



ANNUARIO 2022

SOCIO-ECONOMICO

FERRARESE

Ricerche, analisi, commenti
su economia e società
in provincia di Ferrara e in Area vasta

CDS CULTURA
EDIZIONI

La gestione dell'acqua, risorsa e rischio

Alessandro Bondesan

1. Il Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

La storia economica, sociale e civile del Ferrarese è pervasa dal quotidiano rapporto dell'uomo con l'acqua ed è stato immane lo sforzo compiuto nei secoli per assicurare agli abitanti di questa "terra anfibia" un insediamento stabile, possibile soltanto mediante un'intensa ed incessante opera di sistemazione e difesa idraulica, di canalizzazione e drenaggio.

Dalla storia dell'evoluzione del territorio ferrarese, dalle valutazioni dei calcoli nel seguito riportati, si può desumere che, in una pianura come quella ferrarese che tanto assomiglia ai "Polders" olandesi, il Consorzio di Bonifica assume un ruolo di primo piano nella difesa del territorio. Se gli impianti idrovori fossero messi fuori uso da un gigantesco black out, il territorio ferrarese avrebbe ben pochi giorni prima che le acque arrivino a sommergere oltre il 50% della sua estensione (per questa ragione i più importanti impianti idrovori del Consorzio sono dotati di sistemi di produzione di energia autonoma che consentono di prevenire questi incidenti).

Fig. 1 - Simulazione della situazione del territorio all'anno 2100. La simulazione è stata effettuata con il modello previsionale Ramshtorf, che prevede un incremento del livello del mare relativo pari a 1,4 m.



Elaborazione effettuata nell'ambito del gruppo scientifico Deltamed, composto dalle seguenti associazioni ed Enti: Fondazione Cà' Vendramin; Consorzio di Bonifica Delta del Po; Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara; Consorzio di Bonifica Veneto Orientale; Parco Regionale Veneto del Delta del Po.

/ GOAL 13 / GOAL 14 / GOAL 15

Oggi il territorio ferrarese, scola quasi interamente le proprie acque mediante l'azione incessante di macchine elevatrici: le idrovore.

In seguito all'attuazione della legge regionale n. 5 del 2009 il Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara coincide quasi interamente con l'area provinciale, diventando il più grande d'Italia per consistenza di opere di bonifica e per contribuzione.

Il Consorzio di Bonifica si occupa dell'approvvigionamento delle acque per l'irrigazione (prevalentemente con attingimento da Po) e del deflusso delle acque di pioggia, che viene artificialmente regolato da un complesso sistema di canali che convergono verso numerosi impianti idrovori, le cui pompe sollevano le acque di scolo per avviarle al mare.

È questa, in sintesi, l'attività di bonifica idraulica che a Ferrara costituisce da secoli un'esigenza collettiva di grande portata, imponendo forme permanenti di collaborazione nell'esecuzione di svariate opere, nella loro manutenzione ed esercizio. Tutto ciò ha dato origine, fin dal medioevo, a complesse organizzazioni amministrative del territorio su basi idrografiche, in cui si prefigurava il moderno istituto del Consorzio di Bonifica.

Il consorzio di bonifica pianura di Ferrara in cifre.

Superficie del Comprensorio	ha	256.733
Estensione di canali	km	4.191
Impianti idrovori di scolo	n°	78
Impianti idrovori di irrigazione	n°	88
Impianti idrovori invertibili	n°	4
Potenza installata complessiva	kW	47.780
Portata totale impianti	m ³ /s	780
Acqua sollevata annualmente	milioni di m ³	1.510

2. La morfologia del passato e le sue principali trasformazioni

Alla fine dell'Età del Bronzo (oltre 3.000 anni fa) nella Pianura Padana Orientale la linea di costa era molto più arretrata di quella attuale, passava per S. Alberto, Lagosanto, Codigoro e Massenzatica. Il Po scorreva in due rami principali:

- il Po di Adria, che passava per Fratta Polesine, Bagnolo di Po, Arquà Polesine e raggiungeva il mare presso Adria (una sua diramazione per Rovigo si congiungeva con l'Adige);
- il Po di Spina, che passava per Bondeno e i luoghi poi occupati da Vigarano Pieve, Ferrara, Voghenza, Ostellato e Spina.

Nella prima Età del Ferro il clima è stato particolarmente freddo e piovoso e nel VIII secolo a.C., con una rotta avvenuta presso Sèrmide, il corso settentrionale del Po si è riversato a sud congiungendosi a quello meridionale, dando vita al cosiddetto Po di Ferrara (Ferrara ancora non esisteva). Nei secoli successivi il Po di Adria è entrato in crisi e la stessa città di Adria (grande emporio commerciale) ha perso importanza, sostituita da Spina, situata presso la foce del principale ramo meridionale (Po di Spina).

Un ramo secondario del Po toccava Copparo e sfociava a est di Ariano, un altro ramo del fiume giungeva nel luogo dove è sorto il centro abitato di Codigoro (Caput Gauri IX sec. d.C.). A nord di Codigoro cominciò a delinearsi con andamento sud nord il corso d'acqua "Gaurus". Gradualmente la linea di costa si è spinta sempre più a est.

Fig. 2



Nel III sec. a.C. anche Spina venne abbandonata perché ormai troppo lontana dal mare.

L'Età Romana è stata caratterizzata da un periodo di clima caldo (I sec. a.C.-I d.C.), e da un intenso lavoro di disboscamento per render possibile una forte espansione dell'attività agricola.

Poi il clima è peggiorato.

In quest'epoca il ramo principale del Po era il Po di Ferrara, che passava per Bondeno, Vigarano Pieve, Voghenza, che prosegue nell'Eridano e che progressivamente ha costruito un ampio delta orientato verso nord est, vicino al luogo di Comacchio. Presso la foce l'Eridano riceveva un ramo del Santerno.

L'Alto Medioevo è stato caratterizzato da un clima freddo e piovoso, specie nei secoli VI e VII, il che ha aggravato l'impaludamento del territorio e ha portato sconvolgimenti alla rete fluviale.

L'Eridano è andato in crisi e nel VIII sec. si è estinto (verrà poi ricordato come Padovetere); i rami principali del Po diventavano così il Volano (su cui si sono sviluppate Pomposa e Codigoro) e il Primaro (con Argenta). Alla loro biforcazione è nata Ferrara (VIII sec. d.C.).

Nei secoli IX e X si è registrato un notevole miglioramento climatico. Nella fascia litoranea la risalita delle acque del mare ha formato alcune ampie lagune, specie nell'area del delta abbandonato dell'Eridano, conferendo maggior sviluppo alle Valli di Comacchio.

Fig. 3



Nei secoli successivi il clima tornava a peggiorare. Nella seconda metà del secolo XII, con una serie di rotte avvenute presso Ficarolo, le acque del Po

hanno cominciato a riversarsi in un corso più settentrionale, che due secoli dopo diventerà il corso maggiore (Po di Ficarolo): tale corso fino a Cavarella coincideva all'incirca con il Po attuale, ma raggiungeva il mare a nord-est di Adria (Po di Fornaci). Questo corso ha riattivato il Po di Ariano, che presso la foce si è poi diviso in due rami (il Po di Goro e, più a sud, il Po dell'Abate).

Successivamente il Volano e il Primaro perdevano progressivamente di importanza, diventando pensili, si è prodotto un sempre più grave impaludamento del territorio.

Intorno a Ferrara i duchi Estensi Borso ed Ercole I hanno realizzato molte bonifiche per scolo naturale (gravità). Poi, su pressione dei bolognesi, hanno commesso l'errore di accettare che il Reno venisse immesso nel Po di Ferrara, tra Vigarano e Porotto (1526); così il Po di Ferrara si è intasato irrimediabilmente producendo numerosissime rotte, che hanno allagato tutto il territorio a sud della città.

Per volontà di Alfonso II, tra il 1564 e il 1580 è stata realizzata la Grande Bonificazione Estense, con scolo delle acque nel Po dell'Abate (chiavica di Torre Abà) e nel Volano (chiavica di Volano, poi sostituita con quella dell'Agri-foglio).

Fig. 4



/ GOAL 13 / GOAL 14 / GOAL 15

Ma quando gli Estensi hanno lasciato Ferrara, i Veneziani hanno realizzato il Taglio di Porto Viro (1599-1604), per deviare il Po Grande verso la costa ferrarese.

Dopo il Taglio di Porto Viro, il delta del Po si è sviluppato verso SE (Delta Moderno); la sua rapida crescita, favorita anche dal clima freddo (i secoli XVII e XVIII sono ricordati come Piccolo Glaciale di Età Moderna), tendeva a chiudere le foci dei canali a nord di Volano. Per questa ragione e anche a causa della subsidenza prodotta dal prosciugamento, nonché di alcune rotte del Po, la Grande Bonificazione Estense si è nuovamente allagata.

All'inizio del Seicento lo Stato Pontificio ha finalmente staccato il Reno dal Po di Ferrara (ormai interrato) per attuare delle bonifiche per colmata a sud di Ferrara; questo è stato poi allacciato al Primario, presso Marrara.

Fra il 1771 e il 1775 è stato costruito l'attuale alveo del Reno fra S. Agostino e Traghetto per condurre a mare le acque del Reno attraverso il Primario. Con successivi interventi (drizzagni) nel 1824 il Reno ha adottato l'assetto attuale.



Alla metà dell'Ottocento il clima è nuovamente cambiato ed è iniziata l'attuale fase calda. Metà della pianura ferrarese in quel momento era allagata, da

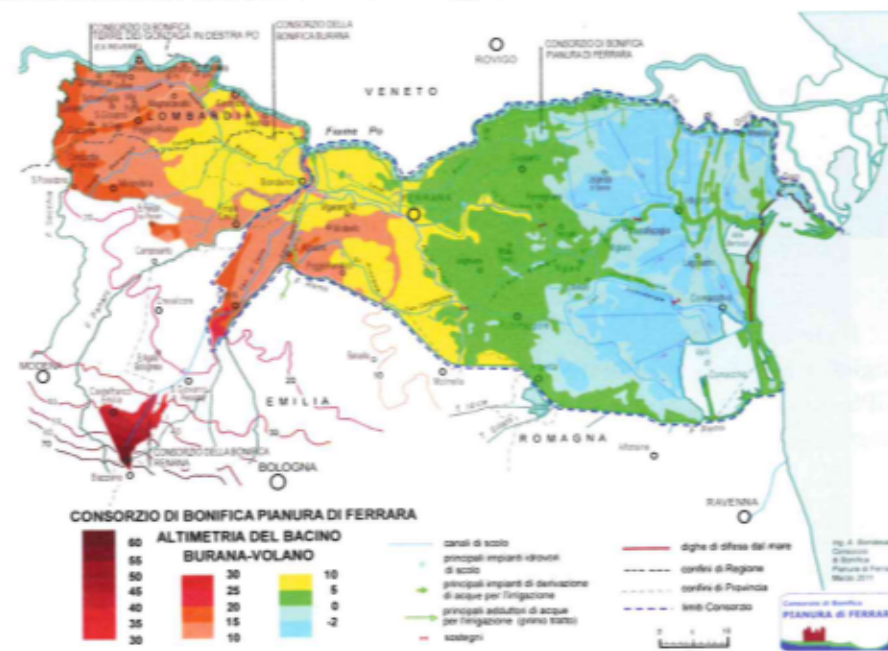
acque dolci a nord di Codigoro e prevalentemente da acque salate a sud. Nel 1872, con l'introduzione di pompe idrovore azionate da macchine a vapore, ne viene iniziato il prosciugamento (bonifica meccanica o moderna, o per scolo forzato). Nell'Ottocento e nel primo Novecento vengono bonificate soprattutto le zone più occidentali, occupate da acque dolci (paludi, acquitrini e aree agricole in sofferenza idraulica), poi, specie dopo il 1950, anche bacini vicini al mare, occupati da acque salmastre, tra cui la grande Valle del Mezzano. Il Po di Ferrara, il Volano e ciò che restava del Primario erano quasi totalmente interrati, ma alla fine dell'Ottocento il Volano è stato riscavato per portare a mare le acque dei territori a ovest del Panaro: Bondenese e Bassa Modenese.

3. La morfologia attuale

L'estensione totale del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara è di 256.733 ha, tutti in pianura; di questi, oltre 130.000 ha, sono situati a quota inferiore al livello del mare (aree in azzurro della figura seguente); le pendenze sono ovunque assai ridotte, spesso inferiori allo 0,5 per mille. La superficie valliva è di 14.145 ha (circa il 5,5% dell'intera area del comprensorio).

L'urbanizzazione complessiva è ridotta, se confrontata ad altre zone della Pianura Padana, e costituisce solo il 3% dell'area complessiva del comprensorio, con un valore di circa 7.400 ha.

Fig. 6 - Altimetria del Bacino Burana-Volano. Evidenziazione dei limiti territoriali del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara (in tratteggio).



4. Influenza di eustatismo e subsidenza sugli oneri di energia elettrica da parte del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

Il territorio ferrarese è caratterizzato da pendenze minime ed è in gran parte soggiacente rispetto al livello del mare. Tutta l'area, in particolar modo quella orientale, è stata interessata negli ultimi decenni da abbassamenti del suolo che hanno raggiunto valori massimi di circa 2,50 m, causati in parte da fenomeni naturali, ma soprattutto legati ad azioni antropiche.

La subsidenza nel Basso Ferrarese è per la maggior parte causata dalle attività di estrazione di metano iniziata nel 1930 e che ha avuto il suo apice nel 1950. I dati di subsidenza negli anni successivi al 1950 indicavano almeno 30 cm di subsidenza annua. Una volta capita la ragione del fenomeno, si è deciso di sospendere le estrazioni; la sospensione purtroppo è avvenuta solo nel 1964. La subsidenza non si è però completamente arrestata ma si è assestata su valori di circa 8-10 mm annui.

A questo fenomeno si è recentemente aggiunto quello dell'eustatismo marino (innalzamento del livello del mare), dovuto al riscaldamento del pianeta e all'apporto di enormi masse di acqua provenienti dallo scioglimento di parte dei ghiacciai continentali, anche ai poli (Groenlandia e Antartide).

Da dodici anni è in funzione un mareografo a Porto Garibaldi che, dall'inizio della sua attività ha registrato una variazione del livello medio mare di +9,4 cm rispetto al Datum altimetrico nazionale "Genova 1942" (registrazioni 1937-1946).

Tale variazione è comprensiva sia dell'eustatismo che della subsidenza; nella sostanza il Consorzio deve sollevare le acque per scaricarle in mare, di un dislivello pari alla somma dei due fenomeni.

Comunque, atteso il fatto che Porto Garibaldi è il punto della costa ferrarese meno subsidente (meno di 3 mm/anno), è evidente che l'eustatismo è oggi un fattore ben percepibile nel funzionamento del sistema di scolo consortile.

Il fenomeno non manifesta alcuna tendenza a diminuire e ciò desta preoccupazione; la situazione climatica sta accelerando la fusione di ulteriori porzioni dei ghiacciai continentali.

Tale perdita di quota relativa determina un impegno maggiore da parte dei consorzi di bonifica, perché dovrà essere progressivamente aumentata la prevalenza geodetica media di funzionamento degli impianti, con conseguente crescita della richiesta di energia per il loro funzionamento. Si stima che negli ultimi dieci anni il Consorzio abbia speso quasi mezzo milione di euro in energia elettrica a causa di tale innalzamento relativo della quota di recapito delle acque.

Di seguito viene effettuato, in modo speditivo, il calcolo dell'energia ag-

giuntiva annua se dovesse verificarsi un ulteriore aumento di 10 cm del livello del mare.

È da tenere presente che questo calcolo è basato su un presupposto ottimistico, ossia che la componente subsidenza abbia lo stesso ruolo che gioca a Porto Garibaldi. Del resto, quello fornito non rappresenta uno "scenario", ma solo il calcolo dell'incremento di energia elettrica che dovrebbe essere fornita agli impianti idrovori per aumentare la prevalenza (ove possibile) di 10 cm. Di maggiore entità sono gli oneri della riprogettazione e costruzione di quegli impianti idrovori che finirebbero fuori "range" di funzionamento, perché strutturati e ottimizzati per funzionare su altezze di sollevamento inferiori.

Ogni impianto idrovoro ha un suo valore di prevalenza (altezza media di sollevamento delle acque); per rendere più efficace il calcolo viene quindi calcolata la prevalenza media che avrebbe un ipotetico impianto idrovoro unico che sostituisce gli attuali ottanta impianti idrovori di scolo oggi in funzione, dando maggiore peso nel calcolo agli impianti idrovori con più potenza e tempo di funzionamento annuo. È stata così ottenuta la "prevalenza media ponderale" degli impianti del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, pari a 4,42 m.

Il volume di acqua che mediamente viene sollevato annualmente è di 914 milioni di mc (media 2007-2020). Il volume totale sollevato per scolo e irrigazione nell'anno 2021 è stato di 914 milioni di m³; a questo volume ha corrisposto nello stesso anno una spesa di 4,09 milioni di euro di energia elettrica a carico del Consorzio di Bonifica.

L'energia richiesta per il sollevamento meccanico delle acque relative alla rete di scolo è la seguente:

$$E_0 = m \cdot g \cdot h = 914 \cdot 10^6 \text{ [kg]} \cdot 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]} \cdot 4,42 \text{ [m]} = 39.631 \cdot 10^6 \left[\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right] \left[\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right] = 11,008 \times 10^6 \text{ Kwh}$$

Facendo variare di +10 cm il dislivello fra territorio e la quota del mare si avrà:

$$E_1 = m \cdot g \cdot (h+dh) = 914 \cdot 10^6 \text{ [kg]} \cdot 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]} \cdot (4,42+0,1) \text{ [m]} = 40.528 \cdot 10^6 \text{ J} = 11,258 \times 10^6 \text{ Kwh}$$

$$E_1 - E_0 = (11,258 - 11,008) \cdot 10^6 \text{ Kwh} = 250.000 \text{ Kwh (energia in più richiesta annua)}$$

$$\text{Con una variazione percentuale di energia pari a } \Delta E\% = \frac{E_1 - E_0}{E_0} \cdot 100 = 2,27\%$$

$$*\text{Fattori di conversione: } 1 \text{ m}^3 \text{ di H}_2\text{O} = 1.000 \text{ kg; } 1 \text{ Kwh} = 3,6 \times 10^6 \text{ Joule (Joule} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}\text{)}$$

Dai calcoli sopra riportati, si desume che un innalzamento di 10 cm della quota di recapito a mare significa un aumento di richiesta in energia elettrica pari al 2,27%. Nell'anno 2022 il costo dell'energia elettrica è andato aumentando in modo considerevole; si può stimare che per le sole attività di scolo la spesa possa arrivare 6,6 milioni di euro a fine anno.

Considerando la spesa stimata 2022 e la percentuale di aumento di richiesta di energia per via dell'eustatismo si ha:

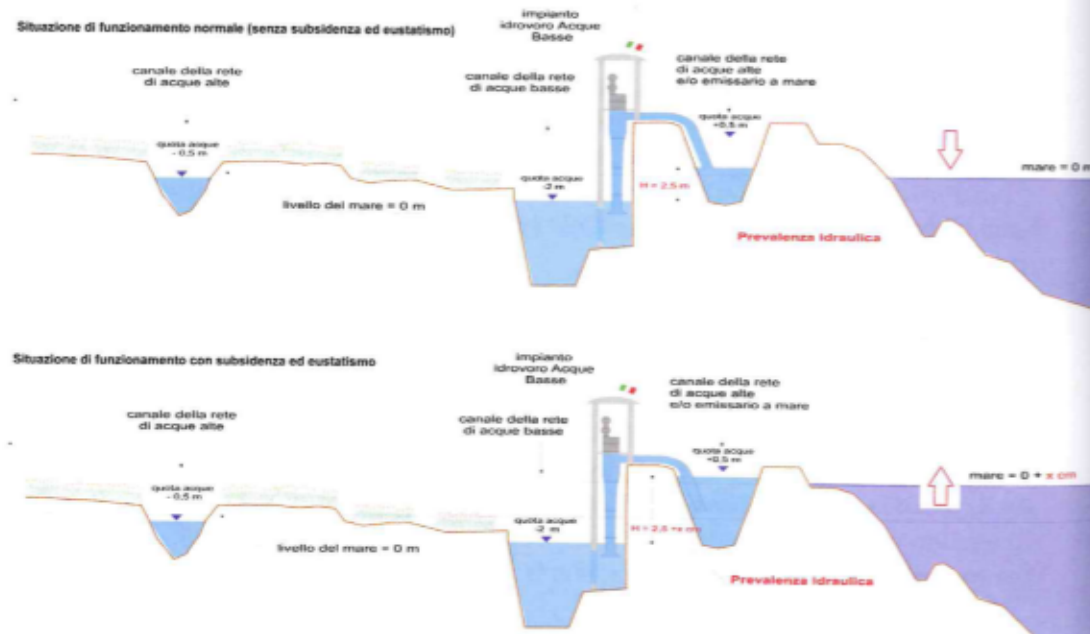
$$6,6 \cdot 10^6 \text{ €} \times 0,0227 = 0,1498 \cdot 10^6 \text{ €}$$

Considerando un arco temporale di dieci anni, si ha una spesa aggiuntiva pari a 1,5 milioni di euro in più per il solo fenomeno dell'eustatismo.

La cifra in sé è già considerevole, tuttavia i modelli climatici prevedono aumenti di eustatismo ancora maggiori di quelli che si sono finora verificati, fornendo indicazioni superiori.

Lo scenario IPCC 2013 prevede una variazione del livello marino di 97 cm entro l'anno 2100, lo scenario Ramshtorf 2007 prevede 140 cm, il che porta a pensare che gli oneri aggiuntivi qui calcolati potrebbero essere sottostimati.

Fig. 11 - Evidenziazione delle quote di sollevamento e dell'aggiuntiva quota di x cm dovuti all'eustatismo marino.



Un altro fattore di cui si dovrebbe tener conto, ma che in questa trattazione, per mantenerla di facile comprensione, non è stato considerato è l'ostacolo al rendimento degli impianti idrovori introdotto dalla nuova e superiore prevalenza idraulica alla quale queste saranno (e in parte già sono) costrette a funzionare. Nella platea di impianti idrovori oggi in funzione nella pianura di Ferrara, sono frequenti i casi di impianti costruiti fra la fine del 1800 e i primi anni del 1900; questi già oggi devono funzionare con prevalenze idrauliche superiori di oltre un metro rispetto alla prevalenza per la quale erano stati progettati. Purtroppo la curva di rendimento di una pompa idrovora trova un suo valore ottimale per una determinata prevalenza (quella di progetto), se il funzionamento si attua ad una prevalenza distante di un metro, il rendimento peggiora e i consumi in Kwh aumentano apprezzabilmente.

5. Cosa si può e si deve fare per far fronte ai problemi connessi con subsidenza e cambiamento climatico?

1) Monitoraggio - Il territorio ferrarese, per quanto detto finora, è soggetto ad una costante azione di monitoraggio, che avviene anche grazie ad una complessa rete di 1.250 caposaldi e 105 vertici posizionati dal Consorzio di Bonifica, che consentono un funzionamento a precisione centimetrica dei sistemi GPS di cui sono dotate le squadre di rilevamento.

2) Partecipazione pubblica - Si rende necessaria la partecipazione dello Stato agli oneri consortili, oggi sostenuti quasi esclusivamente dai proprietari di beni immobili che ricadono nel comprensorio; in particolare è necessario un ammodernamento della rete e degli impianti, in modo da poter far fronte alle difficoltà indotte da eustatismo e subsidenza.

3) Agevolazione sulle spese in energia elettrica - Com'è stato detto, queste spese concorrono alla tutela e sicurezza idraulica del territorio, ma lo Stato aggiunge imposte per il 13,44% quando il costo per Kwh negli ultimi dieci anni è aumentato di oltre il 50%. I Consorzi di Bonifica della pianura dovrebbero semmai ricevere un aiuto dallo Stato per le spese che sostengono per la manutenzione e funzionamento degli impianti e dei canali di bonifica.

4) Detassazione IMU (Imposta Municipale Unica) - Per via di discutibili valutazioni catastali, diversi impianti idrovori sono stati accatastati nella stessa categoria degli "opifici industriali produttori reddito", così per alcuni comuni (che hanno applicato in modo acritico i criteri IMU) gli impianti idrovori sono diventati soggetti di imposta, con conseguenti aumenti di importi per il Consorzio. Quest'ultimo, essendo un ente di diritto pubblico vincolato al pareggio di bilancio, è costretto a far gravare sui consorziati questi esborsi non dovuti.

5) A fronte della subsidenza - Si dovrà evitare che vengano attuati nel

Fig. 7 - Profilo altimetrico del territorio ferrarese.

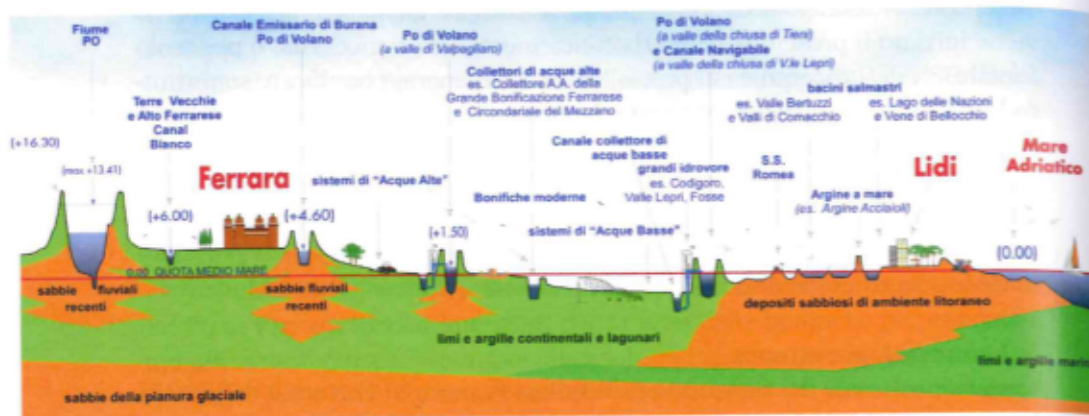
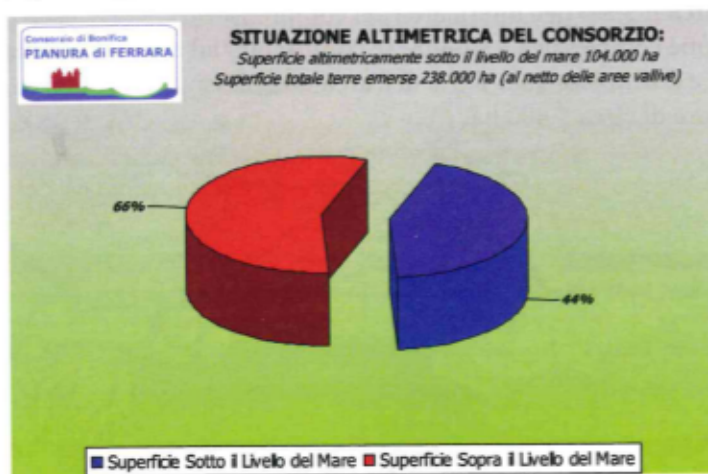


Fig. 8 - Rapporto fra aree del comprensorio al di sopra ed al di sotto del livello del mare.



Il rilevamento dell'attuale situazione del territorio avviene grazie a tecnologie che si servono dei sistemi satellitari. Il Consorzio di Bonifica si avvale di GPS centimetrici, Sonar su battello radiocomandato, e laser scanner montato su un fuoristrada dotato di palo telescopico.

Fig. 9 - Laser scanner in azione su palo telescopico.



Fig. 10 - Natante radiocomandato con sonar e GPS centimetrico.



territorio interventi e attività capaci di produrre subsidenza artificiale, quali eccessive estrazioni di acque sotterranee e coltivazione di giacimenti meta-niferi.

6) A fronte del cambiamento climatico – Per quanto riguarda l'effetto serra e il conseguente innalzamento del livello marino, è necessario che vengano sostenute le stesse azioni che possono servire ad aumentare la resistenza del territorio al cambiamento climatico. Il problema è importante: la provincia di Ferrara, dai dati ARPAE 2017, è risultata essere l'area dell'Emilia-Romagna che negli ultimi 30 anni ha registrato i cambiamenti più pronunciati. Per i prossimi 30 anni elaborazioni dal Rapporto Ispra 2015 prevedono un aumento di +1,5°C della temperatura media, nonché ulteriori incrementi del numero dei giorni caldi, delle onde di calore e dell'intensità di precipitazione nei giorni molto piovosi. Del resto anche a livello internazionale la maggioranza dei climatologi concorda che nel quadro dei pericoli legati al cambiamento climatico vanno compresi questi incrementi, ed in genere una maggiore violenza degli eventi estremi, tra cui inondazioni, tempeste di vento, trombe d'aria, siccità. Tutti questi fenomeni hanno influenza sulle attività del Consorzio di Bonifica; d'altronde, fra i principali settori che possono aumentare la capacità di resistenza del pianeta e del territorio (resilienza), sono proprio da annoverare l'agricoltura, la silvicoltura, la difesa dell'ambiente e della regimazione delle acque.