

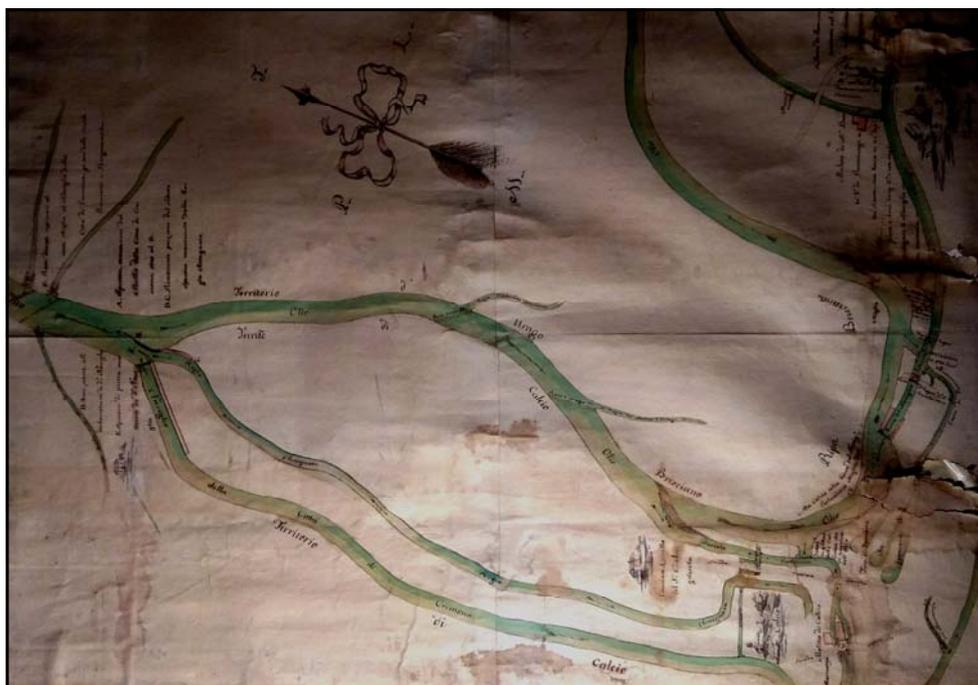


In questo numero:

PAG. 1 ► In redazione

PAG. 2 ► Progetti ed acquisizione di nuova acqua: fontanili e... fiume Adda? Cap. 4

PAG. 10 ► Un impianto idroelettrico innovativo a Tombe Morte



A. Ciria - 1779 - Mappa del Naviglio Grande Pallavicino come descritta dall'ing. Carnevale di Robecco nella visita del 1756. Si notino le grandi derivazioni dal fiume Oglio:

- in destra, nell'ordine: roggia Donna (o Madonna), roggia Antegnata, Naviglio della Città di Cremona, roggia Calciana e Naviglio Grande Pallavicino.

- in sinistra: roggia Molina e Castellana "superiori, per alcune miglia, al Naviglio", mentre, in realtà, la Molina è 'inferiore' al Naviglio Civico e dunque storicamente sua diretta concorrente sulla stessa acqua del fiume Oglio! (mappa di proprietà CIC)

Piccola Storia dell'Idraulica

Stefano Giovanni Luffi

libera traduzione, ridotta ma integra, di

"History of Hydraulics" di Hunter Rose e Simon Ince dell'Istituto di Ricerca Idraulica dell'Università Statale dell'IDRA - U.S.A., edita, nel 1954, come supplemento, su "LA FOSCOLE BLANCHE".

Cremona - 23 dicembre 2005

Siamo giunti al Capitolo quarto della nostra Storia del Naviglio Civico - che sarà pubblicato integralmente il prossimo 31 maggio, sul nostro sito - nel quale si racconta delle gravi difficoltà che i Cremonesi dovettero superare, nel XIX secolo, per trovare l'acqua nuova necessaria per tenere il passo dello sviluppo dell'Agricoltura; un'acqua che oggi

richiama due nomi: Pietro Vacchelli e ... fiume Adda!

Riferiamo poi di un progetto idroelettrico proposto da una giovane start-up a Tombe Morte, in grado di conciliare 'cose nuove' e 'cose antiche', oggetto di una tesi di laurea al Politecnico di Milano.

La redazione

...La pianura subalpina a sinistra del Po è una plaga che reclamava in grado sommo il beneficio dell'irrigazione, sia per l'estrema permeabilità ed aridità della maggior parte del terreno diluviale od alluviale che la costituisce, sia per la natura del clima"; (E. Lombardini - "Sui progetti ..." - 1862)

Cap. 4

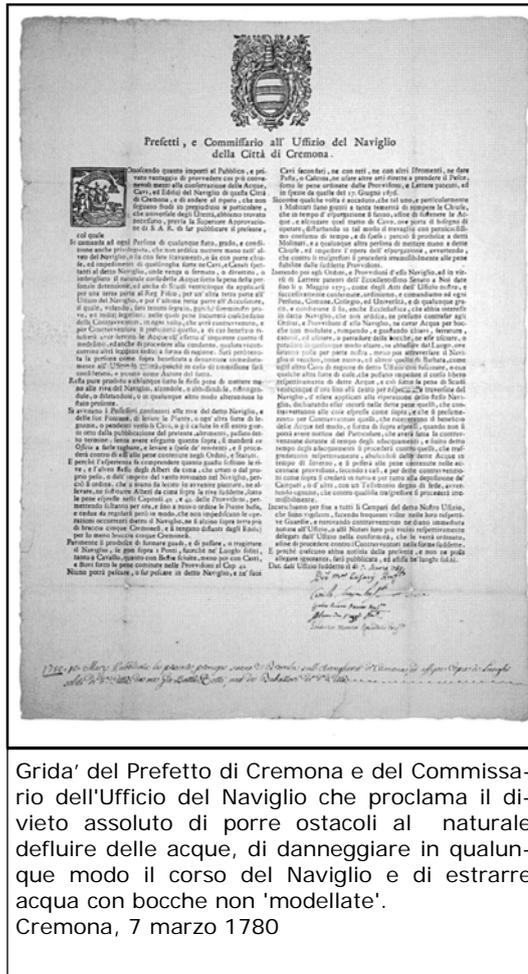
Progetti ed acquisizione di nuova acqua: fontanili e ... fiume Adda?

Riforme interne e 'Pace dell'Oglio'

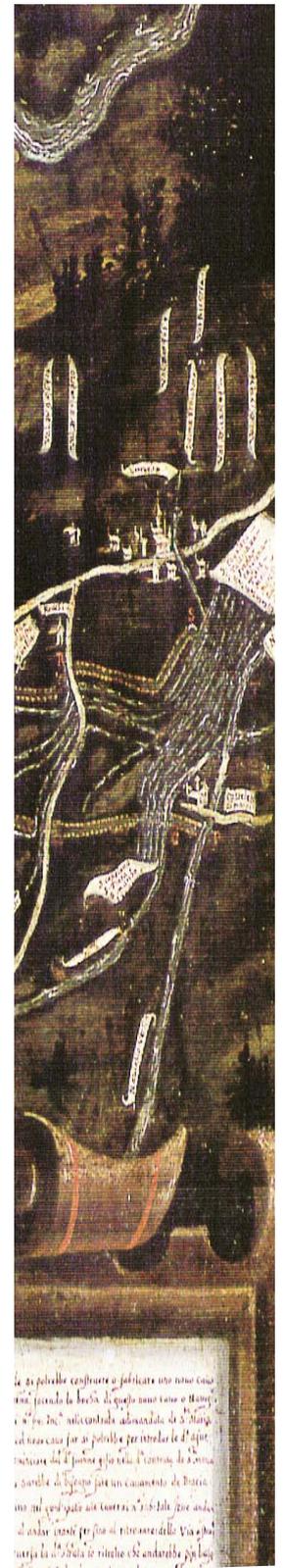
Lo stato della gestione del Naviglio della Città di Cremona ed i rapporti con gli utenti, i Navillisti, descritti dall'ing. Pietro Lissa nella relazione 1631, restarono sostanzialmente immutati sin verso la fine del Settecento, seppure siano da segnalare alcuni miglioramenti, purtroppo non risolutivi dell'ormai cronico squilibrio nel bilancio idrico:

- i privilegi di cui godevano i Navillisti di Fontanella erano stati ridimensionati;
- vennero acquisiti altri piccoli fontanili, per circa 400 l/s;
- fu migliorata l'opera di presa sul fiume Oglio;
- i Navillisti si erano abituati (o rassegnati?) che lo squilibrio fosse cronico e non diretta conseguenza delle modalità di gestione.

Dobbiamo osservare che la penuria d'acqua di cui soffrivano i Navillisti, soprattutto a valle di *Torre de' Ariadelli* (oggi Ariadello), poteva in qualche modo essere supplita dall'acquisto di acque fornite dal Condominio Pallavicino, nel tempo in cui, agli inizi del XVIII secolo, la combinazione *acqua disponibile / terreno irrigabile / produzione* indicherà i limiti dell'ordinamento produttivo che l'agricoltura lombarda doveva modificare per sopravvivere. Per accrescere la disponibilità di acqua per i fondi agricoli del Cremonese, furono elaborate proposte per utilizzare quelle "inutilmente" scorrenti nei fiumi, soprattutto Serio ed Adda,



stante l'evidente esaurimento delle potenzialità del fiume Oglio. L'ormai storica inadeguatezza dell'acqua disponibile angustiava principalmente l'Amministrazione del Naviglio Civico, i cui Amministratori, rinnovata



Cap. 4

Progetti ed acquisizione di nuova acqua: fontanili e ... fiume Adda?

Riforme interne e 'Pace dell'Oglio'

l'attenzione verso l'acquisizione di altri fontanili, ottennero il ragguardevole risultato di assicurarsi, tra il 1829 ed il 1830, il cavo Borromeo e la fontana Armandi, in grado di apportare un nuovo contributo di circa 700 l/s.

Alla metà dell'Ottocento il concorso dei fontanili – al netto delle dispense effettuate direttamente – risultò così di circa 3.300 l/s quasi il 35% della portata allora ricavata dall'Oglio.

Ma l'acqua non bastava mai!

Nel 1760, l'ingegnere responsabile dell'ufficio del Naviglio Civico, Giuseppe Antonio Galosio, propose di bonificare terreni acquitrinosi nel territorio di Fornovo, calcolando di ricavare nuove sorgive per ben 900 Once, poi ridotte, dal figlio Claudio Marcello, a circa 300, ma neppure questa maggior prudenza convinse i Navilisti e l'idea fu abbandonata.

Alla fine del XVIII la Lombardia asburgica fu suddivisa in otto Provincie, con la costituzione di altrettante Congregazioni municipali nei relativi capoluoghi. Per Cremona fu riservato lo specifico compito "... di vegliare e

di compartire le opportune provvidenze sopra tutti gli articoli relativi al Naviglio [della Città]", sciogliendo la Magistratura comunale. Il Naviglio Civico tornava ad essere gestito direttamente dal Comune, in un 'ufficio' composto da nove persone, fra cui il Prefetto, sei delle quali nominate dal ceto patrizio e tre da quello degli Estimati; nel primo gruppo, per quanto riguarda Cremona, un solo membro doveva essere scelto tra i Navilisti, che dunque erano, almeno sulla carta, in assoluta minoranza, situazione che poteva costituire un vantaggio nel mettere ordine ed equità nel servizio irriguo.

Giungiamo così, senza fatti rilevanti, al 1863, quando entrò nella vita politica il cremonese Pietro Vacchelli, in quell'anno eletto nel Consiglio comunale e che diventerà ben presto personalità autorevole a livello nazionale, ma soprattutto, per quanto qui interessa, strenuo difensore dell'agricoltura cremonese e protagonista della realizzazione del sogno ormai plurisecolare: trovare altra acqua!

E il grande impegno per trovare altra acqua fu il pretesto di Pietro Vacchelli per lavorare affinché la situazione



Cap. 4

Progetti ed acquisizione di nuova acqua: fontanili e ... fiume Adda?

Riforme interne e 'Pace dell'Oglio'

nella gestione del Naviglio Civico passasse in secondo piano, probabilmente rendendosi conto dell'insormontabile ostacolo interno e dunque strutturale che aveva sempre impedita la risoluzione del cronico squilibrio tra acqua disponibile ed acqua 'promessa'.

Trovare altra ed abbondante acqua era l'evidente unica soluzione, ma percorrendo nuove strade: ecco la scommessa di Pietro Vacchelli, che prese atto che la necessità di altra acqua non era soltanto del Naviglio Civico, ma della stessa agricoltura

cremonese, in indispensabile fase di rapido sviluppo.

Nuove idee già circolavano.

L'ingegnere Carlo Landriani, nel 1869, suggerì tre possibili soluzioni per una nuova derivazione dal fiume Oglio, ma si dovette prender atto che ormai questo corso d'acqua non aveva più adeguata disponibilità di acqua.



Sen. Pietro Vacchelli

Al fiume Adda fecero riferimento nel 1857 gli ingegneri Eugenio Pietro Nogarina, Alessandro Fieschi e Luigi Pezzini, che concordarono nello stimare di derivare 25 m³/s al "porto" di Rivolta d'Adda, sedici dei quali da destinare al Naviglio Civico, raggiunto fra Camisano e Romanengo.

Con un altro studio, preparato nel 1863 da Alessandro Fieschi e Luigi Pezzini, la presa sull'Adda fu prevista in località Marzano, in Comune di Merlino (MI, oggi LO), circa otto chilometri più a valle di quella scelta nel precedente progetto.



Cap. 4

Progetti ed acquisizione di nuova acqua: fontanili e ... fiume Adda? Riforme interne e 'Pace dell'Oglio'

Giunto il nuovo canale alla località Tombe Morte di Genivolta (CR), esso avrebbe potuto impinguare (finalmente!) il Naviglio Civico, il Naviglio Grande Pallavicino ed una decina di rogge minori.

Si impegnò il Comizio Agrario – con lo zampino di Vacchelli - ad istituire una Commissione che giudicò preferibile il progetto di Marzano, indicando un costo di 6,5 milioni di lire, che si sarebbe ripagato velocemente collocando l'acqua deriva ad un prezzo di 6.000 Lire per ogni Oncia.

C'erano due questioni preliminari:

- individuare l'ente che s'accollasse l'impegno progettuale ed esecutivo;
- formulare un affidabile piano finanziario.

Sotto la guida di Pietro Vacchelli, ormai politico di valore e valenza nazionali, si decise di tentare la strada di un Consorzio di Comuni, sorto con la denominazione "Consorzio per l'Incremento dell'Irrigazione nel Territorio Cremonese (da allora e brevemente: Consorzio Irri-

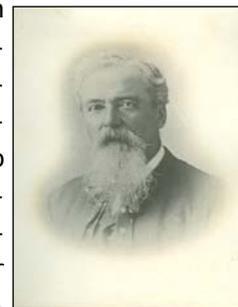


Ing. L. Pezzini

gazioni Cremonesi), che avviò la realizzazione del nuovo canale nel 1886, potendo completarlo già nel 1893 e portando nel Cremonese ben 25 m³/s di acque del lontano Adda.

Anche il Naviglio Civico avrebbe così avuta la tanto sospirata acqua nuova e pure abbondante!

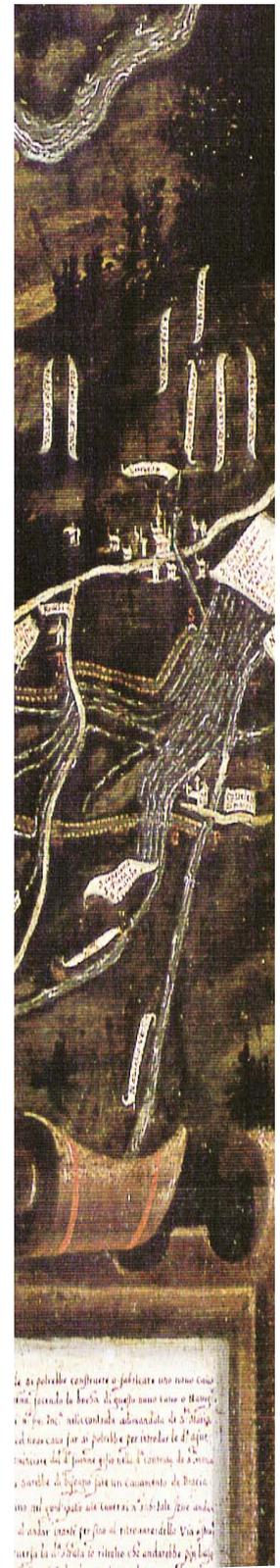
Ma, nonostante questo clamoroso coronamento di un sogno tanto desiderato, non mancarono le solite resistenze all'interno dello stesso Naviglio Civico, che ci mise alcuni anni per 'prenotare', con decisione del 29 maggio 1886, otto metri cubi al secondo.



Ing. L. Fieschi

Dalla Stagione Irrigua del 1890, arrivato, in quell'anno, il nuovo canale a Salvirola, dove si costruì il primo e più grande collegamento al Naviglio Civico, gli otto metri cubi al secondo avrebbero potuto appianare il cronico squilibrio e dare alla distribuzione irrigua una gestione adeguatamente equilibrata, diremmo moderna!

Ma mancò, come ancora manca in gran parte, lo strumento essenziale per raggiungere l'equilibrio della distribuzione: i misuratori alle bocche,



Cap. 4

Progetti ed acquisizione di nuova acqua: fontanili e ... fiume Adda?

Riforme interne e 'Pace dell'Oglio'

che erano sempre *ancora più di settantadue!*

Singolare è il fatto che proprio nel 1890 il Condominio Pallavicino, tre anni prima di essere acquistato dal Consorzio Irrigazioni Cremonesi, iniziò a demolire i misuratori 'Bocca alla Cremonese', nella versione migliorata dal proprio primo direttore l'ing. Melchiorre Donineni nel 1540, sostituendoli con il nuovo misuratore, ora perfetto: lo stramazzo *Bazin*.

Ovviamente, anche il nuovo canale dall'Adda, ancora in costruzione, fu attrezzato con bocche tutte dotate di questo nuovo stramazzo.

E il Naviglio Civico?

Basterà dire che ancor oggi, nell'anno 2017, non sono poche le utenze del Naviglio Civico dotate di misuratore 'Bocca alla Cremonese' ... e neppure nella versione migliorata da Melchiorre Donineni, del quale così scrisse Galosio, regolatore del Naviglio Civico, nel 1786: "... non merita il di lui nome il restarsene nella oscurità e nella obblivione.", lodando la bontà della sua versione della Bocca alla Cremonese! (G.A. Galosio "LA PERIZIA E L'AGRIMENSURA"—Cremona 1786).

Per stabilire se il Naviglio Civico ne avesse a sufficienza, lasciamo parlare



Località Tombe Morte di Genivolta (CR)



Cap. 4

Progetti ed acquisizione di nuova acqua: fontanili e ... fiume Adda?

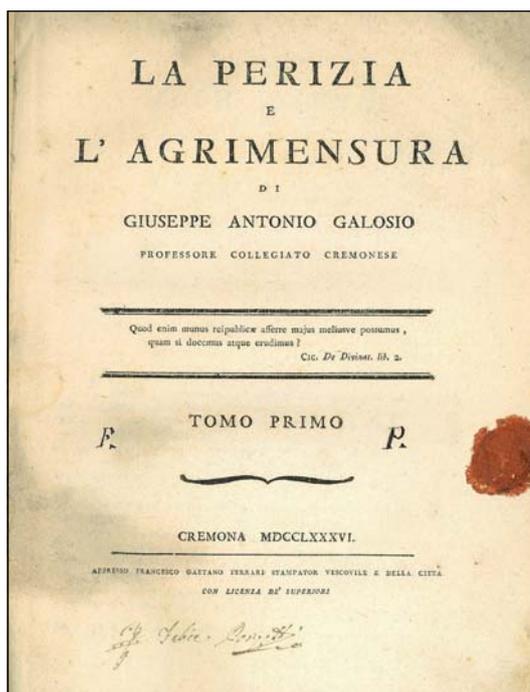
Riforme interne e 'Pace dell'Oglio'

i fatti avvenuti nella lunga questione nota come "Riconoscimento degli antichi Usi dell'acqua dal fiume Oglio".

La necessità di vedersi riconoscere questo Antico Uso sulle acque del fiume Oglio, per il Naviglio Civico, ora al fianco del neonato Consorzio Irrigazioni Cremonesi, portò inevitabilmente a riaprire la contesa con Bergamaschi e, soprattutto, Bresciani, ma con una novità: la presenza di un arbitro imparziale nel reale Ministero dei Lavori Pubblici e nei locali uffici del reale Genio Civile, entità certamente meno influenzabili, affiancate da una legge ormai chiara: il regio decreto n. 1775 del 1933, tuttora vigente.

Saltiamo alle conclusioni, assai interessanti, dell'ultimo atto, nell'Italia ormai repubblicana ed unita, che portò finalmente alla soluzione dell'origine di molti guai: la definizione delle portate di competenza dei tredici grandi Concessionari irrigui che derivavano, come ancor oggi derivano, acqua dal fiume Oglio, tra il lago di Iseo, a Sarnico, e Calcio.

Questa méta fu importantissima, non soltanto nel fissare valori certi delle quantità d'acqua spettanti, ma anche nell'imporre indispensabile sistema di



controllo nella figura del nuovo ente, il Consorzio dell'Oglio, al quale i tredici Concessionari irrigui furono obbligati, per legge, ad iscriversi, assieme ai sei idroelettrici che utilizzano, senza però sottrarre, le stesse acque del fiume.

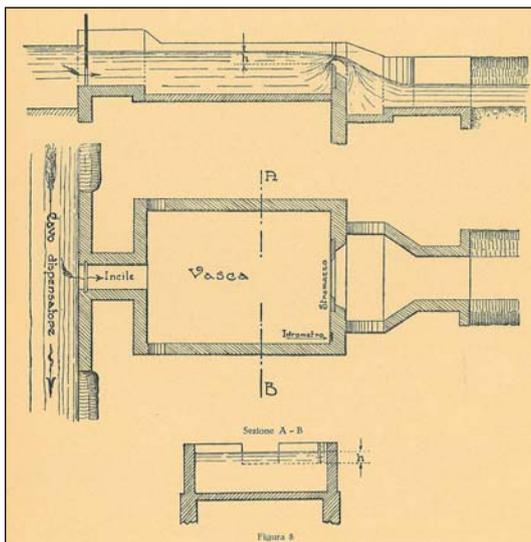
L'impresa di mettere tutti d'accordo fu certamente grande, pensando che era comunque da definire in termini compatibili con l'assenso dei vari uffici della Pubblica Amministrazione coinvolti, ma alla fine la condivisione



Cap. 4

Progetti ed acquisizione di nuova acqua: fontanili e ... fiume Adda? Riforme interne e 'Pace dell'Oglio'

arrivò, nel ... 1961 (!), con un accordo sancito dal Ministero dei Lavori Pubblici, il cui atto è conosciuto, anche in documenti ufficiali, come '*La Pace dell'Oglio*', a significare la conclusione di aspre e storiche contese, risolte con un difficile compromesso, non privo di criticità ancor oggi esistenti!



Misuratore a stramazzo tipo 'Bazin'
ing. A. Vigolini, direttore CIC dal 1911 al 1949

Giunta la *Pace dell'Oglio*, anche l'Amministrazione del Naviglio della Città di Cremona si dichiarò ragionevolmente soddisfatta nel vedersi riconosciuta una portata di Antico Uso dal fiume Oglio pari a 9,104 m³/s, cioè 9.104 l/s.

A questo valore si considerarono aggiunti, per soddisfare, almeno sulla carta, le esigenze del relativo comprensorio irriguo, i seguenti altri apporti:

- dal fiume Oglio 9,104 m³/s
 - dai fontanili 3,300 m³/s
 - da regolaz. lago di Iseo 1,354 m³/s
 - dall'Adda, tramite il CIC 8,00 m³/s
- In totale 21,708 m³/s

Il Naviglio Civico si dichiarò dunque ragionevolmente soddisfatto, vedendosi riconoscere una dotazione, una portata complessiva di 21,708 m³/s, ma, *incredibile dictu*, le cose, al suo interno, non risultarono completamente risolte, bensì soltanto migliorate!

Di primo acchito, possiamo osservare che, atteso che la portata complessiva delle utenze era stata riconosciuta in 1640 Once, la semplice divisione algebrica porta al valore unitario dell'Oncia d'acqua Cremonese, per quanto medio, pari a 13,24 l/s, corrispondente all'80% del valore reale dell'Oncia unitaria (16,32 l/s) ed al 66% dell'Oncia massima (19,98 l/s), come aveva dimostrato l'ing. Parrocchetti: i conti non tornano!



Cap. 4

Progetti ed acquisizione di nuova acqua: fontanili e ... fiume Adda?

Riforme interne e 'Pace dell'Oglio'

Ma c'è un altro fatto che lascia perplessi: mentre si lavorava nel definire la Pace dell'Oglio, in un periodo lungo quasi cinquant'anni (!), al Naviglio Civico arrivò in realtà acqua in più dal Consorzio Irrigazioni Cremonesi, che, stipulando nuovi contratti, aumentò la prima fornitura di 8.000 l/s sino a 11.350 l/s, dunque aggiungendo altri 3,35 m³/s: non era ancora sufficiente per equilibrare la distribuzione?

Una risposta si può trovare e pure strabiliante!

Tra il 1960 ed il 1967, quando la direzione del Naviglio fu condotta dallo stesso Direttore del Consorzio Irrigazioni Cremonesi, si tentò di formulare un bilancio, in litri al secondo (!), dei flussi in entrata ed in uscita del Naviglio Civico, rilevando che la portata complessiva dell'acqua, che nominalmente doveva erogarsi a tutte le bocche, ormai salite a settantanove, ammontava a 32.138,65 l/s, ovvero 32,14 m³/s!

Anche con l'aumento della fornitura del Consorzio Irrigazioni Cremonesi, che porta la voce 'Entrate' a 25.208 l/s, le 'Uscite' risultavano essere maggiori del 27%, ammesso, e sempre meno concessero realmente disponibili nei valori massimi stimati, cosa che si verificava sempre più raramente ed oggi non più!

Ma il bilancio, per quanto scrupoloso nei conti, è sempre falsato, nei fatti, dalle tante Bocche alla Cremonese ancora presenti ...

I conti dell'acqua del Naviglio Civico, non tornavano e non tornano?

L'Utenza era ragionevolmente soddisfatta ... lo è anche oggi?

Domande alle quali, purtroppo, sappiamo rispondere, ma, per fortuna, non possiamo!

Del resto, noi non siamo Navilisti.



A lato: Mulino di Basso e roggia Molinara - Torre Pallavicina (BG).

Immagine gentilmente concessa dall'Associazione 'LA LIBELLULA' di Cumignano sul Naviglio (CR)



Un impianto idroelettrico innovativo a Tombe Morte di Genivolta (CR)

La generazione di energia da fonti rinnovabili rappresenta un tema centrale nella politica energetica dell'Italia e della Comunità Europea, al quale si sono avvicinati molti paesi grazie alla recente sottoscrizione degli accordi "COP 21" di Parigi.

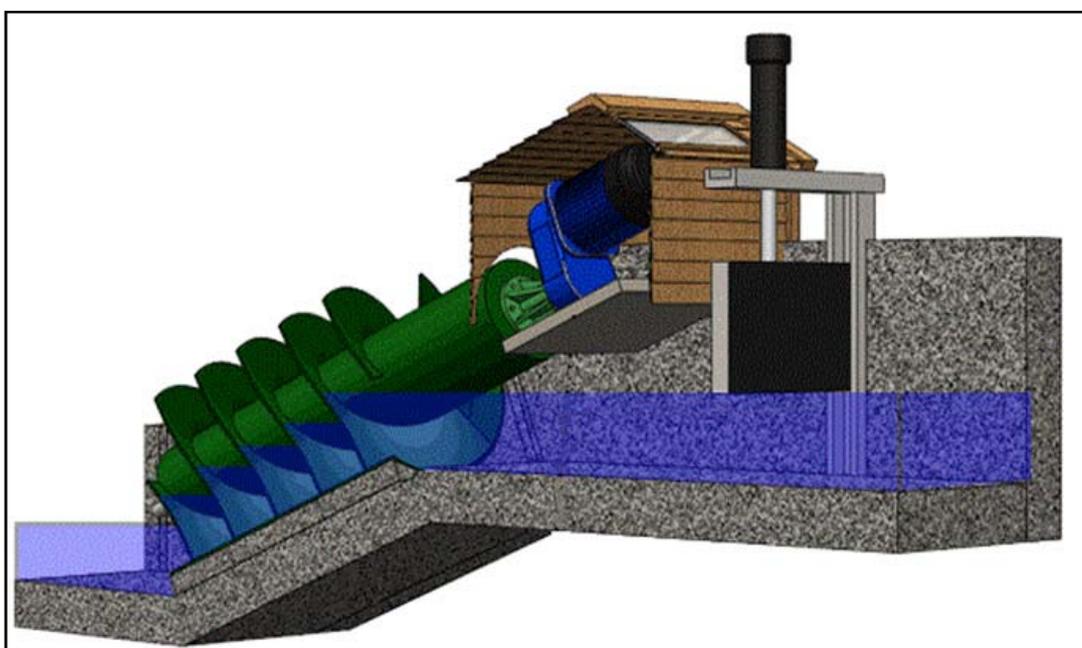
Per questo motivo importanti università ed aziende sono attive nella ricerca di tecnologie che permettano di utilizzare le risorse rinnovabili in modo sempre più efficiente e sostenibile, al fine di ridurre l'impiego di combustibili fossili e le relative emissioni di gas clima-alteranti.

L'utilizzo della forza idraulica per la generazione di potenza risale all'invenzione dei mulini per la macina

dei cereali e si è evoluta nei secoli fino a portare, verso la fine del 1800, alla costruzione delle prime centrali idroelettriche. Queste ultime, con tecnologie di grande avanguardia per l'epoca, hanno consentito la diffusione dell'energia elettrica in Italia e giocano tuttora un ruolo di primo piano nello scenario energetico nazionale contribuendo per circa il 50% della produzione da fonti rinnovabili.

Da allora la tecnologia ha vissuto un formidabile sviluppo, rendendo possibile la realizzazione di impianti particolarmente efficienti e dando vita ad aziende che hanno esportato le proprie conoscenze in tutto il mondo.

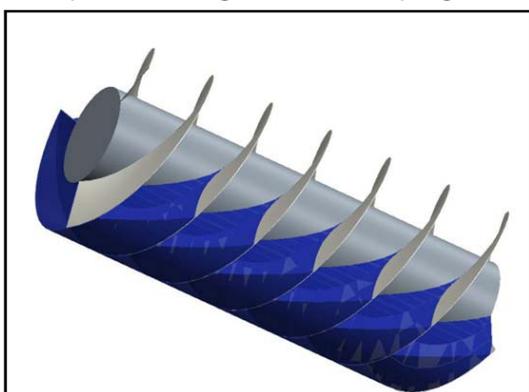
In Europa, l'attenzione nel settore dell'idroelettrico è oggi rivolta princi-



Un impianto idroelettrico innovativo a Tombe Morte di Genivolta (CR)

palmente all'ammodernamento dei grandi impianti esistenti e allo sviluppo di nuovi impianti di piccola e media potenza. In determinate circostanze questi ultimi possono essere particolarmente "virtuosi" in termini di tecnologie impiegate e di impatto ambientale, come nel caso del nuovo impianto che sarà realizzato nei pressi di Genivolta, (CR) in località Tombe Morte.

Si tratta di un impianto innovativo che utilizza due turbine a Coclea Idrodinamica, anche dette "Viti di Archimede" in memoria dell'omonimo scienziato di Siracusa che ideò queste macchine più di 2000 anni e le impiegò per il sollevamento dell'acqua. Si tratta di turbine "lente" e compatibili con il passaggio di pesci ma anche dei corpi solidi che normalmente si trovano all'interno di fiumi e canali. Il principio di funzionamento di una coclea è concettualmente più vicino a quello di un mulino che alle moderne turbine idrauliche, ma grazie ai materiali e alle particolari geometrie impiegate è



possibile raggiungere rendimenti comparabili o talvolta superiori a queste ultime.

E' questo il caso dell'impianto di Tombe Morte, dove particolari accorgimenti costruttivi, sviluppati in collaborazione con il Politecnico di Milano e l'azienda Hydrolab Srl, permetteranno di ricavare da un salto idraulico di soli 2m l'equivalente annuo dell'energia consumata da 700 abitazioni (circa 1400 MWh/anno), con un rendimento complessivo di conversione pari all'80%.

L'impianto sarà realizzato su un canale irriguo, il Diramatore 'Bruno Loffi', senza alcuna alterazione del bilancio idrico dello stesso o dei corsi d'acqua naturali dai quali esso deriva.

Le caratteristiche intrinseche delle turbine le rendono compatibili con il transito della maggior parte del materiale trasportato dal canale, rendendo di fatto superfluo l'impiego di complicati ed impattanti sistemi di sgrigliatura, stoccaggio e smaltimento. Le Coclee Idrodinamiche risultano, a maggior ragione, compatibili con il passaggio dei pesci che possono attraversare in modo indisturbato l'impianto da monte verso valle.

L'impianto sarà provvisto di un semplice ma efficace sistema di regolazione che consentirà di modulare con grande precisione il livello dei canali afferenti, così come avviene oggi per mezzo di paratoie azionate meccanicamente.



Un impianto idroelettrico innovativo a Tombe Morte di Genivolta (CR)

Un secondo impatto positivo deriva dalla possibilità di misurare accuratamente le portate fluenti in sito: le Coclee idrodinamiche si comportano infatti come grandi contatori volumetrici, in grado di determinare, in ogni istante, la quantità d'acqua che attraversa l'impianto.

L'intero progetto è stato sviluppato con l'intento di conferire al sito una valenza didattica aggiuntiva, nel pieno rispetto delle strutture architettoniche presenti, dalle quali risulta separato grazie alla presenza di una zona boschiva. L'impianto sarà completamente visibile al pubblico, incluse le turbine il cui funzionamento sarà illustrato da pannelli esplicativi e da un modello in scala della Vite di Archimede azionabile manualmente.

Il progetto avrà inoltre una valenza scientifica in quanto permetterà di sperimentare sul campo alcune innovazioni ed accorgimenti costruttivi

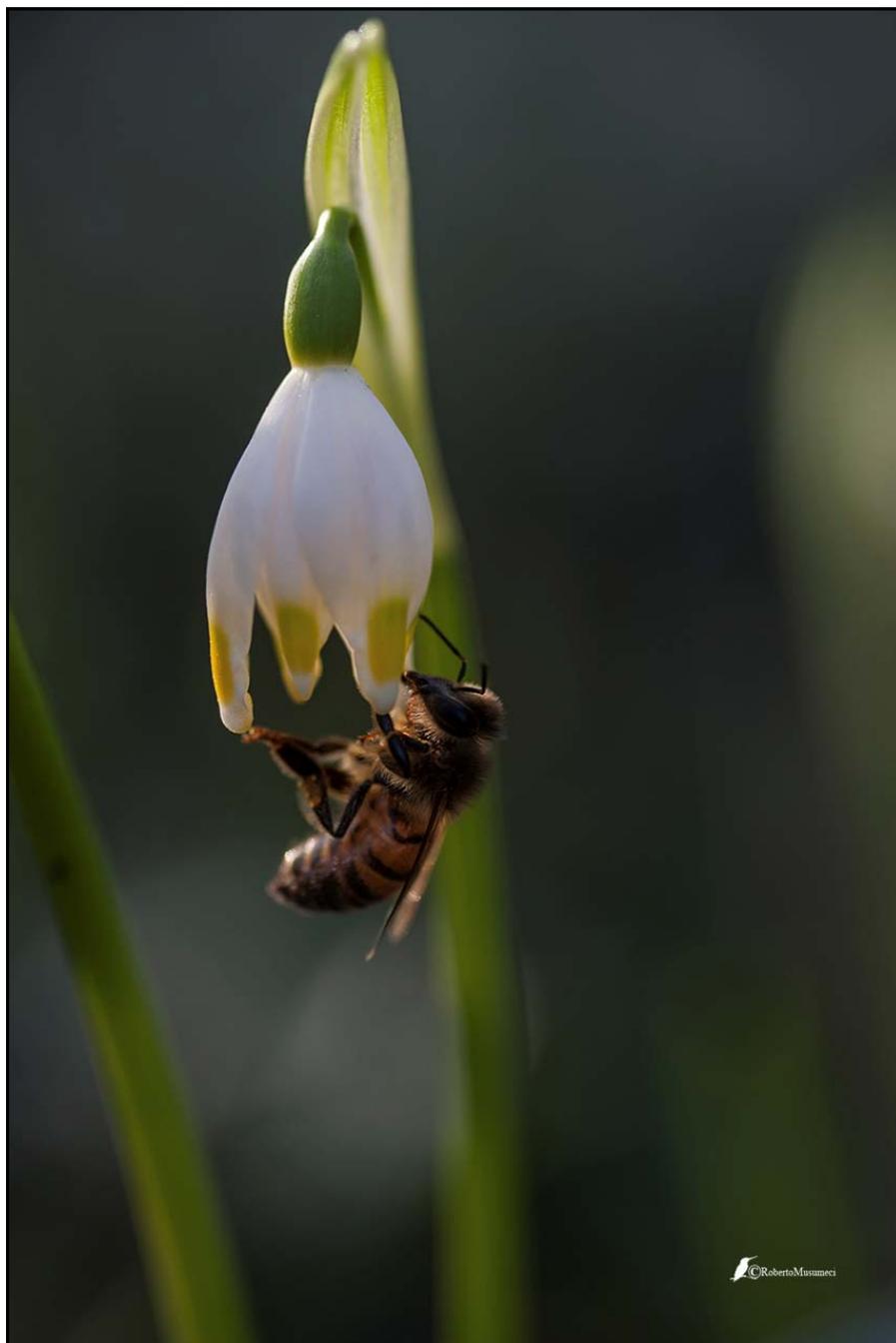
sviluppati in collaborazione con il Politecnico di Milano e finalizzati a incrementare il rendimento e il campo di impiego delle Coclee Idrodinamiche. L'installazione sarà così di esempio per la realizzazione di altri interventi simili, su salti idraulici a partire da 1.5 m e portate fino a 20 m³/s.

In conclusione si evidenzia che la realizzazione del progetto porterà, oltre ai benefici citati, un contributo di tipo economico al Consorzio e alle utenze ad esso connesse e rappresenterà una potenziale fonte di rilancio della località Tombe Morte che vedrà aumentare il suo valore didattico-ricreativo affiancando un impianto energetico innovativo al già stupefacente complesso di architettura e ingegneria idraulica presente.

Ing. Andrea Scaburri

Dr ing. Nicola Fergnani Hydrolab srl





**Consorzio Irrigazioni
Cremonesi**

Via C. Battisti, 21
26100 Cremona
C.F. e P. I.V.A. 00106640196
Tel.: 0372 22308



Questa rivista non rappresenta una testata giornalistica in quanto viene pubblicata senza alcuna periodicità. Non può pertanto considerarsi un prodotto editoriale ai sensi della legge n.62 del 07.03.2001



Eccetto dove diversamente specificato, i contenuti di questa rivista sono rilasciati sotto Licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale 4.0 Internazionale (CC BY-NC 4.0)



Scrivi al direttore:
direttore@cic.cr.it

Redazione:
redazione@cic.cr.it

Progetto grafico:
Studio FRANZINI (CR)