



With the contribution of LIFE
Programme 2014-2020 of the EU
LIFE AGROWETLANDS II
LIFE15 ENV/IT/000423



LIFE AGROWETLANDS II

**Smart Water and Soil Salinity Management
in Agro-wetlands**

**Gestione Intelligente della Salinità dell'Acqua
e del Suolo in Aree Umide Agricole**



CONTRIBUTI PER LA CONFERENZA FINALE*

18 giugno 2020 a cura di Maria Speranza

Alessio MAMMI - Assessore Agricoltura e Agroalimentare, Caccia e Pesca della Regione Emilia-Romagna

Presentazione

M. MONTANARI già responsabile del Servizio Innovazione, Qualità, Promozione e Internazionalizzazione del Sistema Agroalimentare della Regione Emilia-Romagna

La sostenibilità del territorio rurale: un patrimonio dell'Emilia-Romagna tra produttività e innovazione

G. SARNO - Servizio Agricoltura Sostenibile della Regione Emilia-Romagna

Coltivare e irrigare in modo efficiente e sostenibile

A. PIROLA, E. CHATZIDAKI, T. TONELLI, V. MARLETTO - Arpa Emilia-Romagna

S. CASELLI, M. AMORETTI - Università di Parma

S. AMADUCCI - Università Cattolica di Piacenza

S. ANCONELLI - Canale Emiliano Romagnolo

Satelliti al servizio dell'agricoltura di precisione: il progetto POSITIVE

R. GENOVESI, T. LETTERIO - Canale Emiliano Romagnolo

Le ricerche e le attività del CER nel campo della salinità delle acque e del suolo, nel contesto dei canali di bonifica in aree costiere

L. FURLAN - Veneto Agricoltura

M. CONTE, F. DANUSO - Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari, Ambientali e Animali, UNIUD

D. MISTURINI - Agrinnovazione

L'After LIFE di LIFE WSTORE2 a tre anni dalla chiusura del progetto

M. SPERANZA - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari, UNIBO

M. MASINA - Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali, UNIBO

Il progetto LIFE AGROWETLANDS II: principali risultati e linee da sviluppare nell'After LIFE

INDICE

PRESENTAZIONE	05
1. LA SOSTENIBILITÀ DEL TERRITORIO RURALE: UN PATRIMONIO DELL'EMILIA-ROMAGNA TRA PRODUTTIVITÀ E INNOVAZIONE	06
2. COLTIVARE E IRRIGARE IN MODO EFFICIENTE E SOSTENIBILE	12
3. SATELLITI AL SERVIZIO DELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE: IL PROGETTO POSITIVE	20
4. LE RICERCHE E LE ATTIVITÀ DEL CER NEL CAMPO DELLA SALINITÀ DELLE ACQUE E DEL SUOLO, NEL CONTESTO DEI CANALI DI BONIFICA IN AREE COSTIERE	26
5. TRE ANNI DI AFTER-LIFE DEL PROGETTO LIFE WSTORE2	30
6. IL PROGETTO LIFE AGROWETLANDS II: PRINCIPALI RISULTATI E LINEE DA SVILUPPARE NELL'AFTER-LIFE	38

ISBN 9788854970274 - DOI 10.6092/unibo/amsacta/6448 - CC BY-NC 4.0

CON IL
PATROCINIO DI



* La Conferenza Finale del Progetto LIFE AGROWETLANDS II, programmata per il 18 Giugno 2020, con il supporto della Regione Emilia-Romagna - Servizio Agricoltura Sostenibile, fu poi annullata in relazione alla situazione sanitaria COVID-19. Questo volume, pubblicato in versione digitale, vuole raccogliere e divulgare i contributi che avrebbero dovuto essere presentati in occasione della Conferenza stessa.



PRESENTAZIONE

Le alterazioni climatiche, i profondi cambiamenti che da diversi anni interessano i fenomeni atmosferici anche alle nostre latitudini, hanno profondamente modificato le tecniche di coltivazione agricola e di conseguenza anche gli impatti produttivi dell'ambito ortofrutticolo. Il valore del progetto Life Agrowetlands II - *Smart water and soil salinity management in agrowetlands*, coordinato dall'Università di Bologna, con la partecipazione dei Dipartimenti DISTAL e DICAM, in collaborazione con Agrisfera, OSV srl, Winet srl, e con il supporto della Regione Emilia Romagna, risiede nella capacità di aver sperimentato un prototipo per contrastare la salinizzazione del suolo, un fenomeno ancora limitato ma presente anche sul territorio della nostra regione. Il miglioramento qualitativo dell'irrigazione su suoli potenzialmente salini, integrato con l'aiuto e il controllo delle nuove tecnologie può essere a tutti gli effetti una risposta applicabile in altre porzioni di territorio, per contrastare il rischio crescente di perdita di suolo coltivabile. La ricerca e l'applicazione sul campo svolta dall'Università di Bologna e dai partners coinvolti nel progetto sono un importante riscontro, con evidenze scientifiche tese a dimostrare che l'applicazione della tecnologia e della sensoristica possono a ragione esercitare un controllo significativo e di qualità, e migliorare le caratteristiche irrigue e la dispersione idrica.

La Regione Emilia Romagna si è data come obiettivo l'incremento della capacità di adattamento e resilienza del settore agricolo, concentrandosi sul rafforzamento della rete di monitoraggio agro-meteo, dei sistemi di allerta e dei modelli previsionali, anche sfruttando le potenzialità delle nuove tecnologie e dei Big-Data.

È inoltre importante continuare a operare per sostenere gli investimenti di ricerca aziendali, per prevenire danni alle colture generati dalle avversità atmosferiche (gelate tardive, grandine, ondate di calore) e promuovere una strategia regionale di adattamento in agricoltura.

L'irrigazione di qualità e di precisione per l'ottimizzazione dell'uso dell'acqua a scala aziendale è un altro obiettivo fondamentale per un'agricoltura sostenibile e compatibile agli adattamenti climatici. L'acqua è vita, soprattutto in ambito agricolo: ogni azione di sostegno al potenziamento e alla riqualificazione delle infrastrutture irrigue - capace di incrementare la capacità di stoccaggio e l'efficienza idrica, anche attraverso l'attuazione dei progetti di ricerca - in collaborazione coi privati, con le istituzioni preposte al controllo dei dati e coi Consorzi di Bonifica, sono pilastri imprescindibili del nostro programma di lavoro, e troveranno il nostro sostegno presso gli organismi europei e nazionali. Per un'agricoltura sempre più innovativa e resiliente.

Alessio Mammi

Assessore agricoltura e agroalimentare, caccia e pesca
Regione Emilia- Romagna

1. LA SOSTENIBILITÀ DEL TERRITORIO RURALE: UN PATRIMONIO DELL'EMILIA-ROMAGNA TRA PRODUTTIVITÀ E INNOVAZIONE

MARIO MONTANARI, già responsabile del Servizio Innovazione, Qualità, Promozione e Internazionalizzazione del Sistema Agroalimentare della Regione Emilia-Romagna



Figura 1: Il delta del Po tra Valle Bertuzzi e Lido di Volano. Sono visibili anche manufatti collegati all'attività agricola e all'aquacoltura. (Foto di Meridiana Immagini - Dioteca Agricoltura).

Figure 1: The Po delta, between "Valle Bertuzzi" and "Lido di Volano". Artefacts related to agricultural activities and aquaculture are also visible. (Photo by Meridiana Immagini - Dioteca Agricoltura)

L'Emilia-Romagna è oggi caratterizzata da un'agricoltura specializzata capace di competere sui mercati sia interni che internazionali, fondata sulla qualità e sulla capacità di innovare. Le filiere agroalimentari rappresentano, con oltre il 20% del PIL, la seconda voce dell'economia regionale e - con il 17% - il primo posto dell'export italiano dell'agroalimentare.

Appare naturale chiedersi come questi caratteri possano essersi affermati in un territorio di dimensioni limitate, convivendo con le altre attività produttive, le infrastrutture e gli insediamenti civili, nonché in che rapporto si pongono verso le esigenze di preservazione dell'ambiente e del paesaggio.

Nel 2011, lanciando la strategia EU 2020, la Commissione europea, a fronte della prospettiva dell'aumento demografico globale e dei primi segni tangibili del cambiamento climatico, pose al centro della propria Politica Agricola Comune l'esigenza di migliorare la produttività dell'agricoltura, ma assicurando la preservazione del territorio rurale, della qualità delle acque e dei suoli quali fattori basilari per lo sviluppo.

È questa la sfida che, in realtà, la Regione Emilia-Romagna ed il suo territorio già da tempo stavano affrontando. Un'agricoltura come la nostra non avrebbe potuto essere competitiva se non si fosse basata sulla qualità, che significa prodotti distintivi, anche unici, legati alla storia del proprio

mondo rurale, frutto anche di una tradizione che necessariamente doveva essere caratterizzata da un legame indissolubile tra l'uomo e la propria terra e quindi sul rispetto del territorio stesso come risorsa da preservare.

Una tappa emblematica fu la nascita, in Romagna, nei primi anni Ottanta, delle esperienze di Lotta Guidata, la metodologia dalla cui evoluzione hanno avuto origine l'agricoltura integrata e tante altre forme di gestione sostenibile della produzione agricola. Il numero crescente di patologie oncologiche, sia tra i produttori che tra le popolazioni locali, si manifestò come l'altro lato di un periodo nel quale l'agricoltura regionale stava esprimendo tutto il suo potenziale economico. Si ebbe percezione del costo sociale e ambientale che questo avrebbe comportato se non fosse stato accompagnato da una politica di sostenibilità. Questo periodo significò soprattutto l'avvio di un cambiamento culturale negli agricoltori, così come nelle amministrazioni, nel mondo tecnico e scientifico che ha permesso di affermare il principio per cui produttività, innovazione e sostenibilità ambientale possono coesistere validamente.

È certo riduttivo considerare che le politiche di qualificazione della componente naturale del territorio rurale originino da ciò, ma vi è un valore simbolico rafforzato dal fatto che nello stesso periodo prendono forma e concreta agibilità i primi strumenti di sostegno nell'ambito della Politica Agricola Comune ad indicare la sintonia tra le spinte dei territori e le strategie europee. Il Titolo V del Regolamento (CEE) n. 797/85, relativo al "miglioramento dell'efficienza delle strutture agrarie", introdusse infatti nella PAC, per la prima volta, misure di carattere agroambientale con programmi specifici per "aiuti nelle zone sensibili dal punto di vista ambientale".

Senza la spinta delle politiche comuni sarebbe stato assai problematico dare la necessaria forza agli obiettivi di sviluppo sostenibile e, da questo punto di vista, una funzione decisiva è stata rappresentata dal Regolamento (CEE) n. 2078/92

"relativo a metodi di produzione agricola compatibili con le esigenze di protezione dell'ambiente e con la cura dello spazio naturale".

Il regolamento 2078 ha rappresentato la vera svolta per le politiche agroambientali sancendo il principio del legame indissolubile tra la funzione produttiva dell'agricoltura e quella di custode del territorio e dell'ambiente.

La Regione Emilia-Romagna fu la prima in Italia, nel 1994, a dare attuazione al regolamento, grazie all'approvazione da parte comunitaria del programma più consistente a livello nazionale, dotato di risorse pari a quelli che sarebbero oggi oltre 200 Milioni di Euro. Il programma dell'Emilia-Romagna, che fu utilizzato come apripista ed esempio per i programmi delle altre Regioni, riuscì a recepire in pieno la più importante novità del regolamento 2078/92 e cioè sinergia e l'integrazione tra le misure di riduzione degli input chimici e misure di carattere naturalistico, quali la valorizzazione degli elementi naturali del paesaggio, la creazione di zone umide, di aree di riproduzione dell'avifauna, la realizzazione di complessi macchia-radura ed altri interventi finalizzati da un lato a contenere l'espansione delle superfici produttive e, dall'altro, ad aumentare la biodiversità, così come a contrastare i fenomeni di desertificazione ed impoverimento dei terreni.

L'integrazione definitiva di questo principio sia nelle successive regolamentazioni per lo Sviluppo Rurale che nelle stesse linee programmatiche della Regione è ciò che sta alla base di una molteplicità di interventi, iniziative, misure ed esperienze che oggi ritroviamo in modo diffuso sul territorio e che ne caratterizzano la fondamentale componente ambientale.

Nell'ambito dei programmi regionali di Sviluppo Rurale succedutisi dal 2000 ad oggi le misure agroambientali, rivolte sia alla riduzione degli input chimici nell'ambiente che alla salvaguardia della qualità dei suoli e delle acque, così come quelle relative alla valorizzazione della biodiversità

e delle emergenze naturali, hanno assunto un ruolo primario, occupando anche la parte più rilevante delle risorse. Per lo sviluppo dell'agricoltura regionale la caratterizzazione ambientale è andata inoltre assumendo un ulteriore valore. Come si sa, l'Emilia-Romagna è caratterizzata da un gran numero di prodotti a qualità regolamentata: dalle 44 indicazioni geografiche DOP e IGP, alla produzione biologica, alla produzione integrata (Qualità Controllata e Sistema di Qualità Nazionale Produzione Integrata) fino all'avvio dell'indicazione facoltativa di qualità "prodotto di montagna" con una diffusione sempre maggiore delle metodologie di gestione sostenibile delle produzioni agricole.

Questo elemento è diventato così parte integrante del concetto di qualità che accompagna i prodotti regionali e che conferisce loro quella reputazione che concorre ad affermarne il successo commerciale.

Si può, infatti, sostenere che i prodotti che si ottengono in Emilia-Romagna sono al tempo stesso il frutto di una cura che è sia quella derivata dalla tradizione, che quella dovuta all'uso di metodi rispettosi dell'ambiente, ma anche dall'essere prodotti in un territorio di per sé sano, in un contesto che attribuisce valore alla naturalità ed alla biodiversità.

Fare convivere la presenza delle aree di interesse naturale con quelle a vocazione produttiva è un valore aggiunto strategico anche per la sostenibilità economica dell'agricoltura regionale.

Si può così comprendere il valore che anche le aree naturali e le zone umide in particolare e la loro qualificazione rivestano un ruolo importante nel contribuire al contrasto alla desertificazione, nel preservare la sostanza organica dei suoli e la biodiversità.



Figura 2: Scorcio della Laguna di Goro
(Foto di Fabrizio dell'Aquila)

Figure 2: View of Goro Lagoon
(Photo by Fabrizio dell'Aquila)

Ma anche le stesse zone vocate alla produzione devono essere oggetto di preservazione. Un esempio per tutti è rappresentato dai prati stabili polifiti che caratterizzano ampie superfici nella pianura emiliana e che sono fondamentali per l'alimentazione delle bovine destinate alla produzione di Parmigiano-Reggiano. Non solo producono quelle essenze che conferiscono tante delle caratteristiche qualitative del Parmigiano-Reggiano, ma sono anche dei formidabili "sequestratori" naturali di carbonio, così importante in questa epoca caratterizzata dal cambiamento climatico.

Il 2019 ha rappresentato un momento importante di continuità della politica che la Regione Emilia-Romagna ha scelto già da molti anni e rivolta ad investire sullo sviluppo della sua importante agricoltura e del suo sistema agro-alimentare industriale mettendo in sinergia i concetti di qualità e sostenibilità.

In particolare, il grande incremento delle superfici gestite in agricoltura biologica – arrivate a rappresentare oltre il 16% della SAU regionale che si aggiungono a quelle – altrettanto consistenti - condotte in agricoltura integrata, rappresenta un indicatore fondamentale della propensione delle imprese agricole ad innovare anche sotto il profilo ambientale, così come ad associare la produzione biologica o integrata ai prodotti caratterizzati dai sistemi di qualità.

Questi fattori, come detto, sono alla base della capacità competitiva dell'agricoltura regionale, e caratterizzano la propensione innovativa delle aziende agricole e agroalimentari. In un sistema come quello dell'Emilia-Romagna, l'innovazione è più che mai fondamentale sia per assicurare gli standard qualitativi funzionali ai mercati esteri che per orientare sempre più la produzione verso le esigenze complessive di sostenibilità, con particolare riguardo alle problematiche connesse al cambiamento climatico. Con i primi mesi del 2020 giunge a compimento l'attuazione della Misura 16.1.01 (Cooperazione) che ha permesso di finanziare

progetti di ricerca e piani di innovazione dimostrando di contribuire al rafforzamento delle politiche di qualità e sostenibilità. In tal senso un ruolo molto importante è rappresentato dai Gruppi Operativi per l'Innovazione (GOI) che abbracciano sia le Focus area dedicate alla competitività che quelle più specifiche nei settori delle produzioni sostenibili e di qualità. Quest'ultima linea di intervento, risulta particolarmente significativa se si considera come il mutare delle condizioni ambientali dovute al cambiamento climatico incida sia sull'esigenza di preservare le risorse naturali che sull'adattamento del sistema produttivo alla velocità di evoluzione dei mercati globali.

Entro il 2020 saranno circa 200 i Gruppi Operativi per l'Innovazione finanziati, compresi i 55 progetti Pilota di innovazione approvati nell'ambito dei progetti integrati di filiera rafforzando così il primato in Europa per l'attuazione di queste misure del PSR.

Le produzioni agroalimentari regionali possono così sempre più avere il proprio "biglietto da visita" nella coniugazione tra i prodotti certificati in base all'origine geografica ed il loro ottenimento grazie a sistemi di produzione che soddisfano i vecchi e nuovi requisiti definiti sia sotto l'impulso delle politiche comunitarie, che per poter sempre più incontrare l'evoluzione delle esigenze dei consumatori. Tutto ciò andando quindi oltre agli standard di sicurezza alimentare, già molto elevati in Europa, ed in modo da valorizzare e connotare ulteriormente le qualità intrinseche del prodotto a fianco di quelle di sostenibilità ambientale.

Anche grazie agli strumenti disponibili dalla programmazione comunitaria, la Regione Emilia-Romagna, ha potuto dare continuità all'azione pluridecennale di interventi rivolti alle direzioni sopra indicate, potendo così mettere a disposizione delle imprese diversi strumenti, sempre più coordinati tra loro, utili a supportare e valorizzare le proprie produzioni sostenibili e di qualità. Possiamo dire che l'Emilia-Romagna è così pronta ad affrontare il Green New Deal previsto dalla imminente Programmazione Europea 2021-2027.

ABSTRACT

THE SUSTAINABILITY OF THE RURAL AREA: A HERITAGE OF EMILIA-ROMAGNA BETWEEN PRODUCTIVITY AND INNOVATION

Emilia-Romagna is today characterized by agriculture based on quality and the ability to innovate. The agri-food chains represent over 20% of regional GDP and - with 17% - the first place in Italian agri-food exports. The competitiveness of Emilia-Romagna is based on quality, on distinctive products, linked to the history of the rural heritage, also the result of an indissoluble bond between man and his land and therefore on respect for the territory itself as a resource to be preserved. The birth, in Romagna, in the early eighties, of the experiences of Guided pest defence, from whose evolution integrated agriculture and many other forms of sustainable management of agricultural production originated, initiated a cultural change in farmers, administrations and in the technical and scientific world that has made it possible to affirm the principle by which productivity, innovation and environmental sustainability can coexist validly. Thanks to the support of EU policies, starting from Regulation (EEC) no. 2078/92, the principle of the indissoluble link between the productive function of agriculture and that of guardian of the territory and the environment was established. Since then, agri-environmental measures, aimed at reducing chemical inputs into the environment

and safeguarding the quality of soils and waters, as well as those relating to the enhancement of biodiversity and natural emergencies have taken on a primary role, also occupying the most significant part of the resources. It can now be argued that the quality of the products obtained in Emilia-Romagna is at the same time the result of tradition but also of being produced in a territory that is healthy in itself, in a context that attaches value to naturalness and biodiversity.

Thus one can understand the value that natural areas and wetlands in particular and their qualification play an important role in contributing to the fight against desertification, in preserving the organic substance of soils and biodiversity. Today 30% of the regional agricultural area is managed with organic or integrated agriculture thanks to the propensity of agricultural enterprises to innovate also from an environmental point of view. In this sense, a very important role is represented by the 200 Operational Groups for Innovation (GOI) which allow to meet the innovation needs of the agricultural way. Thanks to this context, we can say that Emilia-Romagna is so ready to face the Green New Deal foreseen by the imminent European Programming 2021-2027.



2. COLTIVARE E IRRIGARE IN MODO EFFICIENTE E SOSTENIBILE

GIAMPAOLO SARNO, Regione Emilia-Romagna, Servizio Agricoltura Sostenibile

✉ Giampaolo.Sarno@regione.emilia-romagna.it

Agricoltura e Sostenibilità

Proteggere e migliorare le risorse naturali, producendo di più con meno, è il principio fondamentale della sostenibilità. Questo risultato può essere raggiunto attraverso politiche consapevoli ed efficaci che promuovano la resilienza delle persone e degli ecosistemi. L'agricoltura svolge un ruolo cruciale nella creazione di valore pubblico, contribuendo a migliorare il livello di benessere della società secondo criteri di equità e solidarietà. Al tempo stesso il settore primario realizza attività economiche che devono remunerare i fattori produttivi, mentre soddisfano bisogni essenziali di una popolazione globale in continua crescita. L'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO) ha individuato le azioni da realizzare per indirizzare anche le produzioni agricole verso i 17 obiettivi dello sviluppo sostenibile (SDGs), adottati dall'Assemblea Generale con l'Agenda 2030: combattere la siccità, il degrado del suolo, la perdita di biodiversità e ridurre le emissioni di gas serra.

Nuove opportunità per conseguire questi obiettivi nascono dalla disponibilità di tecniche per la conservazione del suolo ma anche per l'ottimizzazione dell'uso irriguo delle acque, meglio adattate alla variabilità degli ambienti ecologici e colturali. In questo senso è fondamentale disporre di supporti conoscitivi puntuali e facilmente accessibili, per consentire la diffusione dell'innovazione, anche digitale, e dell'agricoltura high tech, attraverso attività di dimostrazione, trasferimento tecnologico e formazione degli operatori. Il necessario completamento di una strategia efficace per l'uso sostenibile delle risorse

ambientali richiede, infine, l'attenta considerazione delle interazioni tra le matrici ambientali e la messa a punto di indicatori sempre più precisi e sensibili per guidare le politiche.

Uso sostenibile del suolo in Emilia-Romagna

Quali sono le principali tematiche che vengono affrontate nella nostra regione per mantenere il suolo fertile e garantirne i servizi ecosistemici?

Razionalizzazione dell'uso di fertilizzanti e fitofarmaci

Nella seconda metà del secolo scorso i mezzi tecnici di uso agricolo hanno contribuito a realizzare la rivoluzione verde, ma al tempo stesso sono stati all'origine di gravi problemi di contaminazione ambientale a carattere diffuso. La risposta più efficace è costituita dalla diffusione delle tecniche a minor impatto come l'agricoltura biologica e integrata.

Lotta al declino della sostanza organica

Il carbonio organico del suolo costituisce il più grande serbatoio terrestre, pari a circa due volte il carbonio presente nella vegetazione e nell'atmosfera. Il processo di accumulo, a partire dalla CO₂ atmosferica fino alla sostanza organica attraverso i residui organici, è chiamato sequestro di carbonio, mentre il processo inverso di mineralizzazione è favorito dall'uso intensivo del suolo. Sequestrare carbonio attraverso l'accumulo della sostanza organica migliora la fertilità, contribuisce alla mitigazione del cambiamento climatico e salvaguarda la biodiversità edifica.

Riduzione dell'erosione idrica e prevenzione del dissesto delle zone collinari e montane

Il dissesto idrogeologico è tra le principali emergenze ambientali del paese e della nostra regione, anche in conseguenza del cambiamento climatico e dei fenomeni meteorologici più intensi che con crescente frequenza causano eventi talvolta catastrofici. Frane e alluvioni rappresentano i fenomeni più evidenti ma l'erosione idrica superficiale può essere altrettanto pericolosa e dannosa per i molteplici effetti negativi che innesca:

- sulla fertilità, per asportazione dello strato più ricco in sostanza organica;
- sulla produzione agricola, per danni alle piantine appena emerse o per esposizione degli apparati radicali;
- sulla profondità del suolo e sulla capacità di immagazzinamento dell'acqua;
- sulla qualità delle acque superficiali, perché aumenta il trasporto solido e di eventuali sostanze inquinanti;
- sulle strade e infrastrutture, a causa dell'accumulo dei materiali terrosi.

Prevenzione della salinizzazione

Pur essendo scarsamente diffusi nella nostra regione i suoli salini si localizzano nelle zone, un tempo paludose, di più recente bonifica della provincia di Ferrara e di limitate aree limitrofe alla costa adriatica (fig.1). Il processo di salinizzazione può interessare anche suoli non salini e rappresenta una delle minacce di degrado che si manifesta con limitazioni alla crescita delle piante per minore assorbimento idrico e di elementi nutritivi, formazione di croste superficiali e perdita di struttura del suolo. Il rischio di salinizzazione interessa in particolar modo i suoli prossimi alla costa, dove il fenomeno può essere innescato dalla risalita di un'eventuale falda salina superficiale, oppure dall'uso di acqua irrigua di scarsa qualità o da uno scadimento di funzionalità delle opere di deflusso delle acque. Nella parte orientale del Ferrarese (cosiddetto ambiente di delta esterno), è determinante per l'attenuazione della salinità l'utilizzo dalla fonte del Po durante la stagione irrigua. In talune produzioni come il pomodoro la presenza di un certo grado di salinità, che produca condizioni di stress debole – moderato, è anzi considerato come un'opportunità per una produzione di maggior qualità.

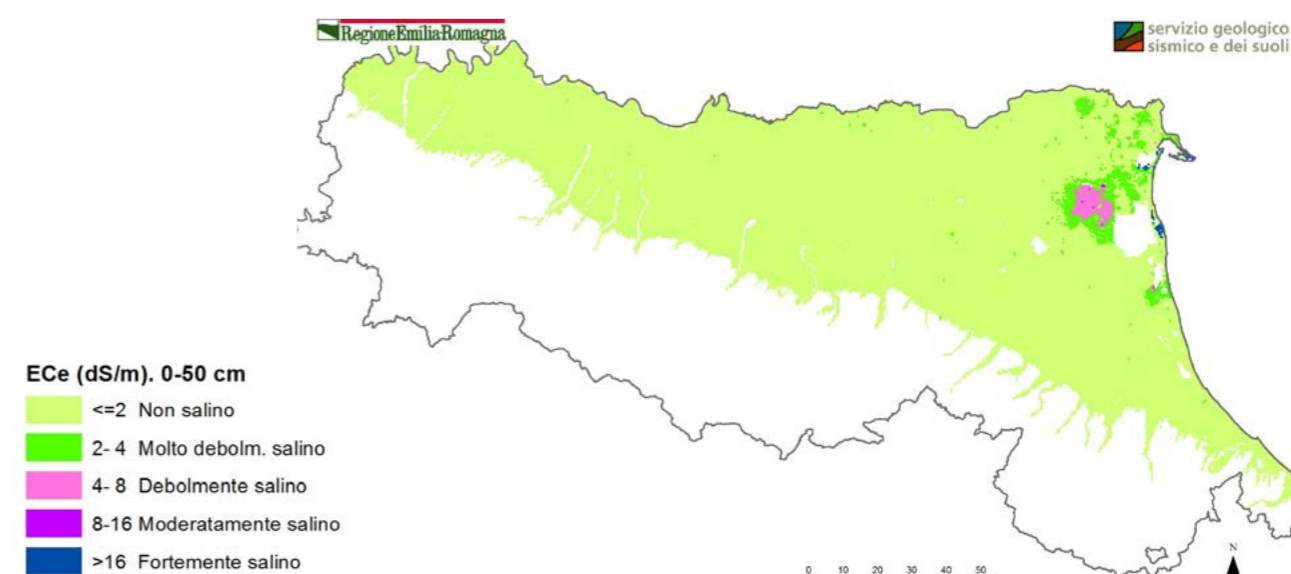


Figura 1: Mappa della salinità (ECe – conducibilità elettrica) dei suoli della regione Emilia-Romagna nello strato 0-50 cm di profondità.

Figure 1: Soil salinity map (ECe – electrical conductivity) of the Emilia-Romagna region, for the 0-50 cm depth layer.

Contrasto all'impermeabilizzazione e al cambiamento d'uso

La lotta al consumo di suolo richiede una differente considerazione della crescita delle aree urbane e della realizzazione delle infrastrutture a scapito di superfici agricole e ambienti naturali, per evitare la frammentazione degli habitat e l'impermeabilizzazione dei suoli. La normativa urbanistica è lo strumento più efficace per mantenere le funzionalità del suolo anche nelle zone a maggior pressione insediativa.

Uso sostenibile dell'acqua e riduzione delle emissioni agricole

Le risorse idriche sono anch'esse soggette a utilizzi che possono minacciarne la fruibilità nel tempo e nello spazio, per cui l'Amministrazione è impegnata a garantire il mantenimento di buone condizioni ecologiche, qualitative e quantitative ai corpi idrici regionali.

In termini di tutela quantitativa l'azione fondamentale è legata alla razionalizzazione delle opere infrastrutturali e dei metodi di distribuzione, con tecnologie e strategie irrigue basate su principi di risparmio idrico dal livello comprensoriale a quello aziendale. L'irrigazione infatti costituisce il principale uso delle risorse idriche, in particolare per le acque superficiali, con un'incidenza che è compresa tra il 60 e il 70 % dei consumi complessivi.

La salvaguardia qualitativa e di funzionalità ecologica dei corpi idrici si basa sulla riduzione dei carichi di potenziali inquinanti derivanti dalle attività agro-zootecniche. Su questo versante gli aspetti più importanti riguardano le sostanze nutritive come azoto e fosforo, contenute nei fertilizzanti di origine organica (effluenti zootecnici e digestati) e inorganica (concimi), oltre ai residui dei principi attivi distribuiti nell'ambiente con i fitofarmaci.

Le attività agricole hanno una grande influenza anche sulla regolazione del deflusso superficiale

connesso alla capacità di ritenzione idrica dei suoli. Da questi fenomeni conseguono le attività di prevenzione del dissesto idrogeologico, nelle sezioni montane, e di bonifica idraulica nelle aree di pianura dei bacini idrografici. Si tratta di funzioni svolte dagli 8 Consorzi di bonifica che coprono l'intero territorio regionale e dal Consorzio per il Canale Emiliano-Romagnolo, attraverso circa 20.000 km di canali e condotte, oltre 500 impianti di sollevamento delle acque e numerose opere per la regimazione dei corsi d'acqua e la difesa del suolo in montagna.

Il cambiamento climatico produce effetti sensibili anche a livello regionale con l'aumento delle temperature minime e massime, la variazione delle temperature estreme (diminuzione di giorni con gelo e maggior durata delle onde di calore) e delle precipitazioni (incremento di intensità dei fenomeni piovosi e prolungamento della durata dei periodi siccitosi). Ai fini dell'adattamento a questi cambiamenti la gestione dell'acqua in agricoltura deve seguire puntualmente l'andamento dei cicli colturali e le effettive necessità delle piante, sia a livello aziendale sia a livello consortile, mediante un'attenta programmazione stagionale e nuovi invasi per migliorare la resilienza di fronte alle crisi.

Le tecniche produttive agricole e ancor di più quelle zootecniche determinano consistenti emissioni in atmosfera di gas climalteranti come metano e ossidi di azoto e sono responsabili della quasi totalità delle emissioni di ammoniaca, importante precursore del particolato secondario. Al tempo stesso l'agricoltura può contribuire, come detto a proposito del suolo, a produrre effetti ambientali positivi, per esempio immagazzinare cospicui quantitativi di CO₂ e diventare un'attività a saldo emissivo negativo.

Le azioni per l'agricoltura sostenibile

Le misure che rispondono alle problematiche fin qui accennate sono riconducibili a tre categorie fondamentali: azioni e strumenti riconducibili a

soluzioni normative, incentivi agli investimenti e alla gestione dei processi produttivi e iniziative riconducibili al sistema della conoscenza.

Soluzioni normative

È il caso del Regolamento regionale n. 3/2017 sull'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, del digestato e delle acque reflue. Tale provvedimento recepisce la normativa europea (Direttiva nitrati) in materia di protezione delle acque e dei suoli dall'inquinamento che può essere provocato da un utilizzo non corretto dei nutrienti azotati. L'Emilia-Romagna ha regolato tale attività sin dal 1995, adattando costantemente le prescrizioni alla realtà produttiva regionale, nel rispetto del complesso quadro normativo di riferimento e rendendo conto dei risultati all'autorità europea.

Un secondo esempio è rappresentato dalle attività tecniche ed amministrative previste dalla condizionalità per il settore irriguo, finalizzata alla gestione sostenibile delle risorse idriche, come previsto dall'Accordo di Partenariato per l'accesso ai Fondi strutturali comunitari. L'attività prevede la raccolta delle informazioni relative al sistema irriguo regionale e alla sua regolazione per la valutazione degli investimenti nel settore. Alla medesima tematica fa riferimento l'attività complementare di programmazione prevista dalla Direttiva Quadro Acque, che prevede la predisposizione e l'aggiornamento periodico del Piano di Gestione e degli altri strumenti di programmazione dell'Autorità Distrettuale del Bacino del Po.

Sempre sul versante tecnico-amministrativo un'ulteriore attività è rappresentata dalla predisposizione e dall'aggiornamento dei Disciplinari, previsti per l'adesione al Sistema nazionale di qualità della produzione integrata. Con particolare riferimento alla fertilizzazione e alla gestione del suolo il DPI raccoglie le migliori tecniche disponibili, generalmente selezionate in attività di ricerca specifiche, per ottenere produzioni di qualità rispettose dell'uomo e dell'ambiente.

Incentivi

I fondi europei strutturali e agricoli, opportunamente integrati tra loro, forniscono gli strumenti operativi per conseguire gli obiettivi strategici di crescita intelligente, sostenibile e inclusiva. Lo sviluppo rurale fornisce alle regioni le disponibilità economiche finalizzate al rafforzamento della competitività, al conseguimento di risultati ambientali e allo sviluppo integrato dei territori. Tra gli obiettivi specifici dell'attuale programmazione, i seguenti sono mirati particolarmente a benefici ambientali:

- 4B Migliorare la gestione delle risorse idriche, compresa la gestione dei fertilizzanti e dei pesticidi;
- 4C Prevenzione dell'erosione dei suoli e migliore gestione degli stessi;
- 5A Rendere più efficiente l'uso dell'acqua in agricoltura;
- 5D Ridurre le emissioni di gas a effetto serra e di ammoniaca prodotte dall'agricoltura;
- 5E Promuovere la conservazione e il sequestro del carbonio nel settore agricolo e forestale.

Anche la politica dei prezzi e dei mercati, il cosiddetto I pilastro della PAC, contribuisce, in maniera meno diretta ma con l'obbligo del rispetto della condizionalità, al raggiungimento di finalità ambientali.

La strategia dello sviluppo rurale verso un'agricoltura sostenibile e competitiva in Emilia-Romagna¹ è stata sostenuta nel periodo 2014-2020 con somme complessive pari a 1,2 miliardi di euro, di cui quasi 500 milioni indirizzati all'ambiente e al clima. Alcune misure forniscono sostegno agli investimenti, in particolare per la realizzazione di invasi interaziendali e consorziali in aree collinari per un migliore utilizzo delle risorse idriche. Altri investimenti agevolati riguardano opere e attrezzature per contenere le emissioni ammoniacali in fase di stoccaggio e utilizzazione agronomica

¹ <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/psr-2014-2020>

degli effluenti zootecnici. Molto rilevanti sia in termini economici sia per la diffusione sul territorio sono i pagamenti in base alle superfici per la gestione di sistemi produttivi come l'agricoltura biologica e le operazioni agro-climatico-ambientali (produzione integrata, gestione degli effluenti zootecnici, incremento della sostanza organica, agricoltura conservativa e impegni aziendali per la salvaguardia della biodiversità). Un ulteriore filone che verrà specificato di seguito riguarda il finanziamento alla cooperazione, nei Gruppi Operativi per l'innovazione e nei progetti pilota integrati di filiera.

Sistema della conoscenza

La gestione sostenibile delle risorse naturali in agricoltura richiede la raccolta, la messa a punto e la diffusione di una grande massa di informazioni, il cui utilizzo sempre più si giova dell'utilizzo della tecnologia e degli strumenti che l'ICT rende disponibili. Alla base di questo processo ci sono le

attività di ricerca e sviluppo che riguardano tutti gli aspetti tematici legati al suolo e alle acque, ma anche la formazione, la consulenza e i supporti tecnici.

Tra questi ultimi in particolare si possono ricordare il Catalogo dei suoli di pianura e collina², le applicazioni per la formulazione del consiglio di concimazione³ e l'utilizzo agronomico dei reflui zootecnici, la rete di monitoraggio della falda superficiale (fig. 2) e l'applicativo GIS di assistenza all'irrigazione Irrinet⁴, gestito dal Consorzio CER. Altri strumenti cartografici tematici sono disponibili sul web e basati sulla Banca dati del suolo realizzata dal Servizio regionale geologico, sismico e dei suoli⁵: carte della sostanza organica, dello stock di carbonio, della salinità, dell'erosione idrica, del contenuto di metalli pesanti, della capacità d'uso, delle superfici impermeabilizzate.

Sul versante dell'innovazione l'Emilia-Romagna si caratterizza per una tradizione consolidata in una sorta di "ecosistema", ricco di attori diversi e di una particolare capacità di sviluppare iniziative



Figura 2: Mappa di profondità della falda ipodermica nella regione Emilia-Romagna.

Figure 2: Map of the shallow water table depth in the Emilia-Romagna region.

2. <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/produzioni-agroalimentari/temi/bio-agro-climambiente/suolo-2>

3. <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/produzioni-agroalimentari/temi/bio-agro-climambiente/fertilizzazione-1>

4. https://www.irriframe.it/irriframe/home/Index_er

5. <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/suoli>

effettivamente condivise. Nell'ultimo periodo di programmazione dello sviluppo rurale, ormai in dirittura d'arrivo, ciò ha consentito di attivare circa 200 progetti cooperativi di innovazione (GOI)⁶, affermando una leadership a livello continentale

in termini di capacità di programmazione e realizzazione. Tra questi progetti almeno un terzo è dedicato alla individuazione e allo sviluppo di soluzioni produttive per l'agricoltura sostenibile. Nella tabella seguente i titoli di alcuni progetti

Titolo	Descrizione	Scadenza
PRO-VITERRE	Conservazione dei suoli negli ambienti vitivinicoli della collina	mar 19
Cover agroecologiche	Colture di copertura per l'incremento della s.o. e il contenimento delle malerbe	ago 19
soilution	Soluzioni per ridurre l'erosione con l'utilizzo di pratiche di agricoltura conservativa	apr 18
OPTIMAGRI	Ottimizzazione dei sistemi agricoli conservativi	dic 18
BIOCHAR	Biochar da residui agricoli per il Sequestro	apr 19
Impronta C in viticoltura	Valutazione dell'impronta di carbonio in strategie viticole sostenibili	giu 19
PRATI_CO	Parmigiano Reggiano: Agrotecnica impronta carbonio organico	mar 19
Modello Metabolico	Modello Metabolico economico/ambientale per aziende zootecniche da latte per il Parmigiano Reggiano	-
Sensori e Irrinet	Integrazione dati meteo e sensori privati con il modello Irrinet	2019
Acqua in mostra	Campo dimostrativo attrezzature irrigue	2019
Irrigazioni arboree	Razionalizzazione sistemi irrigui in risposta ai cambiamenti climatici	2019
Farm CO2Sink	Stoccaggio del C e riduzione emissioni in azienda agricola	2021
Fritticoltura e Impronta C	Frutticoltura finalizzata all'impronta C	2020
Agricoltura autosufficiente	Produzione autosufficiente: la permacultura, l'ortobio-intensivo e la food forest	2020
Vigneti delle Terre Piacentine	Efficacia dell'ecosistema vigneto per il sequestro di C	2020
Zootecnica di montagna e sequestro C	Zootecnica da latte di montagna per conservazione e C	2019
CASTANI-CO	Castagneto da frutto e sequestro C	2020
Flussi di C	Flussi di C in terreni agricoli e strategie per il sequestro	2019
Reti intelligenti	Automazione della rete di consegna dell'acqua irrigua con Irrinet	2019
Falda ipodermica	Gestione rete di misura in funzione delle precipitazioni	2019
Mirage	Migliorare l'irrigazione per un'agricoltura sostenibile	2019

6. <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/psr-2014-2020/doc/progetti-partenariato-europeo-per-innovazione-pei>

GOI, relativi alle focus area 4C, 5A e 5E.

La Giunta regionale insediatasi a febbraio di quest'anno ha ulteriormente rafforzato, nel programma di mandato, gli obiettivi di riduzione delle emissioni in atmosfera e degli input chimici, innanzitutto con l'ulteriore diffusione dell'agricoltura biologica e della produzione integrata. Gli altri punti programmatici riguardano anche il sostegno all'incremento della sostanza organica nel suolo, il miglioramento della capacità di stoccaggio e dell'efficienza idrica, nonché la diffusione di strumenti gestionali di precisione per l'ottimizzazione dell'uso dell'acqua a scala aziendale.

La migliore comprensione dei fenomeni ecologici, la maggiore consapevolezza di pubblico e produttori, con il necessario complemento di azioni di governance coerenti, sono i fattori di contesto indispensabili per consentire al mondo agricolo di cogliere le opportunità e agire con decisione per vincere le sfide dello sviluppo e della sostenibilità.

ABSTRACT

THE SUSTAINABILITY OF FARMING AND IRRIGATION

Agriculture plays a crucial role to create public value, contributing to increase the societal wellbeing on a solidarity and equity basis. Sustainable agriculture in Emilia-Romagna has to address some main issues: fertilizers and pesticides use, soil organic matter decline, soil erosion, sealing and salinization, whilst waters are maintained in good conditions in terms of quantity, quality and ecological equilibrium and, least, ensure the reduction of emissions in atmosphere.

The Regional actions refer to three categories: norms and regulations, incentives for investments and farm management and activities related to the knowledge system. The Regulation n. 3/2017, concerning the action programme on nitrates, is an example of technical norms intended to re-use nutrients in agriculture while protecting water resources from diffuse chemical pollution. The Rural Development Programme subsidies

investments aimed at the optimal use of irrigation water or aimed at the reduction of ammonia emissions related to manure management. The RDP supports sustainable farming systems such as ecological agriculture, integrated production, conservation agriculture and biodiversity measures, defined on an agricultural area basis. Technical advice is based on investments connected with innovation, education and consultancy operated by means of a wide set of tools such as maps, geo-referred databases and Geographical information systems, web-based software for fertilization and irrigation, monitoring networks and Decision support systems.

The regional Administration is thus committed to support farmers, advisers and agri-food companies to seize the opportunity of people's raising awareness on agro-climate-environment issues, in order to achieve a durable and well-balanced development.

3. SATELLITI AL SERVIZIO DELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE: IL PROGETTO POSITIVE

A. PIROLA, E. CHATZIDAKI, T. TONELLI, V. MARLETTO - Arpae Emilia-Romagna,
S. CASELLI, M. AMORETTI - Università di Parma, S. AMADUCCI - Università Cattolica di Piacenza,
S. ANCONELLI - Canale Emiliano Romagnolo

✉ apirola@arpae.it

Il telerilevamento in Arpae

L'Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia (Arpae) dell'Emilia Romagna svolge, dagli anni Duemila, numerosi servizi basati su dati telerilevati. Per esempio ogni anno viene effettuato su scala regionale il monitoraggio del consumo di suolo per ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale), la mappatura del manto nevoso e calcolo dell'equivalente in acqua della neve (o Snow Water Equivalent) nel periodo invernale, il monitoraggio delle anomalie dello stress idrico delle aree forestali naturali nel periodo estivo e il servizio iCOLT (Classificazione delle colture in atto tramite Telerilevamento), nato nel 2008 con l'intento di individuare e quantificare spazialmente le colture per consentire la stima, tramite il modello di bilancio idrico CRITERIA, dei consumi idrici attesi per la stagione estiva. Agli inizi il servizio era basato su dati a pagamento ma negli ultimi due anni si è iniziato ad utilizzare sempre maggiormente i dati gratuiti Sentinel-2, che hanno tempi e risoluzioni sufficientemente alte da permettere la classificazione.

I satelliti Sentinel-2

Questi satelliti artificiali fanno parte dell'iniziativa dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) Copernicus, che si prefigge lo scopo di garantire all'Unione Europea entro il 2021 l'autonomia nel campo delle rilevazioni satellitari nei settori della sicurezza e dell'ambiente. I Sentinel-2, in particolare,

forniscono immagini multispettrali ad alta risoluzione. Il primo satellite Sentinel-2 (A) è stato lanciato il 23 giugno 2015 mentre il gemello 2B è in orbita dal 7 marzo 2017.

Entrambi gravitano a 786 km di quota su orbite eliosincrone sfasate di 180 gradi trasportando il sensore Multi Spectral Instrument (MSI) che acquisisce per strisce successive lungo l'orbita per una larghezza di 290 km (fig. 1) e in 13 differenti bande che si dividono tra visibile (VIS) e infrarosso (IR).

Tutti i prodotti registrati sono scaricabili gratuitamente dal portale Copernicus Open Access Hub come granuli elementari, ciascuno ha una dimensione standard di 100 x 100 chilometri. Operazioni come la georeferenziazione e l'ortorettifica sono eseguite di routine su tutti i prodotti, mentre è possibile scegliere se scaricare un prodotto con il dato in riflettanza alla cima dell'atmosfera (Livello 1) oppure il dato corretto atmosfericamente (Livello 2). I prodotti di Livello 2 contengono anche una serie di ulteriori prodotti ausiliari, come una classificazione dell'immagine e i dati atmosferici al momento dell'acquisizione.

I dati acquisiti da Sentinel-2 hanno reso possibile notevoli progressi al monitoraggio terrestre, in particolare per tematiche inerenti il monitoraggio delle dinamiche agro-ambientali.

Uno dei vantaggi dei dati S2 è la risoluzione geometrica che il sensore possiede nelle bande del visibile (VIS) e vicino infrarosso (NIR), pari a 10 metri. Questo significa che un singolo pixel copre una superficie di soli 100 metri quadri.

Prima del lancio di Sentinel-2 i dati gratuiti con la

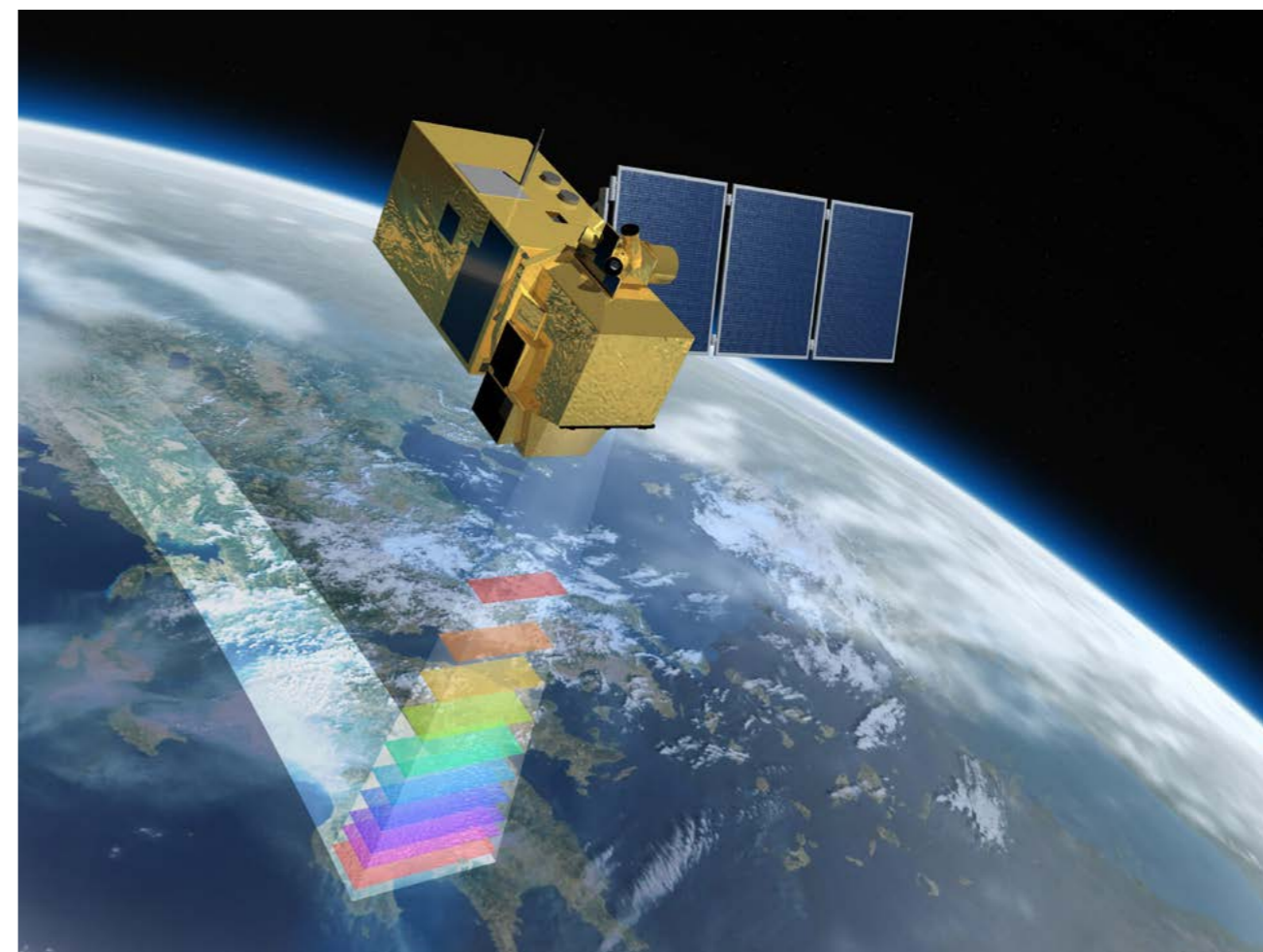


Figura 1: Il satellite europeo Sentinel-2.

Figure 1: The European satellite Sentinel-2.

maggior risoluzione spaziale, erano quelli del sensore OLI trasportato dal satellite americano Landsat-8, con risoluzione di 30 m, quindi 900 metri quadri per pixel. Sentinel-2 assicura quindi un incremento di accuratezza di ben 9 volte.

La risoluzione spaziale non è l'unico aspetto innovativo di Sentinel-2, anche la risoluzione temporale è un punto di forza di questa missione. La risoluzione temporale o tempo di rivisita di un satellite è il tempo che intercorre tra le due acquisizioni successive dello stesso punto della Terra.

In questo S2 ha abbassato la risoluzione temporale, dopo il lancio di Sentinel-2B nel 2017, a soli 5 giorni per le medie latitudini. Questo permette sia di duplicare o triplicare la mole di dati acquisiti rispetto agli altri satelliti, sia di avere maggiori possibilità che le immagini acquisite siano prive

di nuvole, che sono il più grosso limite dei sensori passivi come MSI e OLI, dato che impediscono di rilevare la superficie terrestre.

Per questi motivi, oltre che per la fruibilità gratuita, i dati Sentinel-2 sono diventati un riferimento per numerosi progetti e servizi basati su dati telerilevati.

Il progetto POSITIVE

Il progetto POSITIVE (Protocolli Operativi Scalabili per l'agricoltura di precisione, www.progettopositive.it) nasce con la volontà di diffondere e consolidare sul territorio della regione Emilia-Romagna l'irrigazione e la fertirrigazione di precisione e a rateo variabile, grazie a protocolli operativi che connettano dati satellitari e sensori IoT

(Internet of Things) a sistemi esperti e a macchine irrigatrici. Il progetto, finanziato sul Bando 2018 POR FESR Emilia-Romagna (Programma Operativo Regionale - Fondo europeo di sviluppo regionale) ha avuto inizio nel 2019 con le prime attività progettuali e il termine programmato è il 2021.

I partner del progetto

Sono partner del progetto:

- **CIDEA** (Centro Interdipartimentale Energia Ambiente, Università degli Studi di Parma), che cura l'identificazione e la documentazione dei protocolli con cui si interfacciano le varie parti del progetto;
 - **CER** (Consorzio di bonifica di secondo grado per il Canale Emiliano Romagnolo), che mette a disposizione i suoi campi sperimentali ed il personale per effettuare le prove in campo, sia in fase di ricerca, che in fase di test dei prodotti. Inoltre ha il compito di aggiornare Irrinet (servizio gratuito di irrigazione realizzato dal CER per le aziende agricole del territorio dell'Emilia Romagna), aggiungendo i dati da satellite e dai nuovi sensori sviluppati per Positive;
 - **CRAST** (Centro di Ricerca Analisi geoSpaziale e Telerilevamento, Università Cattolica del Sacro Cuore), che partecipa alle prove sul campo e gestisce la parte di ricerca delle correlazioni tra indici biofisici e benessere delle colture;
 - **T&A Tech** (Laboratorio Terra&AcquaTech, Università di Ferrara), che sviluppa, testa e incorpora nuovi sensori sul campo;
 - **CRPA Lab** (Laboratorio CRPA Lab, Centro Ricerche Produzioni Animali - C.R.P.A. S.p.A.), che assume il compito di produzione e diffusione di materiale informativo per il progetto, organizzazione di seminari, workshop e rappresentanza a fiere ed eventi del settore.
- Al progetto collaborano come enti associati: IMEM-

CNR, Arpa Emilia-Romagna, il Dipartimento Scienze Agrarie dell'Università di Bologna e l'Azienda agraria sperimentale Stuard, con collaborazioni che vanno dalla realizzazione di misure sul campo allo sviluppo e collaudo di nuovi sensori.

Partecipano al progetto anche numerose aziende mettendo a disposizione i terreni per le prove sperimentali in campo (APOFRUIT Italia sca, CASELLA Macchine Agricole srl, DINAMICA scarl, HORTA srl, MUTTI SpA, OCMIS Irrigazione SpA, SIME Idromeccanica srl, WINET srl).

Nel progetto POSITIVE, Arpa si è focalizzata sullo sviluppo di una procedura automatica per la ricerca, pre-elaborazione e stoccaggio delle mappe satellitari ad alta risoluzione di indici agronomici e di un'API (Interfaccia di programmazione di un'applicazione) che colleghi le mappe prodotte agli utenti finali.

L'area di interesse del progetto è la pianura Emiliano-Romagnola, la stessa che viene utilizzata anche dal servizio iCOLT di Arpa (fig. 2).

In una prima fase di consultazione si è scelto di utilizzare come fonte per i dati telerilevati i prodotti Sentinel-2 di Livello 2, cioè corretti dagli effetti atmosferici.

Inizialmente è stata costruita un'infrastruttura informatica automatica che si collega quotidianamente al sito di ESA (scihub.copernicus.eu), cerca le ultime immagini disponibili e le scarica.

Grazie alle prove sperimentali sul campo condotte dal CER su alcune colture campione (cipolla, patata, pomodoro, mais e soia) e alla bibliografia in materia, è stato possibile individuare gli indici biofisici che meglio si adattavano alle necessità del progetto.

Gli indici selezionati dal partner CRAST sono stati NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e EVI (Enhanced Vegetation Index). Entrambi infatti descrivono in modo semplice ed efficace lo stato di salute delle colture e sono facilmente fruibili in un sistema di supporto decisionale (DSS) per l'irrigazione e la fertirrigazione.

Basandosi su questi risultati, l'infrastruttura

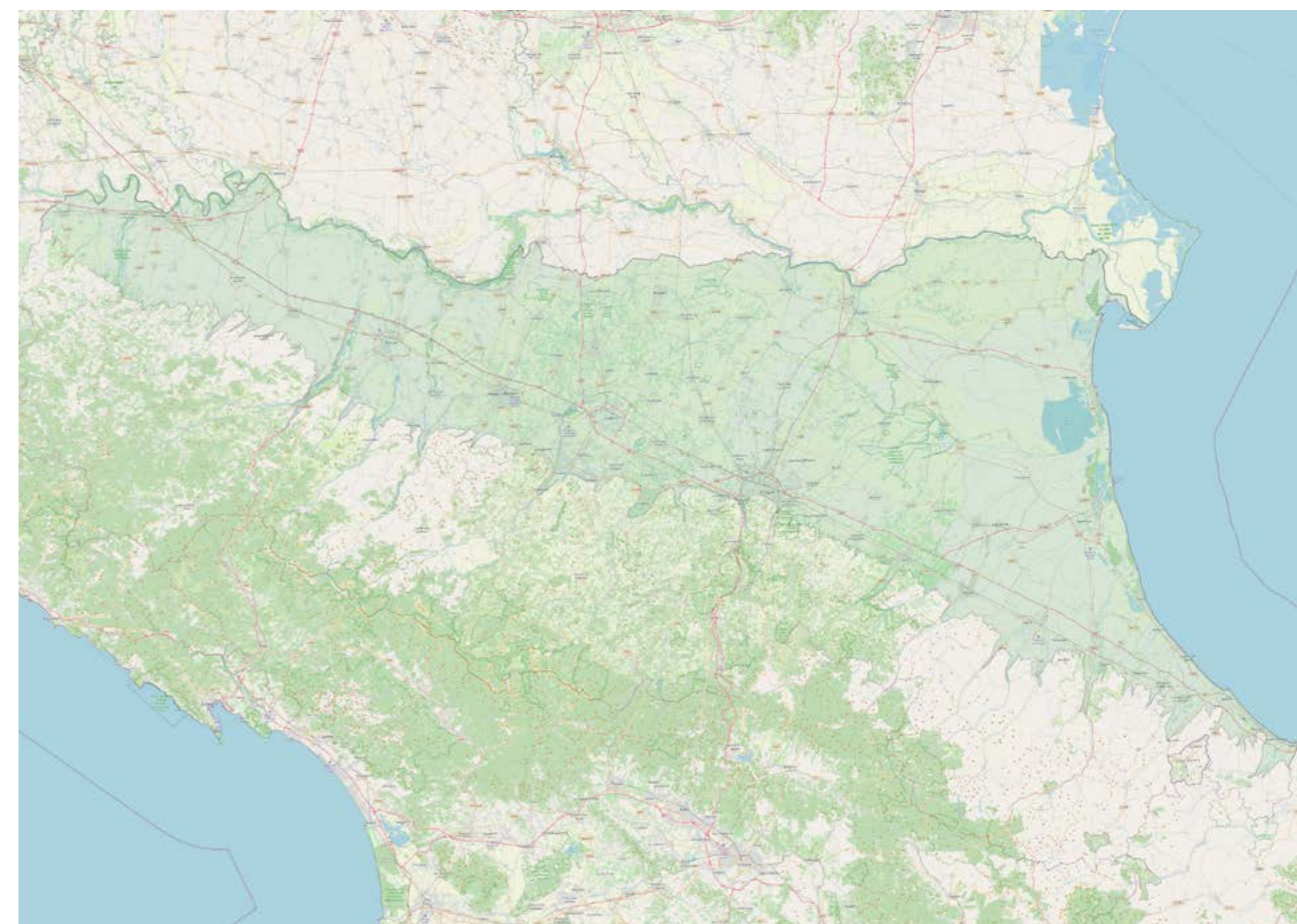


Figura 2: L'area della pianura Emiliano-Romagnola, su cui viene sviluppato il progetto POSITIVE.

Figure 2: The Emilia Romagna plain, area of interest of the POSITIVE project.

informatica è stata integrata con la procedura di calcolo dei due indici, attraverso le bande spettrali delle immagini scaricate.

In questo modo sono prodotte due mappe georeferenziate che si aggiornano al passaggio del satellite, una per ciascun indice biofisico, sull'intera area della pianura. Ad ogni pixel di ciascuna di esse è associata la data di acquisizione dell'immagine,

oltre al valore dell'indice, affinché sia possibile valutare la fruibilità del dato.

Le mappe generate sono salvate sul server di Arpa e rese disponibili ad essere scaricate da qualsiasi utente sia per scopi informativi e studi locali, sia per collegarle a DSS in grado di gestire tale informazione e trasmetterla a macchinari "smart" (sviluppati per gestire irrigazione e fertirrigazione a rateo variabile).

$$\text{Normalised Difference Vegetation Index (NDVI)} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}}$$

$$\text{Enhanced Vegetation Index (EVI)} = 2.5 \left(\frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + 6 * \text{RED} - 7.5 * \text{BLU} + 1} \right)$$

Il DSS base utilizzato in Positive è Irrinet, sviluppato dal CER.

Per consentire ad utenti o a sistemi esterni in modalità machine-to-machine di scaricare le mappe, è stata sviluppata da Arpae un'API che ad una query composta da poligono, indice biofisico e sistema di proiezione, di cui si vogliono ricevere i dati, restituisce la mappa dell'indice ritagliata sul poligono in formato JSON.

L'API segue lo schema esposto in modo sintetico nella figura 3.

Futuro del progetto

I prossimi passi per il completamento del progetto riguardano lo sviluppo della parte di autenticazione degli utenti dell'API, in modo da poter offrire il

servizio anche a chi non fa parte del partenariato, l'integrazione di Irrinet con i dati provenienti dal satellite e dagli altri sensori e la creazione di protocolli condivisi per il collegamento tra i differenti sistemi. Contemporaneamente, ci sarà un esteso periodo di test operativi dei sistemi informatici e del sistema di supporto decisionale durante le due stagioni irrigue rimanenti.

A progetto concluso, rimarrà attivo il servizio satellitare (server Arpae e API) e saranno disponibili i protocolli sviluppati per collegare le varie parti del progetto. Inoltre, si attiverà la versione aggiornata Irrinet+, che andrà a sostituire l'attuale servizio di irrigazione fornito dal CER.

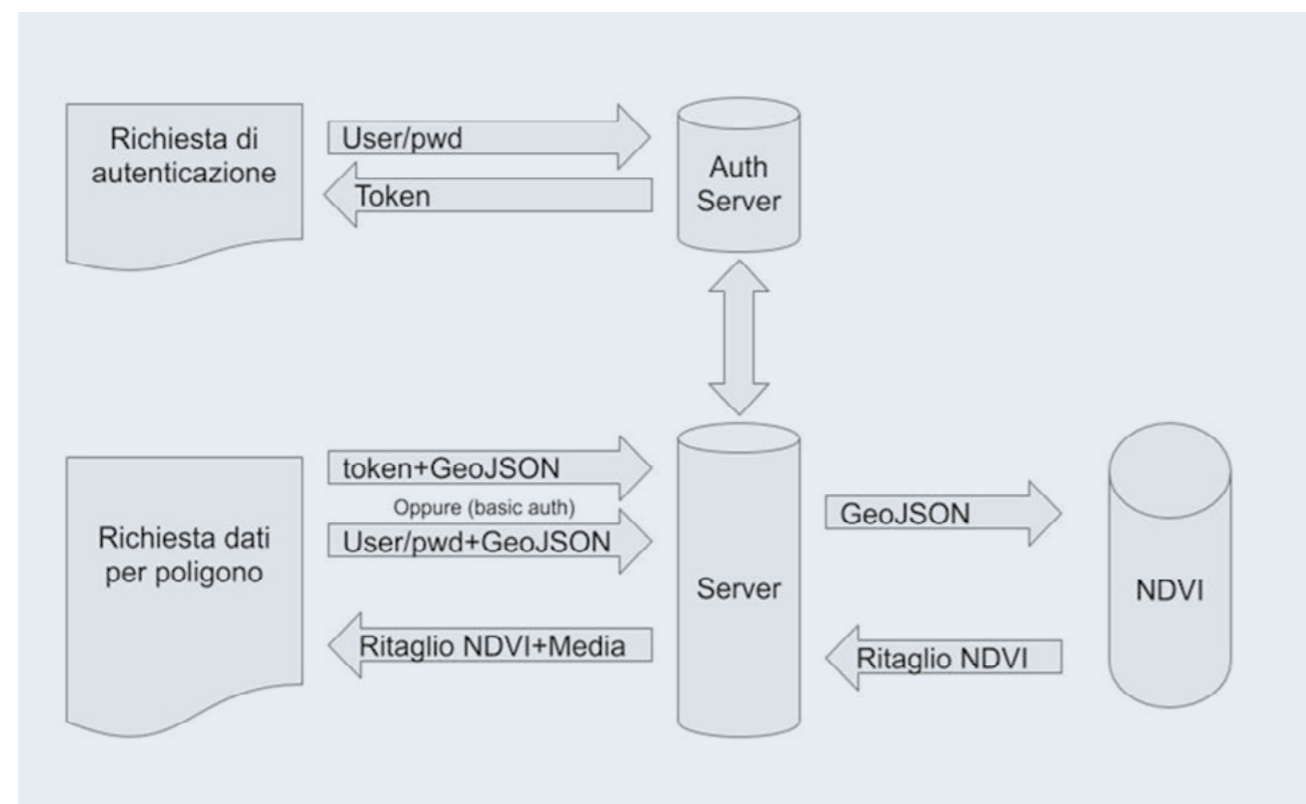


Figura 3: Il workflow dell'API che collega il server Arpae con l'utente.

Figure 3: Workflow of the API that connects the server Arpae to the end users.

ABSTRACT

SATELLITES FOR PRECISION AGRICULTURE: THE POSITIVE PROJECT

The POSITIVE project was born on the idea of making available, at a regional scale, biophysical indices strongly related to crop conditions, deriving from the Copernicus satellite imagery and to develop a specific computer infrastructure allowing on the whole region to reach the goals of precision irrigation and fertirrigation. A server has been set up and is continuously updated by maps

of the selected biophysical indices. A widely-used Decision Support System for irrigation (Irrinet) will be updated in order to incorporate these inputs in a constant manner and improve its irrigation advice. The server, protocols developed and updated Irrinet DSS, will remain active after the end of the project. The POSITIVE project is funded under the 2018 POR FESR Emilia-Romagna.



4. LE RICERCHE E LE ATTIVITÀ DEL CER NEL CAMPO DELLA SALINITÀ DELLE ACQUE E DEL SUOLO, NEL CONTESTO DEI CANALI DI BONIFICA IN AREE COSTIERE

R. GENOVESI, T. LETTERIO - Consorzio di Bonifica di Secondo Grado per il Canale Emiliano Romagnolo (CER)

✉ t.letterio@consorziocer.it

Il problema della qualità delle acque e dei suoli, espresso in termini di potenzialità di utilizzo, si sta imponendo sempre più come uno dei fattori maggiormente limitanti per lo sviluppo economico; a mano a mano che si esauriscono le risorse più facilmente e profittevolmente sfruttabili, si guarda con crescente interesse alle cosiddette risorse "non convenzionali" e, contemporaneamente, si pone attenzione alla salvaguardia di un patrimonio sotto costante minaccia di riduzione.

Nel settore delle risorse idriche un esempio di questa rinnovata attenzione verso la salvaguardia dell'esistente, è la fissazione della cosiddetta portata limite del Po nella sezione terminale di Pontelagoscuro a 450 m³/sec, valore derivante dalla concertazione tra i portatori di interesse e le amministrazioni coinvolte nella gestione della risorsa idrica, e indicato come soglia al di sotto della quale l'intrusione di acqua marina nei rami del Delta del Po, genera danni al sistema delle utenze di valle, tra cui Il Parco del Delta del Po.

È significativo che si osservino le portate del principale fiume, risultante idrica del sistema delle acque del distretto produttivo più importante della nazione, nelle conseguenze che esse generano sul contrasto alla risalita del cuneo salino, a testimonianza dell'importanza assoluta che riveste questo indicatore per rappresentare lo stato di salute generale della risorsa idrica.

A completare un quadro decisamente complesso si pone la doverosa riflessione sugli effetti dell'attività di bonifica, in termini di prosciugamento delle aree vallive prossime alla linea di costa nei territori del delta del Po, a distanza di 40 anni dagli ultimi e definitivi interventi, laddove la sistemazione idraulica per l'allontanamento delle acque in eccesso è utilizzata ora per veicolare importanti quantitativi di acqua dolce impiegata per l'irrigazione dei terreni agricoli prosciugati. Le conseguenze di ciò sono un efficacissimo contrasto all'ingressione salina nelle falde, determinato dalla quota di acqua dolce che s'infiltra nel suolo grazie alla capillare rete idrica di scolo e consegna delle acque per scopo irriguo, che raggiunge la sua massima espressione nel periodo primaverile estivo per effetto dell'impinguamento della rete. Il concomitante aumento della "pressione" turistica sulle aree costiere, e aumento della quota di acqua dolce infiltrata è un evidente fattore ambientale positivo, incrementato ulteriormente dall'attenzione che i Consorzi di Bonifica pongono nella sistemazione idraulica, rivedendo, laddove necessario, pendenze e sezioni della canalizzazione proprio per assecondare e accentuare questo beneficio arrecato al territorio nella sua piena accezione di fattore della produzione.

Il monitoraggio e lo studio dell'intrusione salina nelle acque di superficie e di falda è dunque attività di primaria importanza realizzata sia delle autorità Regionali (Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna - SGSS) e Provinciali,

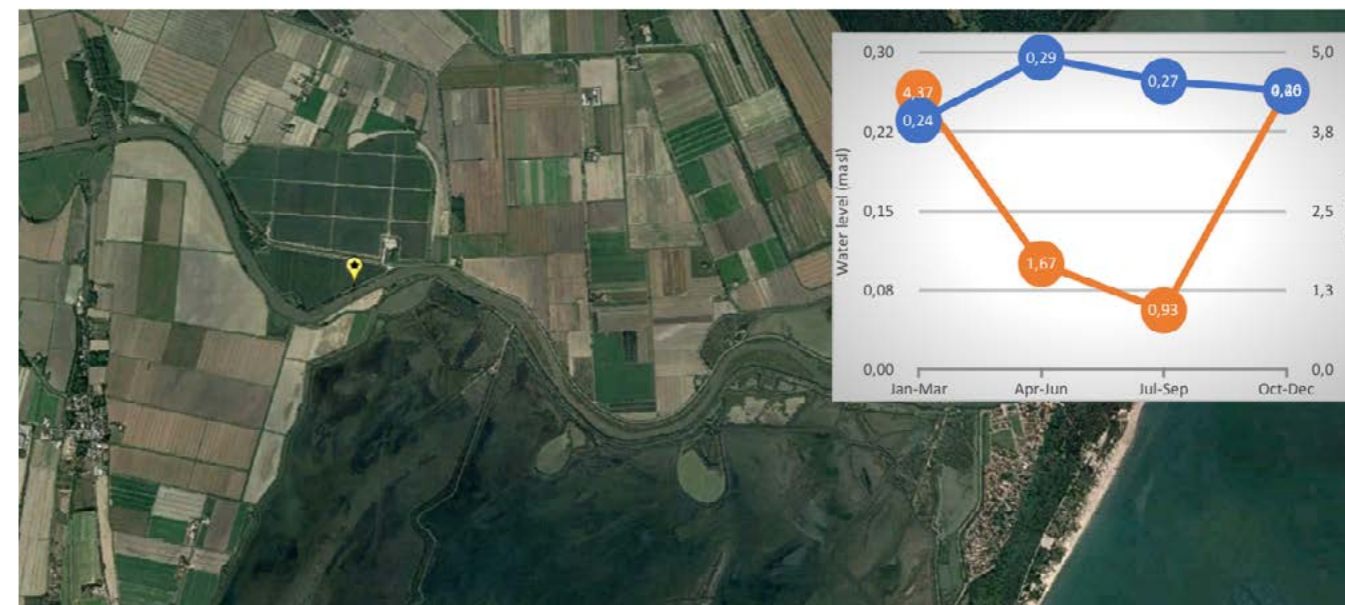


Figura 1: Andamento del livello e della conducibilità elettrica dell'acqua presso i punti di monitoraggio sul Po di Volano posizionato a circa 5 km dalla linea di costa: valore medio trimestrale per gli anni 2016-2019.

Figure 1: Water level and EC in Po di Volano, about 5 km apart from coastline as average quarterly from 2016-2019.

che dai Consorzi, in particolare dal Consorzio di Bonifica della Pianura di Ferrara data la sua localizzazione. Infatti, per alcuni rami del delta del Po il monitoraggio ha evidenziato fenomeni d'intrusione salina nelle acque superficiali estesi sino a 15 km dalla linea di costa come rilevato l'1 agosto 2017 per il Po di Goro, considerando la sezione di transizione al valore 1,5 mS/cm. L'andamento dell'ingressione salina nelle acque superficiali manifesta la sua massima espressione nei mesi estivi durante i periodi di magra del Po. Al contrario, per i corpi idrici che rappresentano il recettore delle idrovore della bonifica, l'andamento dell'ingressione salina è opposto: durante il periodo estivo l'intrusione salina nelle acque di superficie si estende per brevi tratti. In tali condizioni, anche nelle zone più a ridosso della costa, il sistema agricolo ha a disposizione un'importante risorsa idrica di buona qualità per l'irrigazione delle colture e per il contrasto al cuneo salino nelle falde (fig. 1).

Infatti, nelle zone costiere alcune canalizzazioni di distribuzione dell'acqua sono state realizzate con il fine primario di adduzione di acqua agli agricoltori, ma i Consorzi ne sfruttano le potenzialità anche come sistema di ricarica controllata degli acquiferi superficiali.

La funzione dell'irrigazione e dei rilasci controllati di acqua dolce in falda dalle canalizzazioni di bonifica svolge una funzione fondamentale per il mantenimento dei delicati equilibri idrologici delle zone costiere assicurando condizioni ottimali per produzioni di pregio quali frutteti e orticole. Attraverso un attento studio in campo è stato possibile, nelle annate 2017-2019, analizzare congiuntamente l'effetto dell'irrigazione e della percolazione da canali sulla qualità delle acque di falde ipodermiche e valutare il beneficio che ciò genera contrastando la salinizzazione delle falde e dei suoli. Nella figura 2 riportiamo una sezione del profilo di terreno in 2D ricostruita attraverso l'installazione di vari sensori

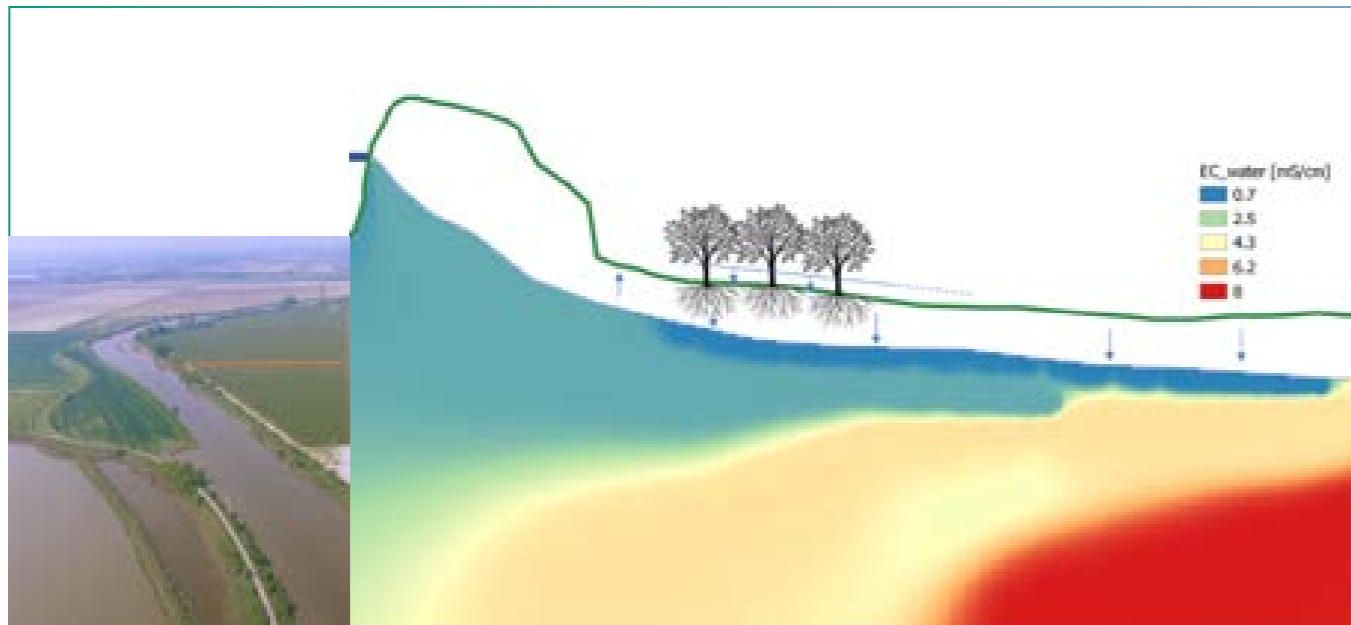


Figura 2: Area studio vista dall'alto (sx). Schematizzazione del monitoraggio dell'interazione tra acque superficiali dei canali, falda ipodermica e falda salmastra profonda ed acqua applicata con l'intervento irriguo, con rappresentazione delle zone del profilo e dei valori di isoconduttività elettrica dell'acqua (dx). La linea verde rappresenta il piano campagna.

Figure 2: Study Area (left). Scheme of monitoring system for the assessment of interaction among surface water in ditches, shallow groundwater table, deep brackish groundwater and irrigation water with EC threshold (right).

di livello e conducibilità elettrica (EC) posizionati in piezometri fenestrati a differenti profondità ed a distanze crescenti dal Po di Volano. Nel punto più distante dal Po di Volano nel piezometro profondo, posizionato a 3 m dal piano campagna, sono stati rilevati valori di EC sino a 5-7 mS/cm.

Da quanto schematizzato in figura 2 è possibile visualizzare quanto rilevato in campo e modellizzato numericamente: l'effetto benefico congiunto di irrigazione e dei rilasci di acqua dal canale sui processi di salinizzazione della falda ipodermica e dei suoli. I valori più bassi di EC si riscontrano al limite del pelo libero della falda ipodermica, localizzato durante la stagione estiva, a circa 1.2-1.5 metri dal piano campagna (localizzato a circa -1.5 m slm) per effetto principalmente della percolazione delle acque irrigue (leaching) i cui valori di EC si attestano intorno 0.7-0.9 mS/cm. Nella zona della capezzagna a ridosso dell'argine, la falda, per effetto della risalita capillare non contrastata

dall'irrigazione, tende a salinizzare il suolo sino a valori di ECe di 3 mS/cm (metodo 1:2 p/v). Valori di EC dell'acqua di falda di 2.5 mS/cm si distribuiscono per uno spessore maggiore al di sotto dell'argine della canalizzazione per poi assottigliarsi nelle vicinanze dell'appezzamento e quasi totalmente annullarsi ad una distanza di circa 200 metri dal canale per effetto della presenza di falda salmastra artesiana.

In tale complesso contesto, l'attività del CER in collaborazione con i Consorzi ed il Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna è da sempre stata mirata alla realizzazione di progetti di ricerca finalizzati allo studio ed allo sviluppo di soluzioni tecniche e tecnologiche a servizio degli agricoltori e dei Consorzi stessi per il contrasto ai processi di salinizzazione dei suoli e delle acque, tra i quali ricordiamo WaterStore2 (LIFE) e vari progetti PSR 2014-2020.

A partire dal 2020 il CER, in collaborazione con

il Consorzio di Bonifica di Ferrara, è partner del progetto RESERVOIR finanziato con il bando EU PRIMA-MED. L'obiettivo del progetto RESERVOIR è migliorare la gestione sostenibile delle acque sotterranee per le aree del Mediterraneo soggette a stress idrico al fine di salvaguardare le risorse disponibili. Ciò sarà realizzato sviluppando un approccio multidisciplinare basato sull'integrazione di dati da satellite, dati idrogeologici, geologici e socioeconomici con modelli idrogeologici e geomeccanici. La metodologia sarà testata su quattro siti rappresentativi situati nell'arco del Mediterraneo, in cui le falde acquifere sono vulnerabili alla siccità, hanno vissuto periodi di siccità importanti e sono particolarmente sfruttate per le esigenze dell'agricoltura e del turismo. In particolare, gli obiettivi sono:

- Generare una rete di monitoraggio della deformazione del suolo superficiale basata su dati da satellite,
- Utilizzare le informazioni del monitoraggio per migliorare lo studio della falda acquifera attraverso tecniche innovative di modellizzazione inversa,
- Studiare le subsidenze lungo le coste che possono contribuire all'intrusione salina nelle falde acquifere costiere e all'aumento del rischio idraulico;
- Utilizzare le tendenze globali dei cambiamenti climatici per prevedere e gestire i futuri scenari climatici e i loro potenziali effetti sulle risorse sotterranee,
- Sviluppare un piano di gestione delle acque sotterranee (e in parte superficiali) che tenga conto dei numerosi processi che possono influire sulla gestione sostenibile delle risorse idriche sotterranee e superficiali.

Uno dei quattro siti campioni è costituito dall'acquifero costiero della provincia di Ferrara.

ABSTRACT

RESEARCH ACTIVITIES OF CER ON SOIL AND WATER SALINIZATION IN LAND RECLAMATION AREAS

Water and soil quality problems are becoming increasingly important as one of the most limiting factors for economic development; easily and profitably exploitable resources are exhausted, we look with increasing interest at marginal areas but at the same time we pay attention to safeguarding a heritage under constant threat of reduction. In complex environment such as low-lying coastal agricultural areas, the activity of the CER in collaboration with the Land Reclamation and Irrigation Boards has always been aimed at carrying out research projects for studying and developing technical and technological solutions for farmers and water boards to control soil and water salinization.

5. TRE ANNI DI AFTER-LIFE DEL PROGETTO LIFE WSTORE2

L. FURLAN - Veneto Agricoltura,
M. CONTE, F. DANUSO - Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari, Ambientali e Animali, UNIUD,
D. MISTURINI - Agrinnovazione

✉ lorenzo.furlan@venetoagricoltura.org

Il progetto LIFE WSTORE2

Il progetto LIFE WSTORE2, redatto nell'ambito del Programma LIFE+ (2007-2013) - Politica e Governance Ambientale, riguarda l'azienda pilota e dimostrativa Vallevicchia di Veneto Agricoltura a Caorle. Esso ha messo a punto un sistema di gestione delle acque meteoriche che, in modo affidabile ed automatizzato, consente, a seconda dei periodi, di accumulare e poi rilasciare acqua di buona – discreta qualità (bassa salinità) in una zona costiera priva di apporti di acqua dall'esterno. Il sistema innovativo permette, oltre ad effettuare una agricoltura avanzata, il contrasto dell'intrusione di acque salse e il mantenimento di una falda dolce superficiale, una adeguata qualità delle acque nella rete di scolo dell'azienda sia per le zone coltivate, sia per le zone naturali (Natura 2000), garantendo così la conservazione della biodiversità e delle attività turistico-ricreative ad essa legate. Il progetto ha avuto il riconoscimento di Best LIFE Project 2016 – 2017, che ha sancito, oltre alla qualità del lavoro svolto, il particolare interesse a livello comunitario per la tematica della conservazione delle attività agricole-economiche e della biodiversità nelle aree costiere minacciate dal cambiamento climatico. Il modello di gestione ottimale delle risorse idriche si basa sul monitoraggio costante di parametri chimico-fisici dell'acqua (in particolare la conducibilità elettrica) e la sua raccolta in un bacino quando i parametri qualitativi sono favorevoli (Furlan et al., 2015 a e b). Ciò è reso necessario dai livelli di salinità dei terreni che determinano un' apprezzabile salinità delle acque in eccesso provenienti dai terreni

stessi, per cui solo parte dell'acqua di scolo e in condizioni specifiche (ad es. acqua di scolo derivante da prevalente scorrimento superficiale dopo piogge intense) può essere adatta ai successivi utilizzi irrigui. La gestione delle risorse idriche su circa 180 ettari garantita dal sistema WSTORE 2 consente di utilizzare l'acqua selezionata e accumulata nel bacino per alimentare l'impianto d'irrigazione, che con un sistema di tubazioni sotterranee fornisce l'acqua in pressione agli idranti posti nei vari appezzamenti della tenuta. Stante la qualità comunque non ottimale dell'acqua, che può essere accumulata (2500 – 3000µS/cm) la microirrigazione con ali gocciolanti risulta l'unica soluzione agronomicamente sostenibile per l'azienda Vallevicchia. Il progetto è stato concepito per continuare nel tempo a fornire l'acqua, per raggiungere gli obiettivi sopra esposti e diventare un laboratorio a cielo aperto, utile a verificare sempre nuove soluzioni migliorative in grado di garantire la conservazione della biodiversità naturale e il mantenimento dei livelli quantitativi e qualitativi delle produzioni agrarie in condizioni di cambiamento climatico. Considerata l'onerosità e comunque la limitatezza dell'acqua che il sistema innovativo può consentire, le sperimentazioni post-progetto si sono concentrate sulle migliori soluzioni per valorizzare al meglio l'acqua, riducendo fortemente ogni possibile spreco.

A tal scopo, successivamente alla chiusura della realizzazione di quanto previsto nel progetto LIFE, sono state avviate, recuperando risorse dai miglioramenti nell'attività ordinaria aziendale e da

nuovi progetti specifici, in collaborazione con le Università di Padova e di Udine, sperimentazioni per:

1. Il progressivo miglioramento dell'efficienza d'uso dell'acqua irrigua (irrigazione di precisione con sistemi adatti ad evitare sprechi);
2. La zonizzazione in aree omogenee della superficie coltivata, per procedere progressivamente all'irrigazione di precisione.

After-LIFE: Miglioramento dell'efficienza d'uso dell'acqua irrigua

La sperimentazione si basa sullo sfruttamento delle tecniche di agricoltura di precisione e sulle innovazioni tecnologiche per la distribuzione dell'acqua irrigua. Per identificare un sistema di microirrigazione a goccia ottimale, in grado di fornire costantemente e strettamente l'acqua necessaria a mantenere al massimo potenziale produttivo il sistema terreno-cultura da irrigare, è stata condotta nel 2017 una prova su 9 ha della SAU di Vallevicchia per lo studio di diverse modalità di gestione della micro-irrigazione su mais.

Gli scopi intermedi della prova erano i seguenti:

- Comparare dal punto di vista gestionale un impianto di microirrigazione superficiale e uno interrato.

- Gestire i due sistemi utilizzando i sensori relativi all'umidità volumetrica del terreno e valutarne le differenze.
- Valutare l'aumento di resa indotto dall'irrigazione in un sistema di risparmio idrico.
- Calibrare il modello previsionale MiniCSS, sviluppato presso il Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali dell'Università di Udine (Rocca e Danuso, 2011), per ottimizzare le strategie d'irrigazione e concimazione nelle colture, utilizzando i dati raccolti durante la prova.

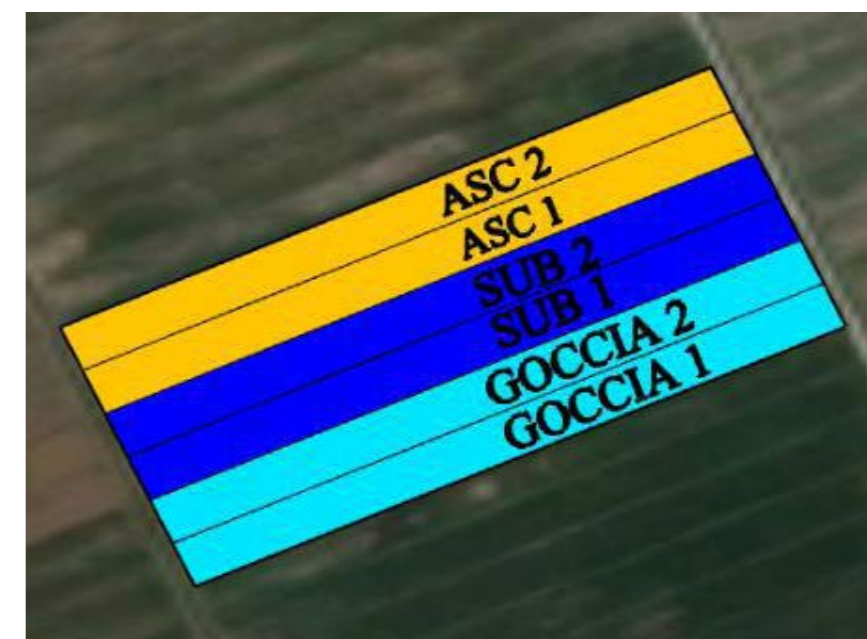
Materiali e metodi

I nove ettari sono stati suddivisi in 6 appezzamenti da 1.5 ha l'uno. Sono state disposte 3 tesi ciascuna con 2 repliche (figura 1):

- tesi GOCCIA (GOCCIA): 3 ha sono stati irrigati con l'utilizzo di ali gocciolanti "monostagionali" non autocompensanti superficiali con fertilizzazione convenzionale;
- tesi SUB-IRRIGAZIONE (SUB): 3 ha sono stati irrigati con un impianto permanente composto da ali gocciolanti auto-compensanti poste ad una profondità di 30 cm con fertirrigazione;
- controllo non irrigato (ASC): 3 ha non sono stati irrigati per confronto.

Figura 1:
Disposizione delle 3 tesi nei 6 appezzamenti di dimensioni 500 m x 30 m.

Figure 1:
Spatial arrangement of the 3 experiments in the 6 plots 500 m x 30 m.



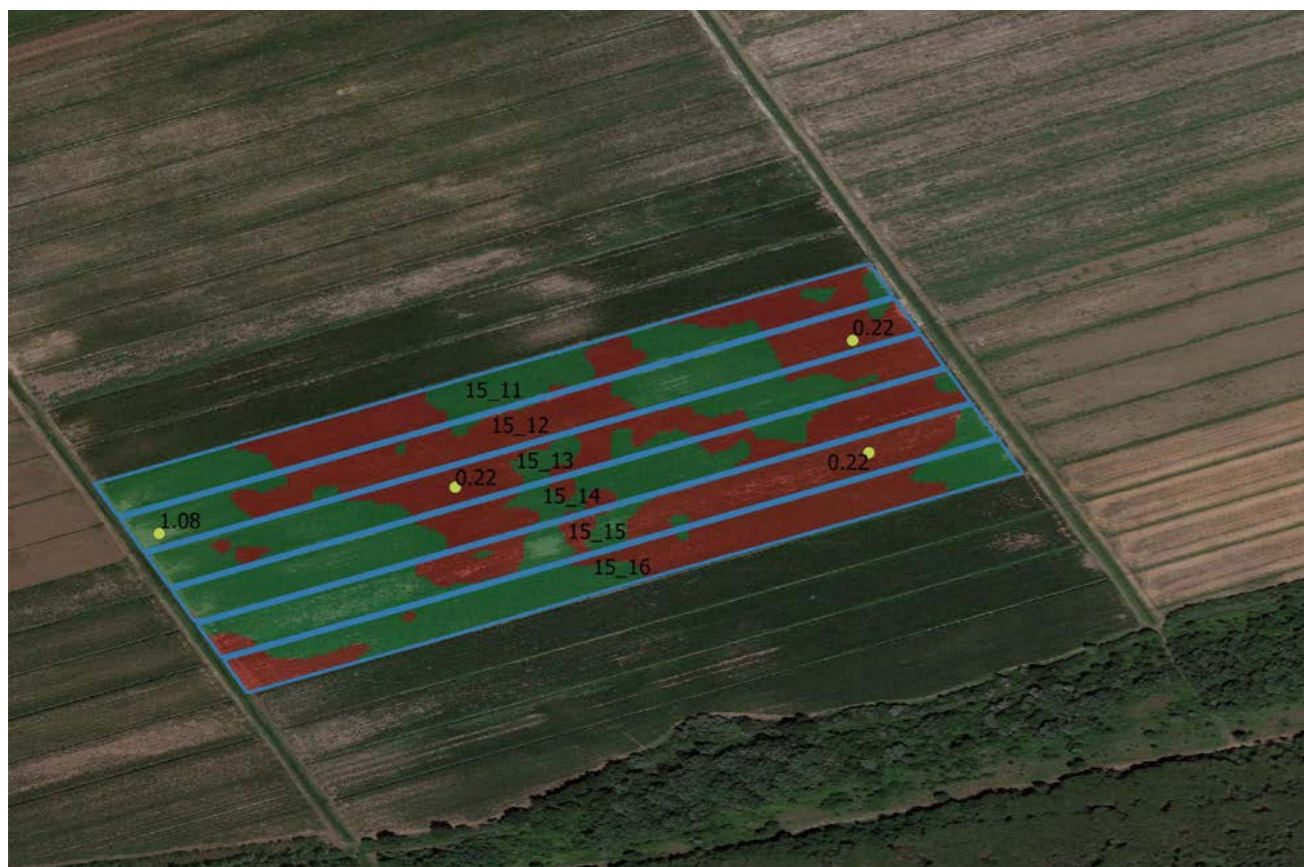


Figura 2: Mappa della posizione degli appezzamenti utilizzati per la prova d'irrigazione. Nella parte finale del campo è presente una zona, dove la conducibilità elettrica del terreno, tematizzata in verde, è elevata, con valori determinati in laboratorio superiori a 1 dS/m.

Figure 2: Map of the plots where the irrigation experiments were carried out. In the final part of the field, there is an area (green color) where the soil electrical conductivity measured in laboratory is high (> 1dS/m)

Il terreno degli appezzamenti utilizzati per la prova ha una tessitura che varia dal franco sabbioso al franco limoso. Questo a seguito delle operazioni di bonifica eseguite all'interno dei terreni presenti nell'azienda. Com'è possibile vedere in figura 2, la mappatura dei terreni ha consentito di identificare nella parte finale del campo una zona caratterizzata da elevato contenuto in sabbia e una salinità molto elevata, dovuta alla presenza di sale proveniente dalla risalita dell'acqua marina.

L'anno 2017 è stato caratterizzato da una bassa quantità di precipitazioni, inferiore alle medie della zona, soprattutto nel periodo estivo. Per tenere costantemente monitorate le variazioni dell'umidità del terreno (Us) è stata posta una sonda per ciascuna tesi con sensori che rilevano dati a 15, 30 e 50 cm

di profondità. Questi dati sono stati utilizzati anche per programmare le irrigazioni oltre che per rilevarne l'efficacia. Le soglie d'intervento irriguo sono state stabilite in base alla fase fenologica per mantenere nel terreno il 50% o il 70% dell'acqua facilmente utilizzabile nel suolo (RFU). S'interveniva quando la RFU scendeva sotto il 50% o il 70% del suo totale. E' stato deciso di applicare soglia del 70% di RFU nelle fasi di sviluppo vegetativo e fioritura, fasi in cui lo stress idrico si è ritenuto potesse compromettere maggiormente il mais. La coltura ha attraversato tali fasi nel periodo che va dal 16 giugno al 29 luglio. In base alle caratteristiche del terreno dove erano poste le sonde si è stimata una soglia d'intervento pari al 22% di Us nella tesi GOCCIA e una soglia del 20% nella tesi SUB.

Nella tesi GOCCIA l'irrigazione è iniziata solo dopo la stesura delle ali gocciolanti, nella seconda metà di giugno. Sono stati somministrati in totale 60 mm d'irrigazione, così distribuiti:

22 giugno 2017	15 mm
7 luglio 2017	15 mm
18 luglio 2017	15 mm
29 luglio 2017	15 mm

Nella tesi SUB l'irrigazione è iniziata l'1 giugno; sono stati somministrati in totale 137 mm di irrigazione, così distribuiti:

1 giugno 2017	4 mm
9 giugno 2017	24 mm
16 giugno 2017	23 mm
23 giugno 2017	10 mm
3 luglio 2017	12.4 mm
7 luglio 2017	7.5 mm
13 luglio 2017	10 mm
18 luglio 2017	9.6 mm
29 luglio 2017	36.5 mm

L'irrigazione più abbondante fornita alla tesi SUB è stata motivata dalla necessità di far arrivare l'acqua anche agli strati di terreno superiori rispetto alle ali gocciolanti, che erano poste ad una profondità di 30 cm, e per fornire l'azoto con l'acqua irrigua. Alle tre tesi è stata fornita la medesima quantità di azoto pari a 266 kg/ha.

L'evapotraspirazione è stata compensata dalle irrigazioni e dalle piogge di fine giugno.

Sono stati misurati LAI, umidità del suolo ed è stata fatta una mappatura della produzione all'interno delle parcelle. Le misure effettuate sono state utilizzate per calibrare il modello MiniCSS. Il modello MiniCSS si propone di simulare la risposta produttiva delle colture con diverse condizioni irrigue e di concimazione azotata, a supporto delle decisioni strategiche di tecnici e agricoltori nella gestione dei sistemi agricoli.

Risultati e discussione

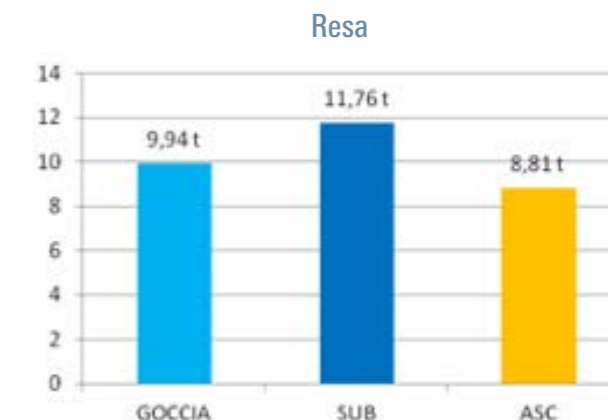


Figura 3: Resa media (t/ha - 14% di umidità) delle tre tesi confrontate.

Figure 3: Compared average yield (t/ha - 14% humidity) from the three experiments.

I risultati riguardanti la produzione sono stati elaborati utilizzando le mappe di resa, in modo tale da poter diminuire la fonte di variazione dovuta a zone di risalita salina all'interno degli appezzamenti e individuare zone a fertilità omogenea. Sono state individuate quindi delle sub-parcelle con rese comparabili ai fini statistici. Tutto il mais prodotto è risultato idoneo all'uso alimentare data la qualità e i livelli di micotossine al di sotto dei parametri previsti dalla legge. Ne è risultato che le rese medie di mais secco (14% umidità) sono state:

per la tesi ASC	8,81 t/ha
per la tesi GOCCIA	9,94 t/ha (+12,8 %)
per la tesi SUB	11,76 t/ha (+33,5 %)

La tesi SUB ha favorito un miglior sviluppo delle piante e livelli maggiori di produzione rispetto a ASC (P=0,02), mentre nel caso della tesi GOCCIA l'aumento di produzione è stato meno significativo (P=0,05).

La salinità dell'acqua utilizzata durante le microirrigazioni era di circa 2500-2700 µS/cm, ma durante la fertirrigazione non sono stati notati segni di stress dovuto all'aumentata salinità della

soluzione circolante.

I dati riguardanti il LAI hanno evidenziato come le piante nella tesi SUB avessero un'ottima vigoria. Come si può notare dalle Figure 1 e 2, la tesi SUB si trovava in appezzamenti con un'importante risalita salina. Data la vigoria nello sviluppo del mais, si può affermare che la fertirrigazione non ha accentuato le problematiche già esistenti nel campo danneggiando lo sviluppo delle piante. Al contrario, essendo stata distribuita la fertilizzazione in cinque somministrazioni, anziché in una, la concentrazione di urea fornita è stata diluita dando la possibilità alle piante di assimilare meglio i nutrienti già dissolti. Il NUE (efficienza di assorbimento dell'azoto) è quindi maggiore grazie ad una minor presenza del fattore di volatilizzazione e minor dilavamento.

Si sono riscontrate ottime caratteristiche irrigue negli impianti a goccia sia interrati che superficiali. La corretta gestione degli impianti diventa però un fattore chiave. Quando si gestisce l'irrigazione con l'ausilio di sonde per l'umidità, l'operatore deve essere correttamente formato. L'esperienza nel valutare i dati forniti da tali sonde diventa importante per sfruttare al meglio questi moderni



metodi di microirrigazione. Con la calibrazione effettuata si è avuta una vicinanza tra i dati di umidità del suolo rilevati dalle sonde e quella simulata da MiniCSS. Il sistema calibrato inoltre, avrebbe fatto apportare maggiori volumi irrigui, migliorando probabilmente le rese soprattutto nel caso della tesi GOCCIA.

La microirrigazione si sta diffondendo anche nelle colture erbacee. Complici di questo fenomeno sono le variazioni climatiche (che aumentano l'incertezza delle precipitazioni), la ricerca di un risparmio idrico in agricoltura, la necessità di produrre mais a bassi contenuti di micotossine e la diminuzione dei costi degli impianti microirrigui. Studiando i dati forniti da MiniCSS, si è evidenziato come il sistema impostato sull'irrigazione di precisione possa ridurre le perdite e fornire effettivamente quanto il sistema pianta/terreno richiede in ciascuna fase del ciclo colturale. Dai dati elaborati dal sistema si evidenzia come le irrigazioni basate sui valori forniti dalle sonde di umidità del suolo rispecchino quello che è il fabbisogno idrico della pianta in maniera ottimale, favorendo l'efficienza irrigua.

Figura 4: Ala gocciolante interrata a 30 cm. Si è provveduto, durante la prova, a scavare in diversi punti per verificare la creazione della zona umida e per valutare lo sviluppo radicale, che si concentrava nelle zone in prossimità delle manichette. (foto scattata il 09/06/2017).

Figure 4: Dripline buried at 30 cm depth. During the test, the wet zone and the root development were checked by excavating the soil in different points. Roots were concentrated close to the hoses. (photo taken on 09/06/2017)

After-LIFE: Zonizzazione dei terreni per successiva applicazione di tecniche d'irrigazione di precisione.

Per caratterizzare e mappare la variabilità dei terreni presenti presso l'azienda Valvecchia si è proceduto a un rilievo con sensore geoelettrico in grado di misurare la conducibilità elettrica del suolo.

La scansione è stata eseguita con un sensore geoelettrico TSM (Topsoil Mapper), in grado di rilevare a diverse profondità il valore di conducibilità elettrica apparente (ECa) del terreno. Il sensore è dotato di un sistema che crea un campo elettromagnetico principale e quattro riceventi, in grado di rilevare il secondo campo elettromagnetico dovuto all'interazione con il suolo che ha attraversato. I valori sono bassi in terreni poco conduttivi come quelli sabbiosi, aumentano

con l'incremento della percentuale di argilla e raggiungono valori molto elevati, anche superiori a 150 dS/m, in presenza di elevate concentrazioni di sali disciolti nella soluzione circolante.

Al termine della scansione i dati rilevati sono stati elaborati ed è stata eseguita una *cluster analysis* per identificare le zone omogenee dei diversi appezzamenti con apposito software. Per caratterizzare le differenti zone create sono stati eseguiti prelievi georeferenziati del terreno con apposita trivella idraulica installata su un mezzo attrezzato, per una successiva analisi del suolo presso un laboratorio specializzato nell'analisi dei terreni. Il risultato finale della scansione del terreno è una mappa con le diverse zone omogenee e i valori ottenuti dalle analisi del terreno spazializzati (Figura 5).

La possibilità di avere a disposizione una mappa



Figura 5: Mappa dei terreni aziendali analizzati con sensore geoelettrico. La mappa è tematizzata per la conducibilità elettrica apparente (ECa). I valori più bassi sono in rosso e i valori più elevati in verde. È possibile vedere la grande eterogeneità dei terreni presenti all'interno dell'azienda Valvecchia.

Figure 5: Farm soils map obtained by a geoelectric sensor. The map shows the apparent electrical conductivity (ECa). The lower values are in red and the higher values in green. It is possible to note high soil heterogeneity within the Valvecchia farm.

ad elevato dettaglio, che rappresenti la variabilità spaziale dei parametri fisici e chimici del terreno, è fondamentale per implementare l'irrigazione di precisione ed estendere la tecnica sopra descritta a sempre più ampie superfici coltivate, migliorando progressivamente l'efficienza della tecnica stessa. In particolare ciò rende possibile:

- individuare le zone omogenee in cui posizionare le sonde, riducendone il numero e i costi complessivi;
- razionalizzare l'apporto di acqua irrigua per mezzo di corretti bilanci, evitando condizioni di stress per la coltura e sprechi, di fatto aumentando la superficie irrigabile a parità di volumi stoccati nel bacino;
- migliorare anche l'efficienza della fertirrigazione e quindi la produzione, in termini quantitativi e qualitativi.

Letteratura citata

Conte M., Danuso F. e Furlan L., 2017 - Confronto tra metodi di microirrigazione nel mais e calibrazione di un modello per la gestione irrigua. UNIUD, tesi di laurea.

Danuso F. e Rocca A., 2011 - MiniCSS: a software application to optimize crop irrigation and nitrogen fertilization strategies. Italian Journal of Agronomy, 6(2). <https://doi.org/10.4081/ija.2011.e13>

Furlan L. et al., 2015a - The LIFE+ project WSTORE2 (Life11 ENV/IT/035): reconciling agriculture with environment through a new water governance in coastal and saline areas, Technical Document. Veneto Agricoltura, Legnaro: http://www.wstore2.eu/uploads/1/9/7/0/19705667/il_progetto_wstore2_-_documentazione_tecnica.pdf

Furlan L. et al., 2015b - The LIFE+ project WSTORE2 (Life11 ENV/IT/035): reconciling agriculture with environment through a new water governance in coastal and saline areas, Veneto Agricoltura, Information Document. Legnaro: <http://www.venetoagricoltura.org/upload/Info%20doc%20WS2%20ITA%20x%20web.pdf>

ABSTRACT

THE THREE YEAR-AFTER LIFE OF THE PROJECT LIFE WSTORE2

As part of the WSTORE2 project, between 2013 and 2015 Valvecchia farm set up a innovative rainwater-management system. The farm belongs to Veneto Agricoltura and is located in Caorle, a coastal area of North-East Italy. The system served part (180 hectares) of Valvecchia farmland with a rainwater wetland, used to feed the irrigation system. Given the electric conductivity of the accumulated water (2500 – 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), micro-irrigation was the only agronomically sustainable solution for the farm. After the project was concluded, routine activities and new experiments were set up in order to pursue two main goals: 1) introduce innovative precision-irrigation systems to progressively improve irrigation-water use; and 2) map the cultivated land to identify homogenous areas, where to apply precision irrigation.

As regards the first goal, an irrigation test was conducted on 9 ha plots in 2017, to study different micro-irrigation methods for corn: a surface micro-irrigation system with drip lines (GOCCIA) was tested on 3 ha; a permanent subsurface irrigation system (30 cm deep) with fertirrigation (SUB) was

tested on 3 ha; and 3 ha were not irrigated to provide a standard comparison (ASC). A soil moisture (SM) probe was installed in each of the three experiments and two irrigation thresholds were defined: 22% SM in the GOCCIA system and 20% SM in the SUB system. As a result, the yields of dry corn (14% moist) were 8.81 t/ha for ASC; 9.94 t/ha for GOCCIA, a 12.8% improvement, resulting in a 2.44% yield increase per 10 mm of irrigation; and 11.76 t/ha for SUB, a 33.5% improvement, resulting in a 2.13% relative yield increase per 10 mm of irrigation. Although the salinity of the water used was around 2700-2900 $\mu\text{S}/\text{cm}$, fertirrigated corn showed no signs of stress. Irrigation management was based on the data recorded by the SM probes. The result was higher water use efficiency in irrigation. As regards the second goal, the entire farmland was mapped with a geoelectric sensor capable of measuring electrical conductivity. The final map showed areas with similar electric conductivity. This map was essential for extending precision irrigation and the above-mentioned rainwater-management system to all the cultivated farmland at Valvecchia.

6. IL PROGETTO LIFE AGROWETLANDS II: PRINCIPALI RISULTATI E LINEE DA SVILUPPARE NELL'AFTER-LIFE

M. SPERANZA - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL),

M. MASINA - Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali (DICAM)

Alma Mater Studiorum Università di Bologna

✉ maria.speranza@unibo.it

L'area sperimentale del progetto

Il progetto LIFE AGROWETLANDS II - *Smart water and soil salinity management in agro-wetlands* - LIFE15/ENV/IT/000423, finanziato dal Programma LIFE 2014-2020, si è svolto nel periodo 1 settembre 2016 - 30 giugno 2020.

La sperimentazione ha avuto luogo in un'area della

provincia di Ravenna, delimitata a Nord dal tratto terminale del fiume Reno, dall'abitato di S. Alberto fino alla foce (circa 11 km), e a Sud dal tratto terminale, più o meno di pari lunghezza, del fiume Lamone; l'area è inoltre attraversata al centro, longitudinalmente, dal corso del Canale di Bonifica in Destra Reno (fig. 1).



Figura 1: L'area in cui è stato realizzato LIFE AGROWETLANDS II, delimitata a Nord dal corso del fiume Reno e a Sud dal corso del fiume Lamone. È evidenziato l'abitato di Sant'Alberto all'estremità Ovest; l'abitato di Mandriole e quello di Casalborgretti sorgono sul tracciato del Canale di Bonifica in Destra Reno.

Figure 1: The LIFE AGROWETLANDS II project area, delimited to the North by the Reno river and to the South by the Lamone river. The Sant'Alberto village lies at the western end; the Mandriole and Casalborgretti villages lie on the Canale di Bonifica in Destra Reno.

L'area è particolarmente interessante, sia per le caratteristiche ambientali, legate alla presenza di un sistema di ambienti naturali assai diversificato, in funzione della qualità e quantità delle acque e del rilievo superficiale, sia per i problemi che le attività agricole che vi vengono svolte, devono affrontare, in relazioni a fenomeni di salinizzazione del suolo e delle acque superficiali e di falda.

Buona parte dell'area è infatti costituita da antiche valli salmastre colmate per bonifica, fra le quali si sviluppano i rilievi arginali dei fiumi in direzione E-W ed i cordoni sabbiosi delle dune litorali, sia storiche (etrusca e medievale) che attuali, in direzione N-S. Le depressioni presenti fra questi modesti rilievi si trovano a quote normalmente inferiori a 1 m s.l.m. con alcune zone depresse a quota anche inferiore a -1 m s.l.m., corrispondenti ad antiche lagune salmastre costiere, bonificate prevalentemente negli anni '20 e '30 e fino all'inizio degli anni '60 del secolo scorso.

L'origine dei suoli da lagune salmastre bonificate, l'ingressione di acque marine nell'acquifero freatico e l'intensa evaporazione estiva, con conseguente accumulo di sali nel suolo, l'ingressione di acque marine anche lungo il tratto terminale dei corsi d'acqua, sono l'insieme di cause che determinano fenomeni di salinizzazione dei suoli e delle acque di quest'area prossima alla costa. In tale prospettiva, l'area sperimentale del progetto LIFE AGROWETLANDS II è un esempio significativo dei problemi ambientali che caratterizzano molte zone costiere europee, in particolare quelle mediterranee, anche in previsione delle tendenze in atto, dovute all'evolversi dei cambiamenti climatici.

I contributi presentati in questo volume delineano, d'altra parte, piena attenzione in ambito regionale, a questi problemi e, nello stesso tempo, candidano questi territori per la messa a punto di processi e approcci innovativi nella gestione agro-ambientale.

Risultati e prodotti

Il progetto LIFE AGROWETLANDS II ha messo a punto un sistema di gestione dell'irrigazione che produce

consigli irrigui specificamente dedicati a colture da pieno campo su suoli salini. La sperimentazione, effettuata negli anni 2018 e 2019, ha considerato in particolare il mais, coltivato in vari appezzamenti della cooperativa agricola Agrisfera (S. Alberto-RA), partner del progetto.

La formulazione dei consigli irrigui viene fatta da un sistema di supporto alle decisioni (DSS) basato sul modello AquaCrop della FAO (Steduto et al., 2009), un modello dinamico che descrive lo sviluppo delle colture e ne valuta le corrispondenti esigenze idriche nel corso dello sviluppo, in funzione delle condizioni ambientali, compresa la salinità del suolo, dell'acqua di falda e di irrigazione, oltre alle condizioni meteorologiche, alla gestione agronomica e alle specificità della cultivar utilizzata.

La rete wireless di sensori (WSN)

L'efficacia e l'accuratezza dei consigli irrigui, dipendono da un'adeguata conoscenza delle condizioni ambientali in cui si svolge il ciclo della coltura. Per questo si è provveduto ad installare nell'area interessata dalla sperimentazione una rete wireless di sensori, che copre, approssimativamente, una superficie di 30 km², e che consta di 23 nodi opportunamente distribuiti sull'area di progetto, attrezzati con sensori che rilevano conducibilità elettrica, livello e temperatura dell'acqua di falda, conducibilità elettrica, livello e temperatura dell'acqua dei canali, umidità percentuale e conducibilità elettrica delle soluzioni del suolo. Sono inoltre presenti due stazioni meteorologiche con sensori per la misura della temperatura, precipitazioni, intensità e direzione del vento, energia solare incidente (fig. 2).

Questa rete wireless di sensori, una delle più ampie e attrezzate in ambito regionale, tra quelle installate a scopi agricoli, è una struttura di particolare interesse, non solo come supporto per una formulazione ottimale dei consigli irrigui, ma anche per conoscere più approfonditamente il territorio e le dinamiche temporali e spaziali di fattori critici e significativi per l'area indagata, quali la salinità delle



Figura 2: a) I 23 nodi della Rete Wireless di Sensori installati (WSN) nell'area di LIFE AGROWETLANDS II e alcuni tipi di sensori utilizzati: b) sensori della stazione meteorologica; c) sensore per la misura di temperatura, livello e conducibilità elettrica dell'acqua di falda e dei canali; d) sensore per la misura di umidità, temperatura e conducibilità elettrica del suolo.

Figure 2: a) The 23 nodes of the Wireless Sensor Network (WSN) installed in the LIFE AGROWETLANDS II area, and types of sensors used: b) sensors of the weather station; c) sensor for temperature, level and electrical conductivity of water (groundwater and channels); d) sensor for humidity, temperature and electrical conductivity of the soil.

acque e del suolo, che possono essere analizzati a livello territoriale.

Come supporto per la formulazione dei consigli irrigui dedicati ad un particolare appezzamento, vengono considerati, di caso in caso, quei pochi nodi della rete che, per la loro dislocazione spaziale, risultano idonei a descrivere le condizioni di umidità e conducibilità elettrica del suolo, livello e conducibilità elettrica dell'acqua di falda, conducibilità elettrica dell'acqua di irrigazione, di quel particolare appezzamento. Il complesso dei 23 nodi della rete consente di fornire informazioni di questo tipo per la maggior parte dei principali appezzamenti presenti nell'area sperimentale del progetto, e di formulare per ciascuno di questi consigli irrigui adeguati e coerenti.

La numerosità dei nodi e la disponibilità di una serie di osservazioni regolarmente ripetute nel tempo, consente, d'altra parte, di disporre di informazioni idonee per intraprendere azioni a scala territoriale, intese a mitigare il fenomeno della salinizzazione. Va infine ricordata la possibilità di utilizzare i dati registrati dalla WSN, come controllo a terra per l'interpretazione delle informazioni ricavabili dalle

immagini satellitari gratuite, ad elevata risoluzione, di Sentinel-2 e di Landsat-8.

Il sistema di supporto alle decisioni (DSS)

I dati raccolti dalla WSN rappresentano una parte significativa e importante degli input che è necessario fornire al modello AquaCrop, utilizzato dal sistema di supporto alle decisioni (DSS) di LIFE AGROWETLANDS II.

AquaCrop consente di rispondere a molte domande che l'agricoltore si pone: da quando è opportuno seminare, a quando e quanto irrigare, se irrigare o no, quando la qualità dell'acqua è scadente.

AquaCrop fornisce inoltre:

- Un consiglio irriguo in tempo reale, evidenziando i problemi posti dalla salinità dell'acqua d'irrigazione;
- Una valutazione della data del raccolto e della resa finale, tenendo conto delle perdite dovute alla salinità del suolo e dell'acqua, e in rapporto alle irrigazioni che si presume saranno necessarie;
- Una previsione dello sviluppo della coltura, simulando condizioni meteorologiche attendibili;

- Una ricostruzione dello sviluppo effettivo della coltura e delle condizioni del suolo, simulando quanto effettivamente si è verificato fino a una certa data;
- Una ricostruzione, in base alla vicenda reale, di quanto avvenuto fino al giorno corrente e una simulazione, fornendo condizioni meteo attendibili e un criterio d'irrigazione, di quanto verosimilmente accadrà fino al raccolto: quindi una stima della resa prevista della coltura, evidenziando anche i condizionamenti che l'hanno limitata.

AquaCrop, oltre ad essere particolarmente versatile, è anche corredato da un'ampia disponibilità di dati di default per molte colture e suoli, oltre che ricco di informazioni per l'agricoltore, come risulta dalla visualizzazione di un output tipo, prodotto dal sistema stesso (fig. 3). L'output descrive la storia della coltura considerata, dalla semina fino al momento di produzione dell'output stesso. Il consiglio irriguo, oltre a suggerire data e quantità della prossima irrigazione, fornisce anche una valutazione del contenuto di acqua del suolo e

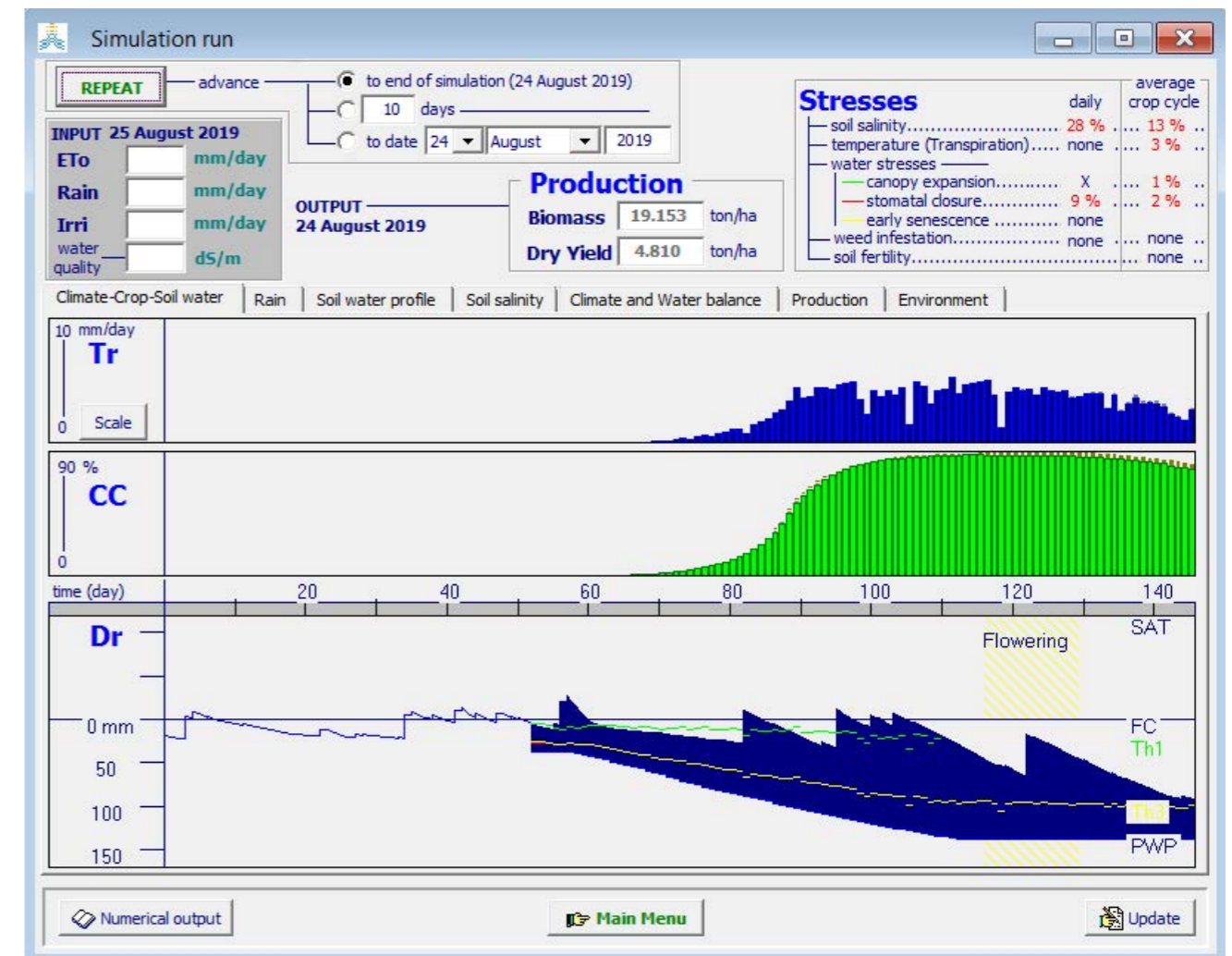


Figura 3: Evoluzione temporale della traspirazione (Tr), proporzionale al tasso di crescita della biomassa, della canopy cover (CC) e della disponibilità d'acqua nel suolo (Dr). Sono evidenziati i limiti da non superare, rispettivamente per non determinare stress idrico (linea gialla) o inibizione dello sviluppo delle foglie (linea verde). FC: Field Capacity; PWP: Permanent Wilting Point (Punto di Appassimento Permanente).

Figure 3: Temporal evolution of crop transpiration (Tr), proportional to the biomass growth rate, canopy cover (CC) and water availability in the soil (Dr). The thresholds not to be exceeded in order to avoid water stress (yellow line) or leaf development inhibition (green line) are shown. FC: Field Capacity; PWP: Permanent Wilting Point.

della sua salinità, quindi dell'urgenza di irrigare con acqua di qualità adeguata, in funzione della riserva d'acqua presente nel suolo, rispetto alla soglia inferiore dell'acqua facilmente disponibile (RAW – Readily Available Water).

Le immagini satellitari

Le informazioni fornite a terra dalla WSN e i consigli irrigui proposti dal DSS hanno un valore puntuale. Questi ultimi possono essere migliorati, se integrati da un'analisi dell'eterogeneità spaziale (tessitura del suolo, capacità di trattenere acqua), stato della coltura rilevabile in un determinato appezzamento. Le immagini satellitari sono in grado di fornire ottime indicazioni su ciò che si manifesta sulla superficie del suolo, specie se quantificato attraverso il calcolo d'indici, di volta in volta mirati a evidenziare particolari aspetti che hanno influenza sullo sviluppo di una coltura (fig.4).

Tra questi, LIFE AGROWETLANDS II ha sperimentato (Masina et al., 2020), l'utilizzo di:

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), ben correlato allo sviluppo in orizzontale delle colture (copertura vegetale).
- WDRVI (Wide Dynamic Range Vegetation Index), ben correlato alla crescita in biomassa e in altezza della coltura, meglio rappresentata dal LAI (Leaf Area Index), rapporto fra superficie fogliare e impronta a terra.

- LST (Land Surface Temperature), ben correlata all'evapotraspirazione ETa. La prima è misurata direttamente attraverso la banda termica, la seconda è derivabile dalla temperatura attraverso procedure che possono apparire complesse, ma che, una volta messe a punto, sono di facile gestione.

- NDMI (Normalized Difference Moisture Index), ben correlato alla carenza idrica nei tessuti fogliari che precede la sofferenza grave della coltura, derivabile in modo semplice dal variare della firma spettrale della vegetazione attraverso tale l'indice.

Particolarmente interessante può essere il riconoscimento di *pattern* spazio-temporali che si ripresentano con ricorrenza stagionale o con altra periodicità, più o meno regolare, in quanto non casuali, ma riconducibili a caratteristiche e/o fenomeni dell'ambiente in cui si sviluppa la coltura.

Dal punto di vista operativo, il calcolo degli indici sopra citati può essere eseguito quasi in tempo reale, su aree anche molto estese. Il *tile*, l'unità elementare di Sentinel-2 ha dimensioni di 100 x 100 km e l'elaborazione delle immagini di un passaggio del satellite, può essere conclusa prima del successivo passaggio dello stesso o di un altro satellite, da una o due persone che operino con un PC. Altrettante persone sono necessarie per curare la diffusione capillare delle informazioni ottenute. Un

Ente che abbia competenza su territori di estensione paragonabile a quella del *tile*, come lo sono i consorzi di bonifica, uffici regionali e provinciali, può svolgere questa funzione per il territorio di competenza, offrendo un servizio agli agricoltori.

Linee da sviluppare nell'After-LIFE

Il progetto LIFE AGROWETLANDS II ha contribuito ad una gestione quantitativa di buon dettaglio dell'irrigazione, tracciando un percorso che si presta ad essere continuato negli anni di After-LIFE. Tra i possibili molteplici approfondimenti, viste anche le competenze acquisite, risultano di particolare interesse quelli che riguardano l'utilizzo integrato della sensoristica a terra con il telerilevamento satellitare, in modo da poter fornire consigli irrigui di elevato dettaglio, in linea con le indicazioni dell'agricoltura di precisione. Disponendo di strumenti che consentano di leggere il territorio con relativa facilità e con dettaglio congruo con quello delle diversificazione che è possibile introdurre nelle operazioni colturali, ne risulta possibile una migliore gestione delle risorse disponibili e, in particolare della risorsa acqua.

In ogni caso l'utilizzo d'immagini satellitari e di controlli a terra, sembra essere uno strumento molto flessibile, che consente di applicare i principi dell'agricoltura di precisione a diversi livelli di scala, da quella territoriale, a quella aziendale, a quella del singolo appezzamento. A livello territoriale, la fascia costiera richiede indubbiamente protocolli propri di gestione delle acque, diversi da quelli messi a punto per altri distretti del territorio regionale. A livello aziendale la gestione delle acque va conciliata con le specifiche scelte dell'azienda, a loro volta ispirate da criteri di compatibilità e sostenibilità con il contesto territoriale in cui l'azienda è collocata. A livello di appezzamento entrano in gioco dettagli specifici che influiscono sulla modulazione operativa del consiglio irriguo.

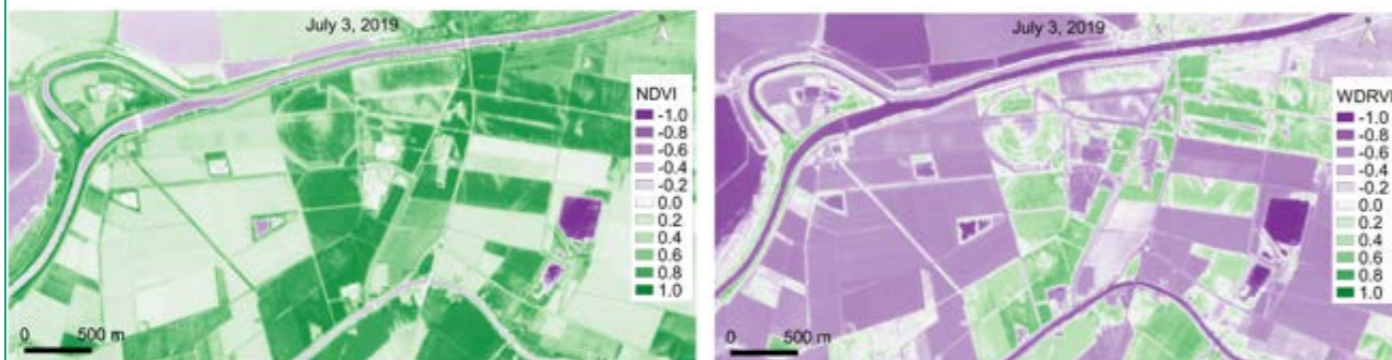


Figura 4: Valori dell'indice NDVI (immagine a sinistra) e dell'indice WDRVI (immagine a destra) alla data del 3 luglio 2019 nell'area sperimentale del progetto LIFE AGROWETLANDS II.

Figure 4: NDVI (left image) and WDRVI (right image) indices for the experimental area of the LIFE AGROWETLANDS II project, on 3 July 2019.

Letteratura citata

Masina M., Lambertini A., Daprà I., Mandanici E., Lamberti A., 2020 - Remote sensing analysis of surface temperature from heterogeneous data in a maize field and related water stress. Remote Sensing, accepted on 27 July 2020.

Steduto P., Hsiao T.C., Raes D., Fereres E., 2009 - AquaCrop - The FAO crop model to simulate yield response to water: I. Concepts and underlying principles. Agronomy Journal, 101: 426-437.

ABSTRACT

THE LIFE AGROWETLANDS II PROJECT: MAIN RESULTS AND POSSIBLE DEVELOPMENT LINES FOR THE AFTER-LIFE

The LIFE AGROWETLANDS II project, funded by the LIFE 2014-2020 Programme, worked from 1 September 2016 to 30 June 2020. The experiments took place in an area in the Ravenna province, close to the coast, delimited to the North by the final stream (about 11 km) of the Reno river and to the South by the final stream of the Lamone river. The area is subject to soil and water salinization, which heavily affects agriculture. The project developed an irrigation management system that provides specific irrigation advices for crops grown in saline soils. The irrigation suggestions come from a decision support system (DSS) based on the FAO AquaCrop model, which considers the environmental conditions under which the crop cycle takes place. A wireless sensor network (WSN) was installed in the experimental area, which consists of 23 nodes suitably distributed all over the area. The WSN is equipped with sensors that continuously

measure electrical conductivity, groundwater level and temperature, electrical conductivity, level and temperature of water in the channels, humidity and electrical conductivity of the soil solutions, in addition to the meteorological parameters measured by two different stations. The information provided by the WSN feeds the DSS, which, in turn, provides irrigation advices. The irrigation advice can be further improved by analysing the crop spatial heterogeneity through high resolution satellite images (Sentinel-2) and calculating indices correlated with crop development and water availability for crops. Considering the skills acquired during the project, one possible development line of the project that can be addressed in the After-LIFE years, concerns the integrated use of the ground sensors with satellite remote sensing to provide high-resolution irrigation advices, following the principles of precision agriculture.





AGROWETLANDS II

PROJECT COORDINATOR



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

PROJECT PARTNERS



COLLABORATORS FOR REPLICABILITY IN SPAIN



www.lifeagrowetlands2.eu