam dimostrato, non avevano la menoma influenza all' alzamento del fondo dell' Adda fino all' imboccatura dell' emissario.

Incoerenza.

Dopo la condanna di tante pescaie, nella quale furono involte egualmente le ree e le innocenti, si avvidero finalmente in quello stessissimo tempo i Signori Comaschi che la Città era soggetta, come prima, alle inondazioni, e che il lago ancor nello stato suo ordinario usciva dal solito livello, nel quale erasi sempre contenuto; ed allora più chiaramente conobbero che la cagione primaria dell' impedimento allo scarico dell' emissario

fario

osservazione
vera posterior-
mente fatta.

ario era il grande ammassamento di ghiaie ed arene, qual erasi fatto alla sua imboccatura da' vicini torrenti, come si è detto. Si rivolsero adunque a torre di mezzo cotesto ostacolo, e ad abbassare la foglia degli archi ed il successivo fondo dell' Adda per qualche tratto; e la speranza de' primi anni insegnò loro qual fosse una almeno delle primarie origini delle inondazioni della Città. Ma perchè questo effetto d'un continuo alzamento di livello era parimente connesso e conseguente dalle materie, le quali dallo sbocco de' più prossimi torrenti si trasportavano nel lago, e quindi all' imboccatura dell' emisario si spingevano dalla corrente; stabilirono in que' tempi l'ottimo e necessario provvedimento d'un' annuale manutenzione di questo medesimo spurgamento. Sebbene in tutte le umane cose il disimpegno dal pubblico bene, e l'interesse privato fanno tralignare dalle prime istituzioni: onde io temo assai che già in parte sia ita in dimenticanza la diligenza e la sollecitudine della progettata manutenzione; e temo in oltre che già sotto gli archi del ponte si permettano steccate, le quali non meno fermano le reti che le materie.

