
SOPRA LA COSTRUZIONE

DELLE CHIUSE PER LA DERIVAZIONE
DE' CANALI REGOLATI

Del Sig. FRANCESCO BERNARDINO FERRARI.

PRESENTATA

Dal Sig. CAVALIERE LORGNA.

IL grande uso, che si è sempre fatto già da varj secoli delle acque qui nella nostra Lombardia, e per la navigazione, e per la irrigazione, e il grande vantaggio, che da esso ne proviene, ha anche portato con se una certa necessità di pensare a quelli mezzi, che ce l'ottenessero, e nel medesimo tempo più certo, e più facile lo rendessero. E quindi poi ne è derivato, che la scienza idraulica si è tanto palefata, e propagata praticamente con innumerevoli, e stupende opere, che io non esiterei a dire, che nel solo Milanese ve ne siano tante, e tali, non solo da muovere la invidia, e la curiosità agli estranei, ma ancora che possano bastare a darci lume abbondante per la costruzione di ogni sorta di opere idrauliche, senza avere bisogno di andare in lontani paesi a cercarne gli esempj.

La verità di questa mia asserzione credo, che si vedrà in parte dichiarata in questa mia dissertazione, nella quale intendo di discorrere del modo di formare le chiuse, che devono servire per derivare un'acquedotto regolato da un fiume, o da qualsivisa altro acquedotto maggiore: della qual cosa questo Stato ce ne dà moltissimi esempj, e luminosi, che mi serviranno di guida, e di fondamento.

Se allorchè si vuole derivare un nuovo canale da un fiume si incontrasse sempre la circostanza, di avere il nuovo acquedotto una pendenza non minore di quella dell'altro, e proporzionata, ossia adattata al loro rispettivo corpo d'ac-

qua dopo la separazione, e il fiume fosse veramente con fondo e rive stabili; ovvero se la pendenza del nuovo canale fosse bensì minore, ma il fiume si mantenesse sempre fra le sue sponde stabili con un corpo d'acqua così alto, che costantemente vi riuscisse sulla foglia del nuovo incile quella altezza d'acqua, che abbisogna a formarne quella quantità, che si vuole derivare; allora con facilità, e con poco studio se ne potrebbero fare le diversioni; nè vi sarebbe molto bisogno di fare e le chiuse, e gli scaricatori, ed altre fabbriche di simil genere per ottenerne una derivazione sicura. Questo lo vediamo succedere chiaramente in tante estrazioni, che si fanno dalli nostri Navigli, e dalla Muzza, ed altrove di grandi, e piccoli acquedotti per la irrigazione de' terreni; e più ancora lo possiamo vedere nel Naviglio Grande dove si dirama a formare l'altro Naviglio, che si chiama di Bereguardo, e nella derivazione dall'Adda dell'acquedotto di Vailate di contro a Vaprio, e dell'altro de' Signori Cremaschi chiamato il Ritorto di contro Casfano.

Ma simili circostanze si trovano di raro, massime per le derivazioni grandi; e perciò d'ordinario bisogna pensare a costruire qualche edificio, che ne assicuri la estrazione col correggere, e moderare quelle altre circostanze, che sono contrarie alla sicurezza della stessa derivazione. E siccome per avere una stabile derivazione è chiaro, che la massima principale, se pure non è la sola, è quella di avere sempre obbligata l'acqua del fiume ad entrare nel nuovo canale in quella altezza, che sia sufficiente al bisogno; così sarà egualmente chiaro, che le opere da farsi dovranno essere di quella natura, e che introducano l'acqua nel nuovo canale nella bisognevole quantità, e che levino nel medesimo tempo al fiume il modo di sfuggire, e perdere questo necessario legame. E perchè li principali impedimenti alle derivazioni sono ordinariamente la maggiore pendenza nel fiume, che nel nuovo canale, e la poca altezza dell'acqua; perciò si fa ancora manifesto, che uno scopo principale di quelle fabbriche debba essere di moderare la pendenza del fiume, e nello stesso tempo di alzarne il suo corpo d'acqua in maniera che colla combinazione delle diverse circostanze de' casi, e degli effetti delle fabbriche si formi come un equilibrio tra il flu-

me, ed il canale di derivazione, per cui non possa succedere, che sia la derivazione nè in tutto, nè in parte abbandonata.

Tutto questo si vede chiaramente come si ottiene col comune mezzo delle Chiuse, o siano Pescaje, o Stramazzi, come sogliono chiamarsi da diversi, le quali per loro proprio ufficio imbrigliano il fiume, e gli sminuiscono la pendenza, e gli alzano il letto, e l'acqua, e così l'obbligano a divertirsi dal suo corso. Sarà dunque la costruzione di una chiusa il principale scopo per la derivazione di nuovo acquedotto, quando ci manchino quelle circostanze favorevoli sopraccennate, le quali ci permettano di farne senza.

Dall'ufficio, che deve fare una chiusa parmi, che facilmente si deducano le condizioni, che deve avere perchè sia fatta bene: cioè sarà situata, e diretta in maniera, che si introduca facilmente l'acqua del fiume nel nuovo canale, e nel medesimo tempo si lasci sfogo per lo stesso fiume alle acque soprabbondanti, ed avrà quella altezza, che basti a levare al fiume tanta pendenza quanta ne abbisogna, perchè il corso dell'acqua si mantenga e nel nuovo condotto, e nel letto inferiore del fiume stesso, e mantenga l'acqua sulla foglia dell'incile in quella altezza, che si brama. E quindi ne viene, che per la costruzione di una chiusa di questo genere le cose prime, e necessarie da considerarsi faranno la sua altezza, la sua situazione, e la sua direzione.

Per determinare l'altezza di una chiusa bisognerà prima di ogni cosa, che si fissi il livello della foglia dell'incile a quel segno, che le circostanze particolari del canale di derivazione ricercheranno, acciocchè questo abbia la necessaria, ed adattata pendenza; indi si misuri l'altezza, che avrà questa foglia sopra il fondo del fiume; a questa altezza si aggiunga quella, che dovrà avere l'acqua nell'incile, e la somma ne determinerà l'orizzonte, a cui deve giungere l'altezza ricercata della chiusa.

Qui però vi sono varie cose da considerarsi; e prima che alle volte può succedere, che posta quella altezza così calcolata, non possa poi la chiusa fabbricarsi così alta: come sarebbe se il fiume avesse le rive troppo basse, ovvero fosse troppo scarso di pendenza, o per altre cose simili, onde in

questi casi bisognerà pensare se vi fosse qualche mezzo di rimediarsi, o col portare più in su nel fiume la derivazione, oppure coll'arginare il fiume stesso, se conviene alla spesa, ed alla sicurezza, oppure coll'abbassare la foglia dell'incile, anche a costo di diminuire la pendenza del nuovo canale, abbenchè limitata, assoggettandosi piuttosto ad escavarne più di spesso il fondo, ed a levarne le deposizioni, che perciò vi si faranno con più facilità, ovvero con abbassarne l'acqua, e procurare di averne il compenso con una maggiore larghezza dell'incile, o con altri ripieghi, che il caso particolare, e la industria potrebbero suggerire.

In secondo luogo bisogna considerare quale effetto possa produrre nel fiume, e ne' terreni vicini la chiusa fabbricata in quella altezza. Imperciocchè, dovendo essa alzare superiormente e il fondo del fiume, e l'acqua, può alle volte questo alzamento essere altrimenti nocivo, o coll'alzarne di più le escrescenze, e dilatarne gli spandimenti, o col formare delle sorgive, e rendere paludosi li terreni asciutti; ovvero può facilitare al fiume l'aprirsi una nuova strada altrove, e così deviare dal letto vecchio, ed abbandonare e la chiusa, ed il nuovo acquedotto. Per questo caso, cioè del timore di deviazione, si può usare il rimedio di tenere ben muniti, e guardati quelli luoghi, dove può temersi, che il fiume possa aprirsi una nuova strada: e così si fa anche con molto stipendio nel Fiume Tesino per tenerlo legato nel suo letto, ed obbligarlo ad entrare nel nostro Naviglio Grande. Per gli altri casi alcune volte, e in qualche parte possono servire gli sfogatori, e li paraporti costruiti in luoghi opportuni, e massime nella medesima chiusa, e li cavi, che ricevano le sorgenti, e gli spandimenti, e li trasportino nel fiume al di sotto della chiusa, e simili altri provvedimenti. Altre volte poi si dovranno adoperare gli stessi altri ripieghi superiormente accennati.

In terzo luogo è da considerarsi ancora, che quando il canale di derivazione non ha mai da assorbire tutta l'acqua del fiume, nè anche in tempo di scarsezza; ma solamente una parte, ed il resto deve scaricarsi dalla sommità della chiusa, allora l'acqua nell'incile resterà sempre più alta non solo dell'orizzonte della cresta della chiusa, ma ancora del
pelo

pelo di quell'acqua, che vi passa sopra la medesima: e ciò quanto più l'incile farà all'in su della chiufa; Imperciocchè ognuno fa come l'acqua s'inclini di superficie, allorchè si accosta ad una precipitosa caduta. Prima dunque di stabilire l'altezza della chiufa si avrà riguardo, e alla altezza dell'acqua che si scaricherà sopra di essa, e a questa inclinazione della sua superficie, nello spazio tra l'incile e la chiufa, mentre si potrà questa tenere di altrettanto più bassa.

Finalmente non si lascerà di considerare e la direzione che si darà alla chiufa, e il modo con cui dovrà fabbricarsi: come sarebbe a dire, se deve chiudersi affatto tutto il letto del fiume, ovvero ne debba lasciare una parte aperta, ovvero debba avere delle aperture, e de' tagli, per cui bisogna tenerla un po' più alta, oppure debba formarsi tutta con porte da chiudersi, ed aprirsi secondo il bisogno, e tante altre circostanze particolari, che non si possono numerare, e per le quali non si può regola alcuna dare; ma che però non si può omettere di bene esaminarle avanti determinare l'altezza della chiufa.

Segue ora da dirsi della situazione della chiufa, cioè del luogo, dove si debba collocarla, perchè meglio ottenga il suo effetto. Per lo che fare bisogna osservare, e considerare attentamente prima di tutto li limiti della distanza, fra li quali sia lecito fare l'incile della nuova derivazione, mentre in questo punto spesse volte non vi è alcuna libertà. Poi si osserverà la qualità, e l'andamento del fiume, vale a dire, se è ghiaioso, e sassoso, oppure di semplice terra, ed arena; se soffre grandi piene, o no; se è contenuto da sponde rette, o tortuose, sode, o facili alla corrosione; se il letto sia largo, o moltiplicato, o vago, ed incostante, ovvero ristretto, e stabile, e simili cose. Poi ancora si rifletterà se il nuovo canale non possa assolutamente ricevere altra acqua fuorchè la sola bisognevole, o poco più; oppure se si possa assoggettare a ricevere senza alcun pericolo anche qualche escrescenza, col darne poi l'opportuno scarico con sfogatori, o con altri mezzi. Con queste osservazioni, e considerazioni, e ritenendo però sempre come massima generale, che li canali regolati devono soggettarsi, meno che sia possibile alle piene ed alle irruzioni, nel mentre che il

corso dell'acqua vi deve essere sicuro, e costante, parmi, che non farà difficile il trovare dove si abbia a collocare la chiusa perchè ottenga il migliore effetto.

Quindi dirò come si deve sfuggire quanto si può di collocare la chiusa al di sotto, e vicino ad una caduta precipitosa del fiume: fuorchè questa non venga levata dalla chiusa stessa, perchè essa resterebbe troppo soggetta alla violenza dell'acqua; Poi come bisogna scegliere un luogo dove il fiume resta più regolare e costante, ed ha le sponde più alte e stabili; e così dove meglio si possano le piene sfogare o sopra la chiusa, o per mezzo di scaricatori; e perciò farà bene stabilirla nella sezione più larga: avuto però il debito riguardo alle altre condizioni necessarie. E questo si procurerà tanto più di fare, quanto maggiore farà la derivazione, ed interessante, ed il fiume farà più soggetto alle piene, e queste più grandi.

Ma con tutto questo si sfuggirà anche al contrario di fabbricare la chiusa, dove il fiume abbia l'alveo di una larghezza eccessiva, o irregolare, o sia instabile e vagante; mentre in questi casi o si accresce la spesa, ed il rischio inutilmente, o non potremmo mai essere certi di imbrigliare il fiume, ed obbligarlo costantemente a diramarsi nel nuovo condotto. Che se le circostanze non ci permettessero di piantare la chiusa in altro luogo migliore, allora bisognerà, senza pensare a risparmio, prendere un ripiego di fabbricare la chiusa molto lunga, e anche di incanalare il fiume superiormente alla medesima, e formarvi un letto regolare e stabile, o colla scavazione, o con arginature sode, o con altre operazioni.

Ancora bisognerà fabbricare la chiusa dove il fiume non abbia un risvolto tale, che con troppa violenza non debba poi inclinarsi verso il nuovo canale, ed investirlo, ovvero al contrario la chiusa troppo difficilmente ve lo possa avviare. Imperciocchè nel primo caso, oltre il continuo urto, e troppo grande si introdurrebbero anche nel nuovo canale le piene senza ritegno, e ne seguirebbero necessariamente sconcerti, e ruvine; e nel secondo caso il nuovo canale con grande facilità mancherebbe della sua necessaria acqua, e il corso del fiume dovrebbe in altro luogo irregolare rivolger-

fi con danno e della chiusa, e delli terreni adjacenti, e del canale stesso.

Si procurerà ancora di situarla dove le rive sono più stabili, e regolari, e meno soggette alla corrosione; acciocchè il fiume abbia minore facilità di abbandonarla. E se non si ritrovaessero di tal sorta, bisognerà munirle con qualche fabbrica, che le renda tali per tutto quello spazio, dove il fiume può corroderle, e deviarfi.

Così pure non si fabbricherà la chiusa, dove il fiume è diviso in più rami; ma bensì o superiormente alla divisione, o dopo la riunione di tutti li rami; Perocchè sarebbe inevitabile, che rialzandosi per opera della chiusa, anche di pochissimo il letto del fiume, e raffrenandosi il corso, e rialzandosi l'acqua in un ramo, tutto il fiume si intradasse per un'altra parte, ed abbandonasse e la nuova chiusa, ed il nuovo acquedotto. E qui nel caso di necessità di fare diversamente io non vi vedo altro consiglio, che quello di chiudere li rami, ed obbligare tutto il fiume a scorrere in quel solo, che ci conviene.

Rimane ora da dirsi della direzione, che deve avere la chiusa; dove prima bisogna fare le stesse osservazioni, e le stesse riflessioni, che abbiamo detto doverfi fare e per l'altezza, e per il luogo; perchè secondo la diversità delle circostanze deve anche la direzione della chiusa essere diversa. E' vero che sembra, che comunemente si vogliano le chiuse dirette obliquamente contro la corrente con poca distinzione de' casi; e questo, se non m'inganno, è perchè solo si considera, che sempre lo scopo della chiusa è di introdurre l'acqua nel canale di erogazione, senza poi riflettere, che con quanta maggiore facilità vi si introduce l'acqua, con eguale ancora vi si introducono poi le piene, che lo sconcertano, ed arrecano grandissime difficoltà; onde siamo costretti a fabbricare tante forti di diversi e in qualità, e in numero sempre maggiori, quanto più sono grandi e il fiume emittente, ed il canale derivato. Ma siccome io sono d'avviso, che la massima principale da averli di mira non sia quella di semplicemente ottenere la maggiore, e più facile introduzione; bensì quella di avere assieme e la maggiore, e la più facile introduzione, e la più sicura colla

maggior privazione possibile delle acque superflue: mi sembra bastevolmente chiaro, che la direzione della chiufa dovrà variarsi secondo le diverse circostanze de' luoghi, e de' fiumi, e de' acquedotti che si vogliono fare.

Se il fiume corre in una pianura estesa con sponde basse, o incostanti, e corrodibili; vale a dire, se il fiume non può avere un letto stabile, ed inalterabile, non vi è dubbio, che allora per farvi una diversione stabile converrà formare la chiufa, che vada dolcemente a prendere la corrente con angolo obbliquo, acciò l'acqua si introduca con certezza nel nuovo condotto. Imperciocchè la maggior pendenza del fiume, e la sua facilità allo sviamento fanno, che sempre il corso delle sue acque inclini più ad aprirsi la strada verso il letto vecchio, che verso la nuova forzata estrazione; Onde se questo suo corso non viene preso colla maggior dolcezza, ed instradato colla maggior facilità possibile nel nuovo canale, facilmente si devierà da questo, e lo lascerà privo d'acqua.

Quindi ne viene, che quanto più si osserverà avere il fiume e mezzi, e strade, ed inclinazione per allontanarsi dal nuovo incile, tanto più obbliqua bisognerà tenere la chiufa, ed allungarla all'insù a prendere, e rinchiudere più dolcemente il corso dell'acqua. Che anzi alle volte, e massimamente per li canali grandiosi ciò non basterà, e vi abbisogneranno altre opere, ed altri ripari distaccati nel fiume, per tenere sempre obbligate le sue acque ad entrare nel nuovo canale. E così succede nell'Adda per obbligarla ad entrare nel canale della Muzza, e molto più estesamente si vede nel Tesino per obbligarlo ad entrare nel Naviglio Grande, dove oltre una lunghissima chiufa, che con grande obbliquità chiude tutto il letto del fiume, rifabbricata di nuovo verso l'anno 1585 col parere de' due celebri nostri Architetti *Meda*, e *Bassi*, sempre si sono mantenute, e costruite nuove fabbriche, e se ne fanno ancora superiormente alla chiufa necessarie per conservare l'acqua nel Naviglio.

Il medesimo si dirà quando il fiume sarà scarso d'acqua, e non ne avrà che il bisognevole per la nuova derivazione; mentre allora conviene colla chiufa l'andamento del fiume talmente allecondare, che piuttosto sembri una nuova spon-

da, ossia un argine, che una chiusa, e il nuovo condotto sembrì la continuazione del fiume stesso, come vediamo essere tante chiuse ne' nostri fiumi Lambro, ed Olona, ed altri di simile natura.

Al contrario dove faranno minori li pericoli, che il fiume possa allontanarsi dal nuovo incile, e quanto farà maggiore il corpo d'acqua di esso sopra il bisogno della derivazione, minore a proporzione potrà essere l'obliquità della chiusa, fino anche ad essere messa in angolo retto. Imperciocchè in questo modo si assicura l'acqua nel nuovo canale col alzarla nel fiume emittente, ed estraendola quasi come da un lago, o vaso, e nel medesimo tempo si dà un maggiore adito, e più facile alle piene di sfogare per il letto del fiume sopra la chiusa, e meno di entrare nel canale di derivazione. Così la chiusa nel fiume Adda a Trezzo, che serve per l'altro nostro Naviglio, chiamato della Martesana, è meno obliqua, che quella per la Muzza, e ancora molto meno obliqua di quella nel Tesino per il Naviglio grande; nè ivi vi è alcun bisogno di altre fabbriche, essendo il fiume contenuto da sponde alte, e sode. Similmente tante chiuse nella Muzza, ed in altri nostri canali, le quali servono per la derivazione di grandi acquedotti, sono tutte fabbricate ad angolo retto. E normale pure costruì il nostro *Meda* verso la fine del secolo decimosesto la grandiosa chiusa, per formare il celebre canale navigabile di Paderno, che abbenchè architettato con stupenda invenzione, incontrò tante disgrazie, e disavventure, e che finalmente questi scorsi anni con nuovo disegno fu ripigliato da capo, e ridotto alla sua perfezione.

Ma diversamente si dovrà dire della chiusa di Cafalecchio, la quale serve per cavare dal Reno il Naviglio di Bologna, la quale anch'essa fu fabbricata si può dire normale alla corrente del fiume; ma non essendo ivi il Reno tanto profondamente incassato, che non abbia a spandersi; ed ancora correndo in ghiaja, e perciò incostante, e moltissime volte scarso d'acqua; ne avviene, che ora dirige il suo corso da una parte, ed ora da un'altra, ed ora unito in un sol ramo, ed ora diviso in più, e così investe la chiusa sotto angoli diversi; onde per inviare l'acqua nell'incile del

Naviglio vi si devono di spesso costruire superiormente altre opere, le quali si risparmierebbero se la chiufa fosse più inclinata.

Spiegati così questi tre punti principali, ed universalmente da esaminarsi per la costruzione delle chiuse, passeremo ad alcuni altri punti particolari, che vengono da considerarsi dopo, che si sia stabilito ciò che riguarda gli stessi punti principali. E prima rifletterò, che tanti di quelli, li quali hanno parlato intorno le chiuse per la derivazione de' canali regolati pare, che vogliano il piano superiore della chiufa non orizzontale, ma oltre il dover pendere verso la caduta, debba anco abbassarsi verso la parte della derivazione, perchè così dovrà la corrente del fiume più da questa parte, che dall'altra tenersi, e perciò essere più sicuro l'ingresso dell'acqua nel nuovo canale.

Io però, quantunque non voglia asserire per falsa questa regola, o sempre inutile, dirò solo, che non mi pare da riguardarsi come essenziale, ed inalterabile. Imperciocchè osservo primieramente, che la inclinazione del ciglio della chiufa verso un lato fa, che cada dalla medesima una maggior copia d'acqua, e più unita, e più di spesso in una sol parte, e così questa sopra poi più sensibilmente il danno non solo quel piccolo dello sfregamento, e della corrosione; ma anche il riguardevole della percossa, e dello scavamento al piede della caduta, e sempre maggiore quando la chiufa è più alta; e quindi poi anche una maggiore corrosione della sponda inferiore del fiume, e del suo fondo: la qual cosa vuole essere diligentemente avvertita. Laddove se il ciglio della chiufa è tutto orizzontale, l'acqua si scarica egualmente per tutta la lunghezza della chiufa, e su di tutta egualmente ne viene ripartito quel poco danno, o quel molto, che ne deve soffrire; e perciò meno sensibile ne deve riuscire.

In secondo luogo rifletto, che la chiufa deve avere essenzialmente quella altezza in ogni sua parte, che basti a sostenere in tutti li tempi l'acqua a quel segno, che abbisogna alla derivazione, e deve essere in quella situazione, e con quella direzione, che costantemente invii, e mantenga l'acqua nel nuovo canale; onde non vi vedo, come sia di profitto quel corso superficiale dell'acqua prodotto dalla in-

clinazione del piano superiore della chiufa, il quale poi non può in alcun modo operare sul fondo, effendo impedito dall'ostacolo della chiufa stessa, come dovrebbe essere, perchè potesse maggiormente tenersi il corso del fiume vicino all'incile; e se di già vi si deve essere provisto abbastanza.

Osservo finalmente, che se questa depressione della chiufa verso la derivazione, apportasse anche veramente il beneficio di una più facile, e certa introduzione dell'acqua nel canale di derivazione, porta anche sempre con sé il difetto di tenere più vicino all'incile il maggior corso, e la maggiore altezza delle piene; e per conseguenza di rendere maggiore, e più facile l'ingresso delle stesse nel canale di derivazione: cosa, che sempre devesi al contrario più che sia possibile diminuire, se non possiamo del tutto schivarla.

Per la qual cosa io non esisterei punto a operare tutto al rovescio, cioè a tenere la chiufa più bassa alla parte opposta, e questo lo farei con maggiore fiducia, se il fiume fosse soggetto a piene grandi, e quando la chiufa fosse molto obliqua, e per conseguenza di molta lunghezza, e massimamente poi se fosse anche non tanto alta; mentre così senza pericolo si scaricherebbero le piene più presto, e più lontano dalla derivazione, e meno se ne introdurrebbero in questa. E così è fabbricata la grande chiufa nel Tesino per la derivazione del nostro Naviglio Grande con quel buonissimo effetto, che a tutti è noto.

Anzi per ottenere via più l'intento di scaricare le escrescenze, e le acque sovrabbondanti, lontano dall'incile alla estremità opposta della chiufa, vi si è formata una grande apertura capace per fino di dare il passo alle barche più grandi, che navigano sul Tesino, dalla quale si scarica una grandissima parte delle escrescenze con chiarissimo sollievo del canale di erogazione, e la quale poi in tempo di scarrezza d'acque con facilità si suole chiudere con legni, e fascine: cosa però che avviene di raro, conducendo d'ordinario il fiume una quantità d'acqua maggiore di quella, che abbisogni al Naviglio. Lo stesso stogatore alla parte opposta si è fatto pure nelle chiufe sull'Adda, per la derivazione degli altri due Navigli della Martesana, e di Paderno, e del canale della Muzza.

Ma qui bisogna però riflettere, che se è un bene lo scaricare le piene più discosto dall'incile, non può negarsi ancora, che il descritto mezzo produca un nuovo incomodo, il quale è quello, che dovendo così il fiume avere il corso maggiore alla parte opposta, ivi pure dovrà tenere più scavato il fondo, e in vece tenerlo più alto alla parte dell'incile: la qual cosa è molto nociva. Ma a questo con facilità, e con altro mezzo eguale si può rimediare, come si è fatto per li nostri Navigli, cioè col fare nella chiusa medesima vicino alla imboccatura della derivazione un'altra apertura, per la quale continuamente si scarichi l'acqua come da uno scaricatore, che ugualmente si chiude in tempo di scarfezza, e si tiene aperta negli altri tempi.

Anzi questa apertura si può usare per un'altro particolare profitto, come si usano quelle fatte per li Navigli di Paderno, e della Martesana, cioè per mulini, che lavorano continuamente, e con grande facilità; mentre essendovi nell'Adda una copia d'acque maggiore di quanto ne abbisogna alli Navigli, di continuo vi si scarica l'acqua con molta caduta, per cui si rende molto veloce il suo corso anche superiormente, e si tiene il fondo scavato vicino all'incile, e si smaltiscono in abbondanza la ghiaja, e quelle altre materie, che diversamente s'introdurrebbero nell'alveo di derivazione.

Al Naviglio grande però, non si è potuto trarne questo profitto di usare questa apertura per mulini; imperciocchè e la sua situazione la rendeva troppo incomoda per un tale uso, e la sua necessaria estensione, ossia larghezza non permetteva di farlo; e il dovere mantenere la navigazione per l'altra apertura alla parte opposta, per cui vi abbisogna sempre un sufficiente corpo d'acqua, obbligò a tenere la soglia di questo sfogatore più alta del fondo del fiume, e dell'imboccatura del Naviglio; onde in tempo di acqua ordinaria, poca acqua vi si scarica, anzi di spesso bisogna chiuderla.

Al contrario nella chiusa della Muzza non vi è alcuna apertura verso l'incile, ma solo quella, come abbiamo detto, alla parte opposta; onde per questo canale si è dovuto procurare di rimediarsi con molti, e grandiosi scaricatori, e sfogatori nel medesimo canale, come si è anche procurato
nel

nel Navigio Grande, dove l'accennata apertura non può bastare a tutto il bisogno, li quali quando sono aperti, scaricano di nuovo le acque nel fiume al di sotto della chiusa, e rendono veloce l'acqua nel canale, che così tiene scavato il suo fondo, e trasporta le materie nel fiume. Ma con tanta copia di scaricatori succedono ancora deposizioni alla imbocatura de' canali di derivazione, e nel loro letto, che poi bisogna levarle coll'opera degli uomini, e in maggiore copia nella Muzza, ove qualche volta è per fino avvenuto di esserne impedito l'ingresso in tempo di scarsezza al necessario corpo d'acqua.

Una opposizione in questo luogo mi si potrebbe fare, ed è, che se questa apertura nella chiusa vicino all'incile produce quelli buoni effetti, che ho accennato, deve ancora produrre immensamente più quest'altro cattivo, che abbiamo detto, che fa l'abbassamento del ciglio della chiusa verso l'incile, cioè di tenere il corso delle piene più vicino al medesimo incile, e per conseguenza anche una maggiore facilità d'introdursi nel canale di derivazione: il che è una cosa, che tanto raccomandiamo di sfuggire più che si può. A questa obbiezione due cose si possono rispondere; una si è, che quando si tratta di fare una operazione, che porti seco delle difficoltà, e degli incomodi, prima bisogna pensare a schivarli; e poi, se ciò non si può ottenere del tutto, si pensa a diminuirli, e fra le conseguenze cattive, che non si fanno togliere, si scelgono sempre quelle, che sono le meno cattive, e que' mezzi, che tali rendano. Così nel caso nostro, io credo, che non vi possa essere alcuno, il quale non veda chiaramente, che se il taglio nella chiusa vicino all'incile ha il difetto d'invitare, e ritenere ivi il corso delle piene, ha anche tante altre buone qualità, che superano il suo difetto, e lo fanno dimenticare, e che non ha l'inclinazione della chiusa; e perciò non si debba il suo uso in circostanze adattate rigettare: come ce lo insegna l'esperienza de' casi riferiti.

La seconda cosa si è, che questa apertura vicino all'incile non l'abbiamo mai proposta sola, nè io la proporrei; ma bensì accompagnata dall'altra alla parte opposta; anzi cogli esempi indicati abbiamo fatto vedere, che la seconda

apertura riusciva più libera della prima. Per lo che chiunque può conoscere chiaramente, che il fondo del fiume si deve tenere scavato da ambedue le parti, e da ambedue le parti si possono egualmente le piene scaricare. Anzi di più, con questi due tagli abbiamo il vantaggio evidente di fare scorrere le acque a nostro arbitrio ora vicino alla derivazione, ed ora alla parte opposta, secondochè ci sembra più profittevole ne' diversi bisogni: bastando solo per ciò ottenere, l'otturare ora un taglio, ed ora un'altro.

Ora passeremo a discorrere qualche cosa intorno la grossezza, che si richiede nelle chiuse, dove, se io non m'inganno, tutti li calcoli ci abbandonano quando siamo a farne l'applicazione al caso pratico. Imperciocchè per poterla dedurre col calcolo, anche per approssimazione, bisognerebbe supporre, che tutta la chiusa fosse di un sol corpo regolare, o almeno almeno di pochi, e grandissimi corpi regolari; bisognerebbe anco sapere quale fosse quella parte, che sosterrà solamente l'alzamento del fondo, e la sua spinta, e quale fosse quell'altra parte, che riceverà l'urto della corrente; bisognerebbe pure sapere la consistenza, e la sodezza, che le ne verrebbe dal fondamento, e dalla unione alle sponde, e tante altre simili cose, che non si possono sapere, nè supporre senza ottenere de' risultati di niun profitto. Quindi è che per stabilire la desiderata grossezza a me pare, che il solo mezzo sia quello, di avere attentamente osservato molte altre e chiuse, e fabbriche d'ogni sorta ne' fiumi, e li loro effetti o di resistenza, o di cedimento, e da quelle con buona riflessione prenderne esempio.

Egli è bensì vero, che generalmente si deve avvertire, che la chiusa sarà più grossa, allor quando sarà più alta, e quando più s'accosterà ad opporsi perpendicolarmente alla corrente, e quando il fiume sarà più grande, e più veloce, e più violento, ed improvviso nelle sue escrescenze; e sarà ancora più grossa dove sarà composta di parti piccole, e slegate, o di poco peso, e dove non sarà internata nel fondo, e nelle sponde, ovvero non vi farà unità colla palificazione, e con travature, o con altro mezzo; e perciò sarà anche più grossa se sarà composta di soli legnami.

Oltre di tutto ciò conviene anche avvertire, che la

maggiore altezza richiede una grossezza ancora di più di quella, che basterebbe all'urto, ed agli altri motivi succennati; e questo è perchè, quando un corpo d'acqua cade da una maggiore altezza, generalmente parlando, scava di più il terreno sottoposto, su di cui batte, e ne corrode le sponde laterali; per lo che si scopre il fondamento, si diminuisce l'unione colle sponde, e s'indebolisce tutta la fabbrica. Ma per andare all'incontro di questo inconveniente non bisogna pensare, che sia il migliore mezzo quello di fare la chiufa semplicemente più grossa, e tenere ancora la stessa figura; ma bisogna pensare ad altro modo.

Per ottenere questo alcuni fra gli altri sogliono fabbricare la chiufa colla faccia inferiore a modo di un piano inclinato, il quale s'incontri abbasso in un piano orizzontale, che riceva l'impeto dell'acqua cadente per l'inclinato, e lo smorzi. Io però sono d'avviso, che per ottenere questo effetto, il mezzo migliore sia quello di fabbricare la chiufa come una scala colli gradini sì alti, e sì larghi che bastino a ricevere, ed a interrompere il corso dell'acqua, che vi precipita; dove è manifesto, che se farà maggiore il corpo d'acqua cadente, più larghi ancora si faranno gli scalini, e massimamente l'ultimo al piano del fondo, il quale farà bene tenerlo di una molto più larga estensione. Anzi io vorrei ancora, che il piano di questi scalini non fosse orizzontale, e meno poi inclinato a seconda del fiume; ma lo vorrei inclinato al rovescio contro la chiufa stessa, e son per dire così inclinato, che incontrasse normalmente l'acqua cadente; perchè mi sembra, che in questa maniera se ne smorzerebbe più la violenza: niente curando, che l'acqua riflessa possa inclinare in tal modo contro la chiufa stessa, come cosa che non può succedere, se non in una piccolissima parte, e in maniera, che non merita alcun riflesso.

Ma questo scavamento del letto del fiume al piede delle chiufe è un punto, che io lo stimo ancora molto necessario da considerarsi, mentre alle volte può apportare gravi sconcerti, e non è tanto facile il fare, che non ne segua o poco, o molto. Per lo che non sarà mai superfluo secondo le circostanze aggiungervi altri mezzi per raffrenare la violenza dell'acqua, ed il suo effetto: massime ne' fiumi grandi, e

che portano grandi piene, dove non può bastare il costruire le chiuse a gradini, come dissi, per togliere del tutto un effetto così dannoso. Per questo ancora è necessario, che le spalle laterali della chiusa, che in niun caso si possono tralasciare, si proseguano al disotto della medesima per un buon spazio, per difendere ivi le sponde del fiume dalla corrosione.

Qui però conviene anche avvertire ad una prerogativa favorevole, che possono avere le chiuse più alte, cioè che l'acqua nel cadere da una qualche altezza, non è come un corpo solido, che risente poco, o nulla il contrasto dell'aria; e perciò accelerandosi di più, quanto è maggiore l'altezza, anche con forza maggiore percuote il fondo sottoposto. Ma l'acqua troppo facilmente risente il contrasto dell'aria, e vi cede, e perciò di mano in mano, che discende si va dividendo, e suddividendo in tanti rami, e zampilli, ed assottigliando in veli, e poi anche in sole gocce, ed in semplici sprizzi, che cadono piuttosto con un moto ritardato, che accelerato, per la forza che consumano nel fendere l'aria; e per conseguenza si perde poi l'impeto contro il fondo sul quale cade. E questo lo vediamo tutti li giorni nell'acqua, che cade dalli tetti, la quale se avesse a cadere tutta unita come al principio della sua caduta, e con moto accelerato, non vi sarebbe alcun corpo, su cui batteffe, che potesse lungamente resistere; e guai a chi toccasse una goccia d'acqua sul capo. E per questo anche gli autori legali parlando delle servitù degli stillicidj, dicono, che questi si possono alzare, ma non abbassare, perchè nel primo caso riescono favorevoli, e nel secondo caso sono dannosi al fondo serviente.

Per la qual cosa dedurremo, che converrà bensì avvertire alla altezza della chiusa, ma più alla quantità d'acqua, che da essa si dovrà scendere; e se questa sia tale, che possa arrivare sul fondo del fiume tutta divisa, e sparsa in zampilli, e difesa in sottili veli, cosicchè le rimanga poca forza; ovvero sia tale, che sempre abbia tanta energia di vincere facilmente tutto il contrasto dell'aria, e così potere arrivare al piede della chiusa ancora unita, e dotata di grande velocità, per potervi contraporre que' mezzi, che

sembreranno li più adattati ad eluderne l'effetto nocivo. Quindi è evidente, come anche per questo scopo potrà essere alcune volte molto giovevole il fabbricare la chiusa in una sezione del fiume larga; e come farà bene fabbricarvi le sue spalle laterali più divergenti che sia possibile.

Anche per un'altro riguardo di grandissima importanza si vuole avere grande attenzione alla altezza della chiusa. Imperciocchè quella maggiore altezza d'acqua prodotta dalla chiusa più alta, non solamente agisce contro di essa coll'urto, e colla pressione; ma più colle travenazioni, e filtrazioni, le quali con più facilità possono succedere dove più è l'altezza, alla quale è sostenuta l'acqua, e per le quali poi può aprirsi un passaggio e sotto la chiusa stessa, e di fianco con ruina irreparabile della medesima. Quindi è che dietro le spalle si devono fare li risvolti, e gli speroni sempre più lunghi quanto più è alta la chiusa; nè mai si lascerà di palificare il fondo tanto sotto la chiusa, che sotto le spalle con spessi pali tanto più lunghi, e grossi, quanto più il terreno è meno sodo, abbenchè vi si facesse un profondo fondamento; fuorchè il terreno non fosse di una tale sodezza, che togliesse ogni timore, come farebbe se fosse di un sodo macigno.

Segue ora, che si dica qualche cosa dell'alzamento dell'acqua, e del fondo, che producono le chiuse. Imperciocchè è manifesto, che piantata una chiusa in qualunque acquedotto, si deve elevare il fondo, ed alzare l'acqua di questo superiormente alla stessa, sino dove si stenderà il rigurgito, che la medesima produrrà. Questo spazio potrebbe sembrare a prima vista, che sia quello, che viene determinato dalla linea orizzontale, che si conduce dal ciglio della chiusa sino ad incontrare il fondo superiore del fiume; ma la verità si è, che si estende molto di più all'insù, e per poco che vi si rifletta, se ne scoprirà la ragione. Imperciocchè diminuendosi colla chiusa la caduta del fiume, si diminuisce anche la velocità dell'acqua, e questa si alza di corpo;alzata che sia, forma ostacolo all'altra che sopravviene, quantunque sia superiore alla orizzontale supposta; onde anche questa deve rallentarsi, ed elevarsi più addietro, e fino a quel segno, che la corrente abbia a poco a poco la for-

za, che basta a superare l'ostacolo di quest'acqua rallentata; ovvero, per meglio dire, che questo ostacolo siasi tanto diminuito, che più non possa avere alcuno effetto. Così diciamo anche del fondo; perchè diminuita la velocità dell'acqua, si alza il fondo; e questo alzamento inferiore nella stessa maniera produce anche un'altro alzamento nelle parti superiori.

Ma abbenchè sia certissimo, che il rigurgito, e l'alzamento del fondo cagionati in un'acquedotto da una chiusa si stenda molto più all'insù del limite segnato dalla orizzontale tirata sulla cresta della chiusa, non si troverà però mai, che succeda di protrarsi fino all'origine del fiume o vero, o equivalente, come vogliono anche classici autori, che con teorici discorsi sembrano provarlo benissimo. E la ragione di ciò, se io non m'inganno, potrebbe essere, che l'applicazione del discorso al fatto, non avesse un giusto luogo. Imperciocchè mi sembra, che sia troppo difficile il trovare un fiume, nel quale si adempiscano esattamente quelle regole, che si deducono col solo raziocinio teorico; giusta il quale pare, che tutti li fiumi dovrebbero essere disposti su di un esatto e stabile piano, o curvo, o retto, sì nel fondo, che nella superficie dell'acqua, e le cose fossero dappertutto regolari, e regolari fossero le mutazioni, e gli accidenti, che occorrono, e cose simili. Ma un fiume di questa qualità farà troppo raro a ritrovarsi, se pure vi è al mondo, almeno ne' liberi, e naturali.

Nel mio trattato sulle corrosioni de' fiumi ho di già avvertito, che ciò al più poteva avverarsi ne' fiumi stabiliti di letto con ogni esattezza, e voglio dire, che avessero dappertutto quella limitata, e stabile pendenza, che abbisogna alle loro circostanze; ma non in quelli fiumi, che ne sono abbondanti, ne' quali mi parve troppo chiaro, non esservi il bisogno di condurre così di lontano l'alzamento; mentre formatosi il nuovo fondo con quella pendenza, che basta allo smaltimento delle materie non più ha bisogno di alzarsi. Anche in quelli però, che sono stabiliti, o siano di limitata pendenza, ne lasciai qualche dubbio: nè mi sembra di averlo fatto senza ragione. Imperciocchè egli è certo, che per la chiusa non solo si alza il fondo, ma su di que-

sto ha da alzarsi anche l'acqua di corpo, perchè le viene smiuuita la velocità. Ma alzandosi l'acqua, è egualmente certo, che essa verso il fondo acquista una maggiore velocità, e una forza maggiore; e perciò deve avere bisogno di una minore pendenza per smaltire le materie di quella, che le bisognerebbe, se mantenesse una altezza eguale alla prima.

Ora io m'immagino, che nessuno vi possa essere, il quale abbia osservato attentamente il corso di molti fiumi in diverse circostanze, e mi voglia negare, che le materie pesanti strascinate di nuovo di volta in volta, e spinte da un fiume, non siano in così grande quantità come sembrano a prima vista, massime da quelli, che sortono dalli laghi, e che sono di pendenza limitata, ma al contrario capiranno, che sono in pochissima quantità relativamente alla grandezza del fiume. Posta questa cosa, parmi ancora, che senza difficoltà si potrà capire, come al solo aumento dell'altezza dell'acqua si possa avere una forza sufficiente, per non lasciare che le materie si fermino sul fondo senza il bisogno di alzarlo tanto all'insù, per acquistare inutilmente anche tutta quell'altra forza, che viene dalla pendenza; massimamente poi riflettendo, che vi è lo sfogo libero e delle materie, e dell'acqua sopra la chiusa.

Convieni anche avvertire, che molte volte può succedere, che non la pendenza del fiume sia effetto delle materie, che conduce; ma bensì al contrario, che quelle materie siano effetto della pendenza; cioè che il fiume non abbia quella pendenza, che si trova avere, perchè di esso ne abbia bisogno per smaltire le materie che conduce: il che necessariamente si deve supporre da quelli, che vogliono l'alzamento del fondo fino all'origine del fiume condurre; ma al contrario quel tal fiume conduca quelle materie, perchè di già ha quella pendenza, la quale se non avesse, non le condurrebbe. Imperciocchè non mi sembra, che possa essere lontano dalla verità, che in molti casi un fiume provvisto di pendenza abbondante, conduca materie grosse per questo solo, che avendo molta pendenza, ha ancora una forza bastante di staccarle dalle sponde, e dal fondo, e dalli piani sulli quali scorre: cioèchè se minore pendenza avesse, le lascerebbe in tutte a suo luogo, e scorrerebbe nell'alveo di minore

caduta senza avere bisogno di accrescerla per smaltire le materie, che così li mancano.

Per la qual cosa io farei di parere, che il rigurgito, e l'alzamento di un fiume prodotto dalla costruzione di una chiufa si abbia a stendere fino a quel segno, dove l'acqua combinato l'effetto dell'impeto già preconcepito, e dell'acqua sopravveggnente, e della sua nuova altezza colla inclinazione del nuovo fondo, e colla facilità dello sfogo, abbia quella forza, che le abbisogna per lo scarico delle materie, che deve condurre.

Per definire poi questo segno ne' casi particolari, ci mancano del tutto li sussidj dell'arte; nè in altro modo vi si può supplire, che con varie, e continue osservazioni di altri casi simili; Imperciocchè farebbe necessario, che si sapesse quale sia l'ostacolo, che fanno le materie all'acqua avanti la fabbrica della chiufa, e quale la forza, che abbisogna all'acqua stessa, e come agisca per spingerle, e smaltirle; poi bisognerebbe sapere l'altezza, che fosse per produrre nell'acqua la nuova chiufa, e quale fosse l'azione, che avrebbe l'acqua per la forza, che può ottenere dalla sua altezza, e per quella, che può avere proveniente dalla pendenza del fondo; poi anco dovrebbe essere noto quale sia quella forza, che può rimanere all'acqua per l'impeto preconcepito, e quella, che le può essere impressa dall'acqua sopravveggnente; e tante altre cose simili, tutte, a mio credere, impossibili a calcolarsi, per non dire anche a scoprirsi.

Altre riflessioni ancora su di questo punto si devono aggiungere, che non sono nuove; una delle quali si è, che nelli casi, che noi consideriamo, il rigurgito prodotto dalle chiufe viene grandemente diminuito dallo scarico, che si fa nel canale di derivazione, e per li tagli, che, come dissi, si lasciano nella chiufa stessa; onde il rigurgito deve essere prodotto piuttosto dall'altezza, che hanno le soglie dell'incile e delli tagli, che dalla chiufa.

Un'altra riflessione è intorno a ciò, che l'acqua nell'avvicinarsi alla caduta della chiufa, si va abbassando notabilmente; cosicchè sul piano della chiufa stessa ritiene una pochissima altezza: il che porta seco un'aumento di velocità,
e di

e di corso anche molto all'indietro; la qual cosa proviene, come è chiaro, che dovendosi abbassare l'acqua sulla chiufa per la caduta, necessariamente deve anche l'acqua posteriore abbassarsi, e rendersi più veloce, e disporfi con una superficie inclinata, e continua, come richiedono li fluidi; e ciò per tanto maggiore spazio, quanto maggiore è l'altezza dell'acqua nell'alveo del fiume: per lo che l'alzamento dell'acqua così inclinato sul nuovo fondo prodotto dalla chiufa, portando seco maggiore velocità, richiede anche bisogno minore di pendenza nel fondo.

Ancora conviene riflettere, che sempre avanti la chiufa il fondo non si spiana mai su di un continuato piano retto, ma vi resta sempre più basso, e molto scavato al disotto della sommità. La qual cosa, se non fallo, dimostra, che la chiufa non toglie all'acqua tutto quell'impeto, che sembra, che le dovrebbe levare, se con tutta la sua altezza le facesse un'ostacolo pieno, e continuato.

Dalle quali riflessioni, e da altre che si potranno fare ne' casi particolari, si fa bene manifesto, come il rigurgito e l'alzamento deve ancora estendersi meno di quanto ne abbiamo prima ragionato; abbenchè sempre debba stendersi molto più di quello, che indichi la orizzontale tirata dalla sommità della chiufa, o dalla foglia dell'incile, e delle aperture nella chiufa stessa.

Finalmente da quanto abbiamo detto parmi, che chiaramente si scorderà quale, e quanta considerazione v'abbisogni prima di stabilire in ogni sua parte, come sia da fabbricarsi una chiufa negli acquedotti, principalmente se sono fiumi grandi, per derivare un canale regolare, e come in ogni caso l'Ingegnere trovi circostanze, per le quali debba stuzzicare il suo intelletto, per non dire tormentarlo, a ritrovare que' ripieghi, e quelli mezzi, che abbisognano per ottenere l'intento nella migliore maniera.

