

DISSERTAZIONE

INTORNO LA CORROSIONE DELLE SPONDE DEI FIUMI, ED
INTORNO AI RIPARI CHE A PREFERENZA D' OGNI ALTRO
CONVIENE IMPIEGARE PER IMPEDIRLA ED ARRESTARLA

DEL SIGNOR CAVALIERE

ANTONIO GOGGONCELLI

PRESENTATA LI 2 MAGGIO 1843 ALLA SOCIETÀ ITALIANA DELLE SCIENZE

DAL SOCIO SIGNOR CAVALIERE

STEFANO MARIANINI

ED APPROVATA DAL SEGRETARIO E SOCIO

ANTONIO LOMBARDI

1. Le opere che si costruiscono per difendere le sponde dei fiumi soggetti alla corrosione, ed investite dalla forza delle correnti, presentano tante e tali difficoltà, che nate sono molte e varie opinioni fra li più rinomati Architetti Idraulici per sostenere le sponde e ribatter le irruzioni delle correnti. Hanno eglino preso a considerare la direzione, la forma e la posizione dei ripari non che la natura e la tendenza dei torrenti e dei fiumi, per determinare gli ostacoli da opporsi ai corsi violenti, per correggerne il deviamiento, e per render vane le perniciose incidenze ed i danni minacciati.

2. Il Guglielmini che pure è il maestro della scienza dei fiumi, il Viviani, lo Zendrini, il Belidor, il Fabre, il Frisi ec. ritengono in generale, che nell'urto dell'acqua contro le sponde l'angolo di incidenza sia uguale a quello di riflessione, e partendo da questo principio propongono i mezzi che loro sembrano più efficaci per la difesa delle sponde e delle arginature dei fiumi.

3. Nelle mie Istituzioni di Idranlica pratico-teorica (1) si dimostra e colla ragione e colla esperienza che non si verifica ne' fiumi la predetta eguaglianza d'angoli, e che incontrandosi dalle acque in moto un ostacolo qualunque ne seguono esse la direzione giusta l'esperienza e gli insegnamenti del Matematico Abate Mari, quando l'ostacolo è conterminato da una linea retta, e la direzione precisa della parte più avanzata nel fiume se questa piega alquanto all'ingiù.

4. Secondo la combinazione soltanto delle forze differentemente energiche le correnti si modificano e si scostano più o meno dalla direzione delle resistenze incontrate, avuto riguardo alla varia inclinazione di queste.

5. Da ciò consegue che ad assicurare il piede di qualunque impedimento opposto al libero movimento delle acque e ad impedire qualunque sconcio, fa duopo fornirlo di estese scarpe inclinate, affinchè queste diminuiscano la pressione dell'acqua sopraincombente in proporzione del seno dell'angolo che forma con esse l'orizzontale.

6. È dunque necessario combattere il moto radente delle acque per conservare i ripari che si costruiscono a difesa delle sponde ed arginature dei fiumi.

7. Succede costantemente che all'incontro di un traversante opposto, le acque stabiliscono lungo il medesimo una viva corrente, soprattutto alloraquando decresce la fiumana, corrente valevole bene spesso a produrre effetti perniciosi, ed a promuovere la distruzione dell'ostacolo, se non cercasi di prevenire il moto radente distruggitore.

8. In generale dipendono da questo moto le corrosioni delle sponde e degli argini dei fiumi, sia l'invasione contro fronti rettilinee, sia la stessa contro lunate a fronti incurvate.

9. Sia investita la sponda di un fiume da una forza qualunque espressa da una linea retta: decompongasi questa forza in due altre, l'una perpendicolare a detta sponda, l'altra

(1) Vol. III, art. II. Sezione IV.

parallela. Egli è manifesto che mentre quella preme le parti saglienti e le scabrosità, tende a contenerle, nè le disgiungerebbe, nè separerebbe, se non si generassero i vortici come vedrassi qui sotto e ad un tempo il moto radente, quando l'urto è diretto e succede sotto un angolo retto.

10. Ora si consideri collo Zandrini: 1° che le svolte e le lunate si possono riputare come altrettanti impedimenti al libero corso dei fiumi, impedimenti che nel conflitto sono privi di moto: 2° che le sponde quando incontrano le correnti sotto un angolo retto, si possono equiparare agli ostacoli che si oppongono perpendicolarmente alla correntia del filone. 3° che i filamenti acquei discendenti dopo l'urto risaliranno bensì, ma nol potranno contr'acqua, per la medesima linea per cui sono venuti; e si volgeranno verso le parti laterali, ove il moto si fa minore, cioè ver dove l'acqua è soggetta a molteplici accidenti ed irregolarità, affettando per qualche spazio un corso più mite quasi direbbesi ristagnando con una quiete apparente, onde poscia progredire col corso fattosi d'ordinario più vivo pel gonfiamento nato dall'incontro diretto delle due correnti opposte.

Ma adunque si oppongono contro gli effetti del moto radente coloro che riflettono verificarsi in fatto, che quanto più è diretto l'urto delle correnti contro le sponde, è proporzionatamente minore la forza radente. Poichè da quanto si è detto qui sopra, vedesi chiaramente che le acque dopo l'urto diretto gonfiandosi e retrocedendo incontrano le superiori che sopravvengono con direzione diretta; ed allora i movimenti di esse si compongono; altri movimenti pure per l'incessante afflusso del fluido si producono, si generano, *strisciando lungo le sponde*, vortici formidabili detti ragionevolmente dagli Idraulici *peste de' fiumi*, e di questi torna sempre l'impedire la formazione, e se formati, hassi ad usare di tutti i mezzi valevoli e suggeriti dall'arte per distruggerli.

La forza dei vortici, soggiunge il lodato autore, non altrimenti che nell'aria allorchè di essa formansi i turbini e le

bisciabove, è molto insigne nelle acque correnti. Si pongono queste in un moto circolare, abbandonando il rettilineo, qualunque volta incontrano un obice che al loro moto progressivo resista, si forma una figura conica, ponendosi in giro l'acqua coll' inclinarsi spiralmnte dalla superficie al fondo in cui termina, e con l' apice del cono, ovvero prima che questo vi arrisi, trivellandolo e perforandolo con un' estrema violenza.

Pertanto è duplice l' azione dei vortici: l' orizzontale e la perpendicolare; Si genera dalla prima il movimento circolare; il diametro dei vortici è tanto più dilatato, quanto maggiore è la velocità dell' acqua corrente del fiume: si aumenta la velocità crescendo l' altezza o per giunta di acque, o a cagione di qualche ostacolo che si frapponga al libero corso.

In questi casi le spire si fanno più ampie, talchè nella supposizione ancora che la loro celerità sia uguale a quella di cui è fornito il fiume in virtù del suo moto progressivo, *radono le sponde e le distruggono sia ciò, o effetto di un solo vortice più dilatato ossia di molti minori ne' quali talvolta si suddivide.* In circostanza di piene tal effetto diventa massimo e prolungato per motivo della maggior massa da mettersi in moto e della maggior durata. In una parola il moto diretto sotto un angolo retto contro una sponda, genera i vortici, le cui spire colla loro forza radente offendono e corrodono le sponde soggette.

La seconda azione dei vortici stessi trivellando il fondo aumenta la profondità delle acque ed apre gorgi. Le sponde, massime combinandosi il moto radente col verticale, mancano sempre più di sostegno, ed il loro precipizio dopo la combinazione de' moti diviene inevitabile. Egli è perciò che gli ostacoli opposti a piombo o poco fuori di perpendicolo sono proscritti e dallo Zendrini e da tutti i moderni architetti (fra questi dal Cavalieri) come sono le palafitte, perchè promotori di vortici che non si domano, se non se togliendo la loro altezza.

Il sempre encomiato Zendrini calcola quale sia la forza de' vortici nel loro apice e quale sia l'aumento di essa per l'aumento dell'altezza premente, supponendo *il vortice come fatto da una spira intorno ad un cono*. Egli assume per apice delle coordinate x, y il lato di un cono rovesciato colla punta all'ingiù fino al fondo, e la base orizzontale a fior d'acqua, dell'altezza corrispondente ed uguale a quella del fiume. Determina la sezione attraverso del cono parallela alla base in qualunque punto e sotto qualunque altezza; conduce un'ordinata alla determinata sezione con una linea che parte dalla circonferenza della base all'apice del cono. Vicina infinitamente a questa linea ne traccia un'altra formando con esse un angolo infinitamente piccolo. Immagina poi una tangente alla predetta circonferenza, che condotta obliquamente incontra il punto della sezione inferiore segnato dalla linea in secondo luogo condotta, e questa per indicare la spirale descritta dal moto vorticoso. Ciò premesso, ritenendo che per qualunque curva discenda un grave, esso acquista la velocità corrispondente alla discesa perpendicolare sempre proporzionale alla radice quadrata dell'altezza della discesa, se si dica y l'ordinata a cui corrisponde l'ascissa x , si avrà per motivo delle due linee condotte infinitamente vicine la spinta infinitesima $=dy$, ed un altro spazietto descritto nello stesso tempo nel senso delle ascisse $=dx$ colla velocità costante del corso progressivo delle acque; quindi detta u la velocità si avrà la proporzione $u:dx::\sqrt{y}:dy$ e perciò $\frac{dx}{u} = \frac{dy}{\sqrt{y}}$ ed integrando $\frac{x}{u} = 2\sqrt{y}$; ossia $x^2 = 4u^2y$ equazione esprimente la natura della spirale formata dal vortice.

Con questa equazione si fa chiaro in qualunque ipotesi come cresca la forza del vortice a misura della sua profondità.

11. Ciò premesso e ritenuto offresi spontaneamente la soluzione del seguente

PROBLEMA.

Qual metodo hassi a preferire come migliore e più ope-
roso per opporsi alla corrosione delle sponde e degli argini
de' fiumi promossa dal moto radente?

I. Si vinca tale forza delle acque e se ne renda nulla
l'azione coi mezzi conosciuti.

II. Si dovrà inoltre impedire il trivellamento del fondo
cagionato dall'azione dei vortici togliendo loro l'altezza.

12. Al predetto effetto si sostengono e rivestono le ripe
corrose difendendole dagli assalti e dai devastamenti delle
acque, procurando loro la robustezza di cui mancano col mezzo
delle così dette *salvaripe* che sono sponde artificiali, formate
d'ordinario con *buzzoni* disposti a scarpa generosa, come
piani inclinati appoggiati alle fronti offese, avvertendo ad un
tempo di assicurarli con lunghi pali battuti ed infissi attra-
verso il loro corpo a rifiuto come suol dirsi di *berta*, e forti-
ficati al piede con piante e rami frondosi chiamati *ciuffi* che
caricansi di pesi onde impedir loro di galleggiare, ciuffi che
col loro ingombro producono sensibile rallentamento nella ve-
locità, e che vietano lo scavamento del fondo dal quale ne
potrebbe conseguire il precipizio della sponda artificiale così
formata. Credesi che siffatto metodo sia il migliore fra tutti
e da prescegliersi a preferenza d'ogni altro.

13. È cattiva pratica e devesi assolutamente riprovare
col Cavalieri e con tutti i moderni Idraulici, il voler sostenere
con palafitte il piede delle sponde artificiali, invece di usare
alberi forniti di considerevoli chiome; poichè le palafitte sono
lavori verticali che agevolmente si inclinano, vengono smossi
e rapiti dai vortici che si generano al loro piede.

14. Vero è che le sponde artificiali (che sono in sostanza
pennelli paralleli alla corrente) sono di grave dispendio, che
diviene eccessivo quando le fronti da proteggere hanno una
notabile lunghezza. Ma che perciò? Gli estremi mali diman-

dano estremi rimedj. Il dispendio è sempre tollerabile, nè deve spaventare ove si tratti di difendere una fronte da cui dipende la salvezza di uno o più territorj.

Vero è inoltre che coi *salvaripa* e coi rivestimenti il sistema e la regolarità nel corso del fiume non si ottiene, che colla continuità e col tempo in una parola con la costanza.

Ma se ciò è vero, è altresì vero che rendendo incorrodibili le sponde coi *salvaripa* si costringono le acque correnti ne' fiumi a dilatare le sezioni in circostanze di piene dall'opposta parte, nol potendo dalla parte che prima era corrosa; poichè si sa che in tutte le sezioni deve scaricarsi uguale quantità d'acqua, ed il dilatamento succede sempre e necessariamente a sollievo della sponda divenuta incorrodibile per la difesa fatta che produce una diminuzione di velocità. (1)

15. Se poi la sponda di un fiume sia incurvata, presenti un' ampia *lunata* a guisa di *coro*, sia ben lontana dallo stabilirsi, anzi continui la *lunata* a crescere, nè aspettar si possa che col mezzo della resistenza del *salvaripa* il corso vizioso del fiume si corregga onde non produrre più gravi danni: allora preferir devesi a qualunque altro sistema quello delle traverse immaginate dai moderni architetti, per snidare il filone dalla *lunata* e portarlo prontamente in mezzo all' alveo. Ecco il metodo che si giudica di poter suggerire con speranza di esito felice, e lodato dal Cavaliere nel Volume II delle sue Istituzioni.

16. Tutte le corrosioni de' fiumi in linee curve considerari si possono a mio parere come deviazioni dalla direzione rettilinea abbandonata dal corso delle acque per motivo delle difformi resistenze incontrate che ne la traviano.

17. Per guida del lavoro si rilevi la planimetria esatta della sponda curva corrosa e delle sue adiacenze superiore ed inferiore, non che quella di varie sezioni del fiume che

(1) Si fanno queste riflessioni perchè gli Idraulici possano nei casi pratici, bilanciar bene le ragioni favorevoli e contrario al sistema dei *salvaripa* prima di determinarsi ad usarli.

ne mostrino la profondità, i filoni multipli, le tendenze. Si intendano unite le punte estreme della sponda corrosa (da rendersi ferme ed incorrodibili se nol sono con opportuni rivestimenti) con una retta che ne determini la corda ed indichi assai prossimamente la sponda naturale.

18. Facciansi partire dalla sponda corrosa dei ripari ortogonali costrutti con buzzoni, o con altri materiali equivalenti solidamente intestati alla riva, alti tutto al più quanto il pelo ordinario, o meglio quanto la magra ed anche meno, e discendano essi gradatamente in piani inclinati sino alla corda dove giunti sia ridotta a zero la loro altezza, ma non manchi fermezza, solidità e resistenza lungo la suddetta corda. Per tal maniera di lavori l'antico nido del filone sarà attraversato dai costrutti ripari e le piene libere e maestose discenderanno con direzione che si accosterà alla rettilinea, e più non continuerà la lunata ossia la sponda incurvata ad essere tormentata dall'impetuosa fiumana. La velocità sarà modificata e notabilmente diminuita dalle resistenze sparse nel fondo, e poste sott'acqua, resistenze cagionate dagli indicati ripari che essendo di tenue altezza non lasciano temere di venir rovesciati.

19. La soverchia altezza dei ripari devesi, soggiunge il matematico Mari, riprovare: basta che ove sono più battuti ed esposti, come alla punta, siano forniti della massima robustezza. Le varie parti delle traverse ben fortificate e disposte lungo la corda della curva corrosa, com'è stato prescritto, costituiscono in sostanza un salvaripa a sostegno delle sponde naturali de' fiumi.

20. A determinare poi la distanza dell'una all'altra traversa si può valere di quanto trovasi insegnato sulla composizione del moto nelle citate mie Istituzioni (1); esaminando il rapporto della larghezza della sezione più ristretta che raccoglie l'intera piena, alla lunghezza viva occupata dalla traversa ed il rigurgito che da questo può prodursi.

(1) Art. IV della Sezione IV. Capo I, Vol. III.

21. Questo metodo stesso può servire particolarmente nei torrenti, come servi quando ebbesi a costruire il gran Ponte sul Taro (2); ed anche nei fiumi maggiori e in Po stesso ove trattasi di procurare la salvezza di tenimenti e di paesi minacciati.

22. E qui cade in acconcio il rammentare ciò che dall'idraulico Italiano Tadini si avvertì e si insegna; cioè che l'origine di ogni corrosione sta nell'acceleramento delle acque; il che egli comprova colla osservazione della corrente retrograda comunque fornita di pochissimo moto che si stabilisce e poi si accelera a tergo dei pennelli, da lui chiamati *moli* o *pignoni*, e rade con violenza l'argine inferiore, mettendo anche in pericolo l'intestatura del molo alla sponda.

23. Modificato il corso, e quasi direbbesi arrestato dalle traverse poste sott'acqua, il fiume a motivo della velocità notabilmente diminuita deporrà le torbide, il filone in conseguenza si allontanerà al calar delle acque dalla sponda protetta, si rivolgerà al mezzo dell'alveo e cangerà direzione, la quale anche nelle successive fiumane si conserverà, traendo ben sovente seco anche le superiori correnti. Con questi artifizj perciò oltre l'ottenere il precipuo scopo, cioè di impedire le corrosioni, si accelerano ancora gli effetti vantaggiosi che dai salvaripa applicati alle fronti corrose ed agli argini in froldo col progresso degli anni si possono attendere.

24. È sempre meglio, soggiunge l'abate D. Paolo Frisi, il distribuire uniformemente per tutta l'estensione delle ripe corrose la resistenza invece di riunirla tutta interrottamente in alcuni luoghi come suol farsi nei pennelli.

25. Conchiudasi adunque che il miglior mezzo per liberare le sponde dei fiumi dalle corrosioni, consiste nella costruzione solida dei salvaripa, e che abbandonar debbasi, generalmente parlando, il sistema dei pennelli, comunque possan questi produrre effetti vantaggiosi.

(2) Veggasi la storia dei lavori che a tal uopo furono eseguiti. VI. 312 (1)

26. Per le quali cose in qualunque caso o di sponde rettilinee, o quasi tali, corrose e difese con rivestimenti, o di lunate in cui si ammetta il sistema delle traverse per accelerare le deposizioni « l'impresa (soggiunge il lodato Tadini, « le cui disquisizioni sia lecito di seguire alcun poco) di far « cessare una corrosione, sta nell'impedire che la corrente « al piede della sponda o del froldo venga comunque accelerando i suoi passi, e nel procurare anzi un ritardamento « nelle sue acque, poichè non solo cessa il rodimento delle « acque fluviali ma su di esso (froldo) la corrente illanguidita « depone un nuovo suolo di terra che copre eziandio l'ignudo « piede del banco di sabbia. »

27. Questo banco di sabbia trovasi, al dire di lui, lungo le ripe di tutti i fiumi stendendosi in grande distanza verso la campagna, e serve di via per somministrare ai pozzi la vena d'acqua perenne. Egli è perciò che all'alternò alzamento ed abbassamento delle acque dei fiumi corrisponde quello dei pozzi posti nelle vicinanze, come egli osservò in alcuni pozzi in riva al Po nel Casalasco Mantovano e Ferrarese, e puossi reiteratamente osservare nel Parmigiano ed a Luzzara nel Guastallese.

28. È noto che gli ostacoli opposti alle correnti, ed invincibili producono sempre una diminuzione di moto, ed il Tadini avverte che il rallentamento salutare nel corso delle acque è prodotto dalle onde generate dall'incontro degli ostacoli predetti. Sono esse visibili alla superficie del fluido se gli ostacoli sono grandi, e fuggono all'occhio se essi sono minuti e fini; ma però sono esse risentite dal moto radente il fondo dei fiumi, e fanno ondeggiar gli ostacoli stessi; quindi ne viene che le acque correnti concepiscono costantemente ed inevitabilmente, quando incontrano ostacoli, le onde od occulte o visibili nel loro seno.

29. Per l'azione di esse perdesi in ogni istante di tempo una quantità di moto nella corrente, perdita la quale generalmente sta in ragione duplicata della velocità e prossima-

mente nella inversa dell'altezza premente, poichè siffatta perdita si diffonde sopra tutta la colonna sovrastante all'ostacolo, e perciò diviene tanto minore quanto maggiore è l'altezza della colonna medesima; e quindi, eccitando in un fiume onde, che nel loro conflitto ritardino continuamente il moto, si arrestano le corrosioni.

30. Appoggiandosi alla precedente dottrina propone il Tadini di arrestare le corrosioni delle sponde e degli argini col mezzo dei così detti da lui *Cimageni* generatori di onde.

31. Il cimagene è un cono di metri 1, 40 di diametro alla base e di uguale altezza formato con pertiche e vimini incrociati sporgenti non più di metri 0, 15 al vertice; si riempie questo cono di terra scelta ed insolubile nell'acqua denominata dai pratici *Tivarro* mista con sassi e mattoni, e si cala al fondo con *Piattini* che sono barche acconcie all'effetto di poter disporre in un dato ordine una serie di cimageni come dirassi in appresso; la solidità del cono risulta di metri cubi 0, 7138 e la loro forma coincide con quella dei così detti gozzi e de' gabbioni.

Il Tadini impiega più serie di cimageni nelle lunate che da lui chiamansi *cimagate*, per il che fare divide la sponda corrosa in più tratti, ciascuno ad arbitrio, di metri 40 circa; vuole poi che ogni serie sia composta di due file parallele di cimageni in numero di 15 distanti fra loro metri 5 da centro a centro, prescrive la distanza degli assi delle due file parallele pure di metri 5; ed insegna a collocare i cimageni in guisa che ogni cimagene della seconda fila guardi al mezzo che giace tra due cimageni della prima. Egli parte colla prima serie dal punto superiore della lunata, e continua inferiormente intestando una serie di essi all'estremo punto di ciascun tratto di metri 40 in cui fu divisa, come si è detto, la parte corrosa.

32. Ora chi non vede che l'immaginata difesa de' cimageni corrisponde alle traverse sopraindicate § 15 colla differenza: 1° che esse formate con *buzzoni* od anche *gabbioni* o *gozzi* si protraggono fino alla sponda naturale del fiume de-

terminata dalla corda della sponda corrosa, e sono disposte a piani inclinati verso la corrente: 2° che la distanza *da una traversa dall'altra non è già arbitraria*, ma che per iscoprirla con esattezza serve di guida il moto composto (§ 20).

33. In ogni modo ed in ogni caso di maggiore o minore altezza delle acque le traverse ed i cimageni opponendosi al corso libero di esse nel fondo, trasformeranno ogni movimento in onde, le quali urtandosi, dirompendosi e moltiplicandosi in forza delle reiterate scosse *prodotte dal contrasto delle onde*, ritarderanno sensibilmente la velocità e promovendo il deposito delle torbide, l'alveo del fiume verrà rialzato e bonificato a conservazione delle ripe e degli argini, e gli agricoltori esulteranno al veder messi in salvo i tenimenti minacciati.

34. Ciochè si è detto ed argomentato dalle precedenti osservazioni confermasi dalla esperienza.

Nell'anno 1783 superiormente a Luzzara, nel luogo detto il Fogarino, vicino alla casa denominata di Belgrado, la corrosione incurvò la sponda del Po e l'argine adjacente si vide in pericolo. Quella fronte fu rivestita con gabbioni e gozzi e divenne così resistente per modo che il fiume non poté più corroderla. Sopravvenute le piene la sezione si dilatò dalla parte opposta, a poco a poco il moto si illanguì sotto quell'argine, il fondo fu rialzato e bonificato, e si ottennero in fine copiosi incrementi fluviali, che ora veggonsi cambiati in boschi cedui congiunti alla *piarda* dapprima investita.

35. Il cambiamento avvenuto sotto l'argine del Fogarino allontanò il corso vivo del Po da quella fronte e la sezione dilatandosi si avvicinò alla *piarda* di Dossolo Mantovano, che investita si dispose perciò in una curva rientrante e mise l'argine in frodo.

Il filone radente il ramo inferiore della curva fu sostenuto e diretto al disotto contro l'opposta fronte di Luzzara Cua-stallesi, che mentre si vide immune dalle ruine del Fogarino, ebbe molto più a temere la corrosione e la distruzione dell'argine inferiore innalzato sopra una ripa sabbiosa e di nessuna resistenza.

Fu perciò rivestita con fascioni la sponda investita, e ritirato alcun poco l'argine che si fortificò con *porcillamenti* costrutti al suo piede, sperando di ottenere con questo mezzo una costante difesa. Ma forse che il tempo mancasse per compierla, o fosse la opposta resistenza insufficiente a sostenere l'impeto e l'urto violento di una fiumana avvenuta, il rivestimento si abbassò, la sponda sabbiosa che rimase allo scoperto fu rosa, i *porcillamenti* furono in parte ingojati e l'argine se non del tutto in froldo fu esposto ad essere squarciato. In conseguenza venne meno la concepata fiducia (1).

I Governi interessati si allarmarono per siffatto disastro, e nell'anno 1792 circa, la corrosione di Luzzara per ordine Borbonico fu visitata ed esaminata dagli Idraulici Cossali di Parma, Porcelli di Piacenza, Passaga di Ferrara. I loro pareri furono discordi e si sottomisero al Governo separatamente, e perciò a nulla valsero, e riguardati furono inconcludenti. Esistono questi nell'Archivio del Magistrato delle Finanze Parmensi con relative considerazioni estese dal matematico Abate Mari e da me, che ebbimo a sottoporre i comuni nostri pensieri sulla difesa da noi creduta efficace ad impedire la non ordinaria irruzione del Po contro quella fronte.

Si propose quindi di rinnovare il rivestimento della sponda Luzzarese (che fortunatamente si conservò rettilinea) colla massima solidità, maggiore di quella usata precedentemente, e di avanzare perciò la difesa con ripari salienti nell'alveo a foggia di pennelli nei punti detti di S. Francesco, del Guardiano, della Croce, che a motivo della loro posizione, direzione e brevità, paragonate alla larghezza del Po, si ritennero come vera parte di soli munienti (2). Fu questo progetto esaminato,

(1) Da questo fatto si può trarre un utile conseguenza per la pratica dell'arte; cioè che la difesa degli argini, specialmente in Po in cui le rotture portar possono danni incalcolabili, deve essere combinata con i Possidenti della riva opposta del fiume; e per non recar loro un danno, e perchè essi respingendo l'offesa non producano perniciosi effetti agli argini della riva opposta.

(2) § 238 delle mie Istituzioni. Vol. III.

lodato e riconosciuto degno di approvazione dal matematico Fantoni che si portò sul luogo incaricato dal Governo Austriaco, e nell'anno 1792 si diede mano al corrispondente lavoro anche col suffragio del fu Ingegnere mio Padre che per ordine del Sovrano di Parma dovette esporre il proprio relativo parere.

Nel corso dell'opera si ebbe il disastro della rottura alla testa del corpo avanzato saliente di S. Francesco, che si vide minacciato di isolamento, per essersi aperto al piede del medesimo un gorgo della considerabile profondità di metri 22 e più, e corrosio il piede dell'argine adjacente per la lunghezza di circa metri 30. Si rimosse la minaccia lanciando piante ramosse nel gorgo, scaricando la sponda intaccata, e fortificando con una banca esterna verso la campagna il tratto d'argine che ebbe la scarpa distrutta.

Dopo tale avvenimento l'Ingegnere Belletti di Milano visitò le difese che furono da lui dichiarate idonee per la salvezza di quella piarda; non si meravigliò dell'infortunio accaduto, e soggiunse che ad ottenere un completo favorevole cambiamento non dovevasi stancare, e che della spesa occorrente non potevasi determinare il limite.

Fu compiuta al finire dell'ultimo passato secolo la sponda artificiale di Luzzara e nell'anno 1801 si sostenne vittoriosamente la straordinaria piena successa nel Novembre di quell'anno. Fu necessario soltanto per contenere le acque esuberanti di costruire un soprasoglio con sacchi ripieni di terra dell'altezza considerevole di metri 0,75 sulla lunghezza di circa un miglio, e di caricare con pesi l'ultimo tratto d'argine recentemente costruito, gonfiatosi penetrato dalle acque zampillanti, in una parola vacillante, per renderlo compatto e solido mediante il peso sovrapposto onde impedire il disalveamento minacciato. Lo scolo denominato il Po vecchio sembrava aperto per accogliere in seno il fiume in caso di traboccamento. I lavori di Luzzara costarono Zecchini 60,000 circa pari a Lire 660000,00 senza contare le spese del mantenimento sostenuto dal Regno Italico, sotto il cui dominio si conservò per alcuni

anni il Guastallese. Col decorrere del tempo il filone si allontanò a poco a poco dalla ripa, resa incorrodibile e si accumularono dirimpetto ad essa estese alluvioni della superficie di un miglio quadrato e più. Le sabbie Mantovane opposte furono in parte distrutte ed abbassate, e sparì il ramo inferiore della curva di Dossolo che produceva la ruina dell'argine Luzzarese. Per tal maniera la resistenza opposta nella fronte inferiore fu valida a far cangiare il corso del Po superiormente (1).

Se si fosse continuata la difesa al dissotto, e prolungata, come io suggeriva fin da quel tempo, non sarebbe stato distrutto il villaggio di Riva Mantovano a fronte del Po (2), e si sarebbero risparmiate e case e Chiesa, e le spese replicate e considerevoli per la costruzione delle coronelle sostituite all'argine maestro ingojato dalla corrosione.

36. L'uso delle traverse immaginato dal fu Direttore Ingegnere Masetti di Mantova sul principio del presente secolo si oppose all'avanzamento della corrosione di Dossolo, che con tal mezzo si è allontanata, e nell'anno 1825 colla resistenza delle traverse si conservò il confine tra gli Stati di Parma e di Reggio, minacciato dalla corrosione, che investiva la sponda destra dell'Enza verso lo sbocco del torrente in Po.

37. Riferisco in fine il luminoso esempio della corrosione di Stagno cui si opposero nel corso di varj anni dei pennelli avanzati nel Po colla vista, che allargandosi la sezione potessero essere distrutte le opposte sabbie lombarde stringenti il corso vivo del fiume contro Stagno. Ma i pennelli comunque rinforzati furono a poco a poco scomposti ed ingojati senza verun vantaggioso effetto, le sabbie lombarde si avanzarono a danno della sponda Parmense, e la minaccia divenne sempre più fiera. Ripiegavasi il Po alla superiore sinistra incidenza contro l'isola Pescarola, discendeva il fiume con impeto contro

(1) § 319 delle Istituzioni. Vol. I.

(2) Vedi la nota al § 241. Vol. II delle Istituzioni.

Stagno dopo di essersi aggirato con moti vorticosi nella curva corrosa della Massarona Cremonese, il moto radente lungo quella fronte destra fu violento ed aperse gorgi e caverne sotto l'argine maestro, che improvvisamente precipitò contro il tempio parrocchiale situato a poca distanza dalla ripa corrosa, e temevasi da que' popolani spaventati inevitabile la perdita di un tanto insigne edificio colle abitazioni adjacenti.

I finitimi desideravano un trasporto d'argine lontano dal Po per essere assicurati ed immuni dal pericolo di un'innondazione in tempo di fiumana. I Cremonesi dubitando che si volesse dai Parmigiani rinnovare i pennelli perduti, e temendo che con essi si potesse promuovere la distruzione delle sabbie lombarde, accorsero per impedire tale opera che, come fu da me dichiarato, appoggiava ad un falso supposto, giacchè il progetto di difesa riducevasi al semplice rivestimento della fronte investita costruendo una sponda artificiale con fascioni ed alberi, cui l'Ingegnere in capo di quella provincia non potè opporsi, ed acconsenti.

Fu dunque con pronta mano intrapreso il rivestimento progettato ed acconsentito con approvazione del Superiore Governo di Parma.

Nel progresso dell'opera nacquero dissidj e vicendè che ora troppo lungo ed inutile sarebbe di riferire, e si ricorda soltanto una lunata avvenuta in circostanza dell'escrescenza del Novembre 1841, per cui fu giuoco forza di ritirare un tratto superiore alla Chiesa, dell'argine e difenderlo con alberi lanciati nel fiume per frenare la velocità delle spire radenti dei vortici, che apparvero sotto quella sponda non per anco munita in addietro per mancanza di tempo.

Compiuta la sponda artificiale e resa così la fronte di Stagno invulnerabile, non potè il Po aumentare la sezione alla destra proporzionevolmente al maggior corpo delle acque correnti in circostanza delle piene recentemente avvenute, le sabbie opposte Lombarde furono perciò dalla loro forza solcate ed abbassate, le sabbie superiori Parmensi discesero bonificando

ad un tempo in parte sotto la sponda dapprima ferita, spingendo lo spirito delle acque contro l'opposto tenimento Lombardo, dilatando ivi la sezione a sollievo di Stagno lungo la cui fronte era dapprima il corso micidiale, che ora se non è del tutto placido, non reca verun nocumento, e corre libero e non già minaccioso.

Sonosi dunque verificate due cose, l'una che le resistenze inferiori valgono per produrre cangiamenti superiori contro l'opinione comune, l'altra che i semplici rivestimenti sono efficaci per ottenere notabile allargamento delle sezioni a sollievo delle sponde corrose, rivestimenti che con perseveranza e costanza devonsi mantenere per ottenere una completa vittoria.

La difesa di Stagno costa fino ad ora la somma di Lire 200000, co e più superiore alle forze di quel Contado, anzi di tutto il comprensorio concorrente, e la munificenza Sovrana è accorsa con doni e con prestiti onde si possa sopportare la spesa.

CONCLUSIONE.

È dimostrato dalla ragione e dall'esperienza:

1. Che le sponde artificiali rendono invincibili le corrose dall'assalto dei fiumi e sono perciò da preferirsi a qualunque riparo specialmente se quelle da difendersi sono rettilinee.
2. Che qualora vogliasi accelerare la difesa delle lunate torna far uso delle traverse discendenti a foggia di piani inclinati dalle sponde verso il mezzo dell'alveo, e colle punte limitate alle corde delle curve ben fortificate per costruire in sostanza un salvaripa rettilineo. (§ 15 e seguenti.)