WSTORE2

RECONCILING AGRICULTURE WITH ENVIRONMENT

PROGETTO LIFE+ WSTORE2 (LIFE11 ENV/IT/035): CONCILIARE L'AGRICOLTURA CON L'AMBIENTE ATTRAVERSO NUOVE FORME DI GOVERNANCE DELL'ACQUA NELLE ZONE COSTIERE SALMASTRE

THE LIFE+ PROJECT WSTORE2 (LIFE11 ENV/IT/035): RECONCILING AGRICULTURE WITH ENVIRONMENT THROUGH A NEW WATER GOVERNANCE IN COASTAL AND SALINE AREAS

Documentazione tecnica

Technical document

DATI DI PROGETTO

Capofila
Veneto Agricoltura – Legnaro (PD)
(project leader: dr Lorenzo Furlan)

Partner
Consorzio di bonifica di secondo grado per il Canale Emiliano Romagnolo CER – Bologna
GAL Venezia Orientale – Portogruaro (VE)
Dipartimento Ingegneria Industriale – Università degli Studi di Padova

Finanziamento
Programma LIFE+ Environment Policy and Governance – Call 2011 (LIFE11 ENV/IT/035)

Budget di progetto
1.576.521 € (finanziamento LIFE+: 686.210 €)

Durata
3 anni (dal 1° novembre 2012 al 31 ottobre 2015)

Area di realizzazione
ValleVecchia di Caorle – Venezia – Italia

PROJECT DATA

Lead partner
Veneto Agricoltura – Legnaro (PD)
(project leader: dr Lorenzo Furlan)

Partners
Consorzio di bonifica di secondo grado per il Canale Emiliano Romagnolo CER – Bologna
GAL Venezia Orientale – Portogruaro (VE)
Dipartimento Ingegneria Industriale – Università degli Studi di Padova

Funding
LIFE+ Environment Policy and Governance Programme – Call 2011 (LIFE11 ENV/IT/035)

Project budget
1.576.521 € (co-financed by LIFE+: 686.210 €)

Project duration
3 years (from 1st November 2012 to 31st October 2015)

Project location
ValleVecchia of Caorle – Venezia – Italia

Editore: Veneto Agricoltura

Autori: L. Furlan, A. Battilani, M. Carrer, M. Bonato
Capitolo: "*Effetti del sistema innovativo sulle attività agricole*"
Lorenzo Furlan, Silvano Cossalter, Francesca Chiarini, Francesco Fagotto, Carlo Mantoan, Sebastiano Pavan e Alberto Gibin;
Capitolo: "*Effetti del sistema innovativo sulla fauna*",
Federico Vianello, Matteo De Luca e Jacopo Richard;
Capitolo: "*Comunicazione e coinvolgimento dei portatori di interesse nel progetto*"
Cinzia Gozzo, Laura Tizianel;
Capitolo: "*Sostenibilità economica e analisi comparativa*"
Adriano Battilani e Giulia Ruol Ruzzini.

Coordinamento e traduzioni:
Michele Colauzzi, Studio Claudia Forzan e Valentina Zambetti

Revione testi: Isadora Benvegnù

Impaginazione grafica:
Federica Mazzuccato Edizioni MB srl Rovigo

Immagini: Veneto Agricoltura

La riproduzione, anche parziale, dei contenuti del presente documento è autorizzata alla condizione che venga citata la fonte.

Finito di stampare nel mese di settembre 2015
presso Adle Edizioni sas di De Luca Andrea & C.
Via Giovanni Michelotti, 24 - 35136 Padova
Tel. 049 8979214

Publisher: *Veneto Agricoltura*

Authors: L. Furlan, A. Battilani, M. Carrer, M. Bonato
*Chapter: "*Effects of the innovative system on agricultural activities*"*
Lorenzo Furlan, Silvano Cossalter, Francesca Chiarini, Francesco Fagotto, Carlo Mantoan, Sebastiano Pavan e Alberto Gibin;
*Chapter: "*Effects of the innovative system on wildlife*"*
Federico Vianello, Matteo De Luca e Jacopo Richard;
*Chapter: "*Stakeholder involvement in the project*"*
Cinzia Gozzo, Laura Tizianel;
*Chapter: "*Economic sustainability and benchmarking*"*
Adriano Battilani e Giulia Ruol Ruzzini.

Coordination and translations:
Michele Colauzzi, Studio Claudia Forzan e Valentina Zambetti

Proof-reader: *Isadora Benvegnù*

Desktop Publishing:
Federica Mazzuccato Edizioni MB srl Rovigo

Images: *Veneto Agricoltura*

Reproduction even partial, of the contents of this document is authorized on condition that the source is acknowledged.

Printed in September 2015
in Adle Edizioni sas di De Luca Andrea & C.
Via Giovanni Michelotti, 24 - 35136 Padova
Tel. 049 8979214

SOMMARIO

Introduzione 04

Il sistema innovativo di gestione idrica 07

Effetti del sistema innovativo sulle attività agricole 34

Effetti del sistema innovativo su acque e terreni 45

Effetti del sistema innovativo sulla fauna 61

Comunicazione e coinvolgimento dei portatori di interessi nel progetto 72

Sostenibilità economica ed analisi comparativa 77

SUMMARY

Introduction 04

The Innovative Water Management System 07

Effects of the innovative system on agricultural activities 34

Effects of the innovative system on water and soil 45

Effects of the innovative system on wildlife 61

Stakeholder involvement in the project 72

Economic sustainability and benchmarking 77

Introduzione

Zone costiere e cambiamento climatico

Nel contesto del cambiamento climatico, le zone costiere sembra siano destinate a sperimentare impatti significativi a causa non solo dei cambiamenti dei regimi delle precipitazioni e temperature ma anche all'innalzamento del livello del mare e dell'intrusione del cuneo salino che altera il suolo e le caratteristiche dell'acqua dell'entroterra. Le zone costiere basse e le aree bonificate sono particolarmente sensibili all'innalzamento del livello del mare. Inoltre, la maggior parte degli studi basati sui modelli generali di circolazione atmosfera-oceano (AOGCM) ed i modelli di circolazione regionali (RCM) nella regione del Mediterraneo indicano una tendenza generale di calo delle precipitazioni nel prossimo secolo, anche se con variazioni spaziali e stagionali notevoli. Secondo questi studi la distribuzione delle precipitazioni totali e annuali potrebbe cambiare in modo significativo nel prossimo futuro. Il notevole impatto che un aumento di precipitazioni estreme e siccità avranno sul bilancio d'acqua dolce è evidente. Il bilancio idrologico d'acqua dolce nelle zone costiere sarebbe anche influenzato negativamente dalla prevista riduzione della portata dei fiumi, soprattutto durante i mesi estivi. Gli effetti combinati di un innalzamento del livello marino (tasso fino a 3 mm/anno) e della diminuita ricarica sottosuperficiale avrebbero come conseguenza la risalita capillare delle acque saline sottosuperficiali e l'intrusione di acqua salata in acqua dolce costiera o negli ecosistemi di acqua salmastra; tutto ciò renderebbe più difficili le attività agricole ed il turismo. L'ottimizzazione della gestione delle risorse di acqua dolce disponibili sta diventando cruciale per le zone costiere. Due azioni chiave che devono essere intraprese per evitare o attenuare gli squilibri nel bilancio d'acqua dolce nelle aree costiere e zone di bonifica sono, senza dubbio, il miglioramento della ricarica delle falde acquifere e la protezione del suolo dalla risalita capillare di acque salate dalle acque sottosuperficiali nei periodi di scarsa piovosità.

Le conseguenze del cambiamento climatico costituirebbero un problema rilevante, sia per il settore agricolo sia per la conservazione naturalistica dei siti. Nel primo caso la mancanza di acqua rende necessario modificare i cicli colturali introducendo colture più resistenti alla salinità del suolo fino ad arrivare alla impossibilità di coltivare i terreni. Nel secondo caso ad essere a rischio sono molti ambienti di acqua dolce che rappresentano un importante patrimonio di biodiversità. La perdita di questi ecosistemi,

Introduction

Coastal areas and climate change

In the context of climate change, coastal areas are destined to experience significant impacts due not only to changes in rainfall regimes and temperatures but also to sea level rise and salt wedge intrusion, which alters soil and inland water characteristics. Low-lying coastal areas and reclaimed lands are particularly sensitive to sea level rise.

Furthermore, most studies based on atmosphere-ocean general circulation models (AOGCMs) and regional circulation models (RCMs) in the Mediterranean region suggest a general trend of lower precipitation in the next century, albeit with notable spatial and seasonal variations. According to these studies, rainfall distribution and annual totals may significantly change in the near future. The considerable impact that an increase of extreme rainfall events and droughts would have on the freshwater budget is evident. The hydrological freshwater balance in coastal areas would also be negatively affected by the expected reduction of river flow, mainly during the summer months. The combined effects of a sea level rise rate up to 3 mm y^{-1} and decreased groundwater recharge would cause the capillary rise of saline groundwater and salt water intrusion on coastal freshwater or brackish water ecosystems. This would result in serious issues for agriculture and tuorism. Optimized management of the available freshwater resources is becoming crucial to coastal areas. Two key actions that must be taken to avoid or mitigate imbalances in the freshwater budget in low-lying coastal areas and reclaimed lands are, without doubt, improving groundwater recharge and protecting soil from the capillary rise of saline groundwater during droughts.

These climatic change modifications would result in problems for both agricultural and environmental sectors. In the first case the lack of water makes it necessary to change the cropping cycles by introducing crops more resistant to soil salinity up to the inability to cultivate the soils. In the second case to be at risk are many fresh water environments that represent an important heritage of biodiversity. The loss of these eco-systems, representing the habitat for a large number of plants and animal species threatened with extinction would be a serious damage for the European biodiversity.

The above-mentioned problem is fully recognized by the Water Framework Directive (2000/60/EC Directive) pro-

che rappresentano l'habitat per un gran numero di specie animali e vegetali a rischio di estinzione sarebbe un grave danno per la biodiversità europea.
Il problema sopra descritto è pienamente riconosciuto dalla Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE) la quale prevede che «*una politica delle acque efficace e coerente deve tener conto della vulnerabilità degli ecosistemi acquatici situati in prossimità della costa e degli estuari o in golfi o mari relativamente chiusi…*».

L'ipotesi di lavoro verificata dal progetto

Il territorio di Vallevecchia è interessato dai problemi sopra descritti e rappresenta efficacemente la situazione delle zone costiere del mare Nord Adriatico (Foto 1). Inoltre, l'uso delle risorse idriche nella zona di Vallevecchia è complicata dalla presenza di diversi problemi ambientali evidenziati negli ultimi anni e descritti sia in pubblicazioni scientifiche sia in relazioni tecniche (es. Carrer *et al.*, 2011): salinizzazione e degrado di acqua dolce, intrusioni di acqua di mare lungo i canali e nelle acque sottosuperficiali, scarse precipitazioni ed aumento del livello del mare.
Gli apporti di acqua dolce dalle precipitazioni sono inferiori di circa il 40% rispetto alle zone interne a soli 15 chilometri di distanza, a causa dell'influenza del mare e delle

viding that «an effective and coherent water policy must take account of the vulnerability of aquatic ecosystems located near the coast and estuaries or in gulfs or relatively closed seas…».

The hypothesis verified by the project

The territory of 'Vallevecchia' affected by the problems mentioned above represents the situation of coastal areas of North Adriatic sea. (Photo 1). In addition, the use of water resources in the area of Vallevecchia is complicated by the presence of several environmental problems, highlighted over the past years and described both in scientific publications (e.g. Carrer et al.*, 2011) and reports: salinization and degradation of freshwater, seawater intrusion along channels and in groundwater, scarce rainfall and rise of the sea level.*
Freshwater inputs due to rainfall are lower by about 40% compared to inland areas just 15 kilometres away, due to the influence of the sea on weather conditions. Therefore, freshwater is scarce and represents a weak opposition (especially when no hydraulic management is performed) to saltwater intrusion, which is moreover favoured by the position of the area, located slightly-below the mean sea level and bordering the shore. Water in the channel network of the area was characterized by high salinity dur-

Foto 1. Area umida 'Falconera' nella parte occidentale del sito di Vallevecchia e laguna di Caorle. Nella parte in alto a sinistra si intravede il mare.

Photo 1. Wetland "Falconera" located in the western part of the site Vallevecchia and Caorle lagoon. In the upper left side the sea.

condizioni atmosferiche. L'acqua dolce è quindi scarsa e presenta un'opposizione debole (soprattutto quando non viene eseguita alcuna gestione idraulica) all'intrusione salina che è inoltre favorita dalla posizione dell'area, situata leggermente sotto il livello del medio mare e confinante con la costa. Nel periodo 2003-2010 l'acqua della rete di canali della zona è stata caratterizzata da elevata salinità. Valori accettabili sono stati raggiunti attraverso una forma minimale di gestione idraulica della zona (es. Carrer *et al.*, l.c.), ma la mancanza di automazione del sistema precedente a WSTORE2 rendeva difficile raggiungere una gestione completamente soddisfacente ed integrata delle risorse idriche a Vallevecchia. Prima di WSTORE2 la salinità e il livello delle acque sottosuperficiali non erano state misurate in modo sistematico ma c'erano indicazioni che le acque sottosuperficiali fossero altamente saline con una falda freatica superficiale a circa un metro di profondità. Questo era indicato dalla elevata concentrazione di sali misurati nel suolo agricolo della zona e dalle croste di sale superficiali che si potevano occasionalmente notare (soprattutto nelle zone in cui la gestione idraulica era carente), suggerendo che le acque sotterranee raggiungessero la superficie del suolo (Carrer *et al.*, l.c.). L'effetto della tendenza recente all'innalzamento del mare si somma a questi problemi: per esempio, una ricerca dell'ENEA, prevede un notevole aumento del livello medio del mare di 36 cm entro il 2100, mettendo in evidenza la grande vulnerabilità del Nord Adriatico nella zona costiera in cui si trova il sito di Vallevecchia. Pertanto, Vallevecchia rappresenta un caso ideale di studio e mostra che l'agricoltura può effettivamente essere praticata in condizioni critiche dal punto di vista della disponibilità di acqua e della salinizzazione, quando viene eseguita una gestione corretta e attenta delle risorse idriche e delle opere idrauliche. Questo tipo di approccio è particolarmente rilevante per le regioni del Mediterraneo e dell'Unione Europea in cui sono presenti l'intrusione di acqua salata e la scarsità di precipitazioni, ed è ancora più importante alla luce del cambiamento climatico globale.

ing 2003-2010. Acceptable values have been reached through a somehow-minimal hydraulic management of the area (e.g. Carrer et al., *l.c.), but the current lack of automation in the system before WSTORE2 implemetation made it difficult to reach a fully-satisfactory and integrated management of water resources in Vallevecchia. Before WSTORE2 the salinity and level of groundwater have never been widely measured, but there were strong indirect suggestions that the groundwater was highly saline and the groundwater table actually shallow, about one metre deep.*

This was suggested by the high concentration of salts measured in the agricultural soil within the area and by the salt crusts that were occasionally noticed on it (especially in areas where hydraulic management was lacking), suggesting that the groundwater was reaching the soil surface (Carrer et al., *l.c.). The effect of the recent trend in sea level rise sums to these problems: for example, research by ENEA, predicts a marked increase in the average sea level of 36 cm by 2100, highlighting the great vulnerability of the Northern Adriatic coastal zone where the site of Vallevecchia is situated.*

Therefore, Vallevecchia represents an ideal case study showing that agriculture can actually be performed in critical conditions from the point of view of water availability and salinization, when a proper and careful management of water resources and hydraulic works is performed. This kind of approach is particularly relevant for Mediterranean and EU regions where salt water intrusion and water scarcity are present, and is even more important in light of the global climate change.

Il sistema innovativo di gestione idrica

Vallevecchia e la "naturalizzazione"

L'area si caratterizza per la presenza di un ecosistema a mosaico costituito da aree coltivate inserite in numerosi habitat prioritari e altri di specie di cui all'allegato I e II della direttiva Uccelli. I terreni coltivati (bonificati alla fine degli anni '60) hanno una sistemazione idraulico-agraria "alla ferrarese piana" (circa 400 ettari; Figura 1); ciascun reparto è delimitato da traversanti e costituito da numerosi appezzamenti separati da scoline; la distanza tra queste ultime è di circa 30 metri. La lunghezza degli appezzamenti varia tra 300 e 500 metri. L'idrovora del consorzio di Bonifica consente di mantenere la falda a circa 1,5 metri dalla superficie. Questa complessità ambientale caratterizza l'area di Vallevecchia rispetto ai territori ZPS circostanti, ove prevale l'ecosistema a "lagune aperte" e ne giustifica l'eccezionale biodiversità e valenza naturalistica.

I primi interventi di riqualificazione ambientale del Comprensorio di Vallevecchia sono iniziati nel 1994, con la conversione in bosco di 14 ettari di colture agrarie localizzati in prossimità della foce chiusa del canale Baseleghe. L'iniziativa, realizzata da una collaborazione tra Esav ed Azienda Regionale Forestale, in seguito confluite in Veneto Agricoltura, ha dato inizio ad una vasta azione di riqualificazione dell'Azienda Pilota Dimostrativa Vallevecchia, attuata in due successivi Programmi.

Il primo programma (1997-2003) è stato attuato in tre stralci esecutivi per un totale di spesa di circa 7 milioni di euro, finanziati su fondi CIPE, ed è stato attuato in collaborazione con la Regione Veneto ed il Consorzio di Bonifica Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento ora Veneto Orientale. Il primo progetto prevedeva innanzi tutto la realizzazione di un canale delimitatore del bosco litoraneo, di un'area di sosta per gli automezzi dei visitatori diretti alla spiaggia e la posa di sbarre. Le iniziative sono state quindi rivolte alla gestione dei flussi dei visitatori e alla tutela dell'habitat costiero. Contestualmente sono però iniziate anche le opere di "rinaturalizzazione" con la realizzazione di una prima zona umida di 30 ettari, la messa a dimora di filari e viali arborei lungo le principali strade sterrate e l'estensione del bosco e delle siepi agrarie.

Il secondo progetto, avviato nel 1998, ha completato l'area di sosta e ha avviato la realizzazione di una prima rete di percorsi ciclabili e strutture di tipo didattico-naturalistico. Si è inoltre realizzata l'ulteriore estensione di 60 ettari del bosco litoraneo, l'impianto di 8 km di siepi campestri e la formazione di una seconda zona umida di 19 ettari.

Infine il terzo progetto, avviato nel 2001, ha permesso di completare la rete dei percorsi di visita, di allestire il centro

The Innovative Water Management System

Vallevecchia and its "naturalization"

The area is characterized by the presence of a mosaic shaped ecosystem composed of cultivated land included in numerous priority habitats and others of species listed in Annex I and II of the Birds Directive. The cultivated land (reclaimed in late '60) has a "ferrarese piana" layout (about 400 hectares; Figure 1); each drainage (hydraulic) sector is separated by channels and made of dozens of fields parted by ditches; the distance between ditches is about 30 meters. Field length ranges between 300 to 500 meters. The pumping station managed by the land reclamation board allows to keep water table about 1,5 meter below the soil surface. The environmental complexity of Vallevecchia justifies its outstanding biodiversity and natural value, and is what differentiates it from the surrounding SPA territories, which are mainly "open lagoon" ecosystems.

The first environmental redevelopment of the Vallevecchia area began in 1994 with the conversion of 14 hectares of forest crops located near the locked mouth of the Baseleghe canal. The project, conducted by a collaboration between Esav and Regional Forest Institution, later merged into Veneto Agricoltura, has begun a wide redevelopment action of Pilot Farm Vallevecchia, implemented in two subsequent programs.

The first program (1997-2003) has been implemented in three executive excerpts for a total cost of about 7 million euro, financed from CIPE funds, and has been implemented in collaboration with the Veneto Region and the Consortium of Reclamation "Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento", now "Veneto Orientale". The first project involved the construction of a first channel of the coastal forest delimiter of a rest area for the vehicles of visitors headed to the beach and the placing of bars. The initiatives were therefore aimed more at managing the flow of visitors and to protect the coastal habitat. At the same time, works of "naturalization" started with the realization of a first wetland of 30 hectares, the planting of rows and arboreal avenues along the main dirt roads and the extension of the forest and agricultural hedges.

The second project, initiated in 1998, completed the area and has started the construction of a first network of cycle paths and didactic-naturalistic facilities. It has also made further extension of 60 hectares of coastal forest, planting 8 km of hedgerows and the formation of a second wetland of 19 hectares.

Finally, the third project, launched in 2001, has made possible the completion of the network of all itineraries,

visitatori ed altre strutture didattiche (altane e capanni di osservazione faunistica). Sul fronte della rinaturalizzazione è stata realizzata la forestazione di altri 40 ettari di bosco, l'impianto di 5 km di siepi campestri e l'allagamento di una terza zona umida di circa 15 ettari.
Tra i risultati della riqualificazione ambientale, oltre l'ampliamento delle superfici boscate e l'allagamento di alcune aree, va sicuramente compreso anche l'intervento di miglioramento selvicolturale della pineta litoranea. Di origine artificiale e frutto di un intervento di impianto degli anni 60-70, la pineta era giunta in condizioni strutturali tali da renderla estremamente vulnerabile ad attacchi di patogeni. Innanzi tutto è stato necessario predisporre il Piano di riassetto economico della pineta, pubblicato da Veneto Agricoltura nel 2000. Con questo importante documento è stato possibile definire le linee guida per la riqualificazione di questo particolare e caratteristico ambiente di Vallevecchia, da attuarsi mediante tagli di diradamento e abbondanti sottopiantagioni con piantine di latifoglie tipiche dell'orno-lecceta. Con il terzo progetto si è quindi potuto finalmente intervenire nella pineta eseguendo una serie di tagli fitosanitari e di diradamento che hanno permesso di modificare in termini migliorativi parametri quali la coetaneità, la monospecificità e la densità del popolamento.
Il largo consenso raccolto dai primi interventi di riqualificazione ambientale, ha convinto Veneto Agricoltura e Regione Veneto a realizzare un secondo programma generale, inserito nel "Programma di Riqualificazione Ambientale e di Sviluppo Turistico delle Aree Costiere e Lagunari del Veneto Orientale". Il secondo programma (2005-2008), attuato da Veneto Agricoltura nell'ambito dei fondi comunitari LIFE e Docup Ob 2 (questi ultimi a regia regionale), ha visto la realizzazione di sei stralci esecutivi per un totale di circa 5,7 milioni di euro.

Il miglioramento del sistema idrico e la conservazione dell'acqua

La prima fase del progetto fu attuata con la supervisione della facoltà di Ingegneria idraulica e la collaborazione scientifica del laboratorio di analisi dei sistemi ambientali della facoltà di ingegneria di Padova. Si tratta di un sistema innovativo che permette di razionalizzare l'acqua dolce delle precipitazioni meteoriche, stoccandola in zone umide realizzate all'uopo per poi reimmetterla nel comprensorio per finalità di produzione agricola e di valorizzazione ambientale. Un metodo, questo, utilizzato con successo in alcuni paesi del Nord Europa (Olanda e Danimarca) che, favorendo inoltre la permanenza di una falda dolce superficiale, si oppone alla risalita della salinità nel suolo e offre un evidente vantaggio alle colture agrarie.
A tal fine è stato realizzato un ampio bacino nel quale possono essere stoccati circa 150.000-160.000 m^3 d'acqua dolce, con capacità di invaso ripetibile nel corso dell'anno. Attualmente, prima di essere immessa nel bacino, l'acqua

plus the setting up of the visitor center and other teaching facilities (turrets and wildlife observation huts). In terms of re-naturalization, a further area of 40 hectares has been reforested, 5 km of hedgerows planted, and a third wet area of about 15 hectares flooded.
Among the results of environmental rehabilitation, beside the expansion of wooded areas and flooding in some areas, we have to mention the intervention of silvicultural improvement of coastal pinewood. This artificial pinewood was planted in the 1960s and 1970s, but reached conditions that made it extremely vulnerable to pathogens. First of all it was necessary to prepare the economic recovery-plan of the pine forest, published by Veneto Agricoltura in year 2000. This important document made possible the definition of the guidelines for the redevelopment of the special and distinctive Vallevecchia environment, to be implemented through thinning cuts and abundant plantations with seedlings of the typical flowering ash-holm deciduous forest. With the third project it was finally possible to act in the pine forest carrying out a series of plant-protection and thinning cuts that allowed to improve parameters such as the even-age, the mono-specificity and the population density.
The consensus gathered from early environmental redevelopment, convinced Veneto Agricoltura and Veneto Region to achieve a second general program, included in the "Environment Redevelopment Program and Tourism Development of the Coastal and Lagoon areas of Eastern Veneto". The second program (2005-2008), implemented by Veneto Agricoltura as part of the LIFE funds and SPD Objective 2 (the latter having a regional direction), has seen the creation of six executive excerpts for a total of about 5.7 million euro.

The improvement of the water system and water conservation

The first project phase has been implemented under the supervision of the Faculty of Hydraulic Engineering and collaboration with the environmental system analysis laboratory at the University of Padua's Engineering Faculty. It is an innovative system that allows a rational use of the fresh water coming from the streamline of meteoric precipitations by means of its storage in wetlands, made for this purpose. So that the water can then be returned to the area for the purpose of agricultural production and environmental improvement. A method that is successfully used in some countries of Northern Europe (Holland and Denmark) that enhancing the permanence of a surface water table, blocks the rise of salinity in the soil and provides a clear benefit to the crops.
For this purpose a large storage basin of about 150,000 to 160,000 m^3 has been created where fresh water can be stored, with storage capacity repeatable during the year. Currently, before being placed in the basin, the drainage

scolante dai terreni agricoli, viene fatta transitare e sostare in bacini di fitodepurazione di superficie di circa un ettaro, coperti da fitto canneto e macchie boscate realizzate con specie forestali capaci di sopportare l'allagamento del suolo per periodi anche lunghi.

I progetti sopra descritti hanno permesso di avviare una nuova fase di ricerche floro-faunistiche. Si tratta di azioni di monitoraggio ambientale, affidate a professionisti ed enti esperti nei vari settori naturalistici con l'obiettivo di raccogliere informazioni e conoscenze in vari campi scientifici come botanica, anfibi, rettili, uccelli, insetti, mammiferi, che si rivelano fondamentali per la gestione corretta del comprensorio. La biodiversità dell'area è testimoniata dalla continua segnalazione di specie nuove per la zona, osservate per la prima volta in Veneto, o addirittura in Italia (si tratta in questo caso soprattutto di lepidotteri). Tutto ciò testimonia ancora una volta l'importanza ambientale di Vallevecchia, ultimo esempio dell'ecosistema naturale delle coste sabbiose ormai scomparso in tutto l'Alto Adriatico.

Le aree allagate (Figura 1) rappresentano ormai un elemento paesaggistico caratteristico dell'intervento di riqualificazione di Vallevecchia. Complessivamente, le zone umide costituite dalle grandi aree riallagate, dalle paludi, dalle aree di fitodepurazione, dai canali e dalle vasche, occupano più del 10% della superficie dell'intero comprensorio, con oltre 68 ettari di superficie. Più che l'estensione, sono la qualità e la diversità di questi habitat, includendo in essi a pieno titolo anche le zone agricole, a garantire la ricchezza di biodiversità.

Obiettivi del sistema di circolazione delle acque

Il bacino di accumulo di acque dolci meteoriche, della capacità utile di circa 160.000 m³, alimentato dal canale

water coming from agricultural land, is transferred to and kept in phytoremediation basins with a surface of about one hectare and covered with dense reed and wooded patches made with forest species able to resist soil flooding, even for long periods.

The projects described above have allowed to start a new phase of research on flora and fauna. These are actions of environmental monitoring, entrusted to professionals and organizations with proven experience in various natural fields with the aim of gathering information and knowledge in scientific fields such as botany, amphibians, reptiles, birds, insects, mammals that are critical to the proper management of the area. The biodiversity of the area is demonstrated by the continuous reporting of new species for the area, observed for the first time in Veneto, or even in Italy (regarding in this case especially moths). All this demonstrates once again the environmental importance of Vallevecchia as the last example of a natural ecosystem of the sandy shores, which have now disappeared throughout the northern Adriatic.

The flooded areas (Figure 1) *represent now a days a characteristic landscape element of the requalification of Vallevecchia. Overall, wetlands consisting of large re-flooded areas, swamps, phytoremediation areas, canals and storage basins, take up more than 10% of the surface of the entire area, with more than 68 hectares. More than their size, however, it is the quality and diversity of these habitats, which include agricultural areas, that ensure the richness of biodiversity.*

Objectives of the water circulation system

The storage basin of fresh rainwater, with a useful capacity of about 160,000 m³, fed by the Sbregavalle canal and

Figura 1. L'area di Vallevecchia con il canale Sbregavalle e le stazioni (I1-I6) di monitoraggio dell'acqua in entrata.

Figure 1. The area of Vallevecchia, with the Sbregavalle canal and the monitoring stations (I1-I6) of inflow water.

Sbregavalle e le successive modifiche del sistema idraulico realizzate dal progetto WSTORE2 permettono di realizzare una gestione delle acque dolci mirata al contenimento dell'intrusione del cuneo salino, al dilavamento progressivo dei sali dall'orizzonte di terreno 0-50 cm, all'accumulo di acque di moderato tenore salino per l'irrigazione, alla creazione di falde di acqua dolce, semiconfinate dal sottostante piano di falda salina, con natura temporanea o transiente in relazione alla durata ed all'ammontare delle piogge nel periodo autunno-vernino ed estivo. La qualità delle falde temporanee o transienti sarà comunque nettamente migliore di quella delle acque interstiziali del terreno nello strato 50-100 cm di profondità.

Nel corso del 2009 una nuova più accurata campagna di misure nel canale Sbregavalle ha evidenziato come i valori medi all'interno del corpo idrico fossero simili alla mediana calcolata nel precedente ciclo di monitoraggio, ma la loro distribuzione fosse influenzata nel tratto iniziale dalle immissioni di acqua dolce provenienti dal pozzo e successivamente dall'immissione di sali derivanti dal dilavamento dei suoli, particolarmente dall'area afferente al traversante I4 (Figura 1). Il monitoraggio in automatico ha permesso inoltre di distinguere una fase di trasporto veloce in occasione di immissioni di acque meteoriche a seguito di eventi di alta intensità o lunga durata. In questi casi il corpo idrico transitante aveva una ECe compresa tra 4,2 e 4,9 dS m^{-1}, già notevolmente inferiore rispetto al valore mediano di lungo periodo (Figura 2). L'acqua immessa nel bacino ha evidentemente beneficiato di questi corpi idrici di minore salinità.

the next modifications of hydraulic system implemented by the WSTORE2 project allows the creation of a freshwater management aimed at: containing the advancement of the salt wedge, the progressive washout of salts from the horizon of 0-50 cm soil, accumulation of water with moderate salinity for irrigation, the creation of freshwater aquifers, semi-confined from below ground water table salt, with temporary or transient characteristics in relation to the duration and the amount of rainfall during the autumn-winter and summer. The quality of the water temporary or transient will still be significantly better than that of the pore water of the soil in the layer 50-100 cm beneath the surface.

In 2009 a new more accurate measurement campaign in the Sbregavalle canal highlighted how the average values within the water body are similar to the median calculated in the previous monitoring cycle, but their distribution is influenced by inputs in the initial portion of fresh water coming from the well and later by the introduction of salts derived from leaching of soils, particularly from the portion related to the channel I4 (Figure 1). The automated monitoring also allowed to distinguish a phase of fast transport occurring during events of high intensity rainfall or long lasting rains. In these cases the water body transiting had a ECe between 4.2 and 4.9 dS m^{-1}, already significantly lower than median long-term value (Figure 2). The water introduced into the basin has obviously benefited from these water bodies of lower salinity.

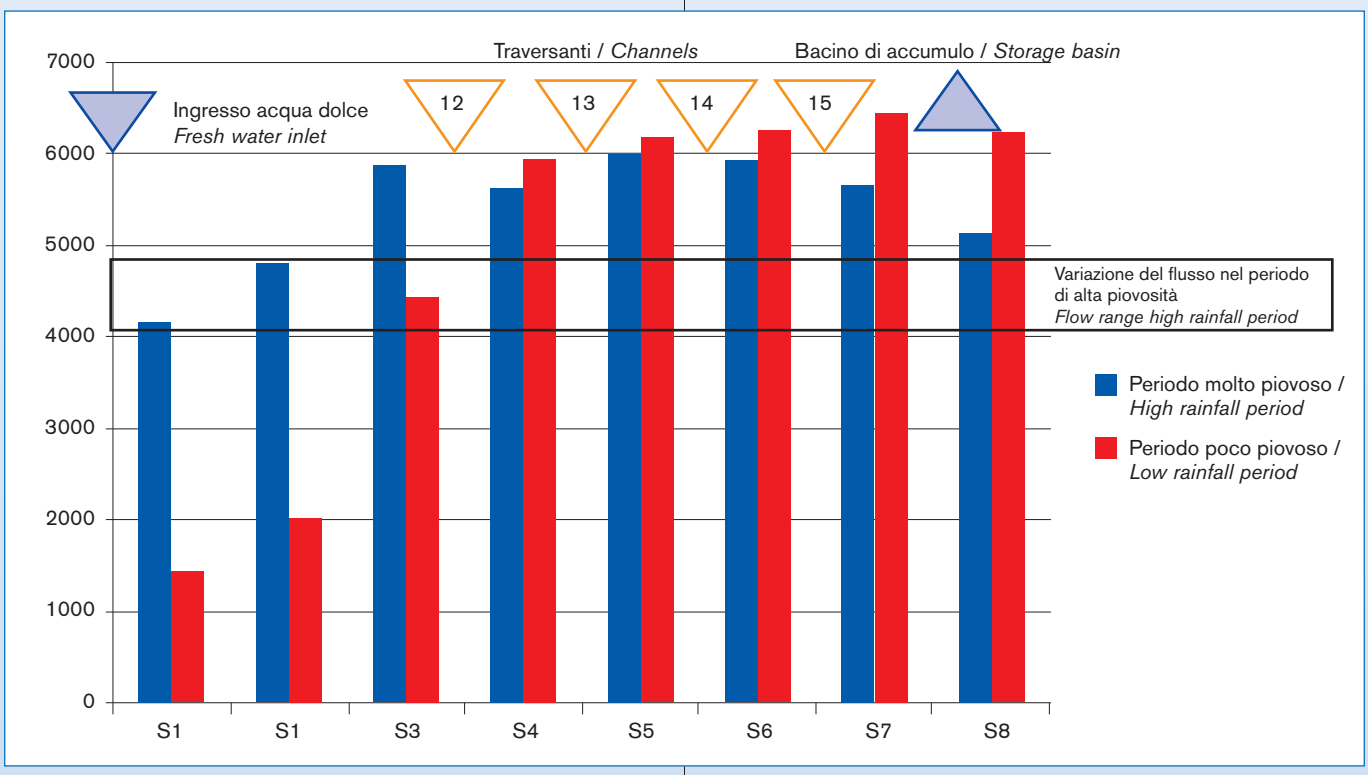


Figura 2. Conducibilità elettrica media misurata in diverse sezioni del canale Sbregavalle nell'anno 2009.

Figure 2. Average electrical conductivity measured in different sections of Sbregavalle canal in 2009.

Considerata la forte influenza delle acque di dilavamento sulla qualità della risorsa immagazzinata nel bacino, lo scopo del sistema di circolazione delle acque dovrà essere quello di diminuire quanto più possibile il tenore salino delle acque rilasciate dai suoli agrari, riducendo conseguentemente il negativo impatto delle acque convogliate tramite i traversanti al canale Sbregavalle. Questo permetterà in parallelo di disporre nel bacino di acque con basso o moderato tenore salino, utilizzabili per l'irrigazione o per un ricircolo all'interno del sistema.
Ci si propone di raggiungere un livello mediano di ECe delle acque all'interno del bacino inferiore a 3,0-4,0 dS m^{-1} nel periodo irriguo.

La scelta dell'automazione

È noto da tempo che la principale innovazione in materia di governo delle acque è costituita dall'aumentata reattività e flessibilità del sistema derivante dall'implementazione di dispositivi automatici o semi-automatici di controllo e gestione.
Il modificarsi delle condizioni al contorno, quali la frequenza di ritorno di eventi "eccezionali" o il crescente tasso di impermeabilizzazione dei suoli e la conseguente aumentata velocità di corrivazione, stanno portando ai limiti le possibilità delle infrastrutture sul territorio aumentando il rischio idraulico. In parallelo le risorse per gli usi agricoli, ambientali o per la difesa dei suoli dalla salinizzazione sono in progressiva diminuzione ed affette da un rapido decadimento qualitativo.
La velocità di reazione richiesta per ottimizzare il funzionamento delle reti idrauliche prescinde dalla loro gestione manuale e richiede un grado crescente di automazione.
Inoltre il governo stesso del sistema necessita di essere maggiormente incentrato su flussi informativi in tempo reale riguardo a quei parametri che condizionano l'impatto sul reticolo idraulico o sui suoli o alla capacità di accumulare acque di buona qualità.

Figura 3. L'importanza dell'automazione spiegata attraverso le principali problematiche che permette di controllare con maggiore efficacia.

Given the strong influence of the water run-off on the quality of the resource stored in the basin, the purpose of the water circulation system must be to decrease as much as possible the saline content of the water released from agricultural soils, and consequently reducing the negative impact of the water conveyed through channels to Sbregavalle canal. This will allow, in parallel, the availability in the storage basin of water with low or moderate salinity, usable for irrigation or for a recirculation within the system.
The aim is to reach an average ECe value lower than 3.0/4.0 dS m^{-1} for the water stored in the basin, during the irrigation period.

The choice of automation

It has long been known that the main innovation in the field of water management is made up by the increased responsiveness and flexibility of the system resulting from the implementation of automatic or semi-automatic control and management.
The change of the boundary conditions, such as the return frequency of "exceptional" events or the increasing rate of soil sealing and the resulting increased rate of run-off, are pushing local infrastructure to breaking point and increasing the hydraulic risk. In parallel, the resources for agriculture, environmental purpose or conservation of soils from salinization are in gradual decline and their quality is rapidly worsening.
The reaction speed required to optimize the operation of the hydraulic networks is independent from their manual management and requires an increasing degree of automation.
In addition, the government system itself, needs to be more focused on information flows in real time about the parameters that affect the impact on the water network, or soils, or the ability to accumulate water of good quality.

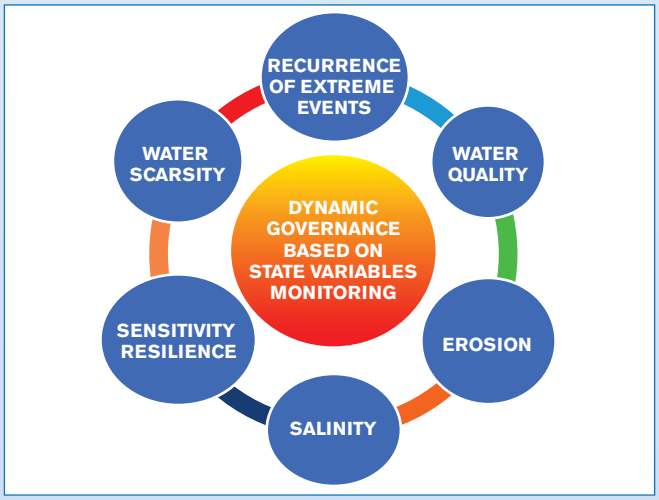


Figure 3. The importance of automation explained through the main issues that it allows to control more effectively.

Solo un sistema automatizzato permette di conciliare la rapidità di esecuzione con l'efficacia dell'azione e con l'economicità della gestione stessa.

Funzionamento del sistema di circolazione delle acque

I deflussi dal canale Sbregavalle misurati nel periodo 2003-2009 hanno fatto registrare un minimo di 1,0 milioni di m^3 nel 2007 ed un massimo nel 2004 di 4,1 milioni di m^3. Il valore mediano del periodo è stato pari a 2,35 milioni di m^3, equivalenti a 397 L m^{-2} y^{-1}. La quota defluita potrebbe reintegrare sino al 50% dell'acqua traspirata da una coltura di mais, pari al 100% del fabbisogno irriguo in un anno mediamente siccitoso.
Come indicato da M. Carrer *et al.* (2011), questa quota di deflusso non utilizzata potrebbe consentire agevolmente di riempire il bacino di accumulo, della capacità utile di 150.000-160.000 m^3, almeno tre volte per stagione.

Lo schema di funzionamento è costituito da quattro fasi distinte ed operanti in cascata: **infiltrazione, lavaggio, accumulo** e, quando possibile ed opportuno, **ricircolo** (Figura 4).

Only an automated system allows the combination of rapid intervention, effective action and low cost management.

Operation of water circulation system

Outflows from the Sbregavalle canal measured in the period 2003-2009 have recorded a minimum of 1.0 million m^3 in 2007 and a peak in 2004 of 4.1 million m^3. The median value of the period amounted to 2.35 million m^3, equivalent to 397 L m^{-2} y^{-1}. This amount of drained water could replenish up to 50% of the water transpired by a maize crop, accounting for 100% of the irrigation needs in a average drought year.
As indicated by M. Carrer et al. *(2011), this not used share of outflow makes possible to fill the storage basin with a capacity of 150,000 to 160,000 m^3 at least three times per season.*

The working scheme consists of four distinct phases operating in cascade: ***infiltration***, ***washing***, ***accumulation*** *and, where possible and appropriate,* ***recirculation*** *(Figure 4).*

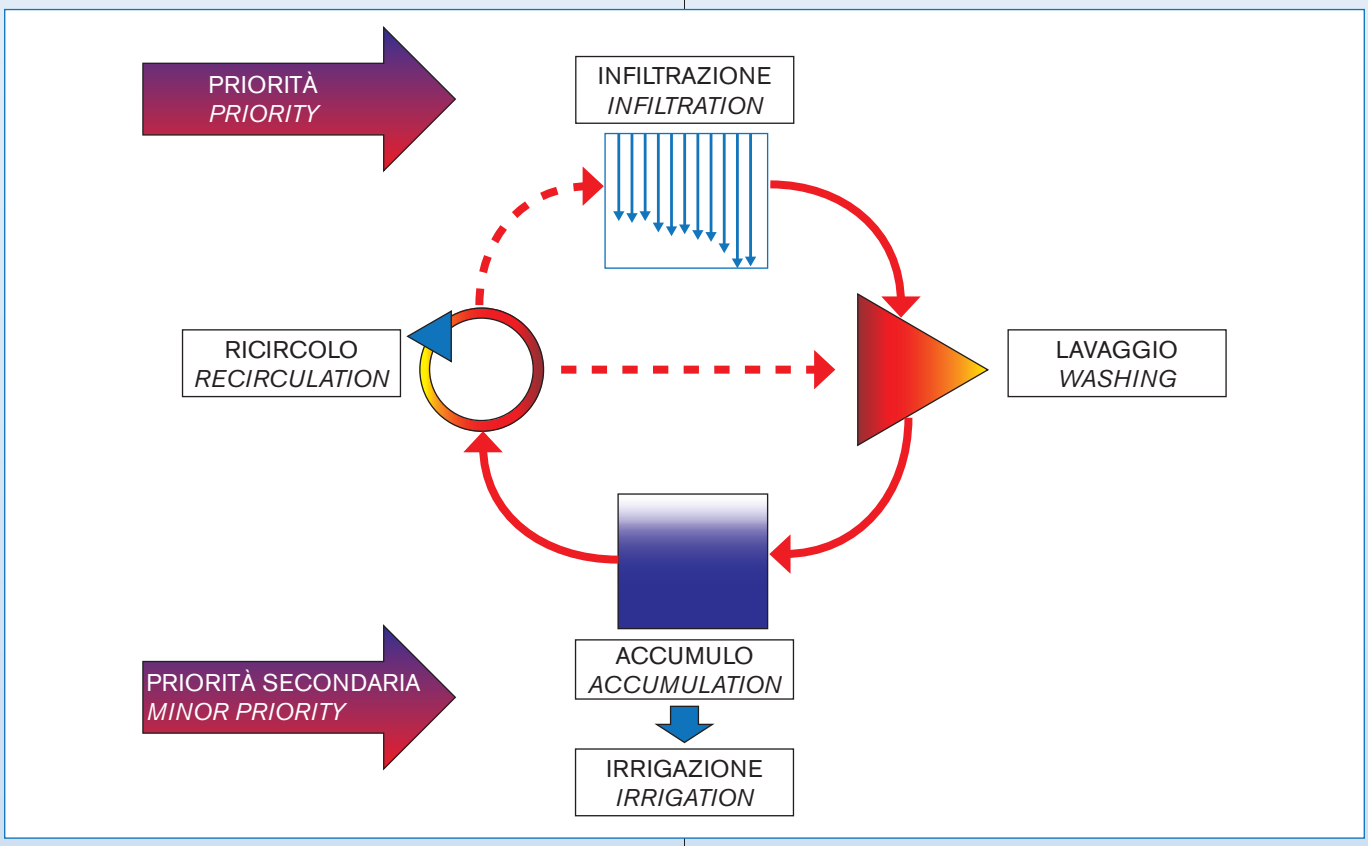


Figura 4. Fasi del sistema di circolazione delle acque e loro interconnessione.

Figure 4. Phases of the water circulation system and their interconnection.

Per la realizzazione del sistema automatico di governo delle acque era necessario definire una scala di priorità nell'esecuzione; a tal fine è stata identificata come priorità principale l'infiltrazione delle acque ed il contrasto alla salinizzazione dei suoli e come priorità secondaria l'accumulo di acque di buona qualità nel bacino per fini di ricircolo od irrigui. La prima forma di immagazzinamento delle acque è quindi lo stoccaggio nei suoli, le fasi di lavaggio e ricircolo sono funzionali e strumentali alla realizzazione delle priorità indicate.

To implement the automatic management of water, it was necessary to define a scale of priorities action.The first one is water infiltration and countering soil salinization and the second priority is the accumulation of good water quality in the basin for recycling purposes or irrigation. The most important form of water storage is therefore storage in soils; the washing and recirculation stages are essential for achieving the above priorities.

Fase di Infiltrazione

Le acque meteoriche sono lasciate inizialmente infiltrare nei suoli favorendo il dilavamento dei sali dello strato 0-50 cm e contribuendo alla formazione di una falda di acqua dolce temporanea o transiente. Il controllo del contenuto volumetrico dello strato 0-50, in parallelo con il monitoraggio automatico del livello piezometrico, permette di valutare se il terreno è in condizioni di lasciare infiltrare le piogge o se inizia una fase di drenaggio sotto superficiale e ruscellamento con relativo dilavamento dei sali disciolti nelle acque interstiziali drenate. La misura del livello delle acque nel traversante, in prossimità della paratoia, e nel canale Sbregavalle viene utilizzata per garantire la sicurezza idraulica del comparto e per valutare la necessità di passare ad una fase di lavaggio.

Infiltration phase

Rainwater is initially left to infiltrate into the soils favoring salts leaching of layer 0-50 cm and contributing to the formation of a temporary or transient layer of fresh water. Checking the volumetric water content of layer 0-50, in parallel with the automatic monitoring of the water table, allows to assess whether the soil is in condition to let the rain infiltrate or if it starts a phase of subsurface drainage and runoff with its leaching of salts dissolved in the pore water drained. The measurement of water levels in the channel, near the sluice gate and in the Sbregavalle canal, is used to ensure the hydraulic safety of the sector and to assess the need to switch to a washing step.

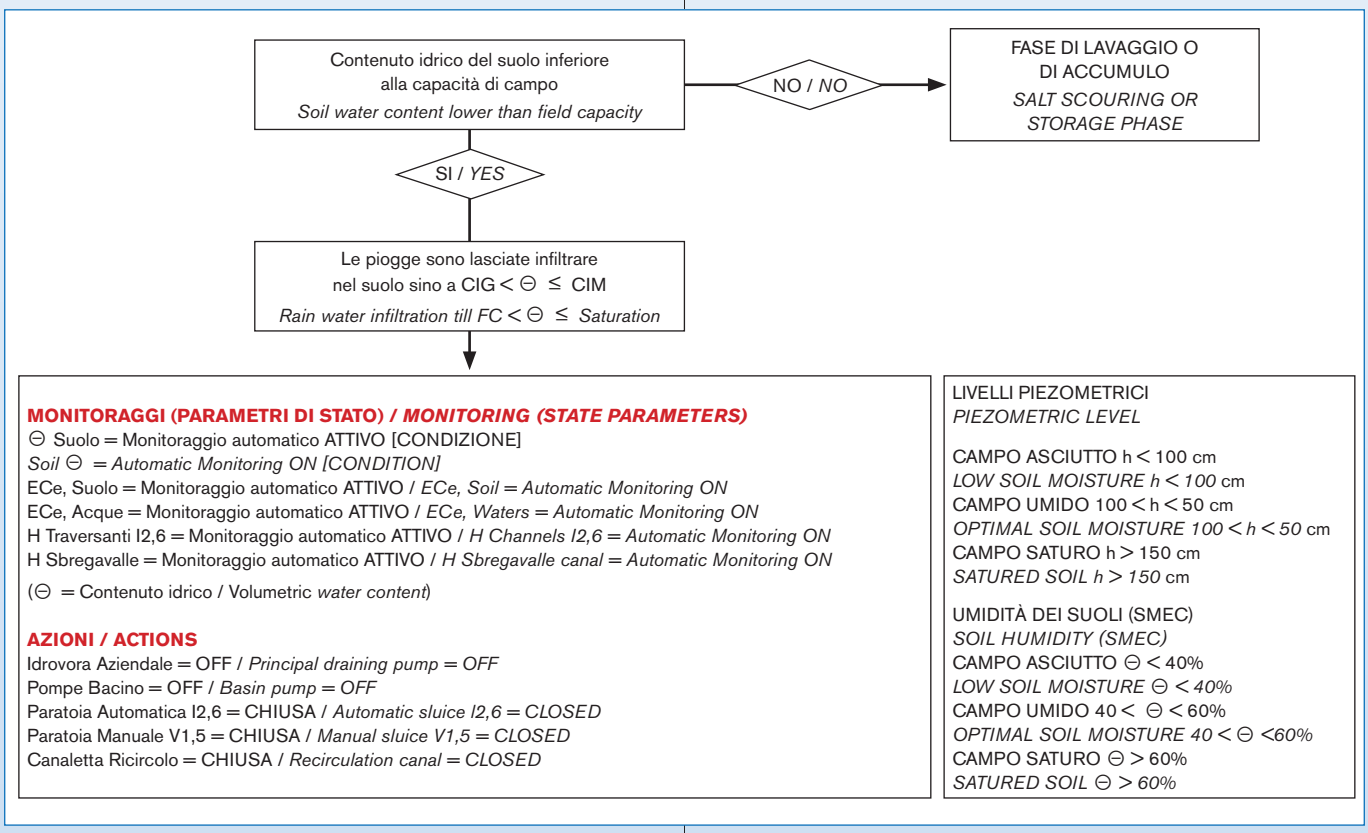


Figura 5. Schema operativo della fase di infiltrazione e settaggi iniziali per i parametri di stato.

Figure 5. Operating scheme of the phase of infiltration and initial settings for the status parameters.

In questa fase tutte le chiaviche automatizzate (Figura 13) sono chiuse ed il livello delle affossature, dei traversanti e del canale Sbregavalle è mantenuto il più alto possibile per rallentare il deflusso favorendo l'infiltrazione.

In this phase all the automatic weirs (Figure 13) we are closed and the water level in the ditches, in the channels and in the Sbregavalle canal, is kept as high as possible to slow down the outflow and favor the infiltration.

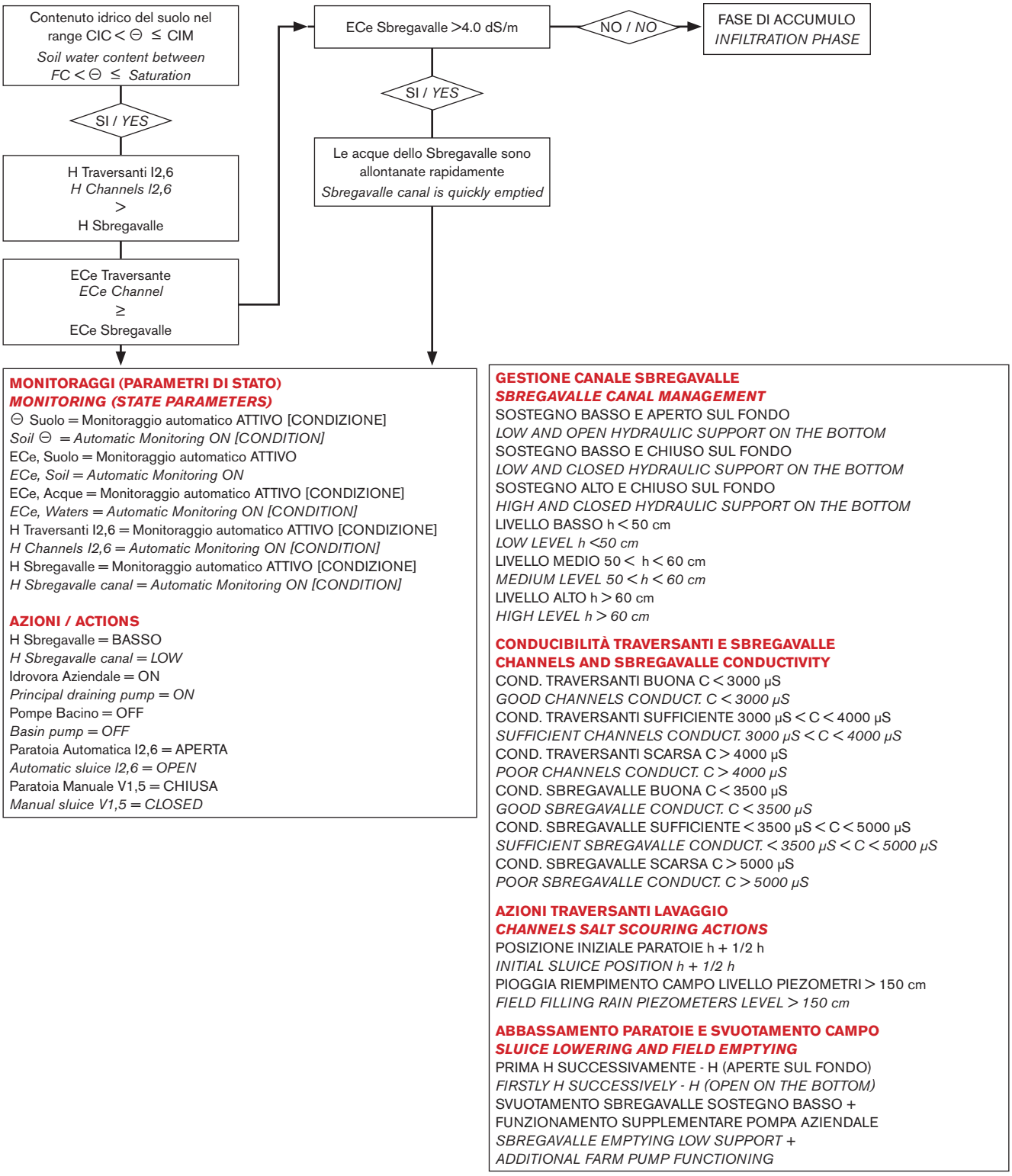


Figura 6. Schema operativo della fase di lavaggio e settaggi iniziali per i parametri di stato.

Figure 6. Operating scheme of the washing phase and initial settings for the status parameters.

Fase di Lavaggio

La fase di lavaggio si attiva quando:

- al termine della fase di infiltrazione, i terreni iniziano a drenare ed il livello dei traversanti raggiunge una quota alla quale è necessario scaricare per evitare che il piano di falda giunga alla superficie del terreno;
- la conducibilità delle acque del canale Sbregavalle è superiore a 3,0 dS m^{-1} e il livello dell'acqua è superiore a quello dei traversanti;
- la conducibilità delle acque dei traversanti è elevata e quella dello Sbregavalle è superiore a 3,0 dS m^{-1}.

La funzione della fase di lavaggio è allontanare il più rapidamente possibile le acque salse o salmastre dal sistema, favorendo il drenaggio delle acque interstiziali ad elevata conducibilità e l'infiltrazione di nuove piogge nel suolo.
La fase di lavaggio si alterna a quella di accumulo. Il lavaggio si interrompe e si iniziano ad accumulare acque nel bacino quando la conducibilità misurata nel canale Sbregavalle è al livello più basso dell'intervallo misurato durante la fase di transito del 2009. L'alternanza tra le due fasi è in funzione della quantità, frequenza ed intensità delle piogge.

Il protrarsi negli anni del processo di lavaggio dovrebbe portare a una progressiva riduzione del tenore di salinità dei suoli e delle acque nel canale Sbregavalle. In fasi successive si abbasserà quindi il valore soglia della salinità nell'acqua del canale Sbregavalle in modo che il processo di desalinizzazione si acceleri e sia possibile avere almeno una volta all'anno acqua nel bacino con valori di salinità tali da consentire anche l'irrigazione a pioggia. Fino a quando i valori di salinità saranno superiori a 2,0 dS m^{-1} si eviteranno metodi irrigui a pioggia, introducibili solo con valori più bassi di salinità.

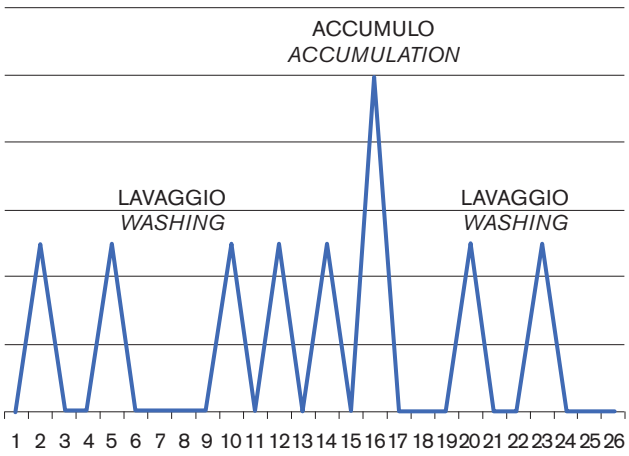
Washing phase

The washing stage is activated when:

- *At the end of the infiltration phase, soils begin to drain and the level of channels reaches a height at which drainage is necessary to prevent the water table reaching the soil surface;*
- *The water conductivity of the Sbregavalle canal is greater than 3.0 dS m^{-1} and the water level higher than that of channels;*
- *The water conductivity of channels is high and that of the Sbregavalle canal is greater than 3.0 dS m^{-1}.*

The function of the washing phase is to remove as quickly as possible the brackish and salt water from the system, aiding the drainage of the interstitial water with high conductivity and infiltration of new rains in the soil.
The washing step is alternated with that of accumulation. The washing stops and starts to accumulate water in the basin when the conductivity measured in the Sbregavalle canal is at the lowest level of the range measured during the transit phase of 2009. The alternation between the two phases depends on the amount, frequency and intensity of the rain.

The continuous washing process over the years should lead to a gradual reduction in the soil and water salinity in the Sbregavalle canal. In subsequent phases the threshold salinity value then will lower in the Sbregavalle so that the desalting process will accelerate and it will be possible to obtain, at least once a year, a low water salinity value in the storage basin to allow the sprinkler irrigation method. As long as the values of salinity are higher than 2.0 dS m^{-1}, the sprinkler irrigation methods can be avoided and introduced only once salinity values are lower.



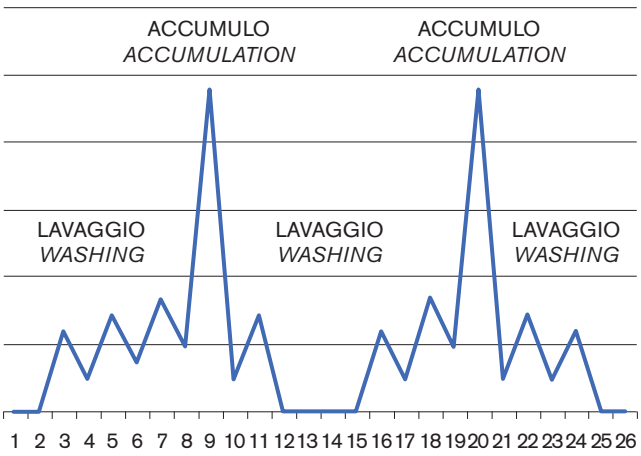


Figura 7. Esempio di ciclicità tra fasi di lavaggio ed accumulo in caso di piogge frequenti di scarsa entità o di eventi piovosi intensi ma poco frequenti.

Figure 7. Example of cycles between stages of washing and storage in case of frequent minor rains or infrequent but intense rainfall events.

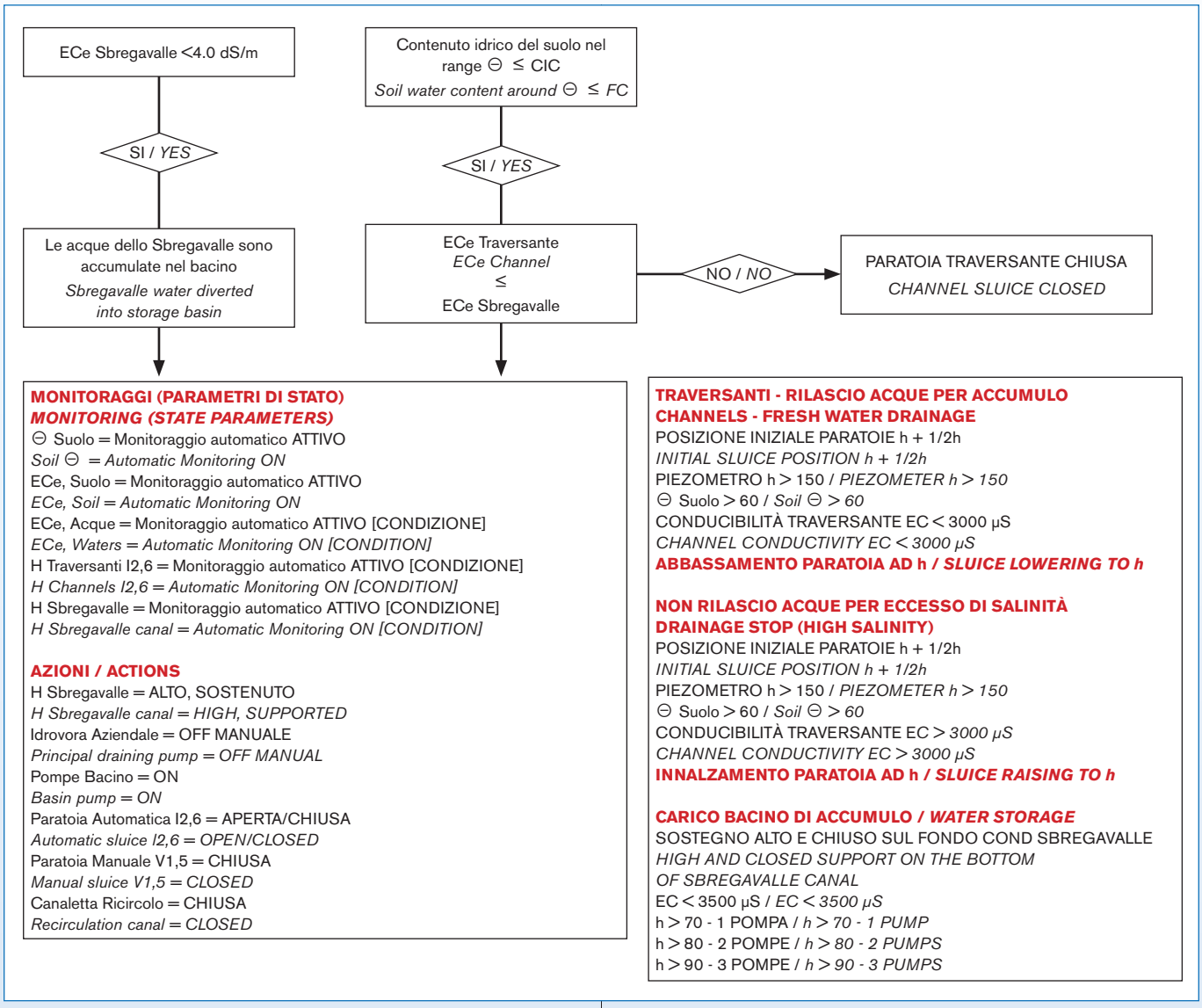


Figura 8. Schema operativo della fase di accumulo e settaggi iniziali per i parametri di stato.

Figure 8. Operating scheme of the accumulation phase and initial settings for the status parameters.

Fase di accumulo

La fase di accumulo parte quando i suoli saturi iniziano a rilasciare acque di conducibilità accettabile o buona in seguito a fasi di lavaggio durante le quali sono state allontanate le acque a maggior tenore salino.

È previsto che questa fase non sia contemporanea per tutti i traversanti in considerazione del diverso grado di salinizzazione dei suoli e conseguentemente del rilascio di sali nelle acque di drenaggio o ruscellamento. Nel caso in cui un traversante non possa contribuire alla fase di accumulo per la conducibilità troppo alta, ma sia comunque necessario abbassarne il livello, è prevista l'apertua manuale della paratoia sul Vallo Corò.

Le acque accumulate al termine del periodo autunno-vernino saranno utilizzate per l'irrigazione delle colture.

Gli accumuli effettuati durante l'autunno e l'inverno verranno utilizzati per alimentare il ricircolo di acque di buona

Accumulation phase

The accumulation phase starts when the saturated soil begins to release water of acceptable or good conductivity after washing stages during which the water with higher salt content has been removed.

It is expected that this phase will not be simultaneous for all channels because of different degrees of soil salinization and consequently the release of salts in the drainage or run-off water. In case that channel cannot contribute to the accumulation phase because of a too high conductivity, but the water level still needs to be lowered, the gate will be opened manually on Vallo Corò.

The water accumulated at the end of the autumn-winter period will be used to irrigate the crops.

Accumulations made during the autumn and winter should be used to feed the recirculation of water of good

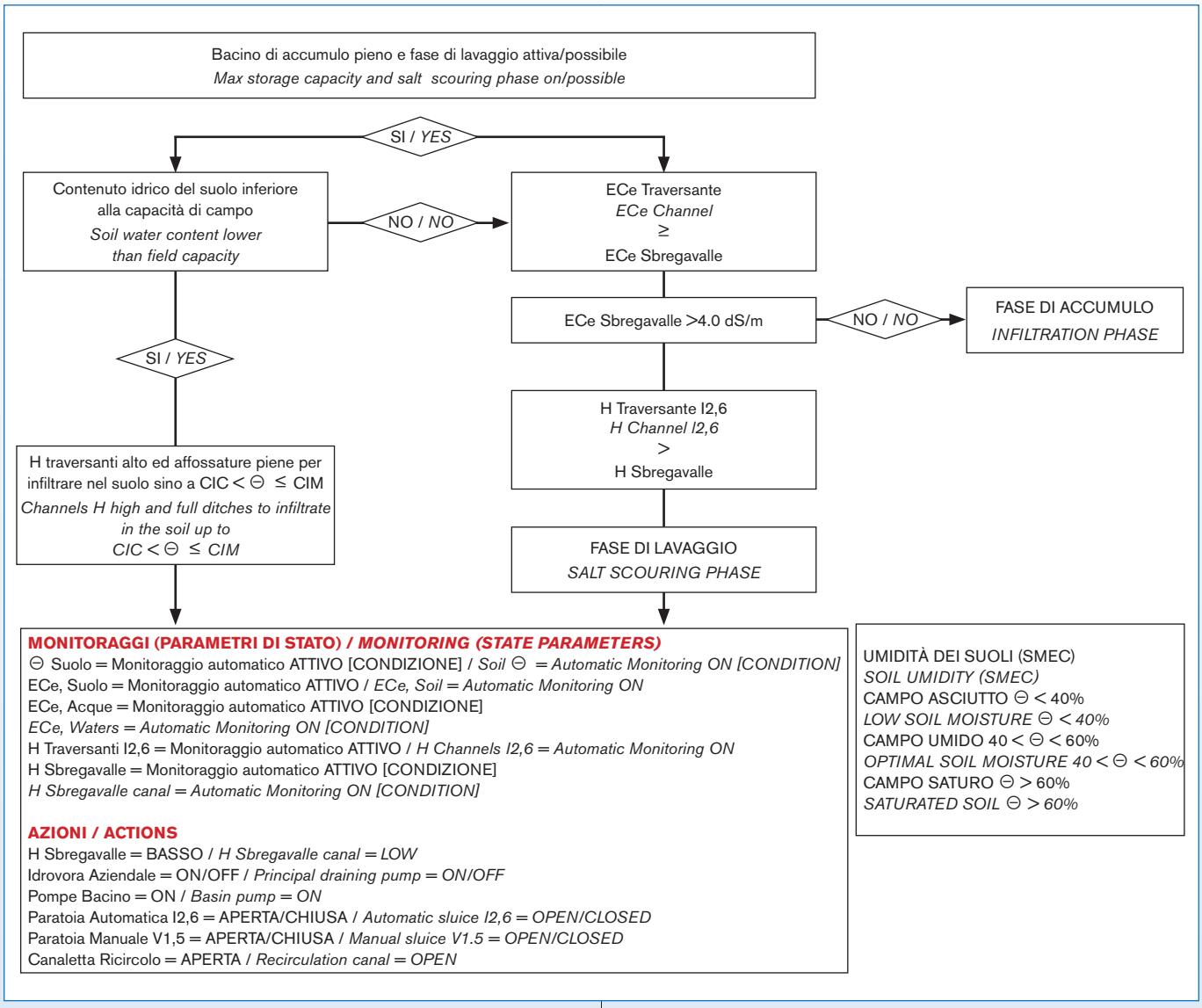


Figura 9. Schema operativo della fase di ricircolo e settaggi iniziali per i parametri di stato.

Figure 9. Operating scheme of the recirculation phase and initial settings for the status.

qualità all'interno del sistema favorendo o attivando i lavaggi in occasione di periodi con insufficiente piovosità.

Fase di Ricircolo

Il ricircolo di acque di buona qualità prelevate dal bacino di accumulo è attivato quando i suoli sono in condizioni di infiltrare acqua o quando il tenore salino nelle acque dei traversanti è troppo elevato ed è quindi consigliabile operare un lavaggio.

Le acque del bacino sono pompate nella condotta usata anche per l'irrigazione. La condotta convoglia le acque sino ai traversanti da I2 a I6 e provvede ad invasarli (Figura 1). Le acque possono essere trattenute nei traversanti e lasciate risalire nelle affossature perché infiltrino oppure rilasciate nello Sbregavalle in fase di lavaggio.

quality within the system by favoring or activating washes during periods with insufficient rainfall.

Recirculation phase

The recirculation of good-quality water taken from the storage basin is activated when the soils are under infiltrating water conditions or when the salinity in the waters of channels is too high and it is therefore advisable to operate a washing.

The waters of the basin are pumped into pipeline used also for irrigation. The pipeline carries the waters up to channels I2 to I6 (Figure 1) and provides the storage.

The water can be retained in channels and go up in the ditches allowing water infiltration or released in Sbregavalle canal during the washing phase.

Componenti del sistema di circolazione delle acque

Le attrezzature che compongono il sistema di circolazione delle acque possono essere automatiche, manuali o di monitoraggio.
Tutte le attrezzature sono geo referenziate e codificate. Ad esse si aggiungono attrezzature e manufatti preesistenti che integrano il sistema o semplicemente svolgono la funzione a cui erano state destinate senza interagire significativamente con la gestione.
Le attrezzature che sono state connesse alla rete di monitoraggio automatico sono le seguenti:

- Piezometro
- Sensore livello
- Conduttimetro
- Sensore umidità del suolo
- Sensore salinità del suolo
- Chiaviche automatizzate
- Pompe di accumulo e ricircolo
- Centralina di acquisizione ed elaborazione dati

In Figura 10 gli strumenti utilizzati per il monitoraggio automatico sono collegati visivamente agli input necessari per il funzionamento delle logiche che governano in automatico il processo di gestione della circolazione delle acque all'interno del bacino di Vallevecchia.

System components of water movement

The equipment that makes up the system of water circulation can be automatic, or manual, or monitoring.
All equipment is geo-referenced and coded. The grouping also includes existing equipment and products that integrate the system or simply perform their function without interacting significantly with the management.
The equipment that has been connected to the network of automatic monitoring are the following:

- *Piezometer*
- *Level sensor*
- *Conductivity sensor*
- *Soil moisture sensor*
- *Soil salinity sensor*
- *Automated weirs*
- *Accumulation and recirculation pumps*
- *Acquisition and data processing unit*

In Figure 10, the instruments used for automatic monitoring are visually connected to the inputs needed to operate the logic governing the automatic process that manages water circulation within the Vallevecchia basin.

Foto 2. Paratoia attrezzata con attuatore meccanico e controllata dal sistema automatizzato.

Photo 2. Sluice gate equipped with motorized actuator and controlled by the automated system.

Conducibilità acque
Water conductivity

Livello acque
Water level

Multiparametrica
Multiparametric

Foto 3. Strumenti utilizzati per la misura del livello e della conducibilità delle acque.

Photo 3. Tools used for measuring water level and water conductivity.

Foto 4. Sensore per la misura dell'umidità del suolo e della conducibilità delle acque interstiziali.

Photo 4. Sensor for soil moisture and pore water conductivity.

http://servizi.consorziocer.it/loghiche_WST2/

Validazione logiche / *Logic validation*

per la simulazione è possibile utilizzare qualsiasi unità di misura purché sia omogeneo per tutti gli INPUT

For this simulation it is possible to use the preferred measurement unit when not differing among INPUTS

SENSORI PRESENTI in ogni AREA TRAVERSANTE / *SENSORS PLACED in any AREA OF THE CHANNEL*

Umidità Suolo Traversante / *Soil humidity channel* 1 S1:	42
Umidità Suolo Traversante / *Soil humidity channel* 2 S2:	46
Umidità Suolo Traversante / *Soil humidity channel* 3 S3:	46
Umidità Suolo Traversante / *Soil humidity channel* 4 S4:	44
Umidità Suolo Traversante / *Soil humidity channel* 5 S5:	44

UMIDITÀ E SALINITÀ SUOLO
SOIL HUMIDITY AND SALINITY

Salinità acqua Traversante / *Water salinity channel* 1 Ect1:	1
Salinità acqua Traversante / *Water salinity channel* 2 Ect2:	1
Salinità acqua Traversante / *Water salinity channel* 3 Ect3:	1
Salinità acqua Traversante / *Water salinity channel* 4 Ect4:	1
Salinità acqua Traversante / *Water salinity channel* 5 Ect5:	1

CONDUCIBILITÀ ACQUE
WATER CONDUCTIVITY

Tirante su Traversante / *Hydraulic head channel* 1 ht1:	129
Tirante su Traversante / *Hydraulic head channel* 2 ht2:	123
Tirante su Traversante / *Hydraulic head channel* 3 ht3:	123
Tirante su Traversante / *Hydraulic head channel* 4 ht4:	124
Tirante su Traversante / *Hydraulic head channel* 5 ht5:	124

LIVELLO ACQUE
WATER LEVEL

STRAMAZZO - Salinità acqua Traversante / *SPILLWAY - Salinity water channel* 1 Ect1:	1
STRAMAZZO - Salinità acqua Traversante / *SPILLWAY - Salinity water channel* 2 Ect2:	1
STRAMAZZO - Salinità acqua Traversante / *SPILLWAY - Salinity water channel* 3 Ect3:	1
STRAMAZZO - Salinità acqua Traversante / *SPILLWAY - Salinity water channel* 4 Ect4:	1
STRAMAZZO - Salinità acqua Traversante / *SPILLWAY - Salinity water channel* 5 Ect5:	1

MULTIPARAMETRICA
MULTIPARAMETRIC

SBREGAVALLE e BACINO / SBREGAVALLE CANAL and BASIN

Salinità Sbregavalle / *Sbregavalle salinity* Ecs:	2
Tirante Sbregavalle / *Sbregavalle hydraulic head* Hsb:	128
Tirante Bacino / *Basin hydraulic head* Hs:	124
Controllo attivazione automatica ricircolo acque / *Water recirculation automatic activation control* contrRic:	1

Figura 10. Esempio di utilizzo della sensoristica come input nel ciclo di validazione delle logiche di automazione.

Figure 10. Example of use of the sensor as an input in the cycle of validation of the automation logic.

Le logiche di automazione

Al fine di permettere l'implementazione delle logiche di gestione del sistema automatico descritte in precedenza queste sono state trascritte in linguaggio Visual Net (MS).

I cicli di gestione sono stati poi testati creando un simulatore virtuale che al variare delle condizioni restituisce le azioni corrispondenti. In questo modo è stato possibile condurre il debugging degli script in VBNet e testare il sistema prima di attivare lo stesso sul campo. Questa fase si è resa necessaria al fine di evitare possibili danni alle attrezzature e velocizzare le operazioni di controllo forzando il sistema in maniera virtuale.

In Figura 11 è riportata la schermata di input e selezione per attivare il ciclo di simulazione e test.

The automation logic

In order to allow the implementation of the management logic of the automatic system described above, the logic was written in Visual Net language (MS).

The management cycles were then tested by creating a virtual simulator that returns the corresponding actions as conditions change. In this way it was possible to conduct script debugging in VBNet and test the system before using it in the field. This step was necessary in order to avoid possible damage of the equipment and speed up the control operations by forcing the system virtually.

In Figure 11 the screen of inputs and selections enabling the simulation cycle and test is shown.

LIMITI per l'attivazione/disattivazione delle logiche / *Logic activation/deactivation LIMITS*

Capacità idrica di campo in Traversante 1 CIC1: 45
Field water capacity in channel 1 CIC1: 45
Capacità idrica di campo in Traversante 2 CIC2: 45
Field water capacity in channel 2 CIC2: 45
Capacità idrica di campo in Traversante 3 CIC3: 45
Field water capacity in channel 3 CIC3: 45
Capacità idrica di campo in Traversante 4 CIC4: 45
Field water capacity in channel 4 CIC4: 45
Capacità idrica di campo in Traversante 5 CIC5: 45
Field water capacity in channel 5 CIC5: 45
Tirante Sbregavalle adatto ad alimentazione pompe di accumulo in bacino Hok: 121
Sbregavalle hydraulic head suitable for feeding basin accumulation pumps Hok: 121
Tirante Sbregavalle Massimo per attivazione manuale idrovore HmT: 125
Sbregavalle hydraulic head - maximum for draining pump manual activation HmT: 125
Tirante Bacino di controllo ricarica e lavaggio Hmax: 125
Basin hydraulic head of reloading control and washing Hmax: 125
Tirante minimo in bacino per BLOCCO ricircolo acqua HRiciMIN: 100
Minimum hydraulic head in basin to STOP water recirculation HRiciMIN: 100
Massima conducibilità dell'acqua nello Sbregavalle EcsMAX: 4
Maximum water conductivity in Sbregavalle canal EcsMAX: 4
Conducibilità limite per apertura paratoie su traversanti EcControl: 4
Conductivity limit for sluices opening on channels EcControl: 4

Seleziona / *Select*

Figura 11. Programma di simulazione per la validazione virtuale ed il test delle logiche di governo del sistema automatico di circolazione delle acque.

Figure 11. Simulation program for the virtual validation and testing of the government logic of the automatic water circulation.

Prime valutazioni sulla ripetibilità

Il sito di Vallevecchia offre condizioni particolarmente favorevoli per testare un complesso sistema di automazione del governo delle acque in risposta a priorità di gestione agro-ambientale predefinite. Tuttavia l'esperienza deve risultare ripetibile ed estendibile ad altre realtà, certo non nella sua interezza, ma come moduli di gestione.
Una prima analisi delle possibilità di applicazione in contesti diversi da quello di Vallevecchia è riportata in sintesi nelle tabelle seguenti.

First evaluation on repeatability

The Vallevecchia site offers particularly favorable conditions for testing a complex system of automation of water management in response to predefined agro-ecological management priorities. However, the experience has to be repeatable and applicable to other situations, certainly not as a whole, but as management modules.
A first analysis of the possibilities of application in contexts other than Vallevecchia is briefly shown in the following tables.

Tabella 1. Applicazione in canale regolato da una paratoia di chiusura e una o più paratoie intermedie.

Table 1. Application on a canal controlled by closing sluice and one or more intermediate ones.

FINALITÀ *PURPUSES*	AUTOMAZIONE *AUTOMATION*	SENSORISTICA *SENSORS*	APPLICAZIONI AGGIUNTIVE *ADDITIONAL APPLICATIONS*
SICUREZZA IDRAULICA *FLOOD PROTECTION*	• Attuatore motorizzato *Powered actuator* • Sistema di comunicazione *Communication system*	• Livello canale / *Canal water level* • Umidità suolo / *Soil moisture* • Livello falda / *Shallow water table level*	• Bilancio idrico / *Water balance* • Modello calcolo infiltrazione e corrivazione / *Infiltration and runoff calculation model*
CONTRASTO SALINIZZAZIONE DEL SUOLO *SOIL SALINIZATION CONTRAST*	• Attuatore motorizzato *Powered actuator* • Sistema di comunicazione *Communication system*	• Livello canale / *Canal water level* • Umidità suolo / *Soil moisture* • Livello falda / *Shallow water table level* • ECe suolo / *ECe soil* • ECw falda / *ECw shallow water table* • ECw canale / *ECw canal*	• Bilancio idrico / *Water balance* • Modello calcolo infiltrazione e corrivazione / *Infiltration and runoff calculation model*

Tabella 2. Applicazione in canale principale con più adduttori.

Table 2. Application on a main canal with several adductors.

FINALITÀ *PURPUSES*	AUTOMAZIONE *AUTOMATION*	SENSORISTICA *SENSORS*	APPLICAZIONI AGGIUNTIVE *ADDITIONAL APPLICATIONS*
SICUREZZA IDRAULICA *FLOOD PROTECTION*	• Attuatore motorizzato (ogni ordine di canale) *Powered actuator (any canal order)* • Sistema di comunicazione (ogni ordine di canale) *Communication system (any canal order)*	• Livello canale (ogni ordine) *Canal water level (any order)* • Umidità suolo / *Soil moisture* • Livello falda / *Shallow water table level*	• Bilancio idrico / *Water balance* • Modello calcolo infiltrazione e corrivazione / *Infiltration and run off calculation model* • Sistema di gestione / *Management system* • Integrazione previsione meteo / *Weather forecasting implementation*
CONTRASTO SALINIZZAZIONE DEL SUOLO *SOIL SALINIZATION CONTRAST*	• Attuatore motorizzato *Powered actuator* • Sistema di comunicazione *Communication system*	• Livello canale / *Canal water level* • Umidità suolo / *Soil moisture* • Livello falda / *Shallow water table level* • ECe suolo / *ECe soil* • ECw falda / *ECw shallow water table* • ECw canale / *ECw canal*	• Bilancio idrico / *Water balance* • Modello calcolo distribuzione e accumulo sali / *Salt distribution and accumulation calculation model* • Sistema di gestione canale principale *Main canal management system*

Tabella 3. Applicazione al carico di un bacino di accumulo.

Table 3. Application to the loading of a storage basin.

FINALITÀ *PURPUSES*	AUTOMAZIONE *AUTOMATION*	SENSORISTICA *SENSORS*	APPLICAZIONI AGGIUNTIVE *ADDITIONAL APPLICATIONS*
ACCUMULO [VOLUME] [QUALITÀ] *ACCUMULATION [VOLUME] [QUALITY]*	• Attuatori motorizzati *Powered actuator* • Controllo Pompe / *Pumps control* • Sistema di comunicazione *Communication system*	• Livello canale / *Canal water level* • Livello bacino / *Basin level* • ECw canale / *ECw canal* • ECw bacino / *ECw basin*	
RICIRCOLO (semi-automatico) *RECIRCULATION (semi-automatic)*	• Sistema di comunicazione *Communication system*	• Livello bacino / *Basin level* • Umidità suolo / *Soil moisture* • Livello falda / *Shallow water table level* • ECe suolo / *ECe soil* • ECw falda / *ECw shallow water table* • ECw bacino / *ECw basin*	• Bilancio idrico / *Water balance* • Modello calcolo distribuzione e accumulo sali / *Salt distribution and accumulation calculation model*

Funzionamento del sistema di gestione dell'acqua

Come già ricordato precedentemente uno degli aspetti principali del progetto WSTORE2 è la costituzione di una riserva idrica di acqua di buona qualità da utilizzare per varie funzioni all'interno dell'azienda. In Figura 12 sono schematizzati gli elementi principali per la gestione del bacino di stoccaggio.

Water management system

As previously mentioned a major aspect of the project is the establishment of a good quality water supply to be used for various purposes within the farm. In Figure 12 the main elements used for storage basin management.

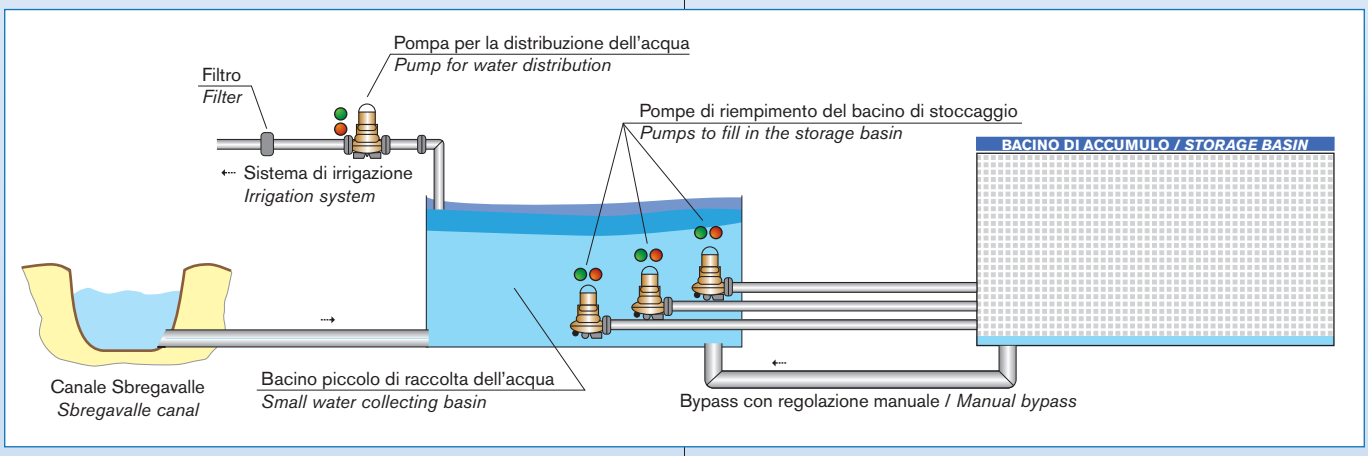


Figura 12. Schema della struttura principale del sistema innovativo di gestione dell'acqua.

Figure 12. Scheme of the main structure of the innovative water management system.

Componenti strutturali del sistema di gestione dell'acqua (Figure 12 e 13)

A) Bacino di accumulo
B) Condotta di comunicazione tra bacino di accumulo e bacino piccolo di raccolta dell'acqua con apertura chiavica manuale
C) Bacino piccolo di raccolta dell'acqua per riempire il bacino di accumulo e distribuire l'acqua ai diversi reparti
D) Pompe
E) Chiavica automatizzata
F) Filtro
G) Condotta sotterranea
H) Idranti installati in campo
I) Valvole riduzione pressione
J) Lay flat
K) Ali gocciolanti

A) Bacino di accumulo
Contiene l'acqua immagazzinata durante la fase di accumulo. Nel 2015, nonostante il suo livello sia passato dai 142 cm di fine marzo ai 12 cm di metà agosto (fine stagione irrigua) tale bacino ha contenuto acqua che ha mantenuto una certa qualità: la conducibilità non è mai salita sopra i 3.000 µS/cm mantenendosi "adatta" all'utilizzo per l'irrigazione.

Structural components of water management system (Figures 12 and 13)

A) Storage basin
B) Communicating pipeline between storage basin and small water collecting basin with manual opening weir
C) Small water collecting basin for filling up the storage basin and distributing water to the hydraulic sectors
D) Pumps
E) Automated weir
F) Filter
G) Underground pipeline
H) Hydrants installed in the field
I) Pressure reduction valves
J) Lay flat
K) Drip irrigation lines

A) Storage basin
It contains the water stored during accumulation phase. In 2015, although its level has decreased from 142 cm to 12 cm by the end of March to mid-August (end of irrigation season), this basin contained water that has maintained a certain quality: the conductivity never rose 3,000 µS/cm and thus remained "suitable" for irrigation.

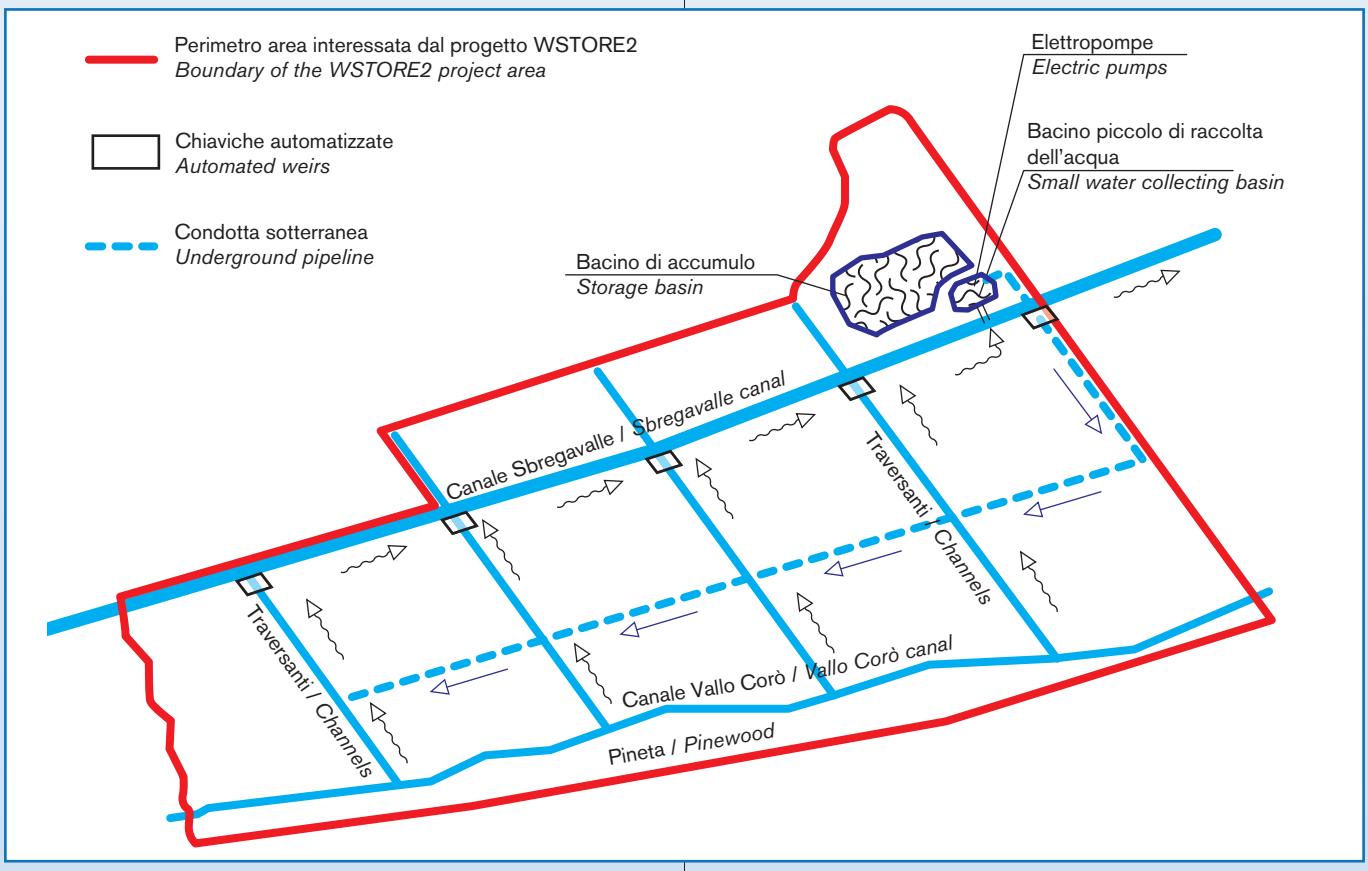


Figura 13. Schema dei reparti e delle principali strutture di progetto.

Figure 13. Scheme of the drainage sectors and main structures included in the project.

Foto 5. Bacino di accumulo.

Photo 5. Storage basin.

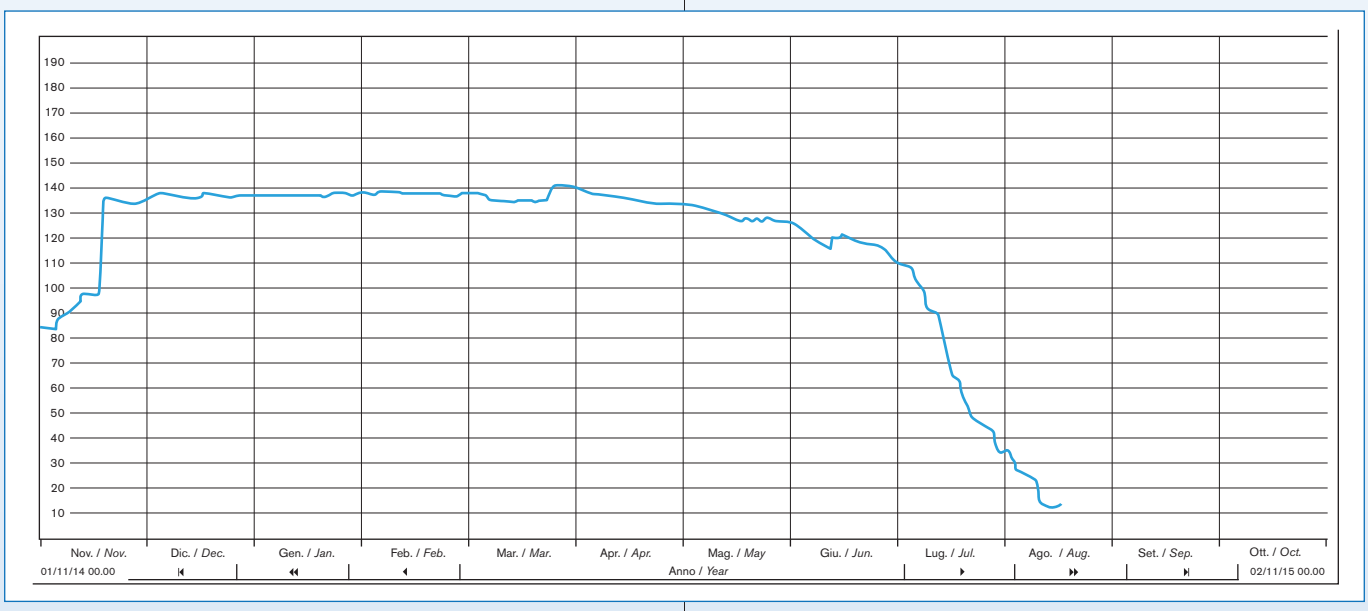


Figura 14. Andamento del volume stoccato nel bacino 2015 (migliaia m³).

Figure 14. Trend in the volume stored in the basin in 2015 (thousand m³).

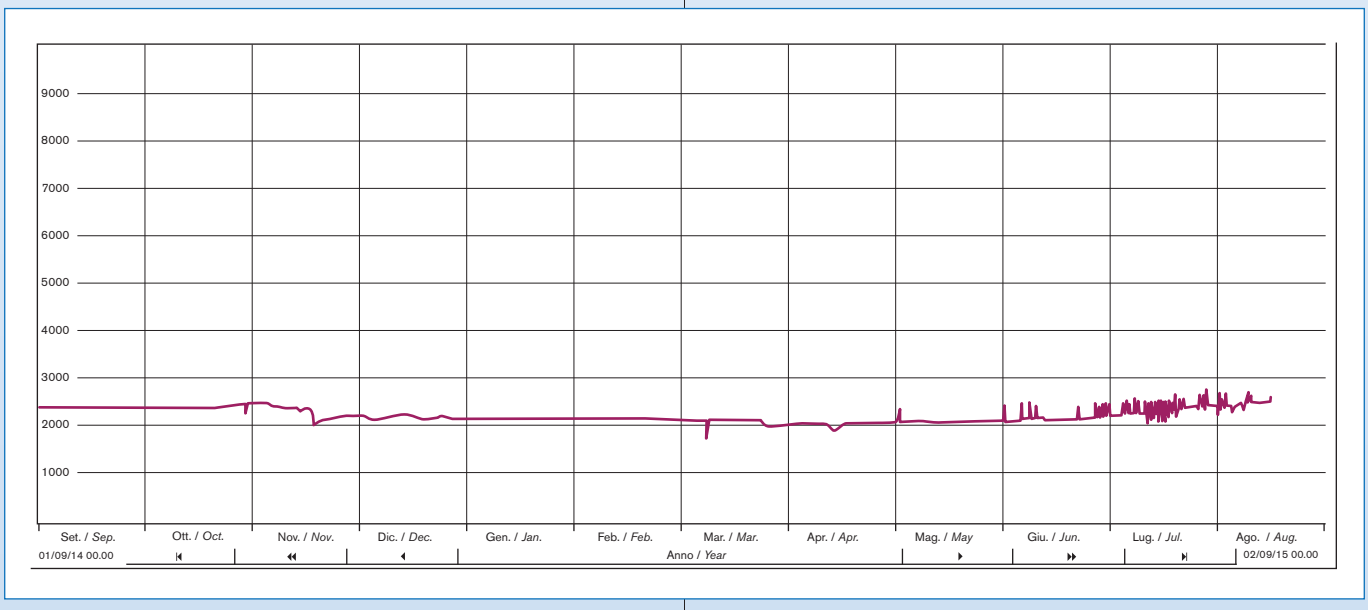


Figura 15. Conducibilità elettrica dell'acqua (µS/cm) stoccata nel bacino nel 2015.

Figure 15. Electrical conductivity of water (µS/cm) stored in the basin in 2015.

B) Condotta di comunicazione tra bacino di accumulo e il bacino piccolo di raccolta dell'acqua con apertura chiavica manuale

L'acqua presente nel bacino di accumulo viene fatta scorrere per caduta nel bacino piccolo di raccolta dell'acqua attraverso una condotta. Per la regolazione del flusso, e quindi del volume di acqua che andrà a riempire il bacino piccolo, è stata montata una chiavica apribile manualmente. Il grado di apertura della chiavica è fondamentale: bisogna infatti trovare l'equilibrio tra l'acqua che scende per caduta e l'acqua richiesta dalla pompa del sistema d'irrigazione. Se la chiavica viene aperta troppo si rischia di far tracimare l'acqua dal bacino piccolo, mentre se viene aperta troppo poco si rischia che il volume d'acqua sia insufficiente per il funzionamento della pompa d'irrigazione (la pompa è corredata di un sistema che, in caso di livello troppo basso nel bacino piccolo, la fa arrestare).

C) Bacino piccolo di raccolta dell'acqua (Figura 12)

Il bacino piccolo oltre che a comunicare con il bacino di accumulo, comunica anche a sud, con il canale Sbregavalle; questa comunicazione è resa possibile da un'altra chiavica manuale (Foto 7a). La chiavica è normalmente aperta quando si vuole caricare il bacino di accumulo (Foto 7a).

D) Pompe

Quando il livello e le caratteristiche (<3.000 µS/cm) dell'acqua fluita nel piccolo bacino di raccolta dal canale Sbregavalle sono adatte, le pompe di carico automaticamente si innescano e sversano nel bacino di accumulo (Figure 12). Le pompe sono tre, con portata di 150 l/s cadauna; vengono azionate in sequenza in base al livello dell'acqua nel piccolo bacino di raccolta. La quarta pompa (Foto 7b) per

B) Communicating pipeline between storage basin and small water collecting basin with manual opening weir

The water present in the storage basin is allowed to drain by gravity in the small water collecting basin through a pipeline. For the regulation of the flow, and therefore the volume of water that will fill the small water collecting basin, a manually opened weir has been mounted. The extent to which the weir opens is vital, and a balance must be found between the water falling from the basin and the water required by the pump of the irrigation system. If the weir is opened too much, the risk of water transshipment from the small water collecting basin is high, while if opening is too little there is a risk that the volume of water is insufficient for the operation of the irrigation pump (the pump is equipped with a cut-out system that activates if the water level in the small water collecting basin is too low).

C) Small water collecting basin (Figure 12)

The small water collecting basin communicates both with the storage basin and to the south, with the Sbregavalle canal; this communication is made possible by a manual weir (Photo 7a).

D) Pumps

When the amount and the quality (<3.000 µS/cm) of the water flowed into the small water-collecting basin (Photo 7a) are suitable, the pumps automatically start filling the storage basin (Figure 12) . The pumps are 3; their actuation is based on the volume of water to move and the level of the small water collecting basin. The fourth pump (Photo 7b) for irrigation pumps the water from the small

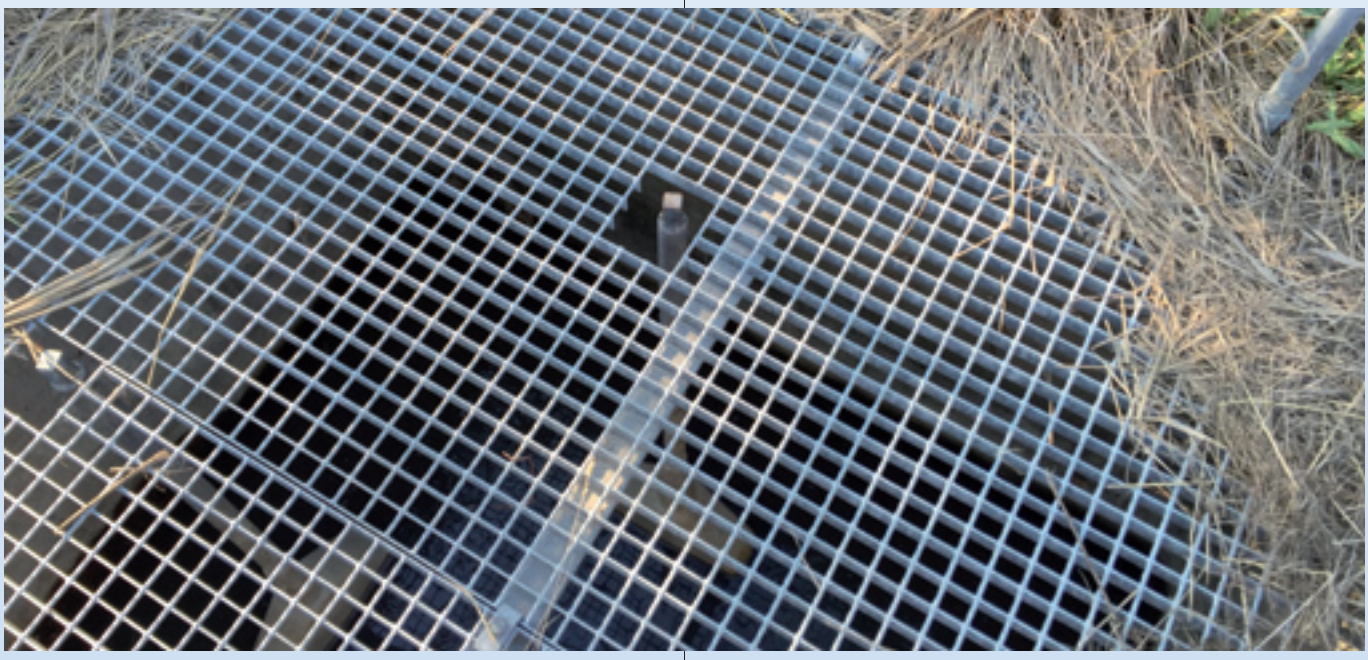


Foto 6. Manufatto di collegamento tra bacino di accumulo e bacino piccolo di raccolta dell'acqua con apertura della chiavica manuale.

Photo 6. Structure connecting the storage basin and small water collecting basin equipped with manual weir opening.

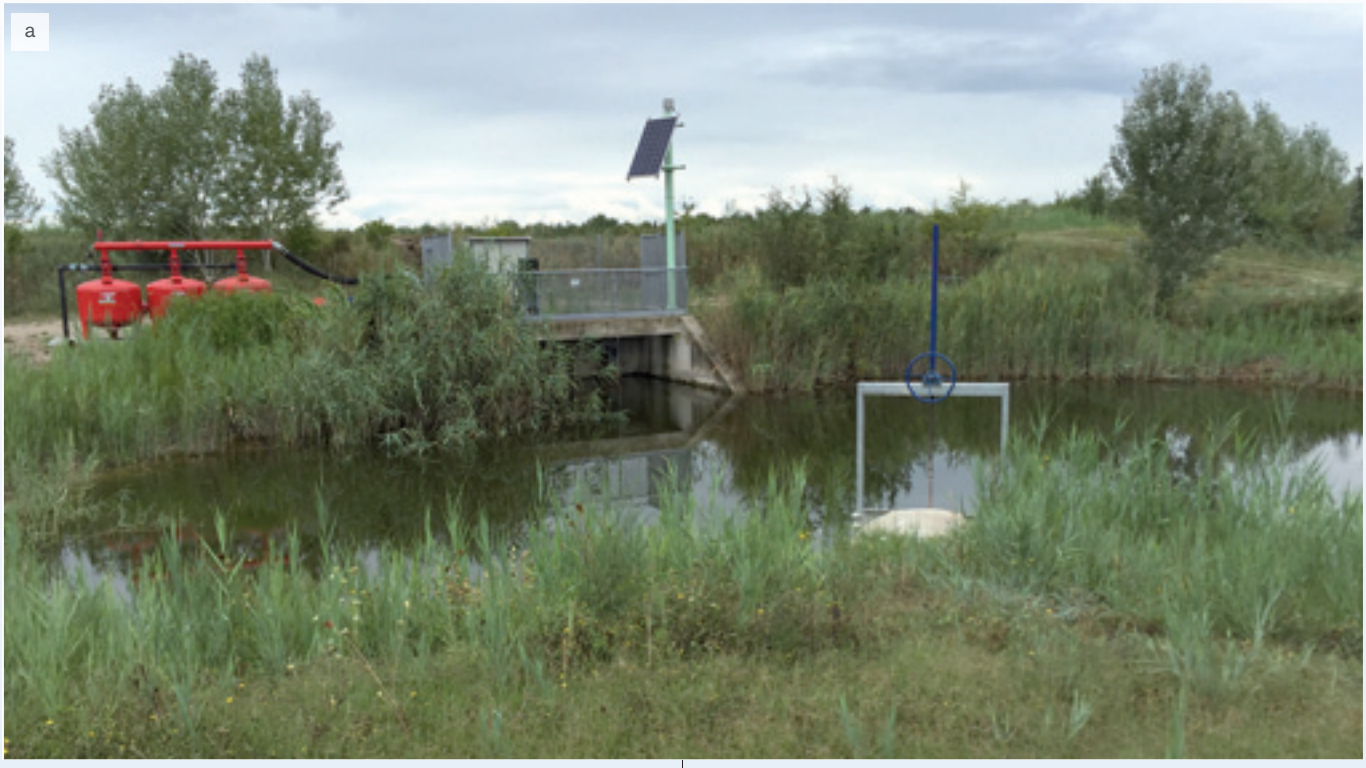


Foto 7. Bacino piccolo di raccolta dell'acqua: (a) vista complessiva; (b) pompa per l'irrigazione; (c) filtro.

Photo 7. Small water collecting basin: (a) overview; (b) irrigation pump; (c) filter.

l'irrigazione pesca anch'essa l'acqua dal bacino piccolo di raccolta dell'acqua. L'acqua, una volta pescata, può essere introdotta direttamente nelle linee (ad es. per lavaggio o miglioramento della qualità dell'acqua nella rete di scolo) che raggiungono gli idranti presenti in campo oppure può essere convogliata nel filtro per poi essere successivamente introdotta nelle linee (per microirrigazione). La pompa viene attivata da remoto attraverso il sistema di telecontrollo che la monitora costantemente. Presenta inoltre un inverter che permette di scegliere tra 4 velocità differenti, in base all'estensione della superficie che si deve irrigare.

E) Chiavica automatizzata

Esse si aprono e si chiudono a seconda della qualità dell'acqua nei traversanti (conducibilità). Se in uno o più

water collecting basin as well. Once drawn, the water can be directly introduced into the lines which reach the hydrants installed in the fields or can be conveyed into the filter to be subsequently introduced in the lines. The pump is activated remotely by a control system that constantly monitors it. It also features an inverter that offers a choice of 4 different speeds, depending on the extent of the surface needing irrigation.

E) Automated weir

The open or closed according the water quality of the channels (water conductivity). If in one or more channels water conductivity is belowed the threshold (3,000 µs/cm) the weirs open why in the other channels the weirs keep close (Photo 2).

traversanti la conducibilità è superiore alla soglia (3.000 µs/cm) le chiaviche si aprono mentre le altre rimangono chiuse (Foto 2).

F) Filtro
Nella micro irrigazione l'acqua viene filtrata per garantire il corretto funzionamento delle ali gocciolanti distese in campo evitando quindi che queste si intasino (Foto 7c). Il filtro a sabbia è automatico ed effettua un autolavaggio ogni 45 minuti. Presenta una unità di controllo elettronico dalla quale è possibile variare le impostazioni dell'autolavaggio in base alle caratteristiche dell'acqua. L'unità è alimentata da alcune batterie e non necessita quindi della linea elettrica. Il filtro presenta inoltre alcuni manometri che consentono di tenere monitorata la pressione dell'acqua in entrata e di quella in uscita.

G) Condotta sotterranea
La condotta sotterranea (che passa sotto il canale Sbregavalle) che consente di far arrivare l'acqua agli idranti in campo è formata da due linee: la prima interessa i reparti 21 e 22 dell'azienda, la seconda i reparti 12, 13, 14, 15, 16. È possibile scegliere la linea da utilizzare aprendo e chiudendo delle valvole poste all'uscita della pompa d'irrigazione. La prima linea, reparti 21 e 22, ha una tubazione principale che scorre parallela al canale Sbregavalle e che misura 250 mm di diametro. Quest'ultima ha delle tubazioni secondarie che raggiungono gli idranti e hanno un diametro di 180 e 140 mm. La seconda linea, che raggiunge i reparti 12, 13, 14, 15, 16, ha una tubazione di mandata da 315 mm, che passando sotto al canale Sbregavalle arriva fino a metà reparto 12; prosegue poi, tagliando a metà i reparti da est a ovest, arrivando fino al 16.

H) Idranti installati in campo
Nei reparti 21 e 22 sono presenti i seguenti idranti (Foto 8a):

- 3 idranti reparto 21, lato ovest (uno su app. 2, uno su app. 5, uno su app. 8)
- 3 idranti reparto 22, lato est (uno su app. 2, uno su app. 5, uno su app. 7)
- 3 idranti reparto 22, lato ovest (uno su app. 2, uno su app. 5, uno su app. 8)

Nei reparti 12, 13, 14, 15, 16 sono installati due idranti per ogni reparto, si trovano uno a est e uno a ovest, sempre sull'appezzamento 14 di ciascun reparto.
Ogni idrante presenta una valvola che permette la chiusura o l'apertura. Essi consentono sia l'alimentazione delle condotte per la microirrigazione sia il riempimento dei traversanti per il lavaggio e ogni altro scopo.

I) Valvole riduzione pressione
Le valvole di riduzione pressione, poste subito dopo l'idrante, vengono utilizzate per ridurre la pressione dell'acqua in uscita dallo stesso (Foto 8b). Se troppo elevata, la

F) Filter
During micro-irrigation, water is filtered to ensure the proper functioning of the drip placed in the field, thus avoiding potential clogging (Photo 7c). The sand filter is automatic and performs a self-wash every 45 minutes. It has an electronic control unit from which it is possible to adjust the settings of the self-wash according to the water's parameters. This unit is powered by batteries and thus does not require a power supply line. The filter also has some gauges allowing the pressure monitoring of incoming and outgoing water.

G) Underground pipeline
The underground pipeline (passing under the Sbregavalle canal) transporting the water to the hydrants installed in the field consists of two lines: the first feeds drainage sectors 21and 22 of the farm, the second drainage sectors 12, 13, 14, 15, 16. It is possible to choose the line to use by opening and closing the valves placed at the irrigation pump. The first line (drainage sectors 21 and 22) consists of a main pipe which runs parallel to the Sbregavalle canal and is 250 mm in diameter. This pipe has secondary pipes with diameter 180 and 140 mm that reach the hydrants in the field. The second line, which reaches drainage sectors 12, 13, 14, 15, 16, has a delivery pipe of 315 mm that passes beneath the Sbregavalle canal and reaches the middle of drainage sector 12; then it goes on, cutting in half drainage sectors from east to west, reaching drainage sector 16.

H) Hydrants installed in the field
The hydrants installed in drainage sectors 21 and 22, are described as follow (Photo 8a):

- *3 hydrants sector 21, west side (one on field 2, one on field 5, one on field 8)*
- *3 hydrants sectors 22, east side (one on field 2, one on field 5, one on field 7)*
- *3 hydrants sector 21, west side (one on field 2, one on field 5, one on field 8)*

In drainage sectors 12, 13, 14, 15, 16 two hydrants for each are installed, they are located one on the east and one on the west side, always in field 14 of each drainage sector.
Each hydrant is equipped with a valve for opening and closing. They allow both water supplyes for microirrigation and channels filling for washing and any other purpose.

I) Pressure reduction valves
The pressure reduction valves, placed immediately after the hydrant, are used to reduce the pressure of the outgoing water (Photo 8b). If too high, the pressure would not be tolerated by the couplings between the lay flat and drip and by the drip itself, so it is also possible to pre-

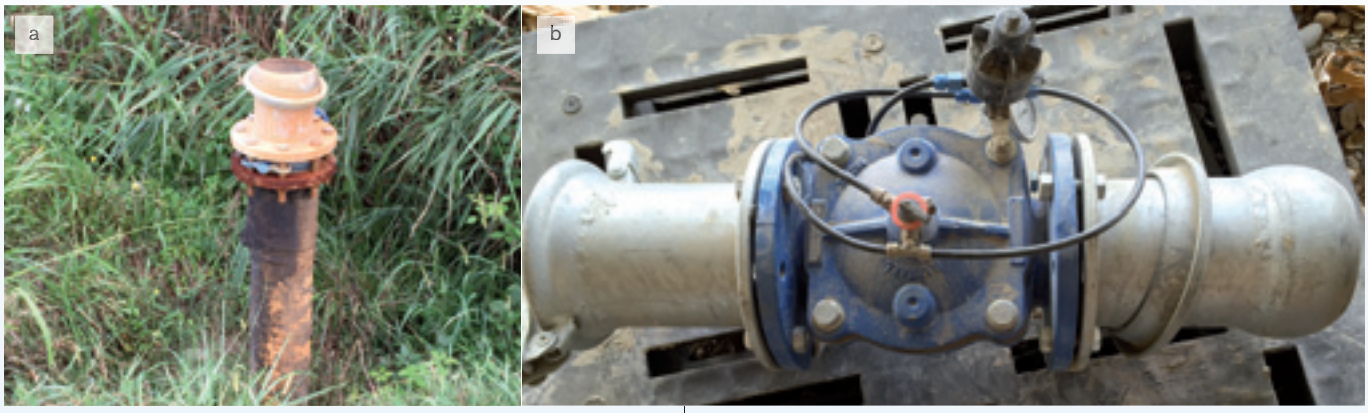


Foto 8. Sistema di derivazione (a) idrante in campo; (b) valvola di riduzione della pressione.

Photo 8. Water derivation system (a) hydrant in the field; (b) pressure reduction valve.

pressione non sarebbe sopportata dai raccordi di collegamento tra lay flat e ali gocciolanti e dalle ali gocciolanti stesse; inoltre così è possibile regolare precisamente la pressione di esercizio delle ali reparto per reparto. Le valvole presentano 3 impostazioni: aperto, chiuso, auto. Quando impostata su aperto la valvola non riduce la pressione e viene bypassata, sulla lay flat si avrà quindi la pressione presente in uscita dall'idrante. Se posta in chiuso, la valvola chiude semplicemente le membrane poste al suo interno, impedendo all'acqua di scorrere; in auto (impostazione usata per micro irrigazione) è possibile regolare la pressione di esercizio.

J) Lay flat

Le lay flat sono delle condutture flessibili (di diametro da 5 o 4 pollici) che vengono distese all'inizio delle ali gocciolanti sulla testata del campo irrigato. Su queste vengono praticati dei fori nei quali vengono inseriti dei piccoli raccordi di plastica (Foto 9b) ai quali verranno allacciate le ali gocciolanti. Le lay flat sono collegate tra loro attraverso dei raccordi metallici (Foto 9a).

K) Ali gocciolanti

Le ali gocciolanti (Foto 10a, 10b) sono la parte terminale del sistema d'irrigazione. Sono distese su tutto il campo e poste ad una certa distanza tra loro in base alla coltura

cisely adjust the pressure of the dripping lines in each drainage sector. Valves have three settings: open, closed, automatic. When set to open the valve doesn't reduce the pressure and is bypassed, the pressure at lay flat will be the same as at hydrant level. If positioned in closed, the valve simply closes the membranes placed inside, preventing water from flowing; in automatic position (setting used for micro irrigation) the pressure is adjustable.

J) Lay flat

The lay flats are flexible pipelines (diameter of 5 or 4 inches) that are laid from the beginning of the driplines at the head of the irrigated field. On these, some holes are made to place small plastic fittings (Photo 9b) in order to insert the dripping lines. The lay flats are connected each other with metal fittings (Photo 9a).

K) Drip irrigation lines

The driplines (Photo 10a, 10b) are the terminal part of the irrigation system. They are laid over the entire field and placed at a certain distance apart depending on the crop being irrigated. For example, on maize, the distance between the lines is 1.5 m, while on soybean is 0.9 m. They are laid with machinery and slightly interred to prevent harm to wild animals, then the driplines are manually

Foto 9. Raccordi (a) in metallo con giunto a sfera; (b) in plastica per collegamento tra manichetta (lay-flat) e l'ala gocciolante; (c) in plastica per la riparazione di rotture.

Photo 9. Fittings (a) metal made with ball joint; (b) plastic for linking lay-flat and drip; (c) in plastic to repair breaks.

che si va ad irrigare. Per esempio, su mais, la distanza tra un'ala gocciolante e l'altra è di 1,5 m, mentre su soia è di 0,9 m. Vengono posate con una macchina e leggermente interrate per diminuire gli eventuali danni da fauna, successivamente vengono allacciate manualmente alla lay flat. Durante il loro funzionamento si possono generare delle rotture, causate prevalentemente dalla fauna, per questo all'inizio di ogni turno irriguo viene effettuato un controllo. Le riparazioni avvengono con dei raccordi in plastica: la parte rotta viene tagliata e si ricollegano le due estremità.

connected to the lay flat. As operating driplines can be damaged, mainly by wildlife, at the beginning of each irrigation a check is made. Repairs are made with plastic fittings: the broken part is cut and the two ends are connected.

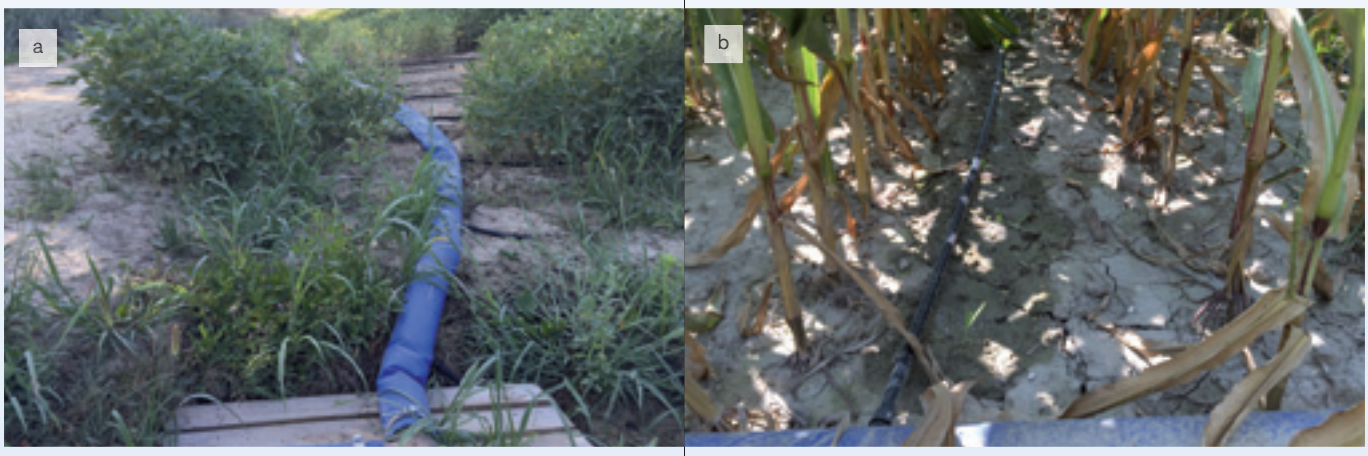


Foto 10. Ala gocciolante (a) dettaglio per la coltura di patata; (b) ala gocciolante nel mais.

Photo 10. Dripline (a) detail for the cultivation of potato; (b) the dripline on maize.

Sintesi delle fasi di funzionamento del sistema innovativo di gestione dell'acqua (Figura 13)

L'acqua piovana in eccesso proveniente dalla percolazione e dallo scorrimento sui campi, convogliata dalle scoline nei traversanti tra i reparti, è continuamente selezionata a seconda dei valori di conducibilità. Quando la qualità misurata dai sensori vicino alle chiaviche automatizzate, a valle dei traversanti, è sotto la soglia (attualmente 3 mS/cm) le chiaviche automatizzate si aprono e sversano nel canale Sbregavalle, le altre restano chiuse. L'acqua proveniente dai traversanti attraverso lo Sbregavalle viene analizzata ancora vicino al piccolo bacino di raccolta dell'acqua che ospita quattro pompe (tre sommerse per riempire il bacino di accumulo, una per portare l'acqua ai reparti). Se i valori di conducibilità si mantengono sotto la soglia le pompe cominciano a riempire il bacino di accumulo; si fermano quando il bacino è pieno o quando la qualità dell'acqua peggiora o la portata diventa insufficiente. Quando si verificano condizioni adatte, l'acqua in eccesso nel sistema di traversanti/canali e/o l'acqua del bacino sono usate per lavare i suoli o creare una falda dolce sopra quella salata o per altre funzioni. In periodo irriguo l'acqua viene pom-

Summary of the stages in the innovative water-management system (Figure 13)

This water-management system funnels excess rainwater that runs off or leaches through the soil into ditches, to the channels lying between any set of drainage sectors. The system selects the water on the basis of conductivity values. Downstream of the channels, sensors located near the automated weirs measure water quality. When quality is below a set threshold (currently 3 mS/cm), the automated weirs open and empty into the Sbregavalle canal; the other weirs remain closed. Water that has flown from the channels into the Sbregavalle canal is analyzed by sensors close to a small water-collecting basin that houses four pumps (three under water to fill up the storage basin, one for delivering water to drainage sectors). If the conductivity values are still below the threshold, the pumps automatically start filling the storage basin; they stop when the basin is full, when water quality becomes unsuitable, or flow rate is negligible. When suitable conditions occur, the excess water in the channel/canal system, and/or the water in the storage basin, is used for a range of purposes, including washing the soil, or creating a

pata previo passaggio del filtro nella condotta da 315 mm Ø per effettuare la microirrigazione. L'automazione ha reso possibile selezionare rilevanti quantità di acqua di discreta qualità perchè consente lo stoccaggio della stessa anche con eventi piovosi brevi e intensi che si verifichino in qualsiasi momento del giorno e della notte.

Procedura di accensione dell'impianto di microirrigazione

1. **Apertura idranti dei reparti da irrigare**; aprire gli idranti dei reparti che si desidera irrigare, ci si deve assicurare inoltre che la valvola di riduzione pressione sia impostata su "auto", in modo che le lay flat e le ali gocciolanti non vengano interessate da una pressione troppo elevata.
2. **Apertura manuale chiavica di comunicazione tra bacino di accumulo e bacino piccolo di raccolta dell'acqua**; il numero di giri di apertura dipende dalla superficie da irrigare e dal livello del bacino di accumulo. Nelle prove condotte finora, la chiavica è stata aperta da un minimo di 5 giri ad un massimo di 15.
3. **Accensione impianto da remoto attraverso la pagina di telecontrollo**; collegandosi da remoto alla pagina va avviata la pompa d'irrigazione. Il collegamento può essere effettuato sia dal computer presente negli uffici dell'azienda sia da un qualsiasi computer connesso ad internet (è garantito il perfetto funzionamento con il browser Internet Explorer) digitando l'indirizzo della pagina. Si procede poi con l'autenticazione, vanno inseriti quindi l'username e la password: l'accesso è consentito solo agli utenti abilitati.
4. **Controllo corretto funzionamento in campo**; una volta accesa la pompa, verificare in campo il corretto funzionamento dell'impianto. Attendere che le tubature siano completamente piene d'acqua e procedere con la regolazione della pressione di esercizio. Questa va effettuata direttamente sulla valvola di riduzione pressione, sulla quale è montato un manometro da dove è possibile leggere la pressione del sistema.
5. **Verifica presenza rotture**; una volta impostata la corretta pressione di esercizio (che dipende dal tipo di ali gocciolanti utilizzate e dalla quantità di acqua che si vuole rilasciare), procedere con la verifica di eventuali rotture. Eventuali rotture vanno riparate utilizzando dei raccordi in plastica, tagliando la parte di ala gocciolante interessata e riunendo le due estremità con il raccordo. Può capitare che la lunghezza dell'ala interessata non sia di pochi cm, in questo caso si sostituisce la parte rotta con un nuovo tratto di ala gocciolante.
6. **Verifica livello bacino piccolo di raccolta dell'acqua**: verificare che i giri di apertura fatti all'inizio siano corretti. La pompa presenta un sistema automatico di arresto se il livello nel bacino piccolo di raccolta

freshwater table above the saltwater table. During irrigation, water from the storage basin is filtered, pumped into a 315 mm Ø pipeline, and then used for microirrigation. Automation has made it possible to select large quantities of pretty good quality water because it allows water to be collected even during brief and heavy downpours, at any time of day or night.

Irrigation plant powering on procedure

1. ***Hydrants opening on the drainage sectors to be irrigated****; switch to open the hydrants of the drainage sectors to be irrigated, ensure that the pressure reducing valve is set to "auto" so that lay flats and the driplines are not affected by a pressure too high.*
2. ***Manually opening of the weir connecting storage basin and small water collecting basin****; the number of turns needed to open the weir depends on the surface to be irrigated, and the level of the storage basin. Up to now the weir has been opened from a minimum of 5 to a maximum of 15 revolutions.*
3. ***Remotely controlled starting up via web-page****; irrigation pump is started with dedicated web page. The connection can be done either by the computer in the offices of the farm or with any computer connected to the Internet (perfect operating is guaranteed with the browser Internet Explorer) by entering the address of the page. Proceed with authentication, enter username and password: the access is allowed only to enabled users.*
4. ***Checking correct operation in the field****; once the pump is working, check the proper functioning of the system in the field. Wait until the pipes are completely filled with water, then adjust the operating pressure. This must be done directly on the pressure reducing valve, which is mounted a pressure gauge to check the pressure of the system.*
5. ***Check breakages****; once the correct pressure is set (which depends on the type of driplines used and on the irrigation volume), proceed to check for damage. Any breakage can be repaired using plastic fittings: cut the part of drip concerned and bring together the two ends. In case of breakage longer than a few cm, replace the broken part with a new dripline section.*
6. ***Check level of small water collecting basin****: check that the number of turns made to open the weir is correct. The pump has an automatic shutdown device to prevent the water going lower than a minimum level in the small water collecting basin. Check that this does not happen, but also that opening is not excessive in order to avoid a possible leakage from the small water collecting basin.*

dell'acqua raggiunge un livello minimo. Controllare che questo non avvenga, ma anche che l'apertura non sia eccessiva in modo da scongiurare un'eventuale fuoriuscita dal bacino piccolo di raccolta dell'acqua.

Test irrigui condotti nel 2015

I lavori sono iniziati mercoledì 27 maggio. È stato effettuato il conteggio delle lay flat disponibili in azienda dall'anno precedente, e con la verifica di eventuale materiale mancante. Una volta ricevuto il piano d'irrigazione, si è proceduto con la stesura in campo delle ali gocciolanti.

Irrigation tests carried out in 2015

Work began Wednesday, May 27. The number of lay flats left over on the farm from last year was counted and checks made for any missing material. Once the irrigation plan had been received, the driplines were laid in the field.

Tabella 4. Test su soia e mais.

Table 4. Test for soybean and maize.

Soia

Soybean

Reparto / *Drainage sector*	Appezzamenti / *Fields*	Spessore ali gocciolanti / *Depth dripline*
Reparto / *Drainage sector* 12	Appezzamenti / *Fields* 13/14/15/16	8 mil
Reparto / *Drainage sector* 13	Appezzamento / *Field* 12	8 mil
Reparto / *Drainage sector* 14	Appezzamento / *Field* 15	8 mil
Reparto / *Drainage sector* 15	Appezzamenti / *Fields* 7/8/9/10	8 mil

Mais

Maize

Reparto / *Drainage sector*	Appezzamenti / *Fields*	Spessore ali gocciolanti / *Depth dripline*
Reparto / *Drainage sector* 12	Appezzamento / *Field* 9	8 mil
Reparto / *Drainage sector* 12	Appezzamenti / *Fields* 10/11/12	12 mil
Reparto / *Drainage sector* 14 per metà (lato est) / *half parcel (east side)*	Appezzamenti / *Fields* 7/8/9/10/11	12 mil
Reparto / *Drainage sector* 21	Appezzamenti / *Fields* 1/2/3/4/5/6/7/8/9	8 mil
Reparto / *Drainage sector* 22	Appezzamenti / *Fields* 1/3/4/5/6/7/8	8 mil

Tabella 5. Utilizzo delle Lay-Flat in azienda.

Table 5. Farm utilization of Lay-Flat.

1000 m 5" (dal 2014)	Fori a / *Joint laterals at* 1,5 m	Mais / *Maize*
400 m 4" (dal 2014)	Fori a / *Joint laterals at* 1,5 m	Mais / *Maize*
650 m 5"	Fori a / *Joint laterals at* 90 cm	Soia / *Soybean*
250 m 5"	Non forate / *No joint laterals at*	Per prolunghe / *Connection*

Disposizione in campo e alimentazione linee

Su ogni idrante è stata predisposta una valvola di riduzione pressione. Avendone a disposizione soltanto 6 e utilizzando più di 6 idranti, le valvole vengono spostate in base al turno irriguo da effettuare. Nei casi in cui gli appezzamenti da irrigare si trovino sia a destra sia a sinistra dell'idrante vengono utilizzati dei raccordi a T per sdoppiare la linea proveniente da esso.

Field layout and pipes feeding

On each hydrant, a pressure reducing valve needs to be mounted. In case the number of hydrants is larger than available valves, rotation is required. When the fields to be irrigated are located either on the right or on the left of the hydrant, T-joints can be used in order to split the line coming from it.

Organizzazione turni irrigui

I turni irrigui eseguiti, salvo variazioni dovute ad esigenze tecniche, sono stati organizzati in questo modo:
Dal lunedì al martedì: reparto 12 e reparto 13
Dal martedì al mercoledì: reparto 14 e reparto 15
Dal mercoledì al giovedì: reparto 22
Dal giovedì al venerdì: reparto 21

Irrigations timing

Irrigations performed, except for variations due to technical reasons, were organized as follow:
From Monday to Tuesday: drainage sector 12 and drainage sector 13
Tuesday-Wednesday: drainage sector 14 and drainage sector 15
From Wednesday to Thursday: drainage sector 22
From Thursday to Friday: drainage sector 21

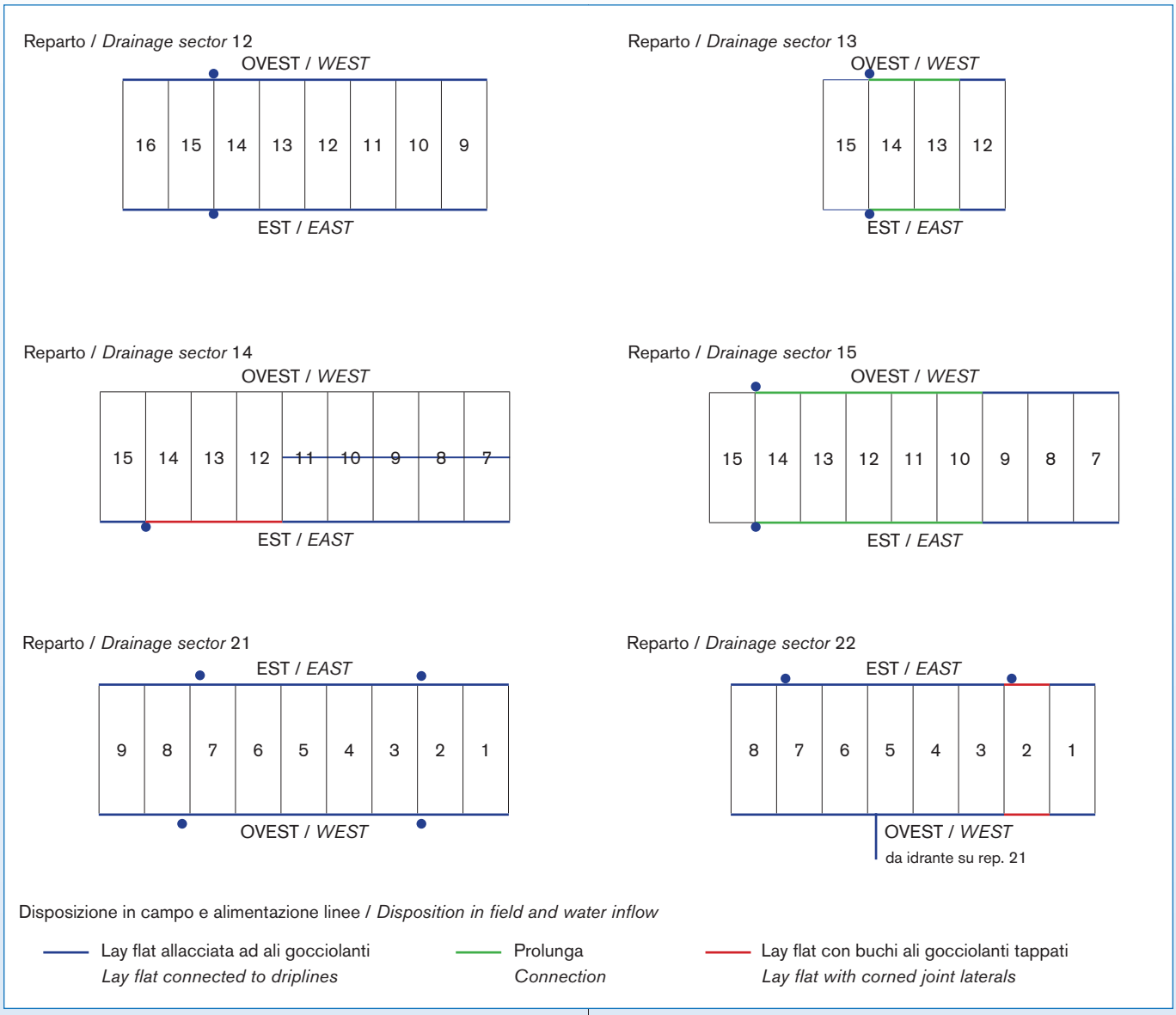


Figura 16. Organizzazione delle irrigazioni. Reparti irrigati.

Figure 16. Organization of irrigation. Drainage sectors irrigated.

Montaggio mini Sprinkler

I mini Sprinkler sono stati montati sul reparto 16 vicino all'idrante, cioè sugli appezzamenti 14 e 13. Funzionando con una pressione compresa tra le 3 e le 5 bar, non è stato necessario l'utilizzo della valvola di riduzione pressione. Il montaggio ha richiesto il lavoro di 4/5 operai per due giornate. Gli Sprinkler stati messi in funzione singolarmente, senza nessun altro idrante aperto per garantire la giusta pressione di esercizio.

Mini Sprinkler setting up

The mini Sprinklers were installed in drainage sector 16 near the hydrant, ie on field 14 and 13. While they worked with a pressure between 3 and 5 bar, it was not necessary to use the pressure reducing valve. The installation required the work of 4/5 workers for two days. The Sprinklers were run individually, without any other hydrant open to ensure proper pressure.

Disponibilità dei dati in tempo reale

Ogni parametro misurato è disponibile su un sito internet per un controllo '*on line*', come mostrato nelle Figure 17-20. Questo esempio mostra che la grande quantità di pioggia intorno alla metà di novembre ha aumentato il livello delle acque sottosuperficiali e l'umidità del terreno.

On-line real time data availability

Every parameter measured is available on a website for real time inspection as shown in the Figures 17-20. This example shows that the large amount of rainfall around the middle of November has increased ground water level and the humidity of the soil.

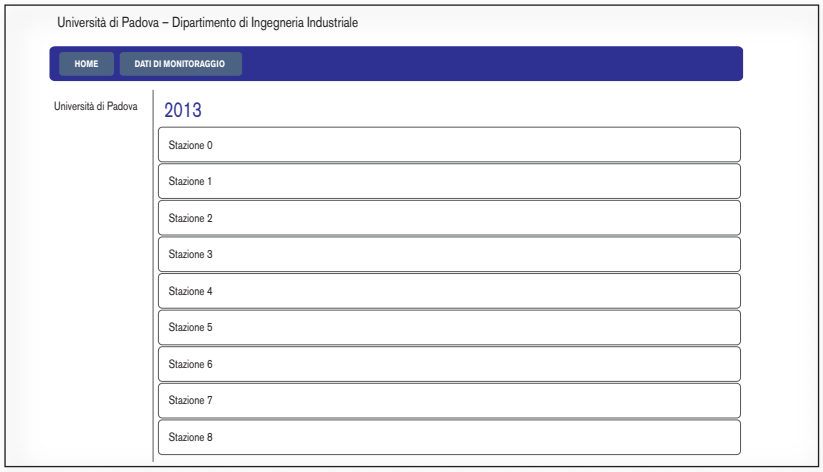


Figure 17-18. Pagina Internet dei dati monitorati in tempo reale (sito: http://www.wstore2.eu).

Figures 17-18. Internet page reporting real time monitoring data (website: http://www.wstore2.eu).

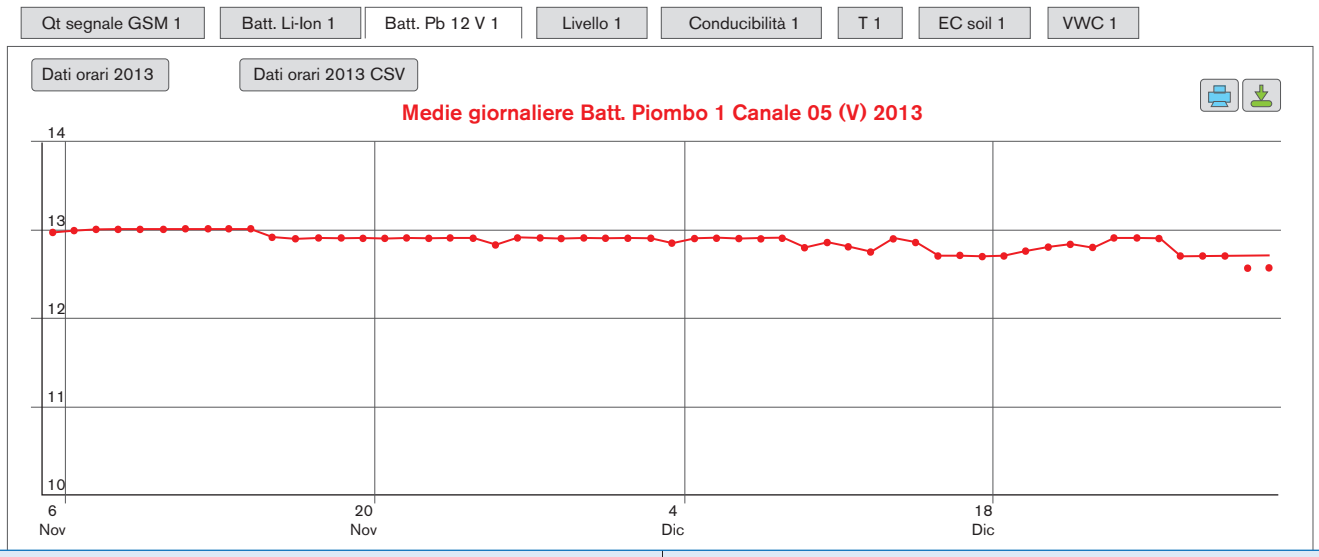


Figura 19. Esempio del monitoraggio del livello di carica della batteria dal sito web: *http://www.wstore2.eu*.

Figure 19. Example of real time battery level monitoring taken from the website: http://www.wstore2.eu/.

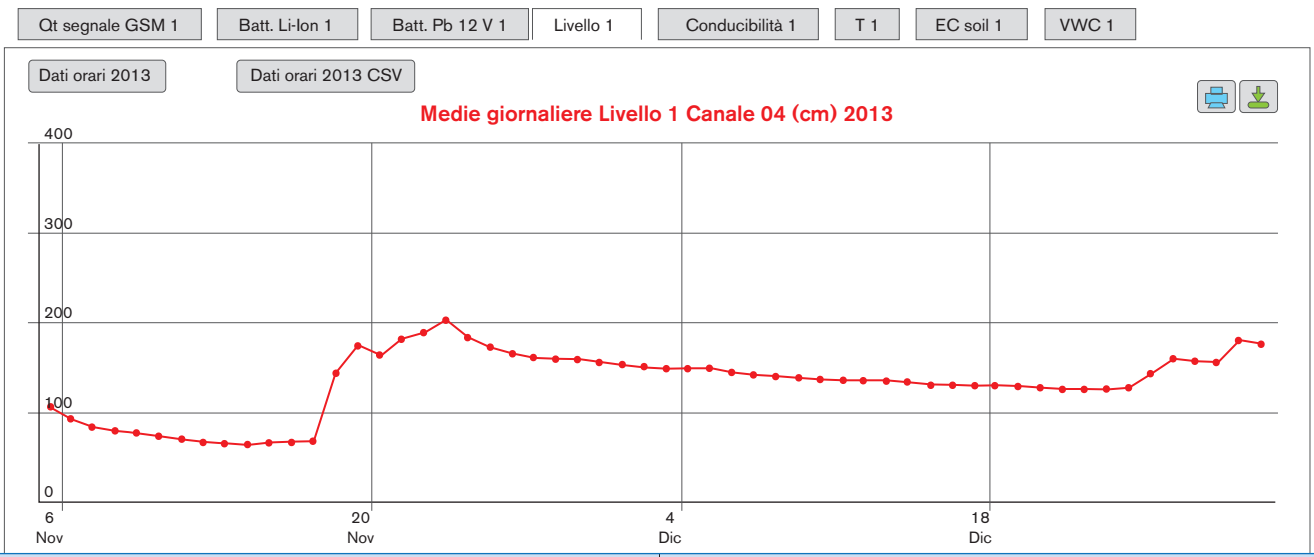


Figura 20. Esempio del livello della falda acquifera in tempo reale.

Figure 20. Example of real time groundwater level.

Effetti del sistema innovativo sulle attività agricole

I risultati finora raccolti hanno evidenziato l'efficacia e i benefici del sistema di gestione delle acque nel miglioramento della fertilità dei suoli. Ne hanno tratto giovamento sia le colture tradizionalmente coltivate a Vallevecchia, sia colture che non erano mai state praticate per la mancanza dell'irrigazione. In sostanza l'introduzione dell'irrigazione ha consentito:

1) il miglioramento dei livelli produttivi e qualitativi delle **colture già praticate in asciutta** come mais e soia;
2) l'introduzione di **colture orticole da reddito** non effettuabili senza l'irrigazione;
3) l'introduzione di **secondi raccolti** dopo colture autunno-vernine.

Colture già praticate in asciutta

Mais

L'andamento climatico è risultato eccezionale in entrambi gli anni. Considerando i mesi più critici per le principali colture irrigate, da aprile ad agosto, la piovosità media di lungo periodo (1994-2015) risulta di 333 mm mentre nel 2014 la piovosità è stata 428 mm (del 30% maggiore rispetto alla media con un luglio mai così piovoso, 207 mm contro una media di circa 60 mm). Al contrario nel 2015 la piovosità è stata di un terzo inferiore (189 mm) con un mese di luglio particolarmente secco (13 mm) e caldo (le temperature massime e minime medie del periodo estivo sono risultate di circa 2 °C più alte delle medie di lungo periodo).

Nel primo anno il lavoro si è concentrato sul mais (potenzialmente più suscettibile agli effetti dell'acqua). Malgrado una stagione 2014 con piovosità eccezionalmente elevata, la microirrigazione con l'acqua del bacino ha consentito un miglioramento della produzione e della qualità della granella di mais prodotta nella parte sabbiosa del reparto in prova. Il reparto 16 è stato irrigato cinque volte tra il 21 luglio e il 18 agosto 2014: ciascun turno di irrigazione era di otto ore con la distribuzione di 16 mm, l'apporto d'acqua irriguo stagionale è stato di 80 mm.

L'impianto ha avuto una pressione di esercizio di 3,5 bar. Nel 2015 il turno base irriguo del mais è stato di 10-10,5 ore ogni 7 giorni con aggiustamenti a seconda dei dati rilevati dalle sonde di umidità nel terreno. Il numero di interventi per reparto e le quantità d'acqua fornite sono sintetizzati nella Tabella 6.

Nel 2014 gli effetti positivi dell'irrigazione hanno avuto un riscontro sia nelle produzioni (+20% rispetto alla produzione non irrigata) sia nel limitare la presenza di fumonisine (Tabella 7).

Effects of the innovative system on agricultural activities

The results obtained so far have shown the effectiveness and benefits of the water management system in improving soil fertility. Crops traditionally grown in Vallevecchia, and crops never grown because of a lack of irrigation have benefited from the new system.

Essentially, the introduction of irrigation allowed:

*1) The improvement of qualitative and quantitative levels **of already cultivated crops in rainfed** conditions such as maize and soybean;*
*2) The introduction of **cash crops such as vegetable crops** (not feasible before the introduction of irrigation);*
*3) The introduction of **seconds crops**, after Winter crops.*

Already cultivated rainfed crops

Maize

Climate was exceptional in both years. Considering the critical months for the main irrigated crops, from April to August, the long term average annual rainfall (1994-2015) is 333 mm while the actual rainfall in 2014 was 428 mm (30% above the average with the highest rainfall ever in July - 207 mm versus a long term average of about 60 mm). On the contrary in 2015 the actual rainfall was one third less than the long term average (189 mm) with an extremely dry July (13 mm) and warm (the average maximum and minimum temperatures in 2015 were about 2 °C higher than the long term average values).

In the first year (2014) the experimental work focused mainly on maize (potentially more sensitive to water stress). Despite a rather rainy summer, micro-irrigation with water from the storage basin has allowed a better quantity and quality of maize grain to be produced in the sandy part of the experimental drainage sector (N. 16). The drainage sector received five irrigations between July 21 and August 18, 2014, each irrigation round lasted eight hours with a distribution rate of 16 mm, and the season irrigation water volume was 80 mm.

Water pressure was 3.5 bar. In 2015 the irrigation turn was 10-10,5 hours every 7 days with possible adjustments according to data from soil humidity sensors. The number of irrigations and the total amount of water supplied are summarized in Table 6.

In 2014 the positive effects of irrigation ensured a good answer for both production (+20% compared to non-irrigated production) and fumonisins drastic reduction (Table 7).

Tabella 6. Interventi irrigui e volumi d'acqua per la coltura del mais nel 2015.

Table 6. Irrigation timing and total water supplied for maize in 2015.

Reparto / *Drainage sector*	Giorno di intervento / *Irrigation timing*		mm/h	mm totali / *mm Total*
	Luglio / *July*	Agosto / *August*		
12	8, 15, 22, 29	5, 12, 19, 26	1,36	109,2
14	10, 17, 24	7, 14	1,45	86,8
21	11, 18, 25	8, 16, 29	1,46	84,7
22 ovest / *west*	12, 19, 26	9, 17, 30	1,36	73,7
22 est / *east*	12, 19, 26	9, 17, 30	1,48	80,1

Tabella 7. Risultati produttivi e contenuti di micotossine nelle parcelle irrigate e in asciutta nei due anni di prova: 2014 (reparto 16, appezzamenti 15-20) e 2015 (reparto 14, appezzamenti 7-10) per il mais.

Table 7. Yield and mycotoxins content of maize grain in irrigated and non irrigated fields: 2014 (drainage sector 16, fields 15-20) and 2015 (drainage sector 14, fields 7-10).

Anno *Year*	Terreno / *Soil*	ha	Irrigazione / *Irrigation*	Produzione *Grain maize yield* t/ha	Fumonisina B1 + B2 *Fumonisin B1 + B2* µ/kg
2014	MIS[1]	4,25	SÌ / *YES*	15,6	2.710
		1,87	NO / *NO*	12,9	4.590
			Differenza (%) / *Difference* (%)	+21,0	-41,0
2015	MI/MIL[2]	2,5	SÌ / *YES*	9,7	9.425
		2,1	NO / *NO*	8,2	9.825
			Differenza (%) / *Difference* (%)	+18,2	-4,1

[1] Medio Impasto Sabbioso
[2] Medio Impasto / Medio Impasto Limoso

[1] *Sandy Loam*
[2] *Silty Loam*

Anche nel 2015 i risultati del mais hanno mostrato valori incoraggianti per la tecnica di microirrigazione. L'incremento produttivo degli appezzamenti irrigati rispetto alla coltivazione in asciutta è stato, considerando gli interi reparti, del 25%, leggermente inferiore alle attese. Le temperature piuttosto elevate durante la fase della fecondazione hanno

The results of maize in 2015 showed encouraging values for the technique of micro-irrigation. Irrigated drainage sectors showed an average increment of 25% compared to rainfed, although slightly lower than expected. The high temperature level during grain set penalized all crops (irrigated and not). However, it is not unrealistic to assume

Foto 11. Coltura di mais irrigata con sistema di distribuzione a goccia.

Photo 11. Maize crop irrigated with drip irrigation.

penalizzato tutte le coltivazioni (irrigate e non). Non è tuttavia irrealistico ipotizzare nel medio periodo incrementi del 35% grazie all'irrigazione.
Il confronto tra le mappe di produzione pre e post progetto evidenzia una riduzione dei punti improduttivi (Figura 21) ed un incremento della produzione nel resto della superficie coltivata.

in the medium term, increments of 35% in micro-irrigated drainage sector.
The comparison between the yield maps ante/post project implementation shows that the latter has significantly reduced the unproductive points and increased the average yield in the rest of the cultivated area (Figure 21).

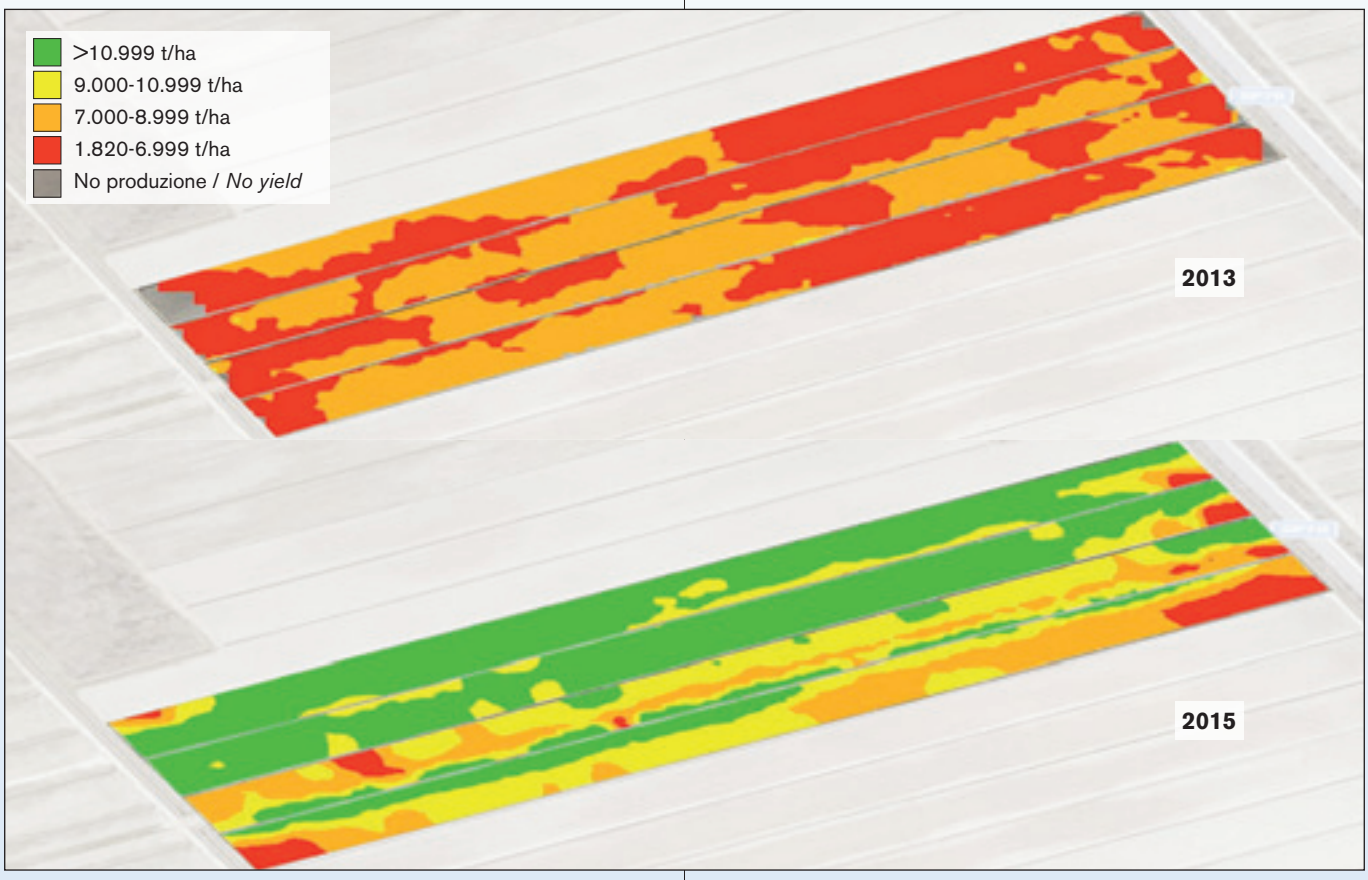


Figura 21. Mappe delle produzioni di mais in alcuni appezzamenti del reparto 12 prima (2013) e dopo (2015) l'inizio del progetto WSTORE2.

Figure 21. Maize yield maps in some fields of drainage sector 12 before (2013) and after (2015) the beginning of the project WSTORE2.

Soia

Le prove sono state condotte sia nel 2014 sia nel 2015 ma l'elevata piovosità del 2014 ha reso inutile l'irrigazione e quindi impedito la raccolta di dati di confronto tra appezzamenti irrigati ed in asciutta. Vengono riportati pertanto solo i dati della sperimentazione 2015. La prova è stata condotta seguendo pratiche agronomiche standardizzate per la soia nell'azienda Vallevecchia (semina il 10 maggio con rizobio, interfila 45 cm, nessun apporto di fertilizzanti azotati) ed ha interessato appezzamenti sia in regime convenzionale, sia in regime di agricoltura conservativa – minima lavorazione e non lavorazione. La microirrigazione è stata effettuata con modalità simili a quelle del mais (ali gocciolanti ogni due file, per i dettagli vedere capitolo 2).
Anche per la soia il turno è stato principalmente di 10-10,5 ore ogni 7 giorni. Il numero di interventi per reparto e le quantità d'acqua fornite sono sintetizzati nella Tabella 8.

Soybean

Trials on soybean were conducted in 2014 and 2015 but the abundant rainfall in 2014 rendered irrigation useless and prevented data being collected for irrigated and rainfed field, therefore only results of 2015 were considered. Trials were conducted according to standardized agronomic practices normally adopted for soybean in the farm of Valle-vecchia, with sowing on May 10 with Rhizobium and without nitrogen fertilizers, interrow 45 cm; the fields were cultivated under both conventional and conservation agriculture – minimum tillage and no tillage. The microirrigation was done with the same method described for maize: driplines every two rows (see chapter 2).
Also for soybean the irrigation turn was 10-10,5 hours every 7 days with possible adjustments according to data from soil humidity sensors. The number of irrigations and the total amount of water supplied are summarized in Table 8.

Tabella 8. Interventi irrigui e volumi d'acqua per la coltura della soia nel 2015.

Table 8. Irrigation timing and total water supplied for soybean in 2015.

Reparto / *Drainage sector*	Giorno di intervento / *Irrigation timing*		mm/h	mm totali / *mm Total*
	Luglio / *July*	Agosto / *August*		
12	9, 16, 23, 30	6, 13	2,27	137,2
13	10, 17, 24	7	2,51	100,4
14	10, 17, 24	7, 14	2,49	149,2
15	10, 17, 24	7, 14	2,27	136,1

Tabella 9. Soia, risultati produttivi medi degli appezzamenti a sodo (non lavorazione) (varietà *Demetra*, reparto 15).

Table 9. Soybean, average yields of no-tillage fields (variety Demetra, *drainage sector 15).*

Anno *Year*	Terreno / *Soil*	ha	Irrigazione / *Irrigation*	Produzione granella soia *Soybean grain yield* t/ha
2015	MI[1]	1,52	SÌ / *YES*	3,53
		1,48	NO / *NO*	2,61
			Differenza (%) / *Difference* (%)	+35,2

[1] Medio Impasto

[1] *Loam*

L'effetto dell'irrigazione è risultato marcato (Tabella 9). Considerando tutti i diversi reparti e singoli appezzamenti a confronto si è riscontrato un aumento di produzione medio superiore al 40% (range 35-51%).
Analogamente a quanto visto per il mais il confronto tra le mappe di produzione pre e post progetto evidenzia una significativa riduzione dei punti improduttivi (Figura 22) ed un incremento della produzione nel resto della superficie coltivata.

Irrigation had a major effect (Table 9). Consi-dering all the drainage sectors and individual fields under comparison we found an average yield increase of over 40% (range 35%-51%).
As with maize the comparison between the yield maps ante/post project implementation shows that the latter has significantly reduced the unproductive points and increased the average yield in the rest of the cultivated area (Figure 22).

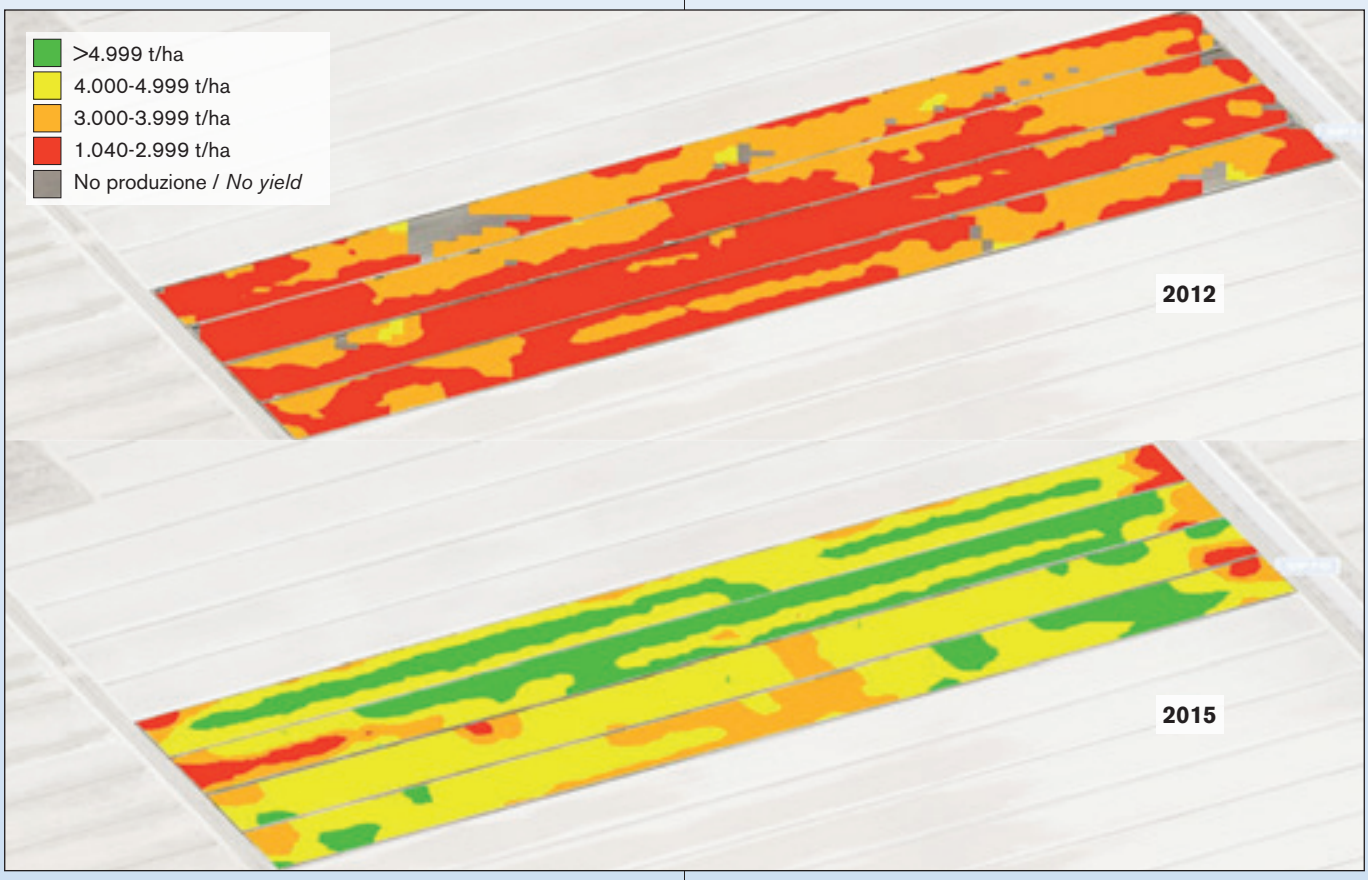


Figura 22. Mappa delle produzioni della soia in alcuni appezzamenti del reparto 12 prima (2012) e dopo (2015) l'inizio del progetto WSTORE2.

Figure 22. Soybean yield maps in some fields of drainage sector 12 before (2012) and after (2015) the beginning of the project WSTORE2.

Colture orticole non effettuabili prima dell'introduzione dell'irrigazione

Al fine di evidenziare limiti e potenzialità della coltivazione delle principali colture orticole da reddito nell'ambiente di Vallevecchia, negli anni 2014 e 2015 è stata approntata una sperimentazione su diverse specie orticole (pomodoro da mensa e industria, lattuga, zucchino, melone, anguria, cipolla, patata, melanzana e peperone).

Horticultural cash-crops not cultivated before the introduction of irrigation

In the years 2014 and 2015 experimental trials were carried out on vegetable crops to evaluate limitations and potentialities for the cultivation in the Vallevecchia environment of the most important horticultural cash crops (tomato, lettuce, zucchini, melon, watermelon, onion, potato, aubergine and pepper).

Foto 12. Colture orticole irrigate nelle prove sperimentali.

Photo 12. Vegetable crops irrigated in the experimental tests.

Materiali e metodi

Superficie totale utile 500 m² circa, suddivisa in 2 file.
Concimazione di base: N 70/80 kg/ha , P 100 kg/ha, K 100 kg/ha.
Preparazione del terreno: letamazione autunnale (circa 30 t/ha), seguita da aratura 20 cm ed erpicatura con erpice rotante.
Pacciamatura: nel 2014 con Mater-Bi® biodegradabile, nel 2015 con EVA, larghezza cm 120.
Colture utilizzate: pomodoro da industria a crescita determinata (Var. *Caspar*, *Pegaso, Perfectpeel*), pomodoro da mensa *Kerala* e ecotipo *Nasone*, lattuga (*gentile*, *canasta* e *brasiliana*), zucchino (Var. *Diamant* e *Dunia*), cipolla (*Tropea* e *bianca*), melone retato e liscio, anguria (Var. *Sugar baby* e *Mini Rossa*), patata (Var. *Liseta, Monalisa* e *Elanor*), melanzana (Var. *Nilo* e *Dalia*) e peperone (Var. *Scintilla*).
Epoca di trapianto: terza decade di maggio in entrambi gli anni. Nel 2014 l'area di coltivazione è stata delimitata con rete mobile elettrificata per evitare intrusioni di animali selvatici.

Sistema di irrigazione. Manichetta forata o ala gocciolante, con derivazione dalla tubazione di irrigazione principale in testa alla capezzagna e adeguata riduzione di pressione (pressione di esercizio per manichette da orticoltura max 1,5 bar).
Irrigazione: acqua con apprezzabile contenuto in sali disciolti (a giugno media tra 2,0 e 2,9 mS/cm). Nel 2014 sono state effettuate 7 irrigazioni nel mese di giugno- inizio luglio con acqua del bacino, il volume di irrigazione è stato di 2600 l per intervento. Nel 2015 sono state effettuate 19 irrigazioni; le date, la salinità dell'acqua ed i volumi degli interventi irrigui sono riportati nella Tabella 10.

Materials and methods

Total experimental surface 500 m², divided into two rows.
Main fertilization: N 70/80 kg/ha, P 100 kg/ha, K 100 kg/ha.
Soil preparation: autumn manuring (about 30 t/ha), followed by plowing (20 cm deep) and harrowing with power harrow.
Mulching: in 2014 with Mater-Bi® biodegradable, in 2015 with EVA, width 120 cm.
Crops used: processing tomato (Var. Caspar, Pegasus *and* Perfectpeel*), table tomato Var.* Kerala*, and* Nasone *ecotype, lettuce (*gentile, canasta *and* Brazilian*), zucchini (Var.* Diamant*), onion (*Tropea *and* white*), melon and muskmelon, watermelon (Var.* Sugar Baby *and* Mini Rossa*) and potato (Var.* Liseta, Monalisa *and* Elanor*), aubergine (Var.* Nilo *and* Dalia*) and pepper (Var.* Scintilla*).*
Period of transplantation: third decade of May in both years. In 2014 the cultivation area was bounded with mobile electrified grid to prevent intrusion of wild animals.

Irrigation system. *Drip irrigation (flexible hose or dripping line), with derivation from the main irrigation pipe on the headland and proper pressure reduction (pressure for hoses in horticulture, max 1.5 bar).*
Irrigation water*: relatively high content of dissolved salts (in June average conductivity was between 2.0 and 2.9 mS/cm). 7 irrigations were carried out in 2014 in the period June - early July with water derived from storage basin, the irrigation volume was of 2600 l for each watering. In 2015 19 waterings were carried out; dates, salinity and irrigation volume are reported in Table 10.*

Tabella 10. Interventi irrigui per le colture orticole nel 2015.

Table 10. Irrigations for horticultural crops in 2015.

Data / *Date*	Conducibilità acqua del bacino di accumulo / *Water conductivity in the storage basin* µS/cm	Volume adacquamento / *Irrigation volume* l
11/05/2015	2099	2.600
13/05/2015	2016	2.600
15/05/2015	2089	2.600
18/05/2015	2114	2.600
19/05/2015	2121	2.600
03/06/2015	2117	2.600
05/06/2015	2220	2.600
08/06/2015	2300	2.600
10/06/2015	2270	2.600
12/06/2015	2180	2.600
24/06/2015	2950	2.600
29/06/2015	2420	2.600
01/07/2015	2230	2.600
07/07/2015	2400	2.600
10/07/2015	2318	2.600
15/07/2015	2240	2.600
23/07/2015	2414	2.600
27/07/2015	2518	2.600
29/07/2015	2488	2.600

Risultati conseguiti nei due anni di prova

Aspetti vegetativi. A 40 giorni dal trapianto, tutte le colture hanno mostrato uno sviluppo vegetativo regolare. Le lattughe hanno raggiunto la maturità in 35 giorni; le zucchine hanno iniziato ad entrare in produzione dopo circa 30 giorni senza segnali particolari di sofferenza; il pomodoro ha manifestato una crescita notevole e un adattamento ottimo. I palchi basali sono entrati precocemente nella fase produttiva con i grappoli di pomodori visibili; melone e anguria hanno raggiunto un notevole sviluppo vegetativo e le fruttificazioni hanno raggiunto la maturità nella 3ª decade di luglio; la cipolla ha manifestato un adattamento buono e bulbi in fase di ingrossamento; la patata infine, nonostante la semina tardiva ha mostrato un buon sviluppo vegetativo. Per la varietà *Elanor* sono state osservate foglie di dimensioni leggermente ridotte, probabile conseguenza della salinità. Di seguito sono fornite alcune osservazioni specifiche per le singole colture valide per entrambi gli anni di prova.

Lattuga. Le varie tipologie di lattughe hanno dato ottimi risultati sia per la velocità di accrescimento sia per il peso dei cespi alla raccolta. La maturazione commerciale è stata raggiunta, mediamente, a 35-40 giorni dal trapianto.

Pomodoro. Complessivamente le varie tipologie di pomodoro hanno fatto registrare produzioni interessanti che, mediamente, sono state di 2,9 kg per pianta per le var. *Caspar* ed il tipo *San Marzano*, mentre, la var. *Pegaso*, ha mostrato una produzione inferiore e anche una pezzatura dei frutti ridotta, indice di una maggiore suscettibilità alle condizioni di salinità del terreno e delle acque irrigue. Va sottolineato che le piante non hanno manifestato evidenti segni di sofferenza o scarso sviluppo.

Cipolla. La coltura ha evidenziato buone capacita di adattamento, il peso medio dei bulbi alla raccolta è stato superiore ai 150 g.

Zucchino. La coltura ha dimostrato un ottimo adattamento alle caratteristiche del terreno e delle acque di irrigazione con uno sviluppo delle piante omogeneo e vigoroso. Le produzioni rilevate a campione su varie piante hanno evidenziato valori di circa 6 kg/pianta, ma le potenzialità sono senz'altro superiori.

Melone. Il melone nelle tipologie retato e liscio, ha evidenziato un ottimo sviluppo vegetativo fin dalle prime fasi. La produzione media è stata di 4/5 frutti di pezzatura commerciale per pianta. I pesi rilevati sono stati tra 2,6 e 3,0 kg per frutto. Non sono state riscontrate situazioni di particolare stress da salinità del terreno o delle acque di irrigazione. Nel 2014 la produzione è stata quantitativamente buona, ma dal punto di vista qualitativo, non sono stati raggiunti il grado di maturazione ed accumulo di zuccheri richiesti dagli standard commerciali del mercato italiano.

Results obtained in two years of trials

Vegetative aspects. *40 days after transplantation, all crops showed regular and fast growth. Lettuce reached maturity in 35 days; zucchini entered the productive phase 30 days after transplant without particular evidences of stress; tomato showed remarkable growth and an excellent adaptation. Basal branches of tomato plants started early the production phase with visible clusters of tomatoes; melon and watermelon reached a considerable vegetative growth and fruits reached maturity in the third decade of July; onion showed a good adaptation with bulbs in the enlarging phase; the potato, despite being sown late showed a good vegetative development. For potato var.* Elanor, *slightly smaller leaves were observed, maybe caused by salinity. Some specific comments on the individual crops valid for both years of testing are reported below.*

Lettuce*. All cultivars of lettuces gave excellent results both for the speed of growth and the weight of the heads at harvest time. The commercial maturity was reached, on average, 35-40 days after transplantation.*

Tomato*. Overall, the various types of tomato showed interesting productions, with mean values of 2.9 kg per plant for var.* Caspar *and the* San Marzano *type, while, the var.* Pegasus, *produced fewer fruits, and also, a reduced fruit size, indicating a greater susceptibility to the conditions of soil and irrigation water salinity. However, it should be pointed out that, plants have not shown clear signs of stress or poor development.*

Onion*. Crop showed good ability of adaptation, at harvest the weight of the bulbs was more than 150 g.*

Zucchini*. The crop proved an excellent adaptation to the characteristics of the soil and irrigation water with a development of uniform and vigorous plants. Productions recorded in the sample of various plants showed values of about 6 kg/plant, but the potential is certainly higher.*

Melon*. Both melon varieties showed a good vegetative development since the beginning. The average yield production was 4/5 fruits per plant of commercial size. The weights obtained were between 2.6 and 3.0 kg per fruit. There were no situations of particular stress, caused by soil salinity or irrigation water. In 2014, the production quantity was good but, for what concerns quality, the degree of maturation and sugars accumulation required by the commercial standards of the Italian market were not achieved. This was not caused by the characteristics of soils or irrigation water, but because of the climatic conditions, particularly the heavy rain during ripening period of fruits that enlarged adequately but could not accumulate*

Questo non è stato causato dalle caratteristiche delle acque irrigue utilizzate e dei terreni, ma dalle condizioni climatiche particolarmente piovose nel periodo di maturazione dei frutti che si sono ingrossati adeguatamente ma non hanno accumulato la quantità necessaria di zuccheri (frequenti sono stati anche i casi di spaccatura dei frutti per eccesso di acqua).
Nel 2015, invece, si sono verificate le condizioni ambientali e climatiche soddisfacenti per sviluppare eccellenti risultati qualitativi. Di questi saranno dati maggiori dettagli nello specifico paragrafo.

Anguria. La coltura si è ben adattata alle condizioni del suolo e dell'irrigazione con uno sviluppo vegetativo ottimale, senza particolari evidenze di stress. La produttività è stata buona e le piante, in entrambi gli anni, hanno portato a maturazione tra 3 e 5 frutti, con pesi medi rilevati tra 3,2 e 3,6 kg per frutto. Per quanto riguarda la qualità vale quanto già detto per il melone e solo nel 2015 sono stati raggiunti gli standard qualitativi necessari alla commercializzazione.

Patata. Malgrado sia la specie che generalmente manifesta le maggiori difficoltà di adattamento alla salinità sia del terreno sia delle acque irrigue, nelle sperimentazioni non si sono osservati problemi dovuti alla salinità. Lo sviluppo vegetativo è stato normale per le varietà *Liseta* e *Monalisa*, un po' ridotto per *Elanor* con internodi raccorciati e sviluppo fogliare ridotto. Le produzioni però sono state soddisfacenti. Sono state stimate produzioni medie superiori a 60 t/ha per *Liseta* ed *Elanor* (nonostante uno sviluppo fogliare ridotto) e superiori a 50 t/ha per *Monalisa*.

Melanzane. Sviluppo nella norma, inizio prime bacche dopo 45 giorni, buone qualità dei frutti e produzione.

Peperone. Sviluppo vegetativo normale, anche se più lento rispetto ad altre specie, formazione delle prime bacche dopo circa 40 giorni dal trapianto, buone qualità dei frutti e produzione.

the required amount of sugar (frequent were fruit cracking due to water excess).
Conversely, in 2015, climatic and environmental conditions were suitable to develop excellent quality results. Of these, more details will be given in the specific Panel test paragraph.

***Water melon**. The crop adapted well to soil conditions and irrigation, with optimal vegetative development and no particular evidence of stress. A good productivity was observed in both years; plants completed the development of 3-5 fruits with an average weight of 3.2 - 3.6 kg per fruit. Concerning the quality it applies what already said for melon, only in 2015 the quality standards necessary to market were achieved.*

***Potato.** It is the crop that generally shows difficulties to adapt to the salinity of soil and irrigation water. In this trial, the problems caused by salinity were not relevant. Vegetative development was normal for the variety* Liseta *and* Monalisa *and slightly reduced for* Elanor *with shortened internodes and reduced leaf development. Yields were satisfactory. Average yields were more than 60 t/ha for* Liseta *and* Elanor *(despite a reduced leaf development) and more than 50 t/ha for* Monalisa.

***Aubergine**. Normal growth, first fruits 45 days after transplanting, good fruit quality and yield.*

***Pepper**. Normal growth, a little bit slower than other crops, first fruit 40 days after transplanting, good fruit quality and yield.*

Panel Test per melone ed anguria

Nel 2015 alcune produzioni sono state sottoposte anche ad analisi sensoriale (specifico *Panel Test*) confrontando frutti della stessa varietà acquistati in un supermercato e frutti ottenuti dalle coltivazioni irrigue di Vallevecchia. I dati hanno evidenziato, in generale, migliori caratteristiche dei prodotti derivanti dalle colture irrigue di Vallevecchia (Tabella 11). Il melone è stato riconosciuto chiaramente per la dolcezza e struttura, definita più croccante e consistente, con un gradimento significativamente più elevato.

Panel Test *for melon and watermelon*

In 2015, some yields were subjected also to sensory analysis (specific Panel Test*) comparing fruits obtained from the irrigated trials carried out in Vallevecchia and fruits of the same variety purchased in a supermarket. The data have generally highlighted better characteristics of the products obtained from crops irrigated in Vallevecchia (Table 11). The melon has been clearly recognized for its sweetness and flesh structure, which was defined more crunchy and firm, with a liking index significantly higher.*

Tabella 11. Risultati del *Panel Test* per anguria e melone.

Table 11. Panel Test *results for watermelon and melon.*

Descrittori *Descriptors*	Anguria / *Watermelon*				Melone / *Melon*			
	Valore numerico del *Panel Test* *Numeric value of* Panel Tests *(scale 1-10)*		*p* (ANOVA)	Giudizio empirico *Empirical evaluation of comparison*	Valore numerico del *Panel Test* *Numeric value of* Panel Tests *(scale 1-10)*		*p* (ANOVA)	Giudizio empirico *Empirical evaluation of comparison*
	Frutti mercato *Supermarket Fruits*	Frutti Vallevecchia *Vallevecchia Fruits*			Frutti mercato *Supermarket Fruits*	Frutti Vallevecchia *Vallevecchia Fruits*		
Intensità colore *Colour intensity*	2.8 b	7 a	0.00***	++	5.3	5.65	0.69	o
Intensità odore *Smell intensity*	3.6	4.5	0.19	+	5	5.4	0.65	o
Intensità aroma *Flavour intensity*	4.5	4.9	0.67	o	4.7	5.6	0.27	+
Dolce *Sweetness*	5.2	5.8	0.5	o	4.1 b	5.5 a	0.04*	++
Salato / *Salty*	1.8	2.05	0.8	o	2	2.55	0.67	o
Acido / *Acidity*	2.1	1.75	0.79	o	2.6	2.5	0.59	o
Consistenza *Consistency*	5.2	4.7	0.46	o	3.9 b	5.75 a	0.00***	++
Succosità *Juiciness*	5.2	6.05	0.22	+	5.1	4.7	0.63	o
Fibrosità *Fibrosity*	4	3.85	0.74	o	3.4 b	4.55 a	0.04*	++
Croccantezza *Crunchiness*	5	4.8	0.72	o	3.0 b	5.35 a	0.00***	++
Gradimento *Liking*	5	5.05	0.99	o	3.7 b	5.55 a	0.02*	++

Legenda

++ miglioramento significativo; + leggero miglioramento;
o valori equivalenti; - peggioramento;
* significativo con p ≤ 0.5 *** altamente significativo con p ≤ 0.001

Legend

++ *Significant improvement;* + *Slight improvement;*
o *equivalent values;* - *worsening;*
* significant with p ≤ 0.5 *** highly significant with p ≤ 0.001

Aspetti tecnico economici per le colture orticole

I dati produttivi delle colture orticole coltivate a Vallevecchia nel 2014-2015 sono stati confrontati con le produzioni ottenute in condizioni simili nella provincia di Venezia (dati statistici). I dati produttivi del confronto sono riportati in Tabella 12, che riporta anche i risultati tecnico economici della coltivazione delle orticole da reddito. Di seguito sono riportati in maggior dettaglio gli altri aspetti agronomici di rilievo per le singole colture.

Dal punto di vista metodologico, si è scelto di utilizzare solo i costi variabili direttamente imputabili alle coltivazioni, quindi i costi dei mezzi di produzione (sementi, fitofarmaci, diserbi, concimi, ecc.) e costi di lavorazione (macchine, noleggi, manodopera, ecc.). La scelta è dovuta principalmen-

Technical and economic aspects for vegetable crops

Yield of horticultural crops grown in Vallevecchia in 2014-2015 were compared with the yields obtained in similar conditions in the province of Venice (statistics). The comparison is reported in Table 12, which shows also the results of the technical economic cultivation of the cash crops. More detailed, relevant agronomic aspects to the individual crops, are reported below.

From the methodological point of view, it was decided to use only the variable costs directly attributable to crops, which include the costs of inputs (seeds, pesticides, herbicides, fertilizers, etc.) and processing costs (machinery, rental, labor, etc.). The choice is mainly based on criteria of better comparability of results. In this way, the result

te a criteri di maggiore confrontabilità dei risultati dell'analisi. In questo modo, infatti, il risultato non è per nulla influenzato dalla struttura dei costi fissi aziendali, che sarebbero necessariamente diversi da azienda ad azienda.
È evidente che il margine conseguibile con le colture orticole utilizzate nella prova effettuata è notevolmente superiore a quello realizzabile nell'ipotesi alternativa di coltivazione di mais irriguo. Lo sarebbe anche rispetto all'utilizzo di altre colture tradizionali, quali soia ed altre colture estensive. Le ridotte dimensioni delle superfici in prova hanno certamente influito, per lo più positivamente, sui risultati produttivi.

is in fact not at all influenced by the structure of the farm fixed costs, which are necessarily different from farm to farm.
It is clear that the margin achievable with vegetable crops used in the test is considerably higher than that achievable in the alternative cultivation hypothesis based on irrigated maize. It would be higher even in case of a comparison with other traditional crops, such as wheat, soybean and other extensive crops.
The small sizes of the areas used for the trials have certainly affected, mostly positively, the yields.

Tabella 12. Risultati tecnico-economici delle orticole da reddito.

Table 12. Technical economic results of the cash crops.

Specie *Crop*	Produzione media 2015 prov. Venezia *Average crop production in 2015 prov. Venice*	Produzione Vallevecchia *Vallevecchia Production*	Prezzo di vendita alla produzione *Selling price*	Produzione Lorda Vendibile (PLV) *Gross Production (GP)*	Costi variabili *Variable costs*	Margine Operativo Lordo (MOL) *Gross Operating Surplus (GOS)*	PLV orticola / PLV mais* *GP hortic crops / GP maize**	MOL orticolo / MOL mais** *GOS hortic. crops / GOS maize***
	t/ha	t/ha	€/t	€/ha	€/ha	€/ha		
Pomodoro da mensa var. *Kerala* *Table tomato var.* Kerala	57	50	670	33.500	11.325	22.175	14,7	55
Pomodoro da mensa ecotipo *Nasone* *Table tomato var.* Nasone	48	35,4	700	24.780	11.325	13.455	10,9	33
Pomodoro industria var. *Perfectpeel* *Processing tomato var.* Perfectpeel	63	139	92	12.788	6.025	6.463	5,6	16
Zucchino var. *Dunia* *Zucchini var.* Dunia	33	45	370	16.650	12.325	4.325	7,3	10
Cipolla bianca *White onion*	30	50	300	15.000	3.325	11.675	6,6	29
Melone var. *Sogno* *Melon var.* Sogno	29	36	420	15.120	9.125	5.995	6,6	14
Anguria var. *Mini Rossa* *Watermelon* var. Mini Rossa	45	64	350	22.400	10.325	12.075	9,8	30
Insalate var. *Bovary* *Lettuce var.* Bovary	29	38,5	770	29.645	8.325	21.320	13,0	53
Patata var. *Liseta* e *Monalisa* *Potato var.* Liseta *and* Monalisa	42,7	41	300	12.300	6.325	5.975	5,4	14
Melanzana var. *Nilo* e *Dalia* *Aubergine var.* Nilo *and* Dalia	46	48	440	21.120	11.825	9.295	9,3	23
Peperone var. *Scintilla* *Pepper var.* Scintilla	36	45	450	20.250	7.825	12.425	8,9	31

Fonte dati utilizzati:
- Produzione media 2015 prov. Venezia: stima Veneto Agricoltura e Regione Veneto;
- Produzione Vallevecchia: l'effettiva produzione ottenuta nelle superfici in prova è stata rapportata all'ettaro sulla base dei sistemi di coltivazione normalmente in uso;
- Prezzi: fonte ISMEA, banca dati prezzi;
- Costi variabili: fonte CPRV e altre indagini su costi di produzione.

Nota metodologica:
La PLV del mais* è stimata in € 2.275 (fonte ISMEA); MOL (Margine Operativo Lordo) è stato calcolato come differenza tra PLV e costi variabili; il MOL del mais** è stato stimato in circa 400 €/ha (escluso eventuali contributi).

Data source used:
- *Average production in 2015 prov. Venice: estimation of Veneto Agricoltura and Veneto Region;*
- *Vallevecchia yield: the actual production obtained in the test areas, referred to hectare on the basis of current cultivation system;*
- *Prices: ISMEA source, database prices;*
- *Variable costs: source CPRV and other survey on production costs.*

Methodological note:
GP of maize estimation of € 2.275 (from ISMEA); GOS (Gros Operating Surplus) was determined as difference between GP and the variable costs; GOS of maize** was estimated in 400 €/ha (not considering any contribution)*

Considerazioni conclusive sulle colture orticole

Le prove condotte nel 2015 per alcune specie orticole in terreni e acque di irrigazione ad elevata conducibilità elettrica hanno confermato i risultati positivi già emersi nel 2014 in cui, tuttavia hanno sofferto per la notevole piovosità. Tutte le specie messe a dimora si sono ben adattate all'ambiente di coltivazione. Le limitazioni imposte dall'apprezzabile salinità dei suoli e dell'acqua irrigua non hanno causato manifestazioni evidenti come ingiallimenti o cre-

Concluding remarks on vegetable crops

The trials carried out in 2015 on vegetable crops in soils and irrigation water with high electrical conductivity confirmed the positive results already emerged in 2014 in which, however, plants suffered because of heavy rainfall. All planted species showed a good adaptation to the cultivation environment. The limiting factors of salinity, soil and irrigation water, caused no evident symptoms, such as yellowing or slow growth. Weather conditions in

scita stentata. L'annata 2015 è stata caratterizzata da un andamento meteorologico senza dubbio più "normale". Si può affermare che pomodoro da industria, cipolla, melone e anguria abbiano evidenziato un'adattabilità elevata.
L'acqua selezionata dal sistema innovativo ha consentito l'introduzione per la prima volta a Vallevecchia, di numerose colture da reddito. È pertanto verosimile che le coltivazioni di specie orticole possano essere estese con successo in aree simili a quelle delle prova.

Secondi raccolti dopo colture autunno vernine

La disponibilità di acqua per scopi irrigui oltre a migliorare la produttività delle colture in primo raccolto, ha reso possibile la realizzazione di secondi raccolti. Nel 2015 è stata impostata una sperimentazione su mais in secondo raccolto. È stata utilizzata una coltura a ciclo breve (Ibrido *Ronaldinio*, classe maturazione FAO 200) con semina su sodo il 7 luglio. La coltura è emersa grazie all'irrigazione effettuata subito dopo la semina con impianto di microirrigazione (mini-sprinkler, Foto 13). Oltre a quella effettuata alla semina sono state effettuate altre 9 irrigazioni per un totale di 150 mm di acqua prelevata dal bacino di accumulo in 34 ore di funzionamento dell'impianto. La raccolta (come trinciato integrale) è stata eseguita il 30 settembre; la produzione ottenuta è stata di 3,42 t/ha di sostanza secca (amido 26%, proteine 8% e ceneri 4,8% sulla sostanza secca), risultati abbastanza soddisfacenti per un secondo raccolto con semina a luglio. Va sottolineato che, ovviamente, anche altre colture come la soia e il sorgo da granella potranno, da ora, con continuità, essere seminate per il secondo raccolto dopo colture autunno-vernine.

2015 were undoubtedly closer to a "normal" year. Overall, processing tomatoes, onion, melon and watermelon showed an high adaptability. The water selected and stored with the innovative system, therefore, allowed the introduction, for the first time in Vallevecchia, of numerous cash crops. It is therefore likely that the cultivation of horticultural crops conducted at Vallevecchia could be successfully repeated in similar areas to those of the trials.

Second crops, after Autumn-Winter crops

*The availability of water for irrigation, beside improving the productivity of water-demanding crops such as maize, has made possible the cultivation of second crops. In 2015 maize has been studied as second crop. A short cycle hybrid (*Ronaldinio, *FAO 200) was sod seeded on July 7. The crop emerged thanks to the irrigation made just after sowing with micro-irrigation system (mini-sprinklers, Photo 13). In addition to the irrigation performed after sowing, nine more irrigations were carried out before harvest, distributing a total of 150 mm of water withdrawn from the storage basin in 34 hours of plant operation. The harvest was carried out as silage on September 30; the dry matter yield was 3.42 t/ha (starch 26%, proteins 8%, ashes 4.8 on dry matter basis), which can be considered quite satisfactory for a second harvest-crop, sown in July. It should be pointed out that, of course, other crops such as soybean and grain sorghum could be sown from now on, continuously, as second crop after Autumn-Winter crops.*

Foto 13. Coltura di mais di secondo raccolto nel 2015. L'irrigazione è stata effettuata con 'mini-sprinkler' alimentati con l'acqua raccolta nel bacino di accumulo.

Photo 13. Second-harvest maize crop sown in 2015. Irrigation was carried out with 'mini-sprinkler' fed with the water collected from the storage basin.

Effetti del sistema innovativo su acque e terreni

Carico di nutrienti

Il LASA (Laboratorio di Analisi dei Sistemi Ambientali, Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Padova) ha effettuato il monitoraggio delle acque attraverso una campagna di campionamenti mensili per valutare la qualità dell'acqua all'interno del sistema Vallevecchia. Alcune attività di controllo nella zona sono state effettuate anche nel periodo 2003-2012, quindi ben prima dell'inizio del progetto WSTORE2; i metodi di monitoraggio sono stati migliorati e ottimizzati nel corso degli ultimi 10 anni di attività tramite la costruzione di un database di grandi dimensioni sulla qualità delle acque. Questo rappresenta ormai un punto di riferimento importante per il confronto e l'interpretazione dei nuovi dati raccolti durante WSTORE2. All'interno di questo rapporto si riportano i risultati dell'attività progettuale (novembre 2012 - ottobre 2015), con particolare attenzione al carico di nutrienti scaricati dall'area di Vallevecchia nel mare Adriatico.

Attività di campionamento

- Campionamento dell'acqua in tre punti specifici: sono stati registrati parametri chimico-fisici e sono state analizzate le concentrazione di nutrienti;
- Registrazione dei dati ed elaborazione delle precipitazioni della stazione meteorologica e del volume d'acqua in uscita dalla stazione di pompaggio;
- Misurazioni della conducibilità dell'acqua in tutti i principali canali e nei punti critici di connessione;
- Misurazioni della qualità e del livello delle acque di falda;
- Campionamenti del terreno per l'analisi della conducibilità.

Protocollo di campionamento

L'attività di campionamento mensile si è basata sulla raccolta dell'acqua in un contenitore di un litro, prelevata da tre nodi idraulici specifici dell'area di studio: la stazione di pompaggio, le paratoie (chiaviche) ed il bacino di accumulo. Qui sono riportati solo i dati della stazione di pompaggio in quanto i flussi di acqua (necessari per calcolare carichi inquinanti, cioè i flussi di massa, che sono al centro di questa relazione) potevano essere misurati solo in tale contesto. Nel corso di ogni campagna di monitoraggio, sono anche stati registrati i parametri chimico-fisici (temperatura, conducibilità, salinità, ossigeno disciolto, pH) rilevati tramite un dispositivo di misurazione WTW mul-

Effects of the innovative system on water and soil

Nutrient load

LASA (the Environmental Systems Analysis Laboratory, Department of Industrial Engineering, University of Padua) is in charge of water monitoring through a monthly sampling campaign to assess water quality within the Vallevecchia system. Some monitoring activities in the area were also carried out from 2003-2012, thus well before the WSTORE2 project started; the monitoring methods were improved and optimized over the past 10 years of activity and we have built a large water quality database, which now represents a valuable baseline for comparing and interpreting the new data collected during WSTORE2. Within this report we highlight the results activity in WSTORE2 (November 2012 - October 2015), with a focus on nutrient loads discharged from Vallevecchia into the Northern Adriatic Sea.

Sampling activities

- *Water sampling in three specific spots: chemical-physical parameters are recorded and analysis of nutrient concentration is carried out;*
- *Data recording and processing from the Weather Station for the rainfall volume and from the Pumping station for the the outflowing water volume;*
- *Measurements of the conductivity of water in all the principal channels and critical hydraulics joints;*
- *Measurements of groundwater quality and level;*
- *Ground sampling for conductivity analysis.*

Sampling protocol

The monthly sampling activity was based on the collection of a one-litre bucket of water in three specific hydraulic nodes in the area: the pumping station, the gate and the storage basin. Here only data from the pumping station are reported because water flows (needed to calculate pollutant loads, i.e. mass fluxes, which are the focus of this report) could only be measured there. During each monitoring campaign, we also recorded chemical-physical parameters (temperature, conductivity, salinity, oxygen dissolved, pH) using a WTW multiline P4 measuring device and reported them on a field sheet. Water has been sampled monthly and analyzed in LASA chemical laboratory to assess pollutant concentrations following standard methodologies (APAT/IRSA-CNR 2003; APHA/AWWA/WEF 2005). Concentrations have been determined for ammonia nitrogen ($N\text{-}NH_4$), oxidized nitrogen (N-NOX),

ticanale P4 e riportati su un foglio di calcolo. L'acqua è stata campionata mensilmente e analizzata nel laboratorio chimico LASA per valutare le concentrazioni di inquinanti con le metodologie standard indicate di seguito (APAT / IRSA-CNR 2003; APHA / AWWA / WEF 2005). Le concentrazioni sono state determinate per l'azoto ammoniacale ($N\text{-}NH_4$), ossidi di azoto (N-NOX), azoto organico disciolto (DON), particolato di azoto (PN), azoto totale (TN), fosforo ortofosfato ($P\text{-}PO_4$), fosforo solubile non reattivo (SUP), particolato di fosforo (PP), fosforo totale (TP) e solidi sospesi totali (TSS). Per valutare i carichi uscenti dalla zona di studio nel Canale Baseleghe per nutrienti e TSS i dati di concentrazione e flussi di acqua sono stati integrati nel modo seguente. Per ottenere il carico di inquinanti emessi nell'intervallo tra due date di campionamento è stato moltiplicato ciascun valore C1 della concentrazione misurato, ottenuto dalle analisi di laboratorio, (Figura 23) per il volume dell'acqua defluita dalla stazione di pompaggio tra la data di campionamento e la data del successivo campionamento relativo alla concentrazione C2. Il carico totale annuale è stato semplicemente la somma di tali carichi giornalieri durante tutto l'anno.

dissolved organic nitrogen (DON), particulate nitrogen (PN), total nitrogen (TN), orthophosphate phosphorus ($P\text{-}PO_4$), soluble unreactive phosphorus (SUP), particulate phosphorus (PP), total phosphorus (TP) and total suspended solids (TSS). To assess the loads outflowing from the area into the Baseleghe canal for nutrients and TSS, we have integrated concentration and water flows in the following manner. We have multiplied each given measured value of concentration C1 (Figure 23) obtained from the laboratory analysis by the water volume outflowed from the pumping station between the sampling date for concentration C1 and that for the subsequently sampled concentration C2, to obtain the load discharged in the period between such sampling dates. The total annual load was simply the sum of such individual loads over the whole year.

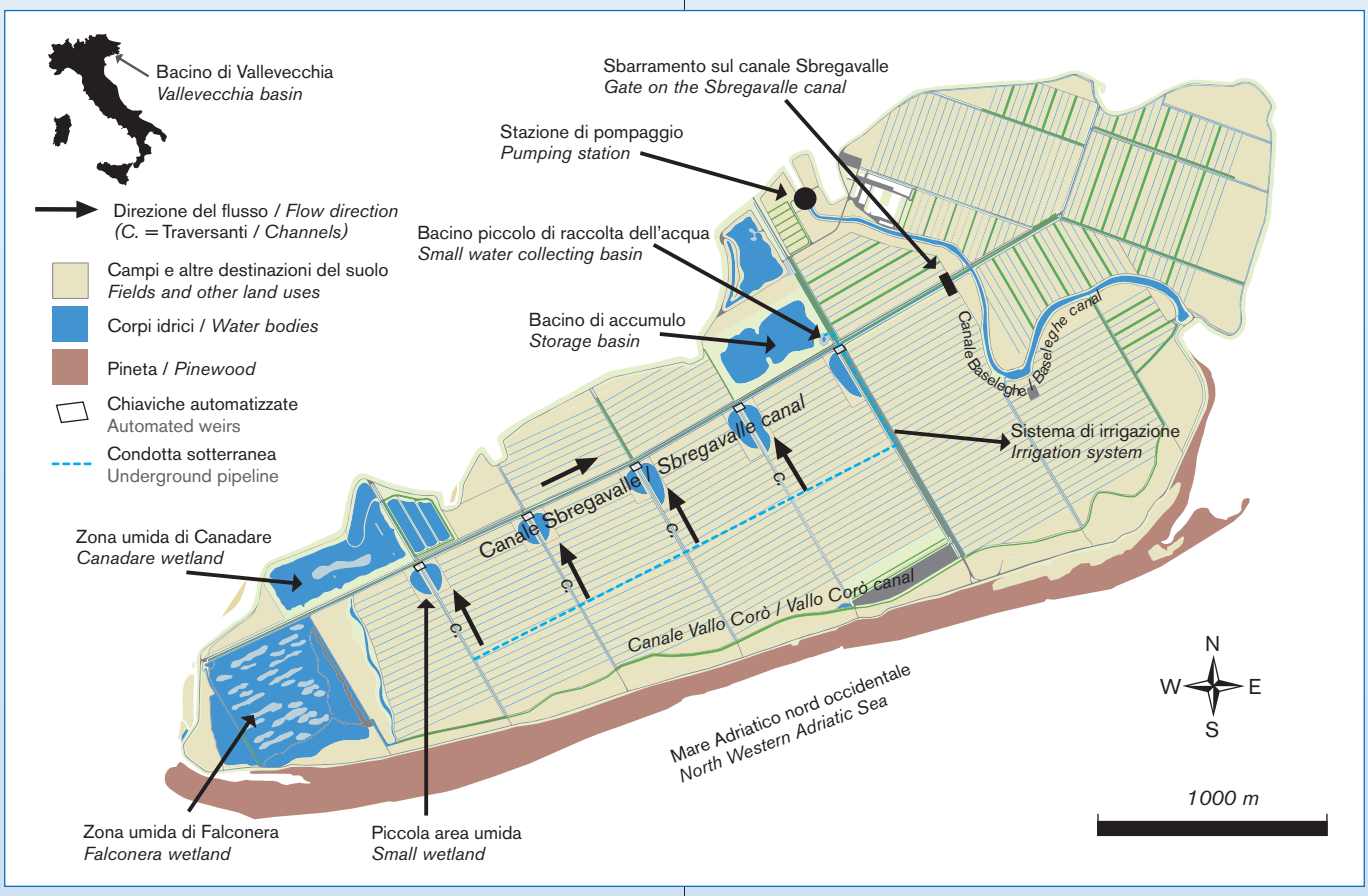


Figura 23. Mappa di Vallevecchia e delle principali strutture interessate dal progetto.

Figure 23. Map of Vallevecchia pilot farm and main structures involved in the project.

Risultati

Le concentrazioni dei diversi composti di azoto e fosforo forniscono importanti indicazioni sulla qualità delle acque nel bacino Vallevecchia e permettono di capire come la qualità delle acque e degli scarichi di nutrienti nelle acque eutrofiche del mare Adriatico siano legati alle condizioni idrauliche ed alle attività antropiche che si svolgono in Vallevecchia.

In generale, la qualità dell'acqua può anche fornire indicazioni su come il funzionamento idraulico delle zone umide influisca sulla salinità dell'acqua del bacino e come possa essere contrastata, per esempio accumulando acqua dolce all'interno del bacino di accumulo. Il monitoraggio della qualità dell'acqua, come previsto WSTORE2 è pertanto fondamentale per impostare piani di gestione integrata delle risorse idriche della zona. Per quantificare l'impatto ambientale di Vallevecchia sulle acque eutrofiche del vicino mare Adriatico, è necessario calcolare il carico dei nutrienti scaricati in mare. Le tabelle ed i grafici che seguono mostrano i flussi mensili ed annuali di acqua scaricati ed i carichi di nutrienti dalla stazione di pompaggio durante le attività WSTORE2 e nel corso degli anni precedenti.

Results

The concentrations of the different nitrogen and phosphorus compounds provide us with important indications on the quality of water in the Vallevecchia basin, allowing us to understand how water quality and nutrient discharges to the eutrophic Northern Adriatic Sea are related to environmental and hydraulic conditions and to human activities taking place in Vallevecchia. In general, water quality can also provide indications about how the hydraulic functioning of the wetland affects salinity in the basin and how salty water can be contrasted, for example by storing freshwater inside the storage basin. Thus, water quality monitoring as foreseen in WSTORE2 is fundamental to set up integrated management plans of water resources in the area. In order to quantify the environmental impact of Vallevecchia on the neighbouring eutrophic Adriatic Sea, it is necessary to calculate the nutrients load discharged into the sea. The tables and the graphs below show monthly and annual water flows and discharged loads of nutrients from the pumping station during WSTORE2 activities and also over the preceding years.

Tabella 13. Flusso mensile di acqua e carico di nutrienti scaricati dalla stazione di pompaggio durante l'attività del progetto (novembre 2012 - ottobre 2015).

Table 13. Monthly water flow and nutrient load discharged from the pumping station during the activity of the project (November 2012 - October 2015).

	Mese *Month*	Pioggia *Rain* 10^3m^3	N-NOX mg/L	N-NH_4 mg/L	D.O.N. mg/L	P.N. mg/L	T.N. mg/L	P-PO_4 mg/L	S.U.P. mg/L	P.P. mg/L	T.P. mg/L	S.S.T. mg/L
I ANNO DI PROGETTO *I YEAR OF THE PROJECT*	Nov. / *Nov.*	497,3	2,5	0,04	2,1	0,7	5,3	0,034	0,060	0,024	0,118	17
	Dic. / *Dec.*	158,7	3,1	0,23	3,2	1,5	8,0	0,471	0,083	0,050	0,603	35
	Gen. / *Jan.*	158,7	2,1	0,11	2,3	1,5	5,9	0,200	0,147	0,049	0,396	35
	Feb. / *Feb.*	550,6	1,5	0,11	0,5	0,7	2,8	0,096	0,032	0,022	0,151	16
	Mar. / *Mar.*	1224,3	1,3	0,12	2,1	0,9	4,4	0,231	0,285	0,030	0,546	21
	Apr. / *Apr.*	254,6	0,2	0,07	1,8	0,5	2,6	0,217	0,190	0,016	0,423	12
	Mag. / *May*	833,5	0,0	0,01	1,3	0,4	1,7	0,112	0,167	0,013	0,292	9
	Giu. / *Jun.*	99,5	0,56	0,05	2,8	0,9	4,3	0,094	0,083	0,030	0,207	21
	Lug. / *Jul.*	328,0	0,13	0,03	1,3	0,9	2,3	0,605	0,289	0,030	0,924	21
	Ago. / *Aug.*	402,6	1,44	0,07	0,4	2,3	4,2	0,667	0,129	0,074	0,870	53
	Set. /*Sept.*	415,6	0,89	0,19	0,3	0,9	2,3	0,132	0,012	0,030	0,174	22
	Ott. / *Oct.*	291,3	0,44	0,17	0,6	0,4	1,6	0,096	0,026	0,013	0,135	9
II ANNO DI PROGETTO *II YEAR OF THE PROJECT*	Nov. / *Nov.*	679,6	0,43	0,52	3,1	1,7	5,7	0,536	0,135	0,055	0,726	39
	Dic. / *Dec.*	132,6	0,5	0,90	2,7	0,5	4,5	0,122	0,085	0,089	0,296	11
	Gen. / *Jan.*	901,0	0,8	0,76	3,0	2,6	7,1	0,266	0,046	0,499	0,812	61
	Feb. / *Feb.*	998,1	0,4	0,21	1,2	2,0	3,9	0,263	0,125	0,382	0,770	47
	Mar. / *Mar.*	274,7	0,1	0,66	0,6	1,1	2,4	0,038	0,060	0,208	0,306	25
	Apr. / *Apr.*	172,9	0,0	0,28	1,6	1,1	3,0	0,062	0,062	0,201	0,325	25
	Mag. / *May*	361,1	0,0	0,56	0,7	1,4	2,7	0,041	0,053	0,262	0,357	32
	Giu. / *Jun.*	281,8	0,0	0,06	1,5	0,9	2,5	0,091	0,139	0,170	0,400	21
	Lug. / *Jul.*	1211,2	0,0	0,04	1,6	2,5	4,2	0,126	0,093	0,475	0,694	58
	Ago. / *Aug.*	378,9	0,1	0,01	0,4	0,9	1,4	0,030	0,030	0,174	0,234	21
	Set. /*Sept.*	440,4	0,1	0,01	0,6	0,4	1,0	0,033	0,039	0,069	0,141	8
	Ott. / *Oct.*	139,7	1,0	0,06	1,1	1,9	4,0	0,042	0,030	0,367	0,440	45
III ANNO DI PROGETTO *II YEAR OF THE PROJECT*	Nov. / *Nov.*	655,9	2,1	0,04	1,3	0,9	4,3	0,032	0,035	0,174	0,242	21
	Dic. / *Dec.*	410,8	0,6	0,11	0,8	0,7	2,2	0,096	0,040	0,131	0,267	16
	Gen. / *Jan.*	153,9	0,7	0,27	1,3	0,4	2,7	0,035	0,013	0,125	0,173	10
	Feb. / *Feb.*	87,6	0,24	0,4	0,4	0,7	1,7	0,017	0,006	0,382	0,406	31
	Mar. / *Mar.*	329,2	0,00	0,0	0,6	0,9	1,6	0,017	0,048	0,346	0,411	29
	Apr. / *Apr.*	54,5	0,02	0,0	0,6	1,0	1,6	0,014	0,051	0,315	0,380	24
	Mag. / *May*	106,6	0,33	0,2	0,9	1,2	2,6	0,273	0,350	0,321	0,943	25
	Giu. / *Jun.*	339,8	0,11	0,1	0,9	0,4	1,6	0,221	0,220	0,335	0,776	35
	Lug. / *Jul.*	63,9	0,00	0,1	0,8	0,8	1,7	0,027	0,121	0,393	0,542	22
	Ago. / *Aug.*	541,1	0,00	0,0	0,8	0,7	1,5	0,031	0,099	0,384	0,514	18

Tabella 14. Flusso di acqua annuale e carico di nutrienti defluiti dalla stazione di pompaggio nel corso di tutte le trascorse attività lavorative di LASA nel bacino Vallevecchia.

Table 14. Annual water flow and nutrient load flowed from the pumping station during all the past working activity of LASA in the Vallevecchia basin.

	Rain Input 10^6 m³	Outflow 10^6 m³	N-NOX t	T.N. t	P-PO₄ t	T.P. t	S.S.T. t
2003	4.1	1.5	3.3	8.0	0.32	0.52	28
2004	6.6	4.1	16.2	27.9	0.54	0.94	110
2005	5.7	3.4	5.5	11.1	0.08	0.28	92
2006	3.8	1.2	1.0	4.8	0.07	0.23	52
2007	4.6	1.0	1.0	4.8	0.07	0.23	34
2008	5.4	3.2	4.6	10.2	0.21	0.82	159
2009	4.5	3.3	2.6	8.9	0.24	0.78	95
2010	6.1	6.1	5.8	20.1	0.22	0.77	213
2011	3.1	1.7	8.0	30.8	1.15	2.37	245
2012	3.3	1.4	1.9	5.7	0.09	0.25	42
2013	5.4	4.7	5.6	18.8	1.02	1.86	107

Rain input = Volume pioggia (caduta su una superficie di 592 ettari)
Outflow = Deflusso acqua
N-NOX = Carico ossidi Azoto
T.N. = Carico Azoto totale
P-PO₄ = Carico fosfati
T.P. = Carico totale Fosforo
S.S.T. = Solidi sospesi totali

Rain input = Rain Volume (fallen on a surface of 592 ha)
Outflow = Water outflow
N-NOX = Oxidized Nitrogen Load
T.N. = Total Nitrogen Load
P-PO₄ = Oxidized Phosphorous Load
T.P. = Total Phpsphorous Load
S.S.T. = Total Suspended Solids

I grafici seguenti (Figure 24-32) riassumono gli input idrici dovuti alla pioggia nella zona, il deflusso d'acqua, e la quantità di nutrienti scaricati nel periodo 2003-2013, inoltre, mettono in evidenza le misurazioni effettuate durante il primo anno del progetto WSTORE2.

The following graphs (Figures 24-32) summarize rain inputs to the area, the water outflow, and nutrient loads discharged from 2003-2013, and also highlight the measurements made during the WSTORE2 project.

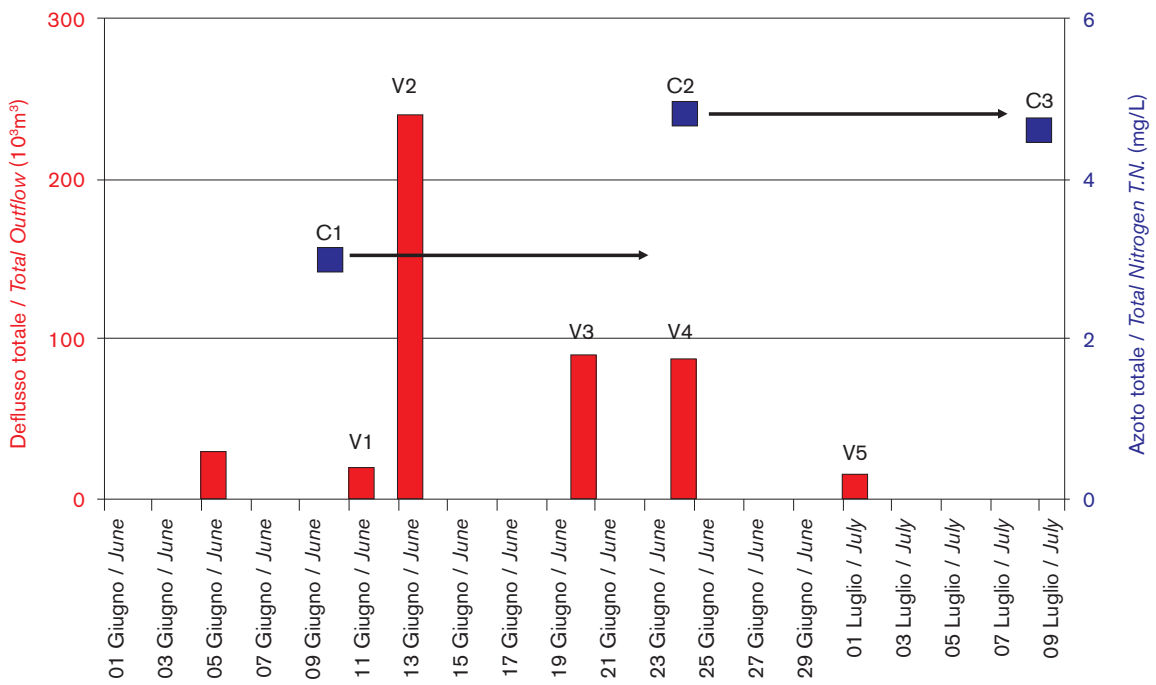


Figura 24. Abbiamo calcolato la concentrazione di nutrienti (ad esempio C1) nel campione di acqua raccolto e questo valore viene moltiplicato per il volume totale di acqua (V1, V2, V3) fuoriuscito dal sistema fino alla prossima data di campionamento (es. C2). I risultati sono la stima in grammi del nutriente defluito.

Figure 24. Example of load assessment.We have calculated the concentration of nutrients (for example C1) in the water sample collected, and this value is multiplied by the total volume of water (V1, V2, V3) leaked from the system until the next sampling date (eg. C2). The results are an estimation, in grams, of the nutrient out-flowed.

Come indicato nelle tabelle e nei grafici il primo anno del progetto è stato caratterizzato da una grande quantità di pioggia a Vallevecchia, al di sopra della media stagionale, prevalentemente concentrata nei mesi di febbraio e marzo. Questo ha causato un incremento del deflusso d'acqua dalla stazione di pompaggio e, di conseguenza, un aumento dei carichi di nutrienti associati di azoto, fosforo e soli-

As shown in the tables and in the graphs the first year of the project was characterized by a great amount of rainfall in Vallevecchia, above the seasonal mean and mainly concentrated in February and March. This has caused an increment in the water flowing from the pumping station and accordingly an associated increase of the nutrient loads of nitrogen, phosphorous and total suspended sol-

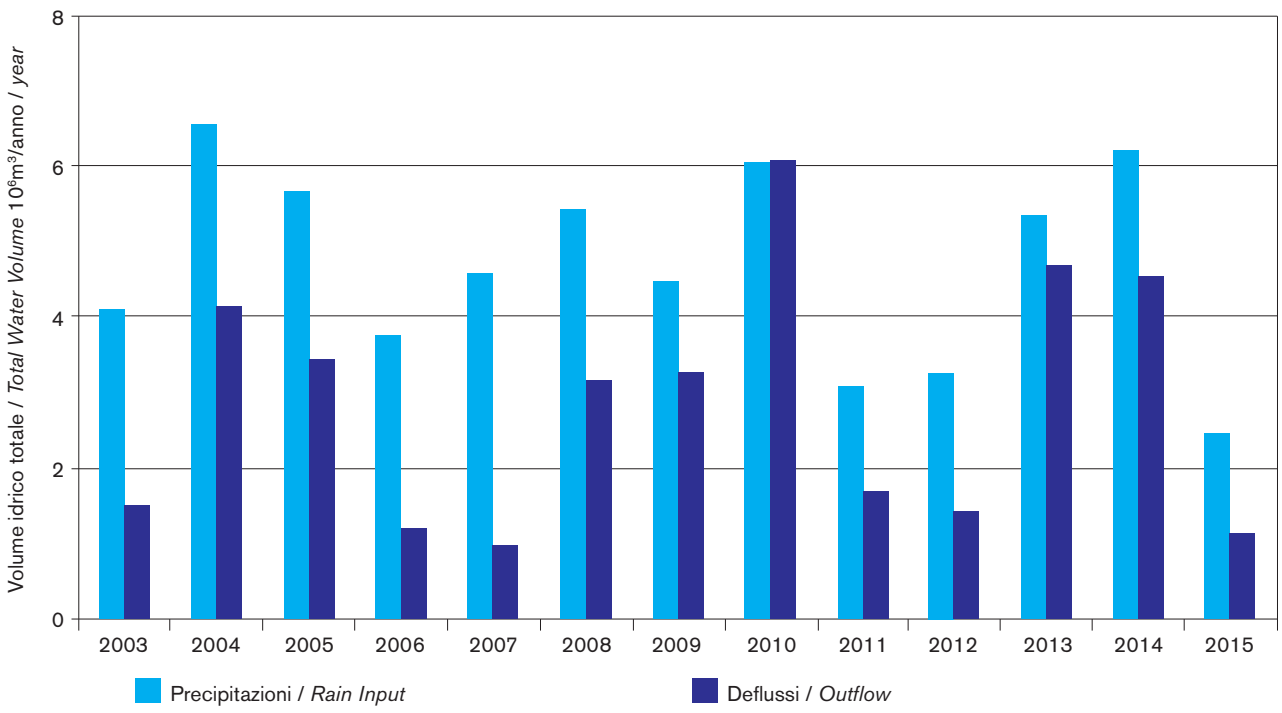


Figura 25. Cumulo annuale delle precipitazioni e volume idrico del deflusso (riferiti ad una superficie di 592 ha).

Figure 25. Annual rain input and water outflow in Vallevecchia (referring to a surface of 592 ha).

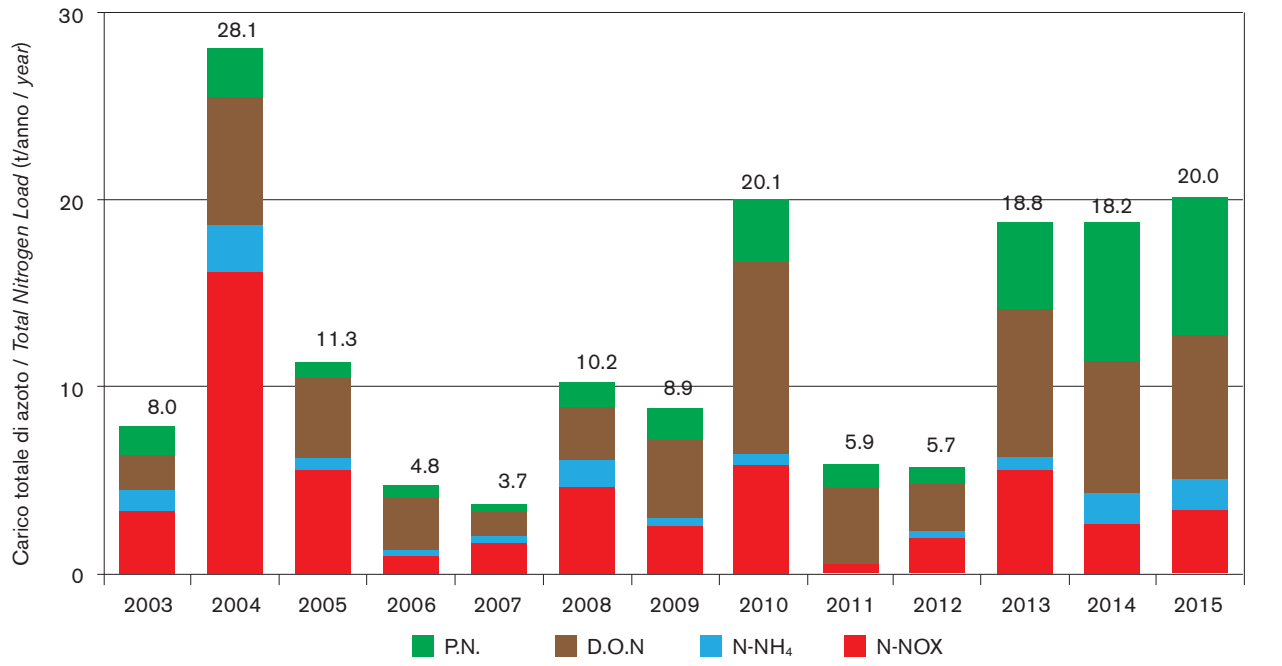


Figura 26. Carichi annuali di azoto rilasciati dall'area.

Figure 26. Annual nitrogen load discharged from the area.

di sospesi totali emessi dal sistema. Un ruolo chiave per tale aumento delle emissioni di nutrienti è stato svolto dal fatto che la pioggia si è concentrata nei mesi di febbraio e marzo, un periodo che viene di solito utilizzato per pratiche agricole (semina e concimazione). Queste pratiche sono state ritardate a causa della pioggia ed effettuate in aprile, quindi in quel mese si è reso necessario mantenere

ids emitted from the system. A key role in such an increase in nutrient emissions was played by the fact that the rain was concentrated during the months of February and March, a period that is usually used for agricultural practices (sowing and manuring). These practices were delayed due to rain and carried out in April, therefore in that month it was necessary to keep the fields as dry as

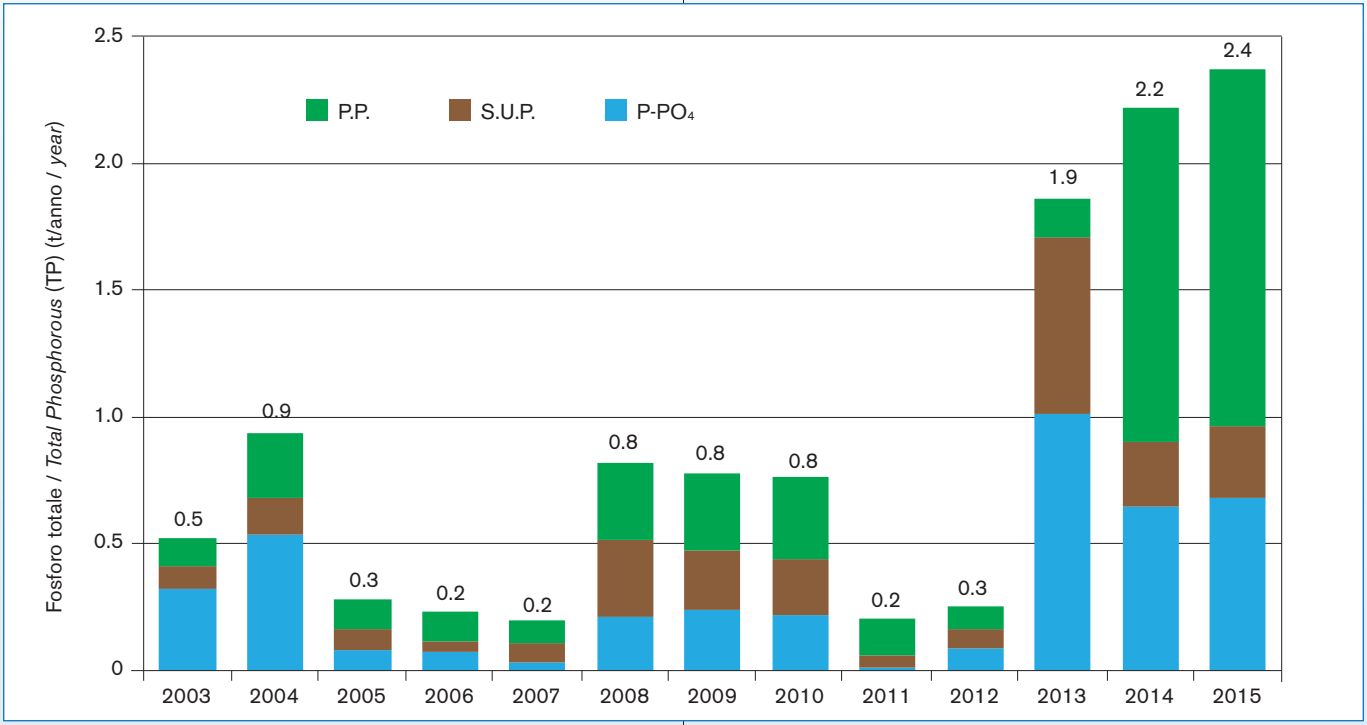


Figura 27. Carichi annuali di fosforo rilasciati dall'area.

Figure 27. Annual phosphorus load discharged from the area.

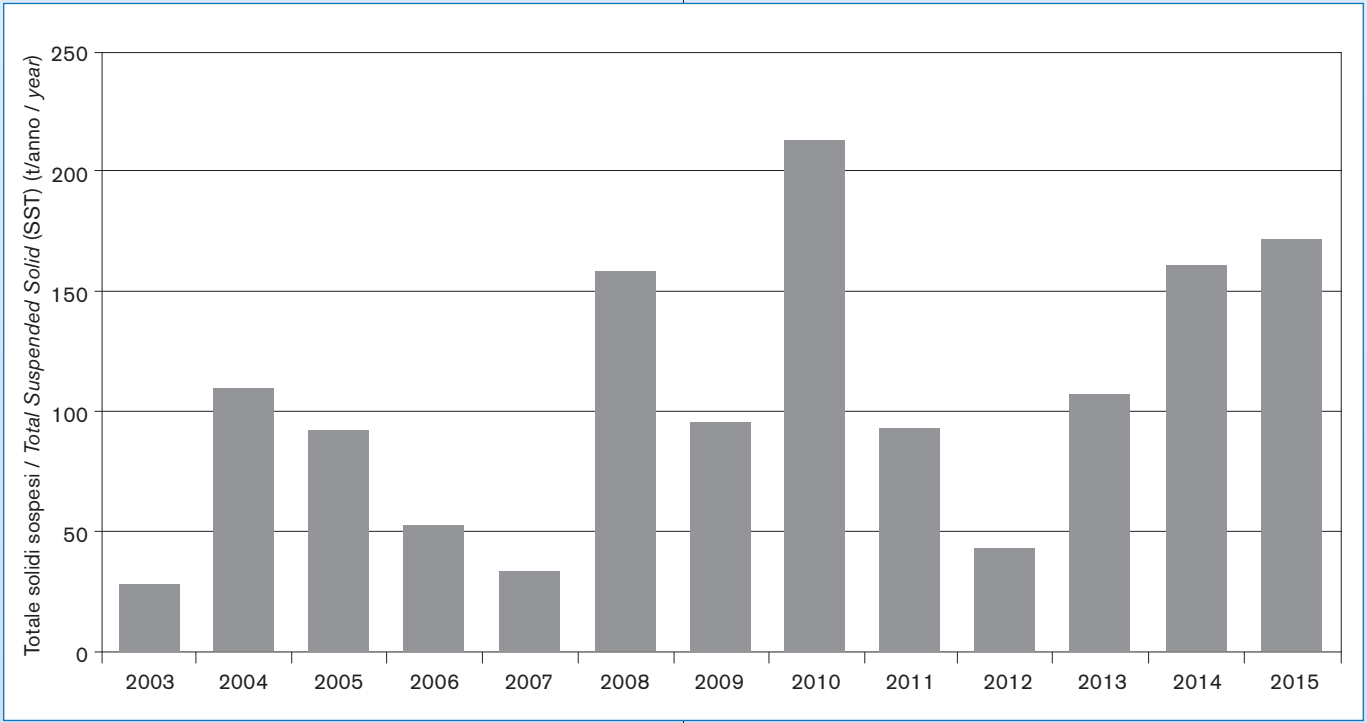


Figura 28. Carichi annuali di solidi sospesi rilasciati dall'area.

Figure 28. Total annual suspended solid load discharged from the area.

gli appezzamenti il più asciutti possibile per consentire la semina e la concimazione, e quindi l'acqua ricca di sostanze nutritive è stata scaricata dall'area in aprile (oltre che in febbraio e marzo). Di conseguenza, il dilavamento dei campi ha causato la fuoriuscita dal sistema Vallevecchia di livelli elevati di nutrienti (P, N).

possible to permit sowing and manuring, and water rich in nutrients was discharged from the area in April (as well as in February and March). Consequently the washout of the fields has caused high level of nutrients (P, N) outflowing from the Vallevecchia system.

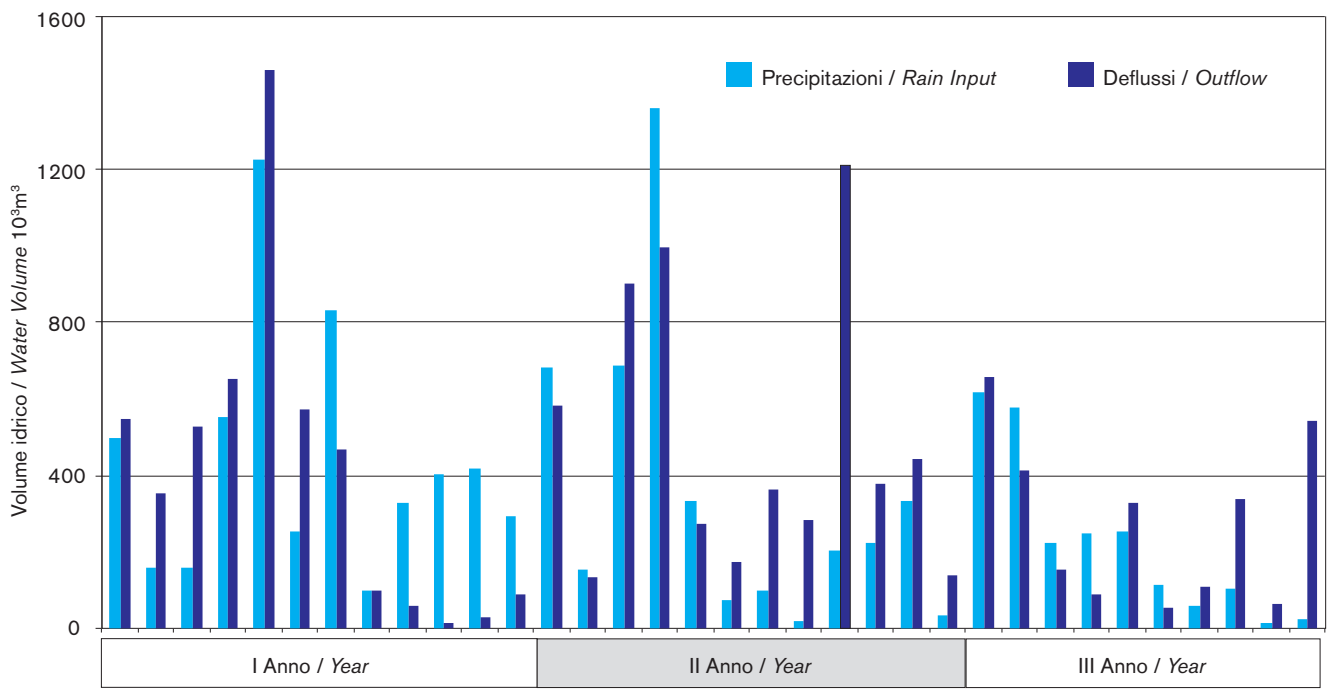


Figura 29. Cumuli mensili delle precipitazioni e volumi idrico dei deflussi (riferiti ad una superficie di 592 ha) nel corso del progetto.

Figure 29. Rain input and water outflow in Vallevecchia (referring to a surface of 592 ha) during the project.

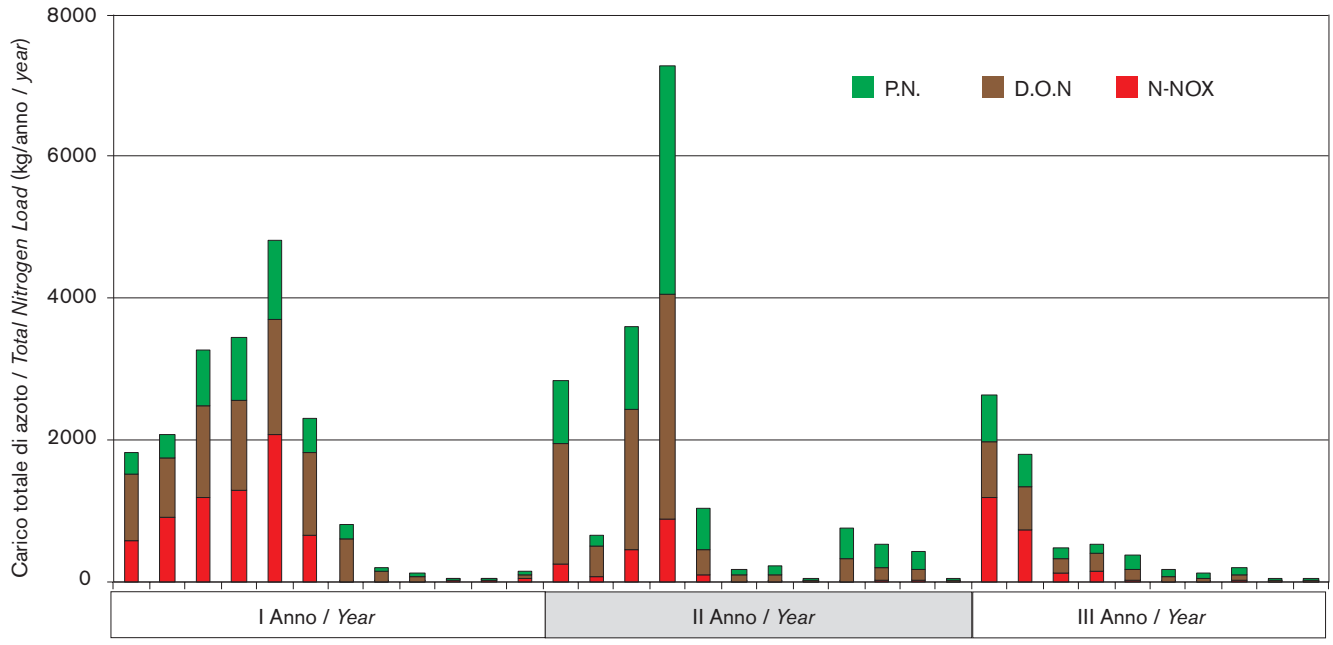


Figura 30. Carichi annuali di azoto rilasciati dall'area nel corso del progetto.

Figure 30. Nitrogen load discharged from the area during the project.

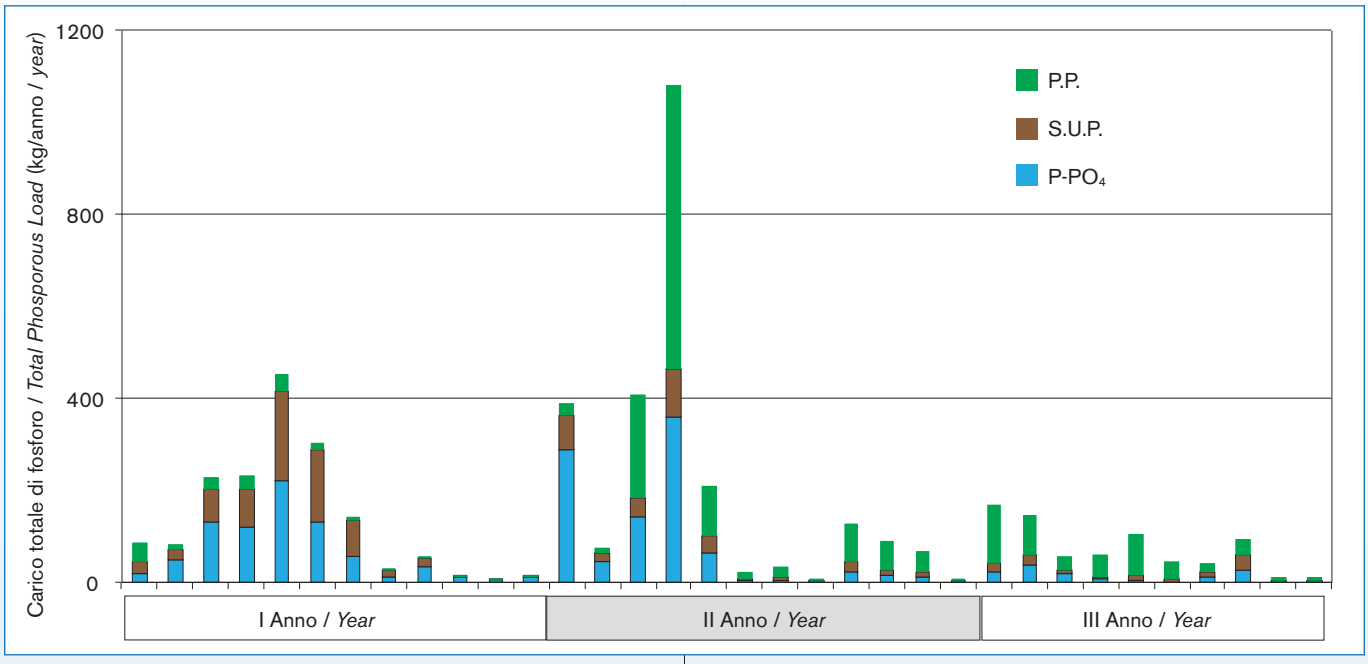


Figura 31. Carichi annuali di fosforo rilasciati dall'area nel corso del progetto.

Figure 31. Phosphorus load discharged from the area during the project.

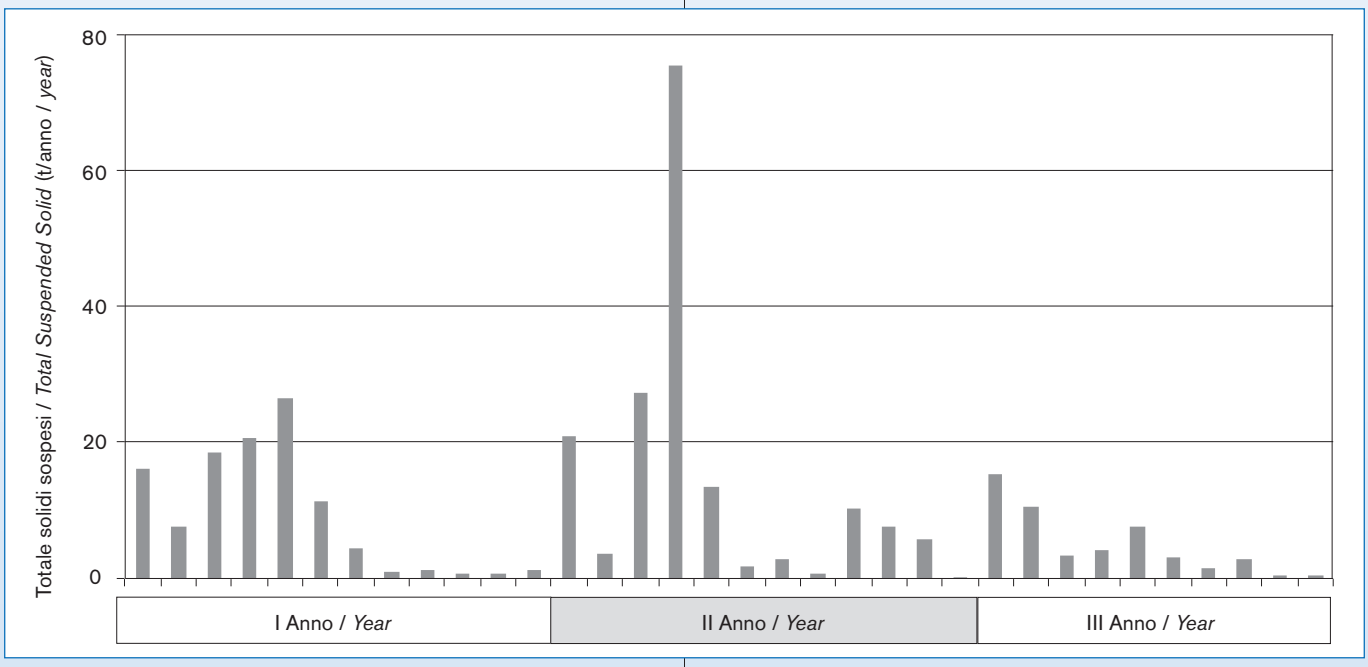


Figura 32. Carichi annuali di solidi sospesi rilasciati dall'area nel corso del progetto.

Figure 32. Total suspended solid load during the project.

Monitoraggio della qualità delle acque

La salinità dell'acqua è stata monitorata mensilmente in 24 stazioni di campionamento distribuite in tutta la rete idrica per un totale di 34 campagne di monitoraggio, come previsto dal piano di attività. Le stazioni individuate si possono dividere in tre gruppi principali: stazioni lungo il canale Sbregavalle, le stazioni di afflusso nel canale Sbregavalle e le stazioni sul canale Vallo Corò.

Monitoring of water quality

The salinity of water has been monitored monthly in 24 sampling stations distributed throughout the water network for a total of 34 monitoring campaigns as envisaged by the activity plan. The stations identified can be divided in three main groups: the stations along the Sbregavalle canal, the inflow stations into the Sbregavalle canal, and the stations on the Vallo Corò canal.

Canale Sbregavalle

La Figura 33 mostra la posizione delle stazioni di monitoraggio sul canale Sbregavalle (S1-S11).
La Figura 34 mostra l'andamento spaziale della salinità nelle stazioni lungo il canale Sbregavalle come risultato delle attività di monitoraggio effettuate dal novembre 2012 al maggio 2014.
Ogni stazione è rappresentata da un box-plot, che mostra le salinità minima, massima, media e mediana, così come i gli estremi dei 25- e 75-percentili. La figura rivela una chiara tendenza all'aumento della salinità lungo il canale.

Sbregavalle Canal

Figure 33 shows the locations of the monitoring stations on the Sbregavalle canal (S1-S11).
Figure 34 shows the spatial trend of salinity in the stations on the Sbregavalle canal as a results of the monitoring activity carried out from November 2012 to August 2015.
Every station is represented with a box-and-whisker plot, showing the minimum, maximum, average, and median salinity, as well as its 25- and 75-percentiles, and the figure reveals a clear trend of increasing salinity along the channel.

Figura 33. Posizione delle stazioni di monitoraggio lungo il canale Sbregavalle (S1-S11).

Figure 33. Locations of the monitoring stations on the Sbregavalle canal (S1-S11).

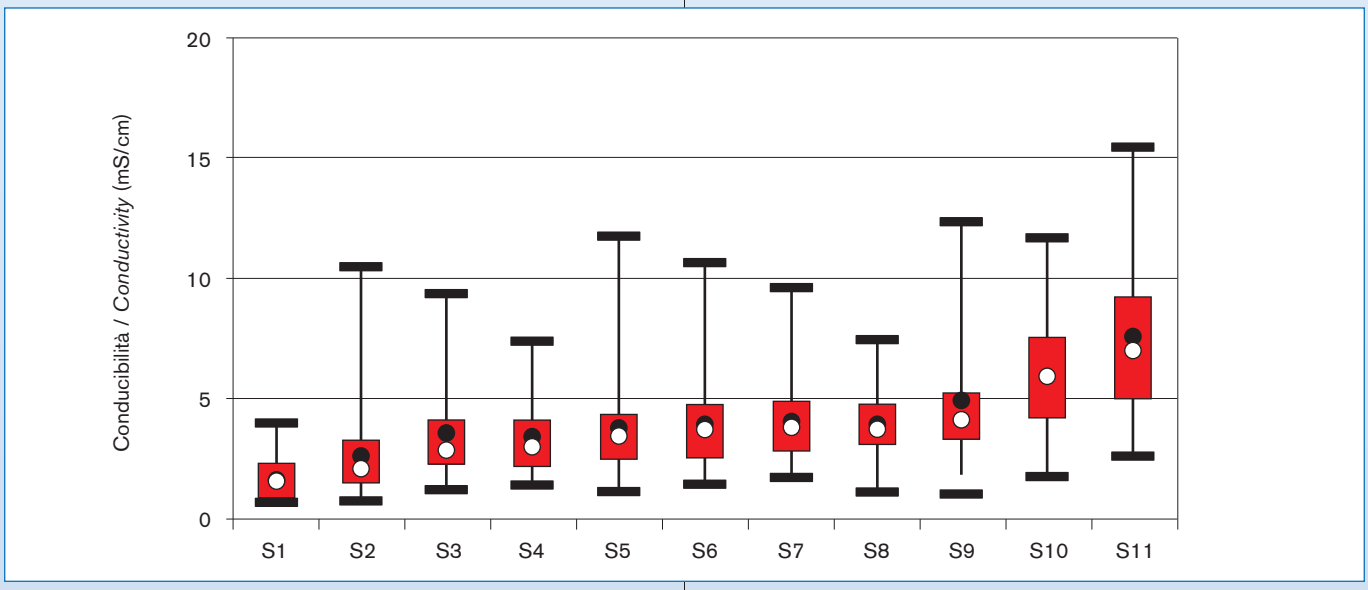


Figura 34. Diagramma a box plot che illustra la distribuzione spaziale della salinità lungo il canale Sbregavalle (vedi figura 33 per le stazioni di campionamento).

Figure 34. Box-and-whisker plot showing the spatial pattern of salinity along the Sbregavalle canal (See figure 33 for sampling stations).

Afflusso al Canale Sbregavalle

La Figura 35 mostra le stazioni di afflusso monitorate luogo il canale Sbregavalle (I1-I6).
La Figura 36 mostra l'andamento spaziale dei valori di salinità misurati nelle stazioni di afflusso lungo il canale Sbregavalle; come sopra, ogni stazione è rappresentata attraverso diagrammi box-plot. Diversamente da quanto emerso in Figura 34, non può essere rilevata una chiara tendenza di salinità con la distanza.

Inflow to the Sbregavalle canal

Figure 35 shows the location of the inflow stations monitored on the Sbregavalle canal (I1-I6).
Figure 36 shows the spatial trend of the salinity values measured in the inflow stations in the Sbregavalle canal; as above, each station is represented through box-and-whisker plots. Unlike in the case of Figure 34, no clear trend of salinity with distance can be detected.

Figura 35. Stazioni di monitoraggio della salinità sul canale Sbregavalle nei punti di afflusso (I1-I6).

Figure 35. Inflow stations for salinity monitoring on the Sbregavalle canal (I1-I6).

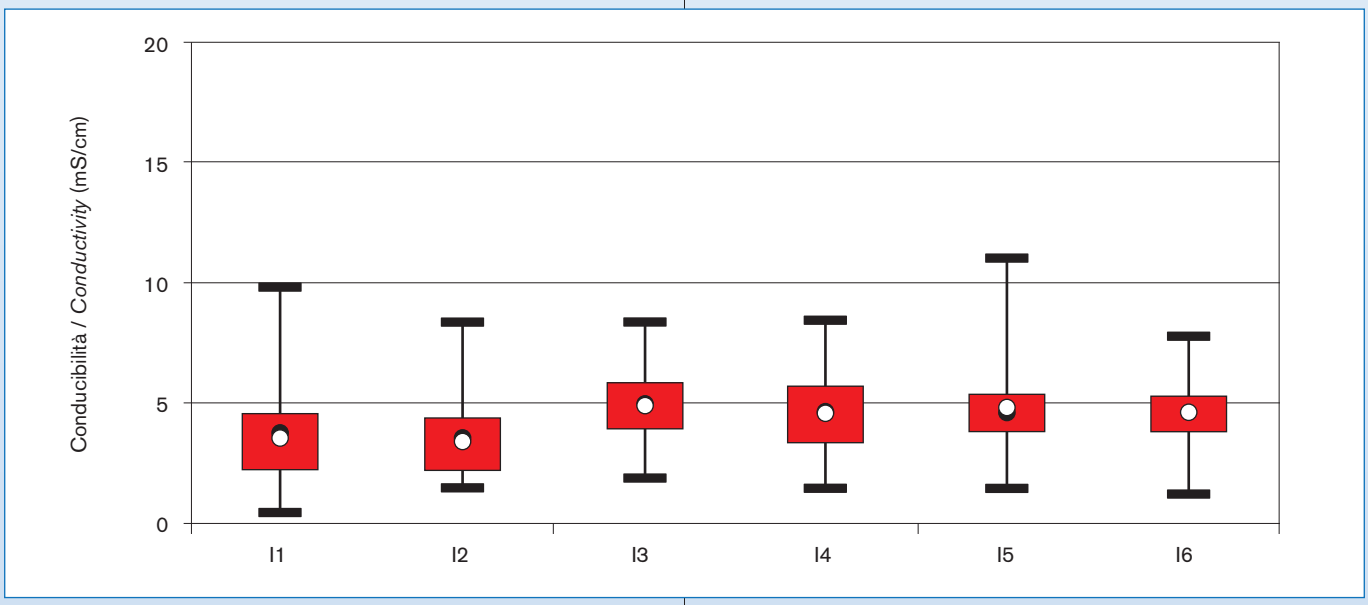


Figura 36. Diagramma a box plot che illustra la distribuzione spaziale della salinità lungo il canale Sbregavalle nei punti di afflusso (vedi figura 35 per dettagli sulle stazioni di campionamento).

Figure 36. Box and whisker graph with the spatial distribution of salinity along the inflow stations on the Sbregavalle canal (see figure 35 fro details on sampling stations).

Canale Vallo Corò

La Figura 37 mostra le stazioni monitorate lungo canale Vallo Corò (V1-V7).
La Figura 38 mostra l'andamento spaziale della salinità misurata nelle stazioni lungo il canale Vallo Corò, rappresentata attraverso grafici box-plot. La salinità è chiaramente in aumento muovendosi in direzione Est; analogamente, la variabilità dei valori di salinità osservati mostra una tendenza ad aumentare spostandosi dalla stazione V1 alla stazione V7.

Vallo Corò canal

Figure 37 shows the stations monitored on the Vallo Corò canal (V1-V7).
Figure 38 shows the spatial trend of the salinity measured in the stations on the Vallo Corò canal, represented through box-and-whisker plots. Salinity is clearly increasing as we move eastwards; similarly, the variability of the observed salinity values shows a tendency to increase as we move from station V1 to V7.

Figura 37. Stazioni di monitoraggio della salinità sul canale Vallo Corò (V1-V7).

Figure 37. Salinity monitoring stations on the Vallo Corò canal (V1-V7).

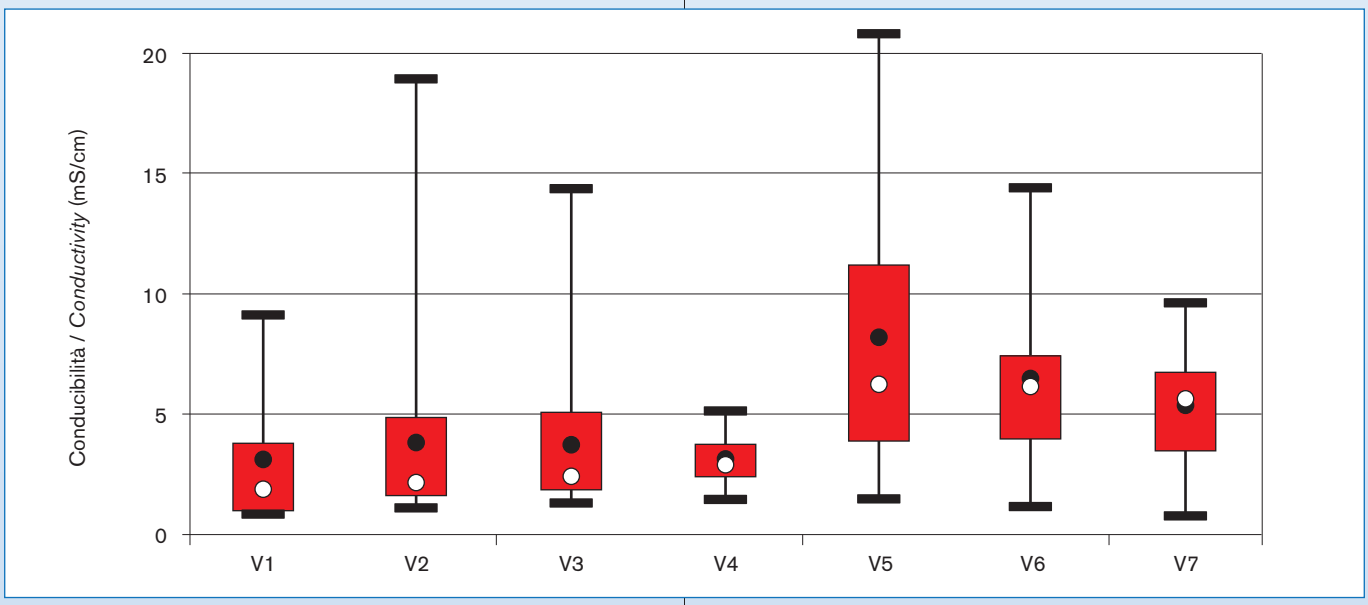


Figura 38. Diagramma a box plot che illustra la distribuzione spaziale della salinità lungo il canale Vallo Corò (vedi figura 37 per dettagli su stazione di campionamento).

Figure 38. Box-and-whisker plots with the spatial distribution of salinity along the Vallo Corò canal (see figure 37 for details on sampling stations).

Monitoraggio di nutrienti e parametri chimico-fisici

I carichi di nutrienti in Vallevecchia sono stati monitorati mensilmente in tre stazioni: N1 (stazione terminale di pompaggio), N2 (prima della paratoia del canale Sbregavalle) e N3 (stazione del bacino di accumulo). In ogni stazione i campioni di acqua sono stati raccolti ogni mese; questi sono stati analizzati nel laboratorio chimico del LASA per misurare le concentrazioni di nutrienti. Le misurazioni di portata sono disponibili approssimativamente ogni sei mesi presso la stazione di pompaggio gestite dal consorzio locale di bonifica e, per ogni periodo, vengono raccolti i dati di pioggia registrati dalla Stazione Meteo.
Tutte queste serie di dati sono utili per calcolare i carichi di nutrienti. La Figura 39 mostra l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio dei nutrienti per l'analisi dei carichi.
Nelle stesse stazioni (N1, N2, N3) sono stati raccolti i parametri chimico-fisici (pH, temperatura, conducibilità, salinità, ossigeno disciolto e saturazione) dell'acqua campionata. Le serie di dati della concentrazione di sostanze nutritive, nonché del volume di acqua piovana, del deflusso idrico e dei parametri chimico-fisici sono disponibili nella relazione tecnica relativa ai nutrienti sul sito web: http://www.wstore2-lasa.dii.unipd.it/wstore2/index.php/en/downloads

Monitoring of nutrients and chemical-physical parameters

Nutrient loads in Vallevecchia have been monitored monthly in three stations: N1 (pumping terminal station), N2 (before the Sbregavalle canal gate) and N3 (storage basin station). In each station, samples of water have been collected monthly; they have been analyzed in the chemical laboratory of LASA to measure nutrient concentrations. Measurements of flow rates are available approximately every six months at the Pumping station managed by the local consortium of land reclamation and on every time period we collect the rain data recorded by the Meteo station.
All these datasets are useful to calculate nutrient loads. Figure 39 shows the location of the nutrient monitoring stations for nutrient load analysis.
On the same stations (N1, N2, N3) we collect chemical-physical parameters (pH, Temperature, Conductivity, Salinity, Oxygen dissolved and saturation) of the water sampled. Dataset of the nutrients concentration as well as of rainwater volume and outflow water volume, and of the chemical-physical parameters are available in the Nutrient Report found on website http://www.wstore2-lasa.dii.unipd.it/wstore2/index.php/en/downloads.

Figura 39. Stazioni di monitoraggio dei nutrienti.

Figure 39. Nutrients monitoring stations.

Il monitoraggio delle acque sottosuperficiali è stata effettuata in 15 stazioni, come indicato nella Figura 40; ogni stazione viene utilizzata per effettuare misure a due livelli delle acque sottosuperficiali (-1m, -2m). Il programma di monitoraggio ha previsto una fase di avvio con misurazioni mensili in tutte le stazioni e una seconda fase con misure continuative del livello delle acque sottosuperficiali e della conducibilità elettrica in 8 stazioni e del monitoraggio mensile nelle altre 7 stazioni. Alla fine di giugno 2013 sono state installate 15 stazioni di monitoraggio, ciascuna composta due piezometri alle profondità di 1 m e 2 m.
Il monitoraggio mensile delle stazioni è iniziato a partire da luglio 2013; l'installazione del sistema di monitoraggio in continuo è iniziato a novembre 2013. I dispositivi di monitoraggio in continuo per la misurazione in profondità di acque sottosuperficiali per conducibilità elettrica, temperatura (e anche il livello della batteria degli strumenti) sono stati collocati nei piezometri profondi (-2 m) delle stazioni As, Bs, Cs, Ds, Es, Av, Cv e Ev; nelle stazioni As, Bs, Cs, Ds, Es i sensori per la conducibilità del terreno, temperatura e umidità sono posti ad una profondità di 30 cm. Tali dispositivi trasmettono dati attraverso un modem in modo tale da rendere i risultati del monitoraggio immediatamente disponibili attraverso un server web dedicato.

Groundwater monitoring has been carried out in 15 stations, as indicated on Figure 40; each station is used to carry out measurements at two groundwater levels (-1m, -2m). The monitoring program includes a start-up phase with monthly measurements at all stations and a second phase with continuous measurements of groundwater level and electrical conductivity in 8 stations, and monthly monitoring in the other 7 stations. At the end of June 2013, the 15 monitoring stations were installed, each consisting of a piezometer at a depth of 1 m and a piezometer at a depth of 2 m.
In July 2013, the monthly monitoring of the stations began; the installation of the continuous monitoring system was carried out in November 2013. Continuous monitoring devices measuring groundwater depth, electrical conductivity and temperature (and also battery level of the instruments) have been placed in the deep piezometers (-2 m) of the stations As, Bs, Cs, Ds, Es, Av, Cv and Ev; on stations As, Bs, Cs, Ds, Es soil conductivity, temperature and humidity sensors are placed at a depth of 30 cm. These devices transmit data through a modem, so that monitoring results will be immediately available through a dedicated web server. An example of such automatically collected data is reported on Figures 17, 18, 19, and 20

Figura 40. Stazioni di monitoraggio dell'acqua sottosuperficiale.

Figure 40. Groundwater monitoring stations.

Un esempio di tali dati raccolti automaticamente è riportato nelle Figure 17, 18, 19 e 20 (non tutti i dati raccolti automaticamente sono mostrati in quanto sono raccolte principalmente con scopi gestionali delle risorse idriche nell'area agricola, inoltre essi forniscono risultati simili a quelli delle campagne di monitoraggio mensili).
Per quanto riguarda il sistema di monitoraggio automatico in continuo, la misura di ciascun parametro ha scopi diversi (ricerca e/o di gestione) come mostrato nella Tabella 15.

(not all automatically-collected data are shown since they are mainly collected with the goal of setting up the management of water resources in the area and furthermore they provide similar results to those of the monthly monitoring campaigns).
As far as the automatic continuous monitoring system is concerned, measuring each parameter has different purposes (research and/or management) as shown on Table 15.

Tabella 15. Scopi dei parametri.

Table 15. Parameters purposes.

Parametro / *Parameters*	Scopo di ricerca *Research purpose*	Scopo gestionale *Management purpose*
Livello acqua sottosuperficiale *Groundwater level*	X	X
Conducibilità acqua sottosuperficiale *Groundwater conductivity*	X	
Temperatura acqua sottosuperficiale *Groundwater temperature*	X	
Conducibilità del suolo *Soil conductivity*	X	
Umidità del suolo *Soil humidity*	X	X
Livello batteria *Battery Level*	X	

In particolare, il livello della batteria è fondamentale per il funzionamento degli strumenti e non ha finalità di ricerca; inoltre, consente al personale di programmare gli interventi di manutenzione. Il livello delle acque sottosuperficiali e l'umidità del suolo sono necessari per regolare le altezze delle paratie automatiche di controllo (I2 - I6), impedendo l'afflusso di acqua di scarsa qualità dai traversanti al canale Sbregavalle.
I dati di monitoraggio raccolti durante i mesi di monitoraggio nell'ambito del progetto WSTORE2 mostrano una migliore qualità delle acque rispetto ai dati dei monitoraggi negli ultimi anni (prima dell'inizio del progetto). Nelle Figure 42 e 43, dove è stata riassunta la tendenza generale della conducibilità dell'acqua nel canale Sbregavalle, dal suo inizio (S1) fino alla fine (S8), rispettivamente prima e dopo l'inizio del progetto.
La Figura 41 indica chiaramente uno dei punti critici con eccessiva salinità (S2) individuati in passato nei pressi della zona umida Falconera. Questa zona umida ha avuto alcuni problemi di perdita di acqua dalle arginature delle zone umide e da una paratoia di controllo.
Durante la prima parte del progetto WSTORE2, ogni perdita di acqua dalla zona umida Falconera è stata eliminata, abbassando la conducibilità dell'acqua come mostrato nelle Figure 42 e 43. Le Figure 42 e 43 illustrano anche che nel corso del progetto WSTORE2 la conducibilità dell'acqua ha mostrato una tendenza a diminuire in tutte le stazioni. I risultati ottenuti, illustrati nella Figura 42, sono stati concretizzati non solo bloccando le fuoriuscite di acqua dalla zona umida Falconera, come descritto sopra, ma anche con

In particular, the battery level is fundamental for instruments to function and has no research purposes; moreover it enables our staff to plan tool maintenance. The groundwater level and the soil humidity level parameters are needed to regulate the heights of the check-gates (I2 - I6), which prevent the inflow of water of poor quality from the channels to the Sbregavalle canal.
The monitoring data collected during monitoring period in the framework of the WSTORE2 project show better water quality than the data of previous monitoring (before the project start), as can be seen in Figures 42 and 43, which summarize the general trend of conductivity in the Sbregavalle canal, from its beginning (S1) till its end (S8), before and after the start of the project respectively.
Figure 41 clearly indicates one of the critical points with excessive salinity (S2) which were found near the Falconera Wetland in the past. This wetland had some problems of water loss throughout some wetland banks and from a check-gate.
During the first part of the WSTORE2 project, every loss of water from the Falconera wetland was eliminated, lowering water conductivity as shown on Figure 42 and 43. Figure 42 and 43 also show that during WSTORE2 the water conductivity has shown a tendency to decrease in all stations. The achievement shown in Figure 42 was possible not only by stopping the water loss from the Falconera wetland, as described above, but also with a minimal management of water flows within the Vallevecchia area, to prevent the inflow of water of poor quality

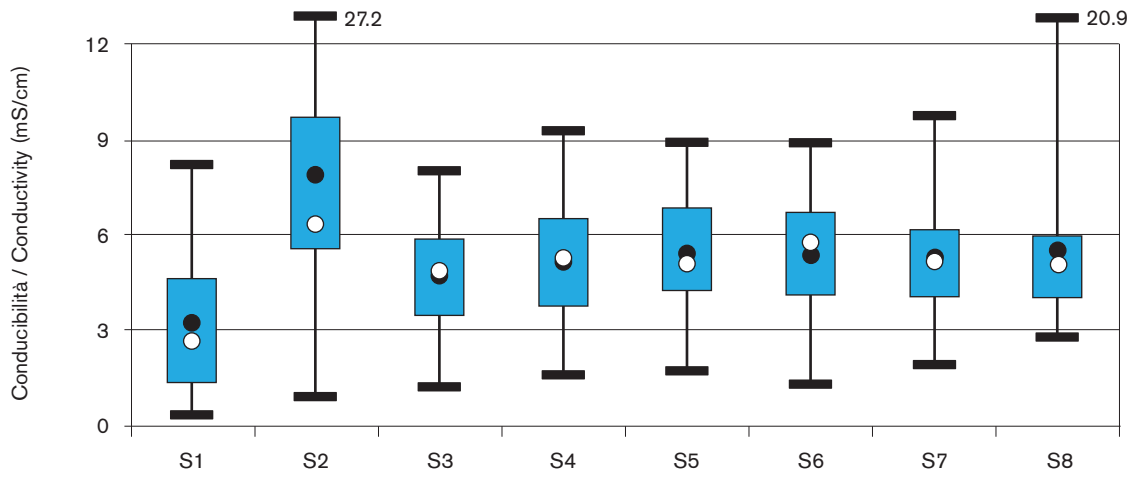


Figura 41. Conducibilità dell'acqua nel canale Sbregavalle prima del progetto WSTORE2 (2003-2012) (vedi Figura 33 per dettagli su stazioni di campionamento).

Figure 41. Conductivity in the water of the Sbregavalle canal before WSTORE2 (2003-2012) (see Figure 33 for details on sampling stations).

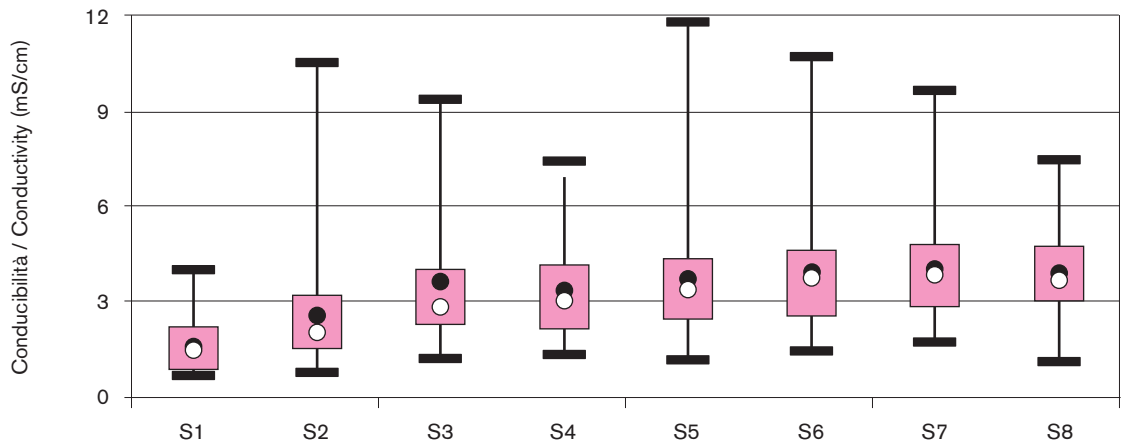


Figura 42. Conducibilità dell'acqua nel canale Sbregavalle durante il progetto WSTORE2 (2012-2015) (vedi Figura 33 per dettagli su stazioni di campionamento).

Figure 42. Conductivity in the water of the Sbregavalle canal during WSTORE2 (2012-2015) (see Figure 33 for details on sampling stations).

una gestione minimale dei flussi idrici nell'area Vallevecchia, concepiti per limitare l'ingresso di acqua di qualità scadente al canale Sbregavalle alimentato dagli afflussi di origine agricole delle stazioni (I2-I6). Per mezzo della chiusura parziale delle chiaviche automatizzate situate alla fine di ogni canale che attraversa gli appezzamenti agricoli è stato raggiunto un duplice obiettivo: conservare l'acqua piovana per arrestare le infiltrazioni di acqua salata e permettere il deflusso di acqua di buona qualità proveniente dal drenaggio della porzione di superficie dei suoli agricoli.
Tutte le informazioni oggetto di registrazione, come previsto dalle azioni progettuali, sono state raccolte e l'intera

to the Sbregavalle canal from the agricultural inflow stations (I2-I6). We have proceeded to partially close the automatic weirs located at the end of every channel that flows across the fields to achieve two main goals: store the rainwater to stop salt water infiltration and permit the outflow of good quality water resulting from the drainage of the agricultural hydraulic sectors.
All data recorded by the project actions have been collected and the whole dataset (water monitoring, nutrients concentrations, groundwater monitoring) can be found on the website: http://www.wstore2-lasa.dii.unipd.it/wstore2/index.php/en/downloads

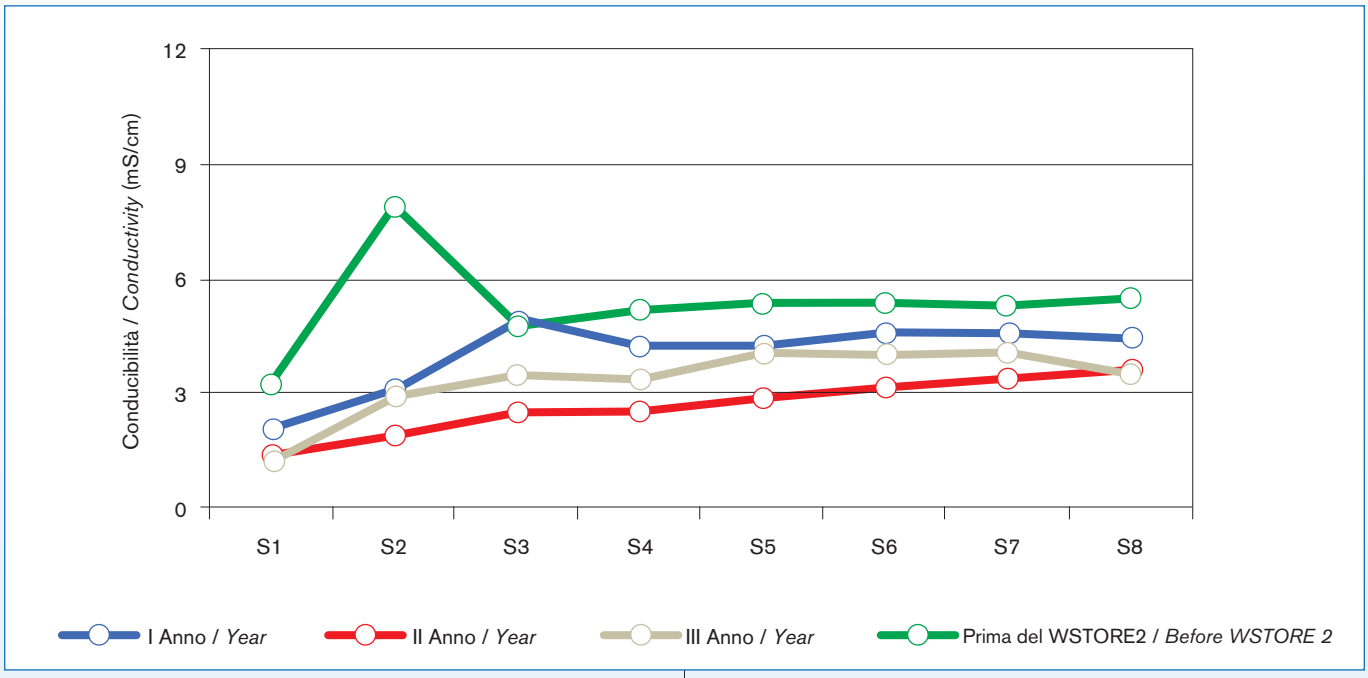


Figura 43. Conducibilità media dell'acqua del canale Sbregavalle dopo l'inizio del progetto WSORE2, negli anni 2012-2015 (vedi Figura 33 per dettagli su stazioni di campionamento).

Figure 43. Mean water conductivity of the Sbregavalle canal after WSTORE2 has started, during years 2012-2015 (see Figure 33 for details on sampling stations).

serie di dati (monitoraggio delle acque, concentrazioni di nutrienti, monitoraggio delle acque sottosuperficiali) possono essere trovate sul sito: http://www.wstore2-lasa.dii.unipd.it/wstore2/index.php/en/downloads
Nel sito web di cui sopra, il LASA fornisce inoltre un aggiornamento in tempo reale delle serie di dati raccolti.

Moreover LASA provides, on the above mentioned website, a real time update of the datasets after every monitoring campaign in the Vallevecchia system.

Effetti del sistema innovativo sulla fauna

Introduzione

Dal punto di vista naturalistico il Comprensorio di Vallevecchia è caratterizzato dalla presenza di una fascia costiera rappresentata dalla linea di battigia, dal sistema delle dune sabbiose e dalla pineta retrostante, il cui insieme è parte del più ampio Sito di Importanza Comunitaria "Laguna di Caorle – Foce del Tagliamento" (IT 3250033). Buona parte dell'area retrocostiera è invece istituita come parte della Zona di Protezione Speciale "Vallevecchia, Zumelle, Valli di Bibione" (IT 3250041). Nell'area di Vallevecchia, la ZPS si presenta con un paesaggio agrario aperto a cui si associano boschi, sistemi di siepi campestri ed aree umide. Dunque, un mosaico di habitat molto diversificati che favorisce una particolare ricchezza di biodiversità.

In particolare, proprio i vasti appezzamenti agrari circondati e alternati a zone più naturali, rappresentano l'habitat di alimentazione e nidificazione di varie specie prioritarie citate nel formulario standard che descrive la ZPS. La presenza di ampie zone aperte coltivate, alternate a zone umide a salinità mitigata o dolce, anche di limitata estensione, amplifica infatti la disponibilità di nicchie ecologiche per la fauna, favorendo la presenza di specie assenti nel circostante territorio marino e lagunare, caratterizzato da vaste distese di canneto e specchi d'acqua salati.

Il monitoraggio faunistico realizzato nell'ambito del progetto si è concentrato in particolare sull'indagine delle presenze di avifauna ed erpetofauna. Lo studio si prefiggeva di dimostrare gli effetti positivi sulla biodiversità che si ottengono attraverso l'adozione di nuove forme di governance dell'acqua che conciliano l'agricoltura con l'ambiente. In particolare, i monitoraggi dovevano verificare le variazioni in termini di aumento della popolazione per quelle specie particolarmente legate alle zone agrarie che si avvantaggiano della presenza di bacini, fossi o canali in cui vi sia presenza temporanea o permanente di acqua dolce o a salinità mitigata.

Area di Studio

Le presenti indagini sono state condotte nel bacino di accumulo delle acque dolci, nei bacini di fitodepurazione e nelle aree agricole collegate (Figura 44).

Nell'ambito d'indagine sono riconoscibili delle situazioni ambientali ben definite che vengono di seguito brevemente descritte:

Zone umide

- Bacini d'acqua dolce caratterizzati da variazioni di livello dell'acqua significative

Effects of the innovative system on wildlife

Introduction

From the point of view of nature the area of Vallevecchia is characterized by a coastal strip represented by the shore line, the system of sand dunes and pine forest behind it, which is part of a larger Site of Community Importance "Laguna di Caorle – Foce del Tagliamento" (IT 3250033). Much of the back-coastal area is, however, part of the "Vallevecchia, Zumelle, Valli di Bibione" Special Protection Area (SPA) (IT 3250041). In Vallevecchia, the SPA is an open agricultural landscape combining woods, hedgerow systems and wetlands. Therefore, it is a very diversified mosaic of habitats that favors a wealth of biodiversity.

Its vast areas of farmland, which are surrounded and interspersed with natural areas, are habitat for feeding and nesting of several priority species mentioned in the standard form that describes the SPA. The presence of large, cultivated open areas, alternating with wetland of mitigated salinity or fresh water, even of limited extension, boosts, the number of ecological niches for wildlife, encouraging the presence of species absent in the surrounding land and marine lagoon, which is characterized by large expanses of reeds and pools of salty water.

The wildlife monitoring carried out under the project focused specifically on the investigation of the presence of birds and herpetofauna. The study aimed to demonstrate the positive effects on biodiversity that could be achieved through the adoption of new forms of water governance combining agriculture with the environment. A main aim of the monitoring was to assess the changes occurring in terms of population increase for those species which are linked to agricultural areas that take advantage of reservoirs, ditches or canals in which there is temporary or permanent fresh water or mitigated salinity.

Area of study

These surveys were conducted in the storage basin of fresh water, in the basins of constructed wetlands and in the associated agricultural areas (Figure 44).

The investigation covers a range of clear environmental situations that are briefly described below:

Wetlands

- *Freshwater basins characterized by significant changes in water level*

- Canali e fossi con *Phragmites* spp. e limitate variazioni dei livelli dell'acqua
- Fragmiteti (con o senza presenza d'acqua)

Zone boscate

- Fasce di siepi e preboschi secondari

Zone agricole

- Colture prevalentemente cerealicole di tipo intensivo

Metodologie

Per condurre le indagini richieste sono stati utilizzati i protocolli di monitoraggio pianificati e messi a punto nel progetto Adriawet 2000 (www.adriawet2000.eu). Questa scelta, è stata fatta per avere un'omogeneità metodologica ed una possibilità di confronto con i dati raccolti nel corso dei monitoraggi previsti nel progetto Adriawet 2000. Questi risultano coerenti con quanto previsto dall'Unione Europea per la raccolta delle informazioni relative a specie ed habitat presenti nei siti Natura 2000. I dati raccolti sul campo sono stati poi inseriti nel database messo a punto nel progetto sopra citato.

Per quanto concerne l'erpetofauna la metodologia utilizzata è stata quella del Visual Census (Sutherland 2006; Mazzotti e Cavalieri d'oro, 2007), tramite l'identificazione

- *Canals and ditches with* Phragmites *spp. and limited changes in water levels*
- *Reeds (with or without water)*

Wooded areas

- *Hedges and secondary bush*

Agricultural areas

- *Mainly cereal-intensive crops type*

Methodologies

To conduct the investigation we used protocols for monitoring, planned and developed in the project Adriawet 2000 (www.adriawet2000.eu). We chose these protocols to ensure homogeneous methodology was used and a comparison could be made with the data collected from the monitoring foreseen in the project Adriawet 2000. The results are consistent with the provisions of the European Union for the collection of information about species and habitats in Natura 2000. The field data were then entered into the database developed in the project mentioned above.

Regarding the Herpetofauna, the methodology of Visual Census was adopted (Sutherland, 2006; Mazzotti and Cavalieri gold, 2007), through the identification of

Figura 44. Azienda Vallevecchia. In giallo le aree interessate dalla ricerca.

Figure 44. Vallevecchia Farm. The area of the research is yellow colored.

di transetti in modo da esplorare tutte le tipologie ambientali presenti, avendo cura di comprendere le raccolte d'acqua presenti. I transetti sono stati visitati nei mesi compresi tra febbraio e ottobre, prevedendo circa metà delle uscite totali durante la notte (almeno un'ora e mezza dopo il tramonto), registrando il numero di animali osservati e la loro posizione. Nelle raccolte d'acqua sono state effettuate retinate (indicativamente una decina per raccolta d'acqua), per verificare la presenza di anfibi urodeli e delle larve. Sono state inoltre ricercate e censite le ovature degli anfibi anuri. Nel caso di *Emys orbicularis*, particolare attenzione è stata riservata alla ricerca degli esemplari giovani (neonati a settembre oppure giovani dell'anno precedente in primavera) o di tracce di siti di deposizione.
Sono state ottenute le seguenti informazioni:

- Lista delle specie per punto
- Ricchezza specifica per zona e per maglia
- Eventuali relazioni distribuzione specie/habitat

Al fine di coprire correttamente l'area d'indagine sono stati individuati 7 punti per il rilievo delle specie avifaunistiche, ubicati in prossimità del bacino di accumulo e delle vasche di fitodepurazione (Figura 45) e quattro transetti per i rilievi erpetofaunistici (Figura 46).

transects in order to explore all the different types of environment, taking care to include water samples. The transects were visited in the months between February and October and provide about half of the total outings during the night (at least an hour and a half after sunset). We recorded the number of observed animals and their location. Nets were used to sift the water samples (about 10 per sample) to verify the presence of salamanders and their larvae. The egg masses of Anura were also searched for and surveyed. In the case of Emys orbicularis, *particular attention has been paid to the identification of juveniles (young specimens born in September or during the spring of the previous year) or traces of spawning.*
The info below were obtained:

- *List of Species per spot*
- *Specific wealth per area and grid*
- *Possible relationship distribution species/habitat*

In order to properly cover the area of investigation 7 spots were identified for the survey of bird species, located near the storage basin and wetlands tanks (Figure 45) and four transects for surveys on herpetofauna (Figure 46).

Figura 45. Punti di censimento dell'avifauna.

Figure 45. Census spots for avifauna.

Figura 46. Transetti per il monitoraggio dell'erpetofauna.

Figure 46. Transects for the monitoring of herpetofauna.

Risultati

1) *Erpetofauna*

I dati raccolti hanno consentito di avere indicazioni sulle cenosi erpetofaunistiche che contraddistinguono l'area. Complessivamente nei transetti previsti sono state osservate 4 specie di anfibi e 7 di rettili che vengono riportate nella tabella seguente:

Results

1) Herpetofauna

Overall, to date, five exits have been made; the collected data made possible to get information on cenosis of herpetofauna that distinguish the area, after a full year of monitoring. Considering all the transects, 4 species of amphibians and 7 of reptiles were found, listed in the table below:

Tabella 16. Rettili ed anfibi individuati.

Table 16. List of identified amphibians and reptiles.

	Nome scientifico / *Scientific name*	Nome comune / *Common name*	Direttiva habitat / *Habitats directive*
Anfibi *Anphibians*	Bufo bufo	Rospo comune / *Western toad*	
	Rana kl. esculenta	Rana verde / Common *water frog*	
	Rana dalmatina	Rana agile / *Agile frog*	IV
	Hyla intermedia	Raganella italiana / *Italian tree frog*	IV
Rettili *Reptiles*	Emys orbicularis	Testuggine palustre europea / *European pond turtle*	II
	Lacerta bilineata	Ramarro occidentale / *Western green lizard*	
	Podarcis muralis	Lucertola muraiola / *Common wall lizard*	IV
	Natrix tessellata	Natrice tessellata / *Dice snake*	IV
	Natrix natrix	Natrice dal collare / *Grass snake*	
	Hierophis viridiflavus	Biacco / *Green whip snake*	IV
	Vipera aspis	Vipera comune / *Asp viper*	

Analizzando i dati relativi ai singoli percorsi monitorati, risulta evidente come il transetto ws_e_1 sia stato quello caratterizzato da una maggior ricchezza specifica, fatto imputabile alla presenza di un'elevata diversità ambientale (Figura 47). Il numero maggiore di specie legate alla presenza dell'acqua (5 specie), è stato invece osservato nel transetto ws_e_3 (Figura 49). Prendendo in considerazione il rapporto percentuale tra le specie legate alle zone umide e tipiche di altri ambienti, si nota come nei transetti posti in prossimità delle vasche di fitodepurazione ws_e_2, ws_e_3, ws_e_4, le comunità erpetologiche rilevate siano composte quasi unicamente da specie legate ad ambienti umidi (tra l'80% ed il 100%), mentre nel transetto ws_e_1 queste rappresentano solo il 43% del totale; questo fatto è legato, come detto in precedenza alla maggior diversità ambientale (presenza di sistemi di siepi ben strutturate, maggior diversificazione delle colture, presenza di aree e bordure a prato) che si riscontra in questo sito (Figura 48).

Analysing the data relating to single monitored paths, we found how the transect ws_e_1 was the one characterized by the bigger specific richness, likely due to the presence of high environmental diversity (Figure 47). Meanwhile, the highest number of species linked to the presence of the water (5 species), was observed in the transect ws_e_3 (Figure 49). Taking into account the ratio between the species linked to wetlands and typical of other environments, it can be seen that in the transects placed near the tanks for constructed wetlands ws_e_2, ws_e_3, ws_e_4, the herpetological communities detected are composed almost exclusively of species linked to wet environments (between 80% and 100%), while in the transect ws_e_1 these represent only 43% of the total; this fact is related, as mentioned earlier, to its richer environmental diversity (presence of well structured systems of hedges, greater diversification of crops, the presence of areas and borders in lawn) that can be found in this site (Figure 48).

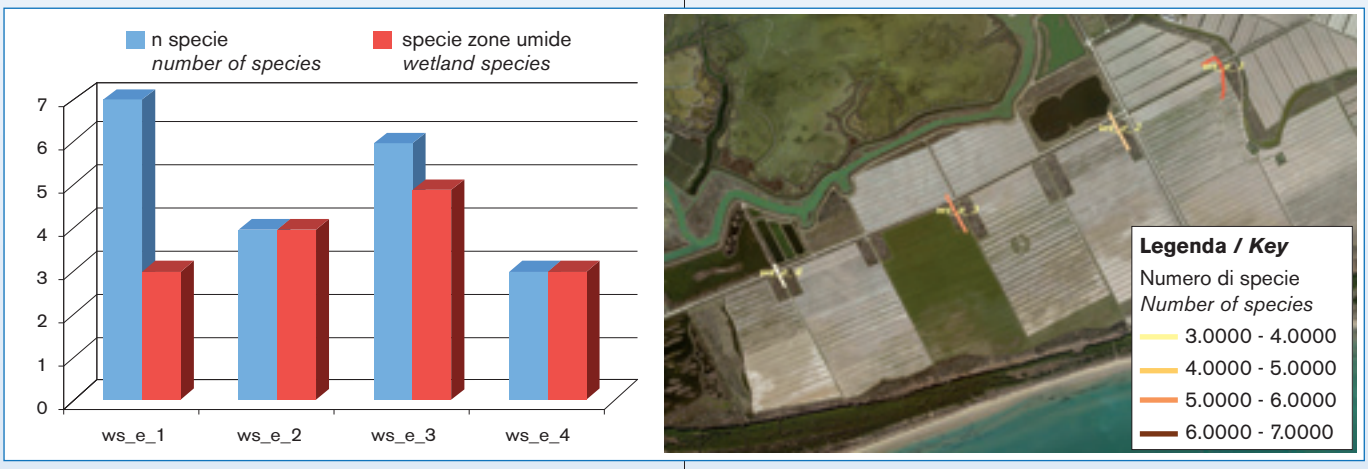


Figura 47. Ricchezza di specie nei transetti per il monitoraggio dell'erpetofauna.

Figure 47. Numerosity of the species in the transects for herpetofauna monitoring.

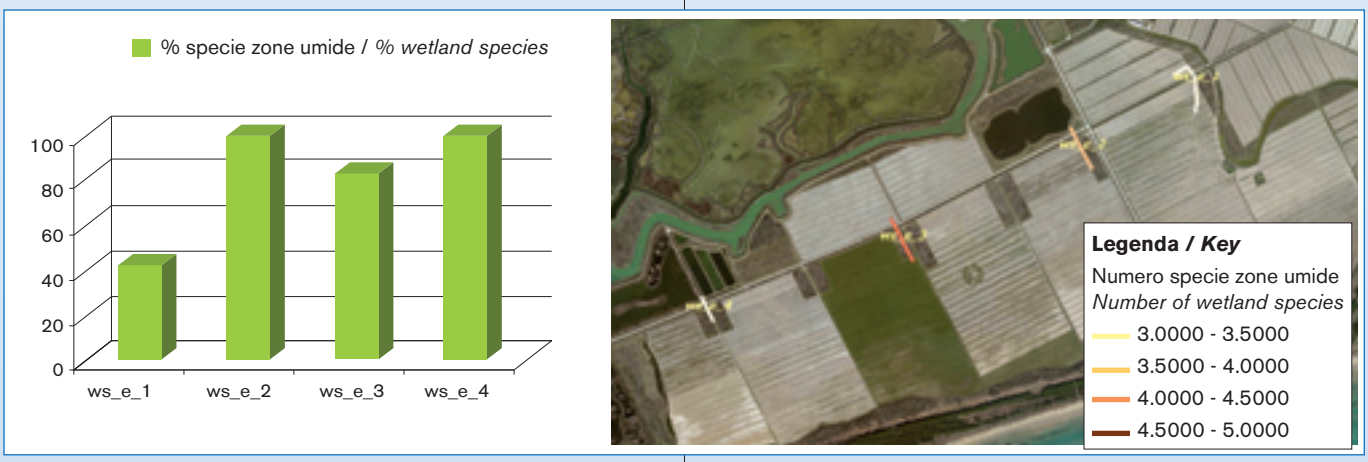


Figura 48. Percentuale di specie legate alle zone umide nei transetti per il monitoraggio dell'erpetofauna.

Figure 48. Percentage of species associated to wetlands in the transects for herpetofauna monitoring.

Considerando queste indicazioni dal punto di vista quantitativo, va sottolineato l'elevato numero di *E. orbicularis* (50) (Foto 14) rilevati nel transetto ws_e_3, mentre per gli altri transetti le osservazioni di questa specie di elevato interesse conservazionistico, si limitano ad alcuni individui. Ciò potrebbe essere legato ad un'effettiva idoneità di questo sito per la testuggine palustre.

Considering these findings in terms of quantity, it should be emphasized the high number of E. orbicularis *(50) (Photo 14) recorded in the transect ws_e_3, while in other transects the observations of this conservationally interesting species were limited to a few individuals. This may be linked to the suitability of this site for the pond turtle.*

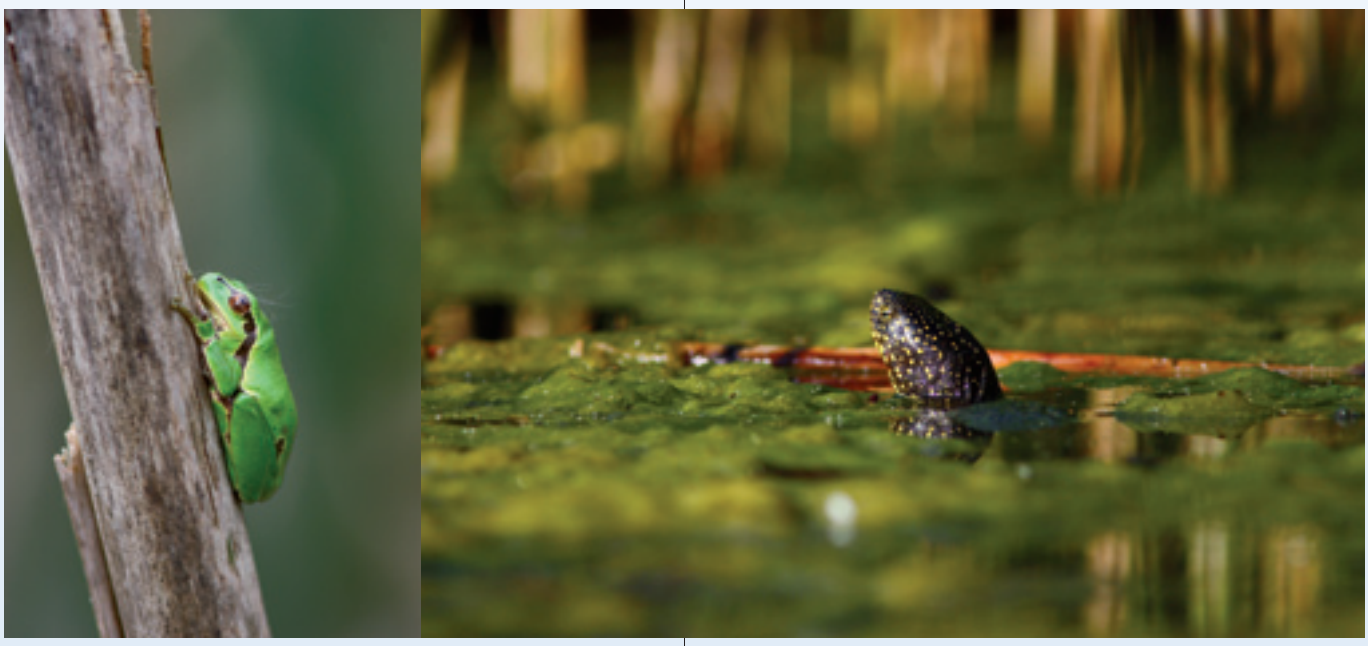


Foto 14. Esemplare di *Hyla intermedia* (sinistra) ed *Emys orbicularis* (destra).

Photo 14. Specimen of Hyla intermedia *(left) and* Emys orbicularis *(right).*

2) *Avifauna*

Al termine del monitoraggio, nelle aree indagate, si è registrato un aumento di specie dell'avifauna, con 120 specie monitorate rispetto alle 86 iniziali. In particolare è importante evidenziare un aumento delle specie incluse nell'Allegato I della Direttiva 2009/147 denominata "Uccelli" (21 specie censite rispetto alle 11 iniziali).

Suddividendo le specie in base alle situazioni ambientali presenti, il 44,2% delle entità contattate risulta essere legato alla presenza di zone umide, il 28,3% è legato alla presenza di sistemi di siepe/prebosco, il 14,2% è rappresentato da specie che frequentano prevalentemente le aree agricole ed infine il 13,3% delle specie contattate è rappresentato da entità generaliste o specie osservate mentre transitavano sopra l'area senza essere legate ad essa (Figura 49).

I punti in cui è stato osservato il maggior numero di specie legate alla presenza di zone umide sono stati il WS5 (Figura 50), collocato presso il bacino di accumulo ed il WS7, ubicato in prossimità della vasca di fitodepurazione più orientale, al margine del canale Sbregavalle; in questo

2) Birdlife

At the end of the monitoring, in the surveyed areas, an increase of bird species has been recorded, with 120 monitored species compared to the initial 86. It is important to highlight an increase in species included in the Annex I to the Birds Directive 2009/147 (21 enumerated species compared to the initial 11).

Dividing the species according to environmental conditions present in Vallevecchia, 44.2% of contacted entities appears to be linked to the presence of wetlands, 28.3% is related to the presence of systems of hedge / bush, 14.2% is represented by species predominantly associated with agricultural areas and, finally, 13.3% of the species observed are represented by generalist entities or observed while passing over the area without being linked it (Figure 49).

The points where it was observed the largest number of species linked to the presence of wetlands were the WS5, (Figure 50) located at the storage basin and WS7, located nearby the easternmost constructed wetlands on the edge of the Sbregavalle canal; in this case the chan-

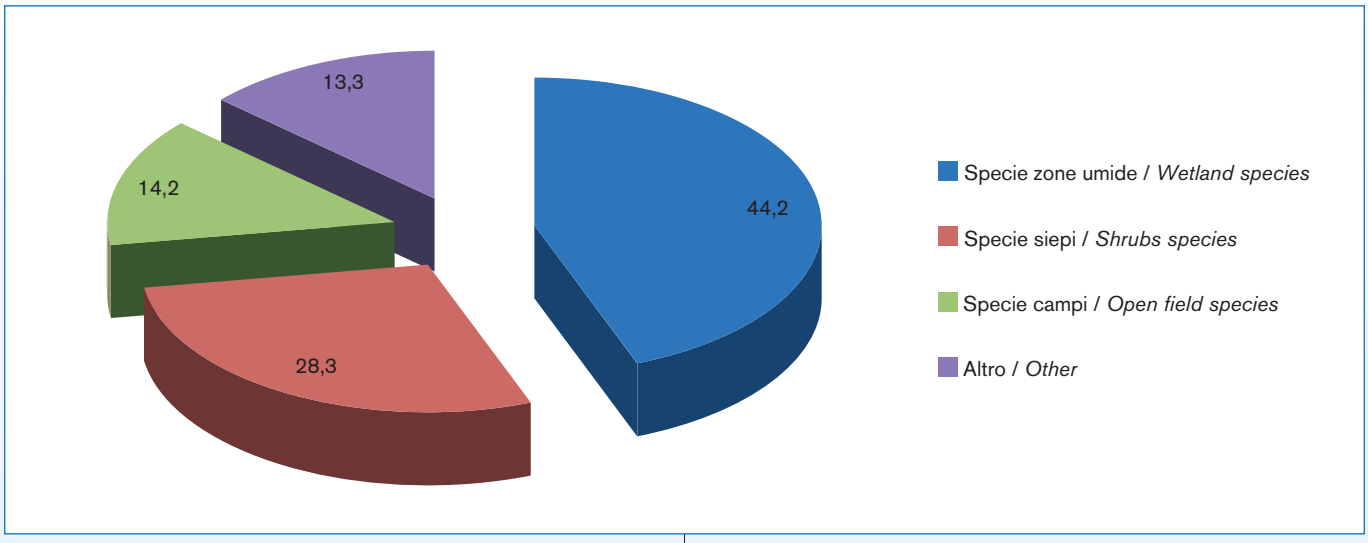


Figura 49. Percentuale delle specie osservate in relazione alle tipologie ambientali presenti.

Figure 49. Percentages of the observed species in relation to the different environments.

caso la presenza del canale, associata a consistenti fasce di canna palustre (*Phragmites australis*), ha sicuramente contribuito ad aumentare il numero di specie acquatiche. Negli altri punti, collocati presso le vasche di fitodepura-

*nel, which contains vast stretches of reeds (*Phragmites australis*) has certainly helped to increase the number of aquatic species. In the other points, at the tanks of constructed wetlands there was a substantial homogeneity,*

Figura 50. Percentuale delle specie legate alle zone umide nei differenti punti d'ascolto/osservazione.

Figure 50. Percentages of species linked to wet lands in different listening/observation spots.

zione si è riscontrata una sostanziale omogeneità, con una percentuale di specie acquatiche compresa tra il 35% ed il 38%.
Il bacino di accumulo (WS5), si è rivelato importante per differenti specie di Anatidi, sia di superficie (Gen. *Anas*) che di profondità (Gen. *Aythya*), presenti durante lo svernamento, la migrazione e la nidificazione (Foto 15 e 16). In questo sito hanno nidificato inoltre *Podiceps cristatus, Tachybaptus ruficollis, Fulica atra*. Importanti risultano anche le fasce di canneto che circondano il bacino in quanto offrono siti di nidificazione ed alimentazione a diverse specie.
I canneti presenti all'interno delle vasche di fitodepurazione sono molto importanti per alcune specie di Acrocefalini, in particolare *Acrocephalus scirpaceus*, *A. palustris ed A. arundinaceus* (Foto 17). Una maggior permanenza dell'acqua in questi siti, unita ad alcuni interventi selvicolturali sulle siepi a margine, potrebbe arrestare la dinamica in atto che porterebbe ad una chiusura del canneto a favore del bosco e ad una conseguente diminuzione delle specie sopra citate. In questi siti è inoltre comune la specie *Cettia cetti*.

with a percentage of aquatic species between 35% and 38%.
The storage basin (WS5), proved to be important for different species of Anatidae, both dabbling (Gen. Anas*) and diving ducks (Gen.* Aythya*), present during the wintering, the migration and nesting (Photos 15 and 16). In this site nested also* Podiceps cristatus*,* Tachybaptus ruficollis*, and* Fulicola atra*. Important are also the bands of reeds surrounding the basin as they provide nesting and feeding opportunities for several species.*
The reeds inside the tanks of the constructed wetlands are very important for some species of Acrocefalini, particularly Acrocephalus scirpaceus, A. palustris *and* A. arundinaceus *(Photo 17). A longer permanence of the water in these sites, combined with some forestry operations on the hedges on the sidelines, could stop current dynamics, which would see the reeds replaced by the forest with a consequent decrease of the species mentioned above. Cettia cetti is also a common species at these sites.*

Foto 15. Esemplari di *Anas querquedula* osservati durante la migrazione di primavera dal punto WS5.

Photo 15. Specimen of Anas querquedula *observed during the spring migration from spot WS5.*

Foto 16. Esemplari di *Aythya ferina* e *A. fuligula* osservati in sosta nel bacino di accumulo (punto WS5). L'osservazione della Moretta (*A. fuligula*) e della Moretta tabaccata (*A. nyroca*) nel bacino di accumulo è una novità faunistica di grande pregio che si è verificata dopo l'avvio del progetto che ha consentito il raggiungimento di livelli di salinità molto bassi favorevoli alla crescita nel bacino di un'alga (gen. *Chara*) molto appetita da queste due specie.

Photo 16. Specimen of Aythya ferina *and* A. fuligula *resting in the storage basin (spot WS5). The spotting of tufted duck (*Aythya fuligula*) and ferruginous duck (*A. nyroca*) in the storage basin is a wildlife novelty of great regard, happened after the start of the project consented to reach very low salinity levels, favorable to the growth in the basin of an alga (gen.* Chara*) very longed by the two birds species.*

Foto 17. Esemplare di *Acrocephalus scirpaceus* in canto (punto WS3).

Photo 17. Specimen of Acrocephalus scirpaceus *singing (spot WS3).*

I sistemi di siepi e preboschi che circondano la vasche di fitodepurazione risultano in forte dinamica verso il bosco; il rapporto *Luscinia megarhynchos/Sylvia atricapilla* in favore della prima specie evidenzia l'evoluzione dell'arbusteto ad uno stadio di prebosco. Questi ambiti ospitano inoltre alcuni individui di *Lanius collurio*, entità di particolare interesse conservazionistico, anche se nel corso del monitoraggio non sono state evidenze certe di nidificazione di quest'entità.
Le aree agricole sottese risultano idonee alla presenza di alcune specie d'interesse; in particolare i canali che separano gli appezzamenti sono utilizzati da *Ardea purpurea* durante la ricerca del cibo, mentre gli appezzamenti agricoli durante i mesi di fine inverno ed inizio della primavera ospitano entità di grande pregio come *Grus grus, Circus* sp., ecc.

Specie nidificanti
Nel corso delle uscite di monitoraggio sono state raccolte, ove possibile, informazioni in merito alla nidificazione delle specie. La metodologia di rilevamento utilizzata (punti di osservazione/ascolto) non risulta essere la più idonea ad un censimento e mappatura completi delle specie nidificanti nell'area oggetto di studio, tuttavia fornisce indicazioni in merito alle specie presenti nel periodo riproduttivo. Sulla base di queste premesse si riportano di seguito le specie di maggior interesse (specie d'interesse conservazionistico e specie connesse con le tematiche del progetto WSTORE2) per le quali è stata accertata la nidificazione.

Fistione turco (*Netta rufina*)
Questa specie nidifica in differenti zone umide dell'area di Vallevecchia. Per quanto concerne l'ambito oggetto del presente studio è stata osservata per la prima volta una femmina con pulli nel bacino di accumulo delle acque (punto WS5) che è l'unico sito idoneo alla specie. Stima numero di coppie riproduttive nelle aree WSTORE2: 1.

Moriglione (*Aythya ferina*)
Quest'anatra tuffatrice è presente tutto l'anno nell'area di Vallevecchia con contingenti svernanti e con un discreto numero di coppie riproduttive. Nel bacino di accumulo delle acque (punto WS5) nel giungo del 2014 sono state osservate due femmine accompagnate dai pulli. Questa zona, caratterizzata dalla presenza di acque profonde e fasce di canneto appare molto idonea alla specie. Stima numero di coppie riproduttive nelle aree WSTORE2: 2-3.

Svasso maggiore (*Podiceps cristatus*)
Specie relativamente comune; nell'area di progetto si riproduce nel bacino di accumulo delle acque (punto WS5), dove sono stati osservate tre coppie con pulli nel periodo compreso tra maggio e giugno; le osservazioni primaverili avevano indicato un numero superiore di coppie. Stima numero di coppie riproduttive nelle aree WSTORE2: 3-5.

The systems of hedges and pre-forest surrounding the tanks of constructed wetlands are in strong dynamic towards the forest; the ratio Luscinia megarhynchos/Sylvia atricapilla *in favor of the first species shows the evolution of shrubbery at a pre-forest stage. These areas are also home to some individual* Lanius collurio*, entities of special conservation interest, even if during the monitored period there was no evidence of this species nesting.*
Agricultural areas are suitable for some species of interest; the channels that separate the fields are used by Ardea purpurea *in particular during the search for food, while during the months of late winter and early spring the fields host extremely interesting fauna, such as* Grus grus, Circus *sp., etc.*

Nesting species
During the inspections information on the nesting species, where possible, have been collected. The survey method used (points of watching/listening) does not appear to be the most appropriate to complete a census and mapping the species nesting in the study area, however, it gives information on the species present in the breeding season. Based on these premises, the following table shows the most interesting species (species of conservation concern and species associated with the project themes of WSTORE2) and their nesting habits.

Red-crested pochard *(*Netta Rufina*)*
This species nests in different wetlands areas of Vallevecchia. As regards the area covered in this study we observed for the first time a female with chicks in the storage basin (point WS5) which is the only suitable site for this species. Estimated number of breeding pairs in the WSTORE2 areas: 1.

Common Pochard *(*Aythya ferina*)*
This diving duck is present throughout the year in Vallevecchia with wintering contingents and with a fair number of breeding pairs. In the storege basin (point WS5) in June 2014 two females were observed accompanied by their chicks. This area, characterized by deep water and strips of reeds appears very suitable for the species. Estimated number of breeding pairs in the WSTORE2 areas: 2-3.

Great Crested Grebe *(*Podiceps cristatus*)*
Relatively common species; in the project area it reproduces in the storage basin (point WS5), where three pairs with chicks were observed in the period between May and June; spring observations had indicated a higher number of couples. Estimated number of breeding pairs in the WSTORE2 areas: 3-5.

Usignolo di fiume (*Cettia cetti*)
Piccolo passeriforme legato alle formazioni arbustive miste a canneto che si sviluppano lungo i canali, i fossi, i corsi d'acqua ed al margine dei bacini lacustri. Nell'area oggetto di studio è presente in ogni punto di monitoraggio con un numero di maschi territoriali compreso tra 1 e 3. Non avendo osservato individui con l'imbeccata non ci sono dati oggettivi per confermare la nidificazione (che tuttavia può essere confermata su base empirica). Stima numero di coppie riproduttive nelle aree WSTORE2: 10-20.

Cannaiola verdognola (*Acrocephalus palustris*)
Specie legata a siepi umide intercalate con canneti e formazioni arbustive. Alcuni individui in canto sono stati osservati nelle vasche di fitodepurazione nel corso dei movimenti migratori. La nidificazione è da ritenersi probabile nel punto WS1. Stima numero di coppie riproduttive nelle aree WSTORE2: 1-2.

Cannaiola comune (*Acrocephalus scirpaceus*)
Specie legata ai sistemi di canneti presenti lungo canali, paludi ed al margine dei laghi. Alcuni individui in canto sono stati osservati nelle vasche di fitodepurazione e lungo il canale che li collega nel corso dei movimenti migratori. La nidificazione è da ritenersi probabile nei punti WS1; WS2; WS3; WS5 e WS6. Stima numero di coppie riproduttive nelle aree WSTORE2: 6-12.

Cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus*)
Specie legata ai sistemi di canneti presenti lungo canali, paludi ed al margine dei laghi. Alcuni individui in canto sono stati osservati nelle vasche di fitodepurazione e lungo il canale che li collega nel corso dei movimenti migratori. La nidificazione è probabile nei punti WS2; WS4; WS5. Stima numero di coppie riproduttive nelle aree WSTORE2: 4-8.

Averla piccola (*Lanius collurio*)
Specie d'interesse comunitario (compresa nell'allegato I della Direttiva 147/09) legata ai sistemi agricoli tradizionali, alla presenza di siepi e fasce prative; tutta l'area di Vallevecchia sembra essere idonea alla specie che è relativamente comune. Nell'area oggetto del presente studio l'averla piccola è presenta con alcune coppie che nidificano nei sistemi di siepi poste ai margini delle vasche di fitodepurazione e del bacino di accumulo. A giugno sono stati osservati in diversi punti individui con l'imbeccata ed un adulto e 4 pulli volanti nei pressi del bacino di accumulo (punto WS5). Stima numero di coppie riproduttive nelle aree WSTORE2: 4-6.

Cetti's Warbler *(*Cettia cetti*)*
This small passerine is attracted by the shrub formations mixed with reeds growing along canals, ditches, waterways and on the edge of the lake basins. In the study area it is present in each monitoring point with a number of territorial males between 1 and 3. Not having observed individuals with beakfulls of food there are no objective data to confirm nesting (which, however, can be confirmed on empirical basis). Estimated number of breeding pairs in the WSTORE2 areas: 10-20.

Marsh Warbler *(*Acrocephalus palustris*)*
Species linked to humid hedges interspersed with reeds and scrub formations. Some singing individuals were observed in the tanks of constructed wetlands during migration. Nesting is considered likely in the point WS1. Estimated number of breeding pairs in the WSTORE2 areas: 1-2.

Reed Warbler *(*Acrocephalus scirpaceus*)*
This species is linked to the systems of reeds distributed along watercourses, marshes and on the edge of the lakes. Some singing individuals were observed during migration in the tanks and constructed wetlands along the watercourse that connects them. Nesting is considered likely to be in points WS1; WS2; WS3; WS5 and WS6. Estimated number of breeding pairs in the WSTORE2 areas: 6-12.

Great reed warbler *(*Acrocephalus arundinaceus*)*
This species is linked to the systems of reeds distributed along canals, marshes and on the edge of the lakes. Some singing individuals were observed during migration in the wetlands and along the watercourse that connects them. Nesting is likely to take place in the points WS2; WS4; WS5. Estimated number of breeding pairs in the WSTORE2 areas: 4-8.

Shrike *(*Lanius collurio*)*
Species of interest to the European Community (Annex I to the Directive 147/09) linked to traditional farming systems and to the presence of hedges and meadows; the entire area of Vallevecchia seems to be suitable for this species, which is relatively common. In the area covered by this study shrikes were spotted, with a few pairs nesting in the systems of hedgerows on the edges of the wetlands and in the storage basin. In June 2014 several individuals were observed with beakfulls of food and one adult and four chicks flying near the storage basin (point WS5). Estimated number of breeding pairs in the WSTORE2 areas: 4-6.

Comunicazione e coinvolgimento dei portatori di interessi nel progetto WSTORE2

Nel corso del progetto WSTORE2, le azioni di comunicazione e coinvolgimento dei portatori di interesse (stakeholders) sono state curate da VeGAL, agenzia di sviluppo dell'area della Venezia Orientale. In questo ambito Vegal si è occupato in particolare della creazione di Tavoli di lavoro con gli stakeholders interessati dal progetto. Con il termine di "stakeholder" si definiscono quei soggetti influenti nei confronti delle tematiche affrontate dal progetto WSTORE2. I Tavoli di lavoro si configurano quindi come dei gruppi qualificati di portatori d'interesse. In accordo con la pianificazione progettuale di WSTORE2 sono state realizzate diverse azioni di coinvolgimento degli stakeholders, affinché i tavoli di lavoro fossero ben rappresentati includendo tutti quei soggetti che a vario titolo potessero essere interessati dalle azioni e dai risultati progettuali. A tale proposito è stato avviato un processo di "dialogo" e di confronto per verificare le aspettative e per impostare le migliori strategie di comunicazione per dare delle risposte concrete agli stakeholders coinvolti (Foto 18).
Nelle fasi organizzative degli incontri sono stati di volta in volta definiti e precisati gli obiettivi strategici del coinvolgimento anche in base ai risultati che si intendevano discutere, diffondere e comunicare. L'identificazione degli stakeholders da coinvolgere e stabilire priorità e temi da indagare e approfondire sono stati l'gli aspetti che hanno maggiormente caratterizzato questa azione progettuale.
Gli incontri organizzati sono stati in totale 12 e si sono

Stakeholder involvement in the project WSTORE2

During the project WSTORE2, the action of communication and involvement of stakeholders were dealt with by VEGAL, the development agency of the Eastern Venice area. In this context Vegal dealt particularly with the creation of work groups with the stakeholders involved in the project.
The stakeholders are identified as influential groups or organizations towards the issues addressed by the project WSTORE2. The work groups are recognized as qualified groups of stakeholders. In accordance with the project planning, WSTORE2 has launched various actions involving stakeholders, so that, the working groups were well represented and included all those people who for various reasons could be affected by the actions and results of the project. In this respect, a process of "dialogue" and comparison to verify expectations were started to set the best communication strategies and give concrete answers to the stakeholders involved (Photo 18).
During the organization of the periodical meetings the strategic goals were defined and clarified, also, on the base of the results meant to be discussed, released and disseminated. The identification of stakeholders to be involved and the definition of priorities and topics to be discussed were the key aspects of this part of the project.

Foto 18. Incontro informativo (Work-shop) con stakeholders e tecnici.

Photo 18. Work-shop with stakeholders and technicians.

svolti dall'inizio del 2013 e fino al 2015, le principali categorie di portatori di interesse sono elencati nella tabella sottostante.

Twelve meetings in total were organized, they took place from the beginning of 2013 until 2015, the main categories of stakeholders are listed in the table below.

Principali stakeholders del progetto WSTORE2.

Main stakeholders of the project WSTORE2

Istituzione / denominazione *Institution / designation*	Tipologia (Target) *Tipology (Target)*	Abbreviazione *Abbreviation*
Sindaci, ARPAV e ARPA FVG, Genio Civile, assessori all'agricoltura e all'ambiente, tecnici dei Comuni della Venezia Orientale, Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici per le province di Venezia, Belluno, Padova e Treviso, Regione Veneto - Unità di progetto Genio Civile di Venezia, Provincia di Venezia Direzione Ambiente e Difesa del suolo; Comune di Caorle, Consorzio di Bonifica Veneto Orientale. *Mayors, ARPAV and ARPA FVG, Civil Engineering, environment and agriculture councilors, Technicians of the Eastern Venice municipalities, Superintendence for the architectural and landscape of the provinces of Venice, Belluno, Padua and Treviso, Veneto Region - Unit Project Civil Engineers of Venice, Venice Province Environment Directorate and soil conservation; Municipality of Caorle, Reclamation Consortium of Eastern Veneto.*	Pubbliche amministrazioni *Pubblic administrations*	**PA**
Associazioni di categoria agricole, Cooperative Agricole e loro associazioni, associazioni di imprese di meccanizzazione agricola, Istituto Nazionale Economia Agraria, Associazioni di produttori, Associazione Forestale del Veneto Orientale, Ordine dei dottori agronomi e dei dottori forestali della provincia di Venezia. *Agricultural associations, Agricultural Cooperatives and their associations, associations of agricultural mechanization companies, National Institute for Agricultural Economics, Associations of manufacturers, Forestry Association of Eastern Veneto, Order of agronomists and forest doctors of the province of Venice.*	Agricoltori ed agronomi *Agronomist and Farmers*	**AGR**
Fattorie didattiche della Venezia Orientale. *Educational farms of Eastern Venice.*	Didattica naturalistica *Didactic for nature*	**FAT**
Legambiente Veneto, WWF Venezia, Associazione Laguna Nostra – Amici di Caorle, Osservatorio del paesaggio e della bonifica San Donà di Piave, Associazioni naturalistiche di educazione ambientale. *Legambiente Veneto, WWF of Venice, Laguna Nostra Association – Caorle's Friends Association, San Donà di Piave Remediation and Landscape Obesrvatory, Associations for nature and environment education.*	Ambiente e paesaggio *Environment and landscape*	**PAES**
Associazione Albergatori, Consorzio promozione turistica, singoli operatori turistici dell'area. *Association of hoteliers, Consortium promoting tourism, individual tourism operators.*	Operatori turistici *Touristic operators*	**TUR**
Stakeholders	Cambiamento climatico *Climate change*	**CC**

Principali argomenti trattati nei tavoli di lavoro:

- la presentazione del progetto;
- la valutazione di alcune scelte tecniche adottate dai progettisti con particolare riferimento alla realizzazione delle opere per la gestione e distribuzione dell'acqua;
- gli aspetti tecnici ed economici legati all'uso dell'acqua nelle aree costiere con particolare riferimento al settore agricolo;
- i cambiamenti climatici e gli effetti attesi nelle aree costiere, in particolare, nella Venezia Orientale;
- l'approfondimento degli aspetti tecnici ed economici legati all'uso dell'acqua nelle aree costiere con la partecipazione degli amministratori locali con competenze sui temi agricoltura, ambiente, sviluppo rurale e dei dirigenti tecnici dei Comuni;
- l'uso dell'acqua e la relazione con le attività turistiche del territorio individuando nuove strategie per il turismo e la mobilità sostenibile;
- la presentazione del progetto al mondo della scuola e la valutazione di possibili sinergie in relazione con le

Main topics of the working groups

- *Presentation of the project;*
- *Assessment of several technical decisions taken by the project developers with particular reference to the realization of the works for the management and distribution of water;*
- *Technical and economic aspects related to the use of water in coastal areas with particular reference to the agricultural sector;*
- *Climate change and the expected effects in coastal areas, in particular in Eastern Venice;*
- *Technical studies and economic aspects related to the use of water in coastal areas with the participation of local administrators with expertise on agricultural issues, environment, rural development and technicians of municipalities;*
- *Water use and its relationship with the touristic activities of the territory by identifying new strategies for tourism and sustainable mobility;*
- *Presentation of the project to schools and evaluation*

materie di studio e con le potenziali opportunità lavorative in campo agronomico e ambientale;
- l'approfondimento degli aspetti "didattici" legati all'uso dell'acqua in agricoltura, con proposta di strumenti di attività per bambini e adulti da replicare in azienda e nelle fattorie didattiche;
- l'analisi di come le azioni del progetto WSTORE2 nel breve e medio periodo agiscono sul paesaggio e quali sono i criteri in base ai quali valutare gli effetti sul paesaggio;
- condivisione del progetto con le associazioni a tutela del territorio, i gruppi ambientalisti, le guide naturalistiche
- la valutazione economica dell'uso dell'acqua irrigua ottenuta tramite gli investimenti effettuati dal progetto WSTORE2 e i cambiamenti degli aspetti ambientali conseguenti alla realizzazione dell'iniziativa.

Indicazioni emerse dai tavoli di lavoro con i portatori di interessi (stakeholders)

Interventi di progetto

- Gli interventi sono difficilmente attuabili dalla singola azienda ed è quindi auspicabile la realizzazione di iniziative a favore di una pluralità di aziende promosse da organizzazioni consortili come i Consorzi di Bonifica (AGR);
- La modalità di irrigazione e gestione dell'acqua è economicamente sostenibile solo per la produzione di colture ad alto reddito (AGR);
- A causa del cambiamento climatico, c'è stato un aumento della richiesta di acqua dolce per l'irrigazione anche da parte di aziende che negli anni precedenti non ne avevano avuta la necessità (difficoltà di garantire acqua per tutti). Questo favorisce la percezione da parte dei cittadini delle problematiche legate alla disponibilità e all'uso dell'acqua (AGR);
- La "capacità di invaso" dei terreni agricoli i cui costi sono sostenuti dalle aziende ha un valore aggiunto di tutela nei confronti delle alluvioni che non è riconosciuto economicamente (AGR):
- C'è la necessità di interazione tra i vari soggetti (Comuni, Vegal e VA) per un Piano di sviluppo del territorio per la conservazione dell'acqua in modo che le azioni di tutela della risorsa idrica siano strutturate e in rete, anche sfruttando i risultati del progetto (PA).

Azienda Sperimentale di Vallevecchia e ruolo di Veneto Agricoltura

- La gestione agricola e ambientale di Vallevecchia è riconosciuta e apprezzata anche se è poco nota la gestione di azienda pilota modello dove si fanno sperimentazioni di alta qualità;

of possible synergies in connection with the subjects and with potential job opportunities in the agricoltural and environmental fields;
- *Analysis on "educational" aspects related to the use of water in agriculture, with proposed activities instruments for children and adults to be replicated in farms and educational farms;*
- *Analysis of how the actions of the project in the short and medium term WSTORE2 affect the landscape and the criteria to adopt for evaluating the effects on the landscape;*
- *Project sharing with the associations for the protection of the territory, environmental groups and naturalist guides;*
- *Economic evaluation of the use of irrigation water obtained by the investments made by the project WSTORE2 and changes in environmental aspects arising from the implementation of the initiative.*

Indications emerged from the working groups with stakeholders

Interventions Project

- *Interventions are difficult to implement by individual farms, it is therefore desirable to carry out initiatives that involve a number of farms promoted by public organizations such as Reclamation Consortia (AGR);*
- *The irrigation modalities and water management are financially sustainable only for the production of high-profit crops (AGR);*
- *Because of climate change, the demand for fresh water for irrigation purposes is increasing also by farms that in past years had not that need (difficulty of ensuring water for all). This promotes the perception by citizens of issues related to the availability and use of water (AGR);*
- *The "storage capacity" of agricultural land for which the costs are incurred by agricultural farms has an added value of protection against floods that are not economically recognized (AGR):*
- *There is the need for interaction between the various actors (municipalities, Vegal and VA) for a land development plan for water conservation so that measures to protect water resources are structured and networked, also using the results of the project (PA).*

Experimental Farm of Vallevecchia and the role of Veneto Agricoltura

- *The role of agricoltural and environmental management in Vallevecchia is recognized and appreciated even if little is known about its management as pilot farm model where high quality experimentation is carried out;*

- Vallevecchia è scarsamente conosciuta dai cittadini e dalle aziende del territorio (AGR) (TUR);
- Vallevecchia è riconosciuta come un paesaggio di valore che l'uomo sta gestendo e deve continuare a gestire dato che Vallevecchia non è un'area naturale (PAES) e l'attività agricola non è vista come in contrasto con il rispetto dell'ambiente (TUR);
- Veneto Agricoltura dovrebbe coinvolgere di più gli agricoltori della zona e promuovere i risultati dei progetti (e non solo tramite internet perché l'età media degli imprenditori agricoli è alta) (PA);
- Occorre creare il dialogo tra i diversi soggetti tra cui le aziende agricole, gli operatori di barche, i tour operator e gli albergatori (TUR).

Cambiamenti climatici

- Scarsa percezione del problema da parte degli agricoltori e difficoltà a comprendere gli effetti e percepire la portata del problema nel lungo periodo sulla propria azienda (AGR);
- Percezione solo del fatto che i fenomeni alluvionali sono aumentati sensibilmente e sono diminuiti molto anche i tempi di accumulo delle piene (tra quando piove e quando si registra l'aumento del livello dei corsi d'acqua (AGR);
- Esigenza di creare zone di accumulo dell'acqua per evitare alluvioni che danneggiano i terreni (AGR);
- Necessità di trattenere l'acqua nel territorio (ad esempio con bacini di accumulo in ex cave) anziché veicolarla velocemente verso il mare (PA);
- Scarsa conoscenza degli strumenti finanziari per la gestione del rischio contro le calamità naturali (forme assicurative) (AGR);
- Necessità di individuare la migliore strategia possibile di adattamento al cambiamento climatico (creare una cultura della gestione del rischio, analizzare i sistemi produttivi, sociali e ambientali locali al fine di valutare la vulnerabilità del sistema e adottare soluzioni che siano maggiormente adattabili a condizioni estreme) (CC);
- Importanza dell'orientare scelte legate alla qualità e di gestione del territorio in funzione del cambiamento climatico (CC);
- Importanza delle fattorie didattiche nell'affrontare le nuove sfide legate al cambiamento climatico (necessità di introdurre il tema nei "programmi" delle attività) (FATT). A tale scopo potrebbe essere utile "formare" adeguatamente gli operatori delle fattorie didattiche.

Integrazione agricoltura/turismo

- La coesistenza di agricoltura, di ambiente e di turismo è positiva (PA) (TUR);
- L'agricoltura è considerata come parte integrante del territorio e componente del valore paesaggistico: è

- *Vallevecchia is not well known by citizens and local farms (AGR) (TUR);*
- *Vallevecchia is recognized as a valuable landscape that man is managing and must continue to manage because Vallevecchia is not a natural area (PAES) and agricultural activity is not seen at odds with the environment (TUR);*
- *Veneto Agricoltura should involve more farmers in the area and promote the results of projects (not only with Internet because the average age of farmers is high) (PA);*
- *We need to encourage dialogue between different actors including farms, boat operators, tour operators and hoteliers (TUR).*

Climate changes

- *Poor perception of the problem by the farmers and difficulties to understand the effects and feel the magnitude of the problem in the long run on their own farms (AGR);*
- *Perception only of the fact that the flooding has considerably increased and also accumulation time of floods has decreased (period between rains and recording of the increase of rivers levels) (AGR);*
- *Need to create water storage areas to prevent floods that damage agricultural land (AGR);*
- *Need to retain water in the territory (eg. reservoirs in old quarries) rather than letting it flow quickly towards the sea (PA);*
- *Poor knowledge of financial instruments to manage risk against natural disasters (forms of insurance) (AGR);*
- *Need to identify the best possible strategy of adaptation to climate change (creation of a culture of risk management, analyze local production, social environmental systems in order to assess the vulnerability of the system and to adopt solutions that are more adaptable to extreme conditions) (CC);*
- *Importance of orienting choices related to quality and land management on the basis of climate change (CC);*
- *Importance of educational farms in facing new challenges of climate change (need to introduce the subject in the "programs" of activities) (FATT). To this purpose training educational-farm managers may be useful.*

Agriculture / tourism integration

- *The coexistence of agriculture, environment and tourism is positive (PA) (TUR);*
- *Agriculture is considered an integral part of the territory and part of the landscape value: people love to go to the countryside, to visit the farms, and experience nature for themselves. Tourists are fascinated by*

apprezzata la possibilità di andare in campagna, di vedere l'azienda, di stare nella natura (anche se non nel senso tradizionale del termine). L'azienda agricola proprio per la sua attività produttiva è apprezzata dal turista che vuole anche acquistare e degustare i prodotti (PA);

- C'è un aumento della richiesta di "pacchetti turistici" per turisti europei che cercano esperienze nella natura ma anche nelle aziende agricole: bisogna fare rete e aiutare le piccole aziende e i piccoli imprenditori, che non riescono, in modo autonomo, a fare promozione e valorizzare i prodotti (PA);
- Si può pensare di promuovere anche un turismo "tecnico" che porti il visitatore a apprezzare l'agricoltura avanzata di qualità e di ricerca che Veneto Agricoltura svolge quotidianamente (TUR). Vallevecchia è stata probabilmente l'unica azienda agricola in Europa ad ospitare contemporaneamente 3 progetti LIFE per l'innovazione tecnologica in campo agricolo (Foto 19);
- Gli elementi tecnologici presenti nel paesaggio di Vallevecchia non sono letti come fattori di disturbo ma contribuiscono invece a consolidare la percezione del paesaggio attesa dal visitatore che coglie di essere all'interno di un'area sperimentale (PAES);
- In generale non si percepisce una conflittualità per l'uso dell'acqua tra i diversi possibili impieghi, agricoltura, natura, turismo (che era uno dei temi sui quali si basava il progetto), mentre sono molto sentite le possibili sinergie tra questi settori che possono contribuire a promuovere lo sviluppo del territorio rurale. Viene quindi da chiedersi se effettivamente esiste una conflittualità per l'uso dell'acqua oppure se le scelte operate dal progetto, che privilegiano l'agricoltura "sostenibile" rispetto alle altre componenti non sia comunque una scelta vincente viste la possibilità di sviluppo comunque generate dal progetto.

the farm's production activity and therefore want to buy and taste the products (PA);

- *There is an increased demand for "packages" for European tourists who want to experience both natures and farms first hand. We need to create networks and help small farms and small business owners, who are unable to carry out promotion and add value to their products on their own (PA);*
- *We should consider promoting "technical" tourism which will enable the visitor to appreciate the quality advanced agriculture and research conducted daily by Veneto Agricoltura (TUR). Vallevecchia was probably the only farm in Europe to accommodate simultaneously three LIFE projects for technological innovation in agriculture (Photo 19);*
- *The technological elements present in the landscape of Vallevecchia are not viewed as disturbing factors but contribute to consolidating the perception of the landscape expected by the visitor who feels to be in an experimental area (PAES);*
- *In general, we do not perceive a conflict for water use between different possible uses, agriculture, nature or tourism (which was one of the issues on which the project was based), while, the synergies between these sectors that can help to promote the development of rural areas are deeply felt. We shoudl ask ourselves whether there is a conflict over the use of water or whether the choices made by the project, which privilege "sustainable" agriculture over other water uses is nevertheless a winning choice, given the possibility of development generated by the project.*

Foto 19. Visita in campo, prove di irrigazione su specie orticole.

Photo 19. Field visits, irrigation trials on horticultural crops.

Sostenibilità economica ed analisi comparativa

Sostenibilità economica del nuovo sistema di gestione

Le attività previste dal Progetto WSTORE2 si collegano e portano avanti una trasformazione del territorio dell'area costiera di Vallevecchia che ha avuto inizio alla fine degli anni '90 con diversi progetti di riqualificazione ambientale e di valorizzazione turistica. Tenendo conto di questo processo che ha coinvolto fin dall'inizio aspetti agronomici, ambientali e turistico-ricreativi, il Progetto WSTORE2 è andato a sostenere costi di razionalizzazione del sistema idrico con l'introduzione di strumenti automatizzati di gestione e distribuzione delle acque, che hanno ricadute in termini di benefici non solo di carattere privatistico (aumento della redditività aziendale), ma anche di carattere ambientale e sociale. Pertanto al fine di valutare le ricadute economiche del Progetto sul territorio e la sua replicabilità si è deciso di ricorrere all'Analisi Costi-Benefici (ACB) che ha permesso di valutare la convenienza all'investimento nell'area interessata tenendo conto delle ricadute positive e negative sia in termini finanziari che socio-ambientali.

L'Analisi Costi-Benefici degli Investimenti previsti dal Progetto a Vallevecchia

L'Analisi Costi-Benefici è uno strumento che passa attraverso l'identificazione, la valutazione e il confronto di vantaggi e svantaggi di un investimento progettuale rispetto alla situazione ante investimento, oppure consente una comparazione tra investimenti alternativi tra loro. L'ACB si articola in due fasi di analisi che da un'ottica privatistica si allargano verso una sociale: l'ANALISI FINANZIARIA verifica la sostenibilità finanziaria dell'investimento e riflette l'ottica privatistica dell'investitore e degli altri soggetti economici coinvolti dal punto di vista finanziario, mentre l'ANALISI ECONOMICA ESTESA verifica che la realizzazione dell'iniziativa determini un miglioramento nel livello di benessere della collettività e si esprime in termini socio-economici e ambientali.

La valutazione della convenienza all'investimento in un arco temporale di durata fissato in 15 anni, viene fatta attraverso l'analisi del flusso di cassa (costi e ricavi/benefici) e dei principali indicatori (Valore Attuale Netto, Saggio di Rendimento Interno e Tempo di Recupero del Capitale Investito) della situazione CON PROGETTO (Scenario 1) rispetto alla situazione SENZA investimento con la con-

Economic sustainability and benchmarking

Economic sustainability of the new management system

The foreseen activities within WSTORE2 Project connect and carry out a transformation of the coastal area of Vallevecchia that began in the '90s with different projects for environmental regeneration and tourism development. Due to this process, which involved from the beginning agronomic, environmental and touristic aspects, the Project WSTORE2 sustained costs for the realization of the water system with the introduction of automated tools for the distribution and management of water. This impacted in terms of benefits not only on the private aspect (increase of farm profitability) but also on environmental and social aspects. Therefore, to evaluate the economic impact of the Project on the environment and its extension, a Cost-Benefit Analysis (CBA) has been done to assess the convenience of the investment considering the positive and negative aspects of both economic and socio-environmental aspects.

Expected Investments Cost-Benefits Analysis by the Project in Vallevecchia

The Cost-Benefit Analysis (CBA) is a tool which includes the identification, evaluation and comparison of advantages and disadvantages of the process in comparison to the situation before the investment or allows us to compare different strategies. The CBA is divided into two phases of analysis which from a private perspective widens towards a social one: FINANCIAL ANALYSIS verifies the financial viability of the investment and reflects the point of view of the private-investor and the other economic players financially involved, while, the EXTENDED ECONOMIC ANALYSIS verifies that the implementation of the initiative leads to an improvement in the level of welfare of the community and is expressed by socio-economic and environmental terms.

The benefits of the investment over a 15-year period are assessed through the analysis of cash flow (expenses and income/benefits) and the main indicators (Net present value, Internal rate of return, Recovery Time Invested Capital) of the situation WITH PROJECT (Scenario 1) compared to the situation WITHOUT investment with preservation of the status quo ante realization of the storage basin (Scenario 0).

servazione dello status quo ante realizzazione del bacino (Scenario 0). Per la ricostruzione dei flussi di cassa sono stati elaborati i dati di costo e ricavo/beneficio specificati nella seguente tabella, tenendo conto che per la parte di analisi finanziaria si considerano valori monetizzabili per il privato (costi effettivamente sostenuti e ricavi ottenuti), mentre per la parte di analisi economica si hanno valori che si riversano sulla società e necessitano di stime specifiche. Di questi costi e benefici pubblici/sociali, alcuni sono legati al valore d'uso del bene/prodotto e sono traducibili in termini monetari attraverso il valore di costo o il valore di surrogazione, altri invece, sono vere e proprie esternalità (positive e/o negative) che sono rappresentate da valori di non uso e di opzione, valutabili solo secondo il criterio dell'utilità sociale.

The data of expenses and income/benefits specified in the table below have been processed for the reconstruction of cash flows. The financial analysis considered monetized values for the private sector (actual costs and obtained income), while economic analysis looks at values that are poured into the community and require specific estimates. Some of these public/social costs and benefits are linked to the value of the asset/product and can be translated into monetary terms through the cost value or the value of subrogation. However, others are external factors (positive and/or negative) that are represented by values of non-use and option, assessable only by their social utility.

Matrice analisi costi-benefici.

Cost-benefits analysis matrix.

COSTI / *COSTS*	
Costi privati / *Private Costs* ANALISI FINANZIARIA / *FINANCIAL ANALYSIS*	**Costi pubblici / *Public Costs* ANALISI ECONOMICA / *ECONOMIC ANALYSIS***
- costi di investimento di realizzazione del bacino e dell'impianto correlato di circolazione delle acque (compresi impianti di sollevamento ed elettrici) / *Investment costs for the realization of the basin and related plant of water circulation (including lifting equipment and electrical devices)*; - costi di investimento di realizzazione del sistema automatizzato di ottimizzazione dell'utilizzo dell'acqua / *Investment costs for the realization of the automated system for optimizing water use*; - valore del terreno sottratto all'agricoltura / *Value of lands subtracted to agriculture*; - costi di progettazione / *Project costs*; - costi di gestione ed esercizio del sistema / *Operating and management costs of the system*.	- costi di controllo e mantenimento degli standard (Valore di Costo) / *Costs for Control and Standard maintenance (Cost Value)*.
RICAVI E BENEFICI / *INCOMES AND BENEFITS*	
Ricavi/Benefici privati / *Private Incomes/Benefits* ANALISI FINANZIARIA / *FINANCIAL ANALYSIS*	**Benefici pubblici / *Public Benefits* ANALISI ECONOMICA / *ECONOMIC ANALYSIS***
- aumento ricavi da colture tradizionali erbacee estensive per aumento redditività del terreno ($\Delta_{quantitativo}$ di produzione) e per aumento del valore qualitativo del prodotto ($\Delta_{qualitativo}$ di valore) / *Increase of incomes from traditional extensive herbaceous-crops due to increased land productivity ($\Delta_{quantitative}$ yield) and increased products value ($\Delta_{qualitative}$ di value)*; - possibilità di secondi raccolti con interventi irrigui di soccorso / *Possibility to realize second crops with supplemental irrigation*; - realizzazione ricavi da colture da reddito come le orticole, impossibili da coltivare in assenza di irrigazione / *Income from cash crops such as horticultural crops which are impossible to grow without irrigation*; - minori costi di lavorazione del terreno, grazie al minor compattamento del suolo / *Lower tillage costs because decreased soil compaction*; - risparmio di acqua grazie alla microirrigazione / *Water saving through micro-irrigation*; - formazione del personale / *Staff training*.	- aumento biodiversità (Valore di Costo e di Surrogazione) / *Biodiversity increment (Cost Value and Subrogation)*; - benefici turistico-ricreativi (Valore Utilità Sociale) / *Tourist-recreational benefits (Social Utility Value)*; - contrasto cuneo salino (Valore di Surrogazione) / *Salt wedge contrast (Subrogation Value)*; - immagazzinamento di Carbonio nel suolo (Valore di Surrogazione) / *Soil carbon storage (Subrogation Value)*; - minori emissioni di CO_2 in atmosfera (Valore di Costo) / *Lower CO_2 emissions into the atmosphere (Cost Value)*; - ricadute sull'occupazione (Valore di Costo) / *Impact on employment (Cost Value)*; - benefici legati all'innovazione e alla disseminazione della conoscenza (Valore di Costo) / *Benefits related to innovation and knowledge spreading (Cost Value)*.

Metodologie di valutazione delle voci di Costo e Ricavo/Beneficio della ACB

Di seguito vengono esplicitate le metodologie di valutazione delle voci di costo e ricavo-beneficio che sono inserite nell'Analisi Costi-Benefici dell'investimento operato nel caso studio di Vallevecchia e utilizzati per il calcolo degli indicatori di convenienza.

Voci di Costo e Ricavo utilizzate nell'analisi finanziaria

I costi di investimento CON PROGETTO riconducibili ad attività di progetto precedenti[1] al WSTORE2 e partite nel 2002 sono:

- costi di scavo del bacino di accumulo delle acque dolci meteoriche (bacino di circa 11 ha di estensione della capacità utile di 160.000 m^3, alimentato dal Canale Sbregavalle) e formazione del rilevato (54.300 €);
- costi di realizzazione della stazione di sollevamento, dell'impianto di drenaggio e di derivazione, delle elettropompe e dei collegamenti con il canale Sbregavalle (165.300 €);
- costi di realizzazione delle linee elettriche di alimentazione e di arrivo, oltreché dei quadri elettrici (198.000 €);
- costi di ricerca di progetto ante WSTORE2 che si traducono in benefici sociali in termini di know-how e conoscenza per il progetto in oggetto (45.000 €);
- tra i costi sono da considerare anche il mancato reddito del terreno sottratto alle colture per la realizzazione del bacino di circa 11 ha (8.800 €).

I costi di investimento specifici del Progetto WSTORE2 sono rappresentati da:

- costi di ottimizzazione dei precedenti sistemi di gestione delle acque con la sostituzione completa delle opere di derivazione (tubazioni e pompe) (154.800 €);
- costi per l'automatizzazione completa del sistema con acquisto della sensoristica, del sistema di comunicazione Wi-Fi e sistema di telecontrollo (167.800 €);
- costi di realizzazione dell'impianto di microirrigazione (37.700 €);
- costi di ricerca di progetto del WSTORE2 che si traducono in benefici sociali in termini di know-how per la diffusione del sistema progettato in altre aree geografiche con caratteristiche ambientali e socio-economiche simili a Vallevecchia (45.000 €).

[1] In particolare i Progetti a regia regionale DocUP Obiettivo 2 (2000-2006) di "Intervento di riqualificazione ambientale del comprensorio di Vallevecchia in Comune di Caorle" Cod. P38 e P58.

Methodologies for evaluating Return and Cost/Benefit items of CBA

Below the methods for evaluating the costs and return-benefits included in the Cost-Benefit Analysis of the investment made in the case study of Vallevecchia and used to calculate convenience indicators are explained.

Cost and Return items used in the financial analysis

The investment costs WITH PROJECT related to project activities prior[1] to WSTORE2 and started in 2002 are:

- *Excavation Costs of the storage basin for meteoric fresh water (basin of about 11 ha of extension with useful capacity of 160,000 cubic meters, fed by Sbregavalle canal) and embankment formation (€ 54,300);*
- *Construction costs of the lift station, installation of drainage and withdraw system, pumps and connections with the Sbregavalle canal (€ 165,300);*
- *Construction costs of electric power lines and arrival lines, as well as the electrical panels (€ 198,000);*
- *Research costs of the project before WSTORE2 that result in social benefits in terms of expertise and knowledge for the project in question (€ 45,000);*
- *The missing income due to soil surface loss of about 11 hectares subtracted from the crops for the realization of the basin is included as a cost item (€ 8,800).*

The specific investment costs of the WSTORE2 Project are:

- *Optimization costs of the previous systems of water management with the complete replacement of equipment for water diversion (pipes and pumps) (€ 154,800);*
- *Costs for the complete automation of the system, included the purchase of sensors, communication system and Wi-Fi remote control system (€ 167,800);*
- *Construction costs of the micro-irrigation system (€ 37,700);*
- *Research costs of the project WSTORE2 that result in social benefits in terms of know-how for the deployment of the system designed in other geographical areas with environmental and socio-economic characteristics similar to Vallevecchia (€ 45,000).*

[1] Regional Project DocUP Obiettivo 2 (2000-2006) "Environmental riqualification of the Vallevecchia district in Caorle municipality" Cod. P38 e P58.

Sono da considerare poi i costi di gestione delle attività di progetto che sono rappresentati essenzialmente da:

- manutenzione della strumentazione, della sensoristica e del sistema di telecontrollo (circa 5.000 €/anno una volta entrato a regime il sistema automatizzato);
- manutenzione funzionalità della rete di canali e scoline (calcolato come percentuale del contributo di bonifica pari a circa 2.000 €/anno);
- esercizio del sistema di microirrigazione (circa 26.000 €/anno, con costi che arrivano ai 34.000 € ogni cinque anni per l'acquisto dei layflat).

A questi costi di gestione sono da sommare anche quelli di manutenzione del sistema di derivazione e collegamento delle acque (pompe, paratoie, ecc.) che si ipotizza vengano sostenuti ogni 5 o 7,5 anni.

I RICAVI/BENEFICI che si ottengono nella situazione CON PROGETTO sono di seguito elencati:

- ricavi legati all'aumento della produttività delle colture tradizionali erbacee estensive (25 ettari a mais e 6 ettari a soia), che si ha grazie all'irrigazione dei terreni ed al contrasto del cuneo salino. Tali ricavi sono rappresentati non solo dall'aumento di produzione media ad ettaro (valido sia per il mais che per la soia), contando anche la possibilità di secondi raccolti, ma anche dal maggior valore del mais che da prodotto per la Digestione Anerobica, a 100 €/t, è arrivato a prodotto commerciale per l'alimentazione con un prezzo pari a 250 €/t ($\Delta_{quantitativo}$ di produzione e $\Delta_{qualitativo}$ di valore). Per quanto riguarda l'aumento della produzione media ad ettaro, nella presente analisi si è considerata una crescita del 35%, così come risultante da un calcolo previsionale di aumento nel medio periodo della produzione del mais irriguo in zone costiere con recessione del cuneo salino, partendo dal 20% calcolato sui due anni di sperimentazione WSTORE2. Sul 40% della superficie irrigata annualmente è risultato inoltre possibile procedere ai secondi raccolti (soia e sorgo) con interventi irrigui di soccorso. Tutto questo concorre ad aumentare il Reddito Netto dell'imprenditore che si stima rappresenti una percentuale pari al 49% della Produzione Lorda calcolata (percentuale calcolata in base al conto colturale del mais coltivato presso l'azienda di Vallevecchia);
- ricavi legati alla produzione di orticole di qualità, non coltivabili in assenza di irrigazione del terreno. I Ricavi Netti derivanti dalle orticole sono stati calcolati sulla base del conto economico[2] di tre colture da reddito considerate rappresentative per Vallevecchia come il pomodoro da industria (var. *Perfectpeel*), la cipolla bianca e il melone (var. *Sogno*), la cui qualità è esaltata dalle caratteristiche di salinità del terreno e che si

[2] L'effettiva produzione registrata nella superficie sperimentale WSTORE2 è stata rapportata all'ettaro sulla base dei sistemi di coltivazione normalmente in uso, come specificato in tabella 3 a pagina 41 della presente pubblicazione.

Management costs of the project activities that essentially are:

- *Maintenance of equipment, sensors and remote control system (about 5,000 €/year, once the system is fully operational);*
- *Maintenance of functionality of the network of canals and ditches (calculated as a percentage of the contribution of reclamation of about 2,000 €/year);*
- *Management of the micro-irrigation system (about 26,000 €/year, with costs that reach € 34,000 every five years for the purchase of the lay-flat).*

To these costs, other to be added are also those for system maintenance, derivation and water linkage (pumps, gates, etc.) which are expected to be incurred every 5 or 7.5 years.

RETURN/BENEFITS that are obtained in the situation WITH PLANNING are listed below:

- *Return related to the increased productivity of traditional- extensive field crops (25 ha maize and soybean 6 hectares) which can be obtained thanks to soil irrigation and combatting the salt wedge. These returns are represented not only by the increased average yield per hectare (valid for both maize and soybeans), including the possibility of second harvests, but also by the higher value of maize, that starting from a production suitable for the anaerobic digestion, in 100 €/t, can reach another degree of commercial value, usable for consumption at a price of 250 €/t ($\Delta_{quantitative}$ production and $\Delta_{qualitative}$ value). Regarding the increase of the average production per hectare, this analysis forecasts 35% growth based on a medium-term calculation of irrigated maize production in coastal areas with the salt wedge receding. The starting point was 20% and calculated after 2 years of trials under the WSTORE2 project. On 40% of irrigated area annually it was also possible to proceed to second crops (soybeans and sorghum) with interventions of supplemental irrigation. All this concurs to increase the Net Income of the entrepreneur which is estimated to represent a percentage equal to 49% of calculated gross production (percentage calculated on the base of crop maize account, grown on the farm Vallevecchia);*
- *Returns related to the production of high quality horticultural crops that cannot be cultivated without irrigation. Net returns derived from horticultural crops have been calculated on the base of the economic accounting[2] of three cash crops considered representative for Vallevecchia, as processing tomatoes (var.* Perfectpeel*), white onion and melon (var.* Sogno*),*

[2] The actual reported production on the WSTORE2 test areas lands is related to an hectare and to the ordinary cultivation system, how specified in table 3 at pag. 41 of present pubblication.

ipotizza interessino il 40% della superficie irrigata (20 ettari di cui 10 ha a pomodoro, 5 ha a cipolla e 5 ha a melone). Tali ricavi sono pari ad un valore medio ad ettaro di 6.240 € che rappresenta il 56% della Produzione Lorda vendibile media ad ettaro;

- minori costi di lavorazione del terreno grazie al minor compattamento che si ha con le tecniche di irrigazione adottate da progetto, stimati pari a 110 € /ha/anno e a 14.300 € per l'intera superficie interessata dal Progetto WSTORE2; tale beneficio ha una valenza privatistica e nel contempo socio-ambientale molto ampia, legata alla capacità di un terreno di struttura più equilibrata di immagazzinare Carbonio;
- benefici legati alla scelta di applicare sistemi di microirrigazione al posto di quelli di irrigazione mobile che permettono un miglioramento dell'efficienza d'uso dell'acqua e dell'energia. Nel raffrontare i due sistemi si è preso in considerazione l'efficienza d'uso dell'acqua (WUE) che per l'irrigatore mobile a tubo flessibile è dell'85%, mentre per la microirrigazione è del 98%: questo 13% in più di efficienza sta a significare un pari risparmio idrico che espresso in volume d'acqua, nel caso di Vallevecchia, corrisponde a 280 m^3/ha (13% del volume utilizzato pari a 2.160 metri cubi ad ettaro); considerando un valore al metro cubo di acqua, nel caso venisse apportata dal Consorzio di Bonifica all'Azienda, di 0,37 €, si stima un beneficio in termini di risparmio di acqua per l'intera area interessata dal progetto di 13.468 €. I benefici in termini di uso efficiente dell'energia si traducono in minori emissioni di CO_2 da parte del sistema e pertanto vengono conteggiati tra i benefici pubblici dall'analisi economica estesa.

Voci di Costo e Beneficio utilizzate nell'analisi economica estesa

Per i diversi costi e benefici pubblici/sociali si specificano di seguito le modalità di stima utilizzate.

Tra i **costi sociali** sostenuti rientrano:

- i **costi di controllo e mantenimento degli standard ambientali** prefissati dal progetto, rappresentati dall'onere della gestione del sistema di telecontrollo e della sensoristica, calcolati attraverso il Valore di Costo annuo di un ricercatore/tecnico specializzato addetto al controllo del sistema automatizzato di gestione ottimale delle acque.

Tra i **benefici sociali** analizzati rientrano:

- i ***benefici ecologico-ambientali e di valorizzazione turistico-ricreativa*** che sono:
- <u>riferiti all'intera attività progettuale</u>
  - **aumento della biodiversità**. La tutela di questo agro-ecosistema costiero biologicamente complesso e la creazione di bacini e sistemi di accumulo dell'acqua piovana, ha consentito di mantenere ha-

whose quality is enhanced by the characteristics of soil salinity. It was also hypothesized that they affect 40% of the irrigated area (20 hectares of which 10 ha tomato, 5 ha onion and 5 ha melon). These returns equal an average value of € 6,240 per hectare which represents 56% of the average gross sellable yield;

- *Lower costs for soil tillage due to less soil compaction that occurs with the irrigation techniques adopted by the project, estimated at 110 €/ha/year and € 14,300 for the entire area covered by the Project WSTORE2; this benefit has a private-value and, at the same time, a wide socio-environmental one, linked to an enhanced carbon storage capability of soil for a more balanced structure;*
- *Benefits for the choice to adopt micro-irrigation systems that allow better efficiency of water use and energy than mobile irrigation ones. In the two systems comparison, the water use efficiency (WUE) is taken into account that, for the sprinkler with mobile flexible tube is 85%, while, for the micro-irrigation is 98%; this increase of 13% efficiency is equal to a mean water saving, that expressed in volume of water, in case of Vallevecchia corresponds to 280 m^3/ha (13% of the used volume, amounting to 2,160 cubic meters per ha); considering a value per cubic meter of water of € 0.37, in case it was supplied by the Consortium of Reclamation Company, it is estimated a benefit in terms of water saving for the entire project area of € 13,468. The benefits in terms of energy efficiency result in lower CO_2 emissions from the system and therefore are counted among the public benefits by the extended economic analysis.*

Cost and Benefit items used in extended economic analysis

The estimation method used for the different costs and benefits of public / social are specified below.

*The **social costs** incurred include:*

- ***Costs for checking and maintenance of environment standards** set by the project, represented by the managing expenses of the remote control system and sensors, calculated by the value of the annual cost of a researcher/technician monitoring the automated system for optimal management of water.*

*The analyzed **social benefits** include:*

- **ecological-environmental and touristic-recreation enhancement benefits**, *which are:*
- *<u>Referred to the entire project activity</u>*
  - ***Biodiversity increase**. The protection of this coastal, biologically complex agro-ecosystem and the creation of storage basins and rainwater storage systems, enabled the maintenance of suitable*

bitat idonei alla conservazione di specie animali e vegetali tipiche, alcune delle quali protette a livello nazionale e comunitario, le cosiddette specie prioritarie, per le quali Vallevecchia rappresenta un importante sito di alimentazione, di sosta e di riproduzione. Parzialmente tale beneficio, per la funzione d'uso diretto che svolge, è da stimare partendo dal valore delle attività di ripopolamento e caccia nelle zone periferiche e di raccolta di erbe palustri già calcolato in ricerche correlate al presente progetto (Progetto Interreg Italia Slovenia, Adriawet 2000 "WP3 - Programma Comune per la gestione integrata e sostenibile delle aree protette. Analisi delle potenzialità per lo sviluppo delle Aree Natura 2000") pari a 295,8 euro ad ettaro, che rapportato all'intera area interessata dal WSTORE2 corrisponde a 38.454 euro. Questo valore per quanto parziale viene utilizzato per ricostruire la funzione di utilità sociale del bene per la collettività. A tale valore si aggiungono i costi annuali di manutenzione del bacino di accumulo e delle aree verdi adiacenti, che nel caso in esame, rappresentano costi orientati alla valorizzazione e tutela di habitat Rete Natura 2000 e habitat di specie. Disponendo di questi dati gestionali, è possibile assumere come valore minimo per il beneficio sociale della biodiversità il Valore di Costo delle funzioni di carattere ambientale inglobate in queste ordinarie pratiche di gestione: tali costi sono in media pari a 35.000 €/anno per l'intera azienda di Vallevecchia, 6.066,7 €/anno per l'area interessata dal WSTORE2;

- **aumento del valore turistico ricreativo** dell'area che concorre a definire il beneficio derivato dalla biodiversità. Infatti il valore d'uso che ha Vallevecchia in termini di ricchezza naturale e biodiversità si traduce nell'attività economica più strettamente correlata che è il turismo. Anche per il calcolo dell'aumentato valore del territorio dal punto di vista naturalistico e ricreativo si è partiti dallo studio svolto nell'ambito del Progetto Adriawet. Tale studio stimava il potenziale del comprensorio di Vallevecchia in termini di presenze turistiche, suddividendo la domanda in diverse tipologie di fruitori che rivelano una diversa disponibilità a pagare. Nel calcolo di questo benefici nel caso del progetto WSTORE2, non disponendo ancora di un'analisi socio-territoriale specifica, si è calcolato che, attraverso la realizzazione del bacino e la diffusione di aree umide a salinità limitata l'area è maggiormente interessata dalla presenza di specie avicole di interesse comunitario. Pertanto si stima che la percentuale di fruitori con una maggiore disponibilità a pagare rilevata, interessati a queste zone per l'elevata valenza naturalistica, per la ricchezza faunistica e per le attività di osservazione (birdwatching) e scientifiche, salga di un punto

habitats for the conservation of typical animal and plant species, some of which are protected at national and EU level, namely the priority species for which Vallevecchia is an important feeding, resting and breeding site. This benefit is partially to be estimated for the direct functional use that it performs, starting by the value of the restocking and hunting in peripheral areas and collection of marsh grasses, already calculated in researches related to this project (Interreg project Italy Slovenia, Adriawet 2000 WP3 - Common Program for the integrated and sustainable management of protected areas. Analysis of the potential for the development of Natura 2000 areas) amounted to € 295.8 per hectare, which compared to the entire area affected by WSTORE2 corresponds to € 38,454. This value, although partial, was used to reconstruct the Benefit function of social utility to the community. To this value, the cost of annual maintenance of the storage basin and the adjacent green areas is added, which ones in this case, represent costs oriented to the development and protection of Natura 2000 habitats and habitats of species. Having this data management, the cost function of environmental features incorporated in these ordinary management practices can be considered as a minimum value for the social benefit of the biodiversity value: these costs are on average 35,000 €/year for the entire farm of Vallevecchia, and 6,066.7 €/year for the area covered by WSTORE2;

- ***Increase in the value of recreational tourism*** *which contributes to the benefit stemming from biodiversity. In fact, the use value that Vallevecchia has in terms of natural wealth and biodiversity is translated into economic activity that is most closely related to tourism. For the calculation of the increased value of the territory from the point of view of nature and recreation we started, as well, from the study carried out under the Project Adriawet. This study estimated the potential of the Vallevecchia area in terms of tourism, by splitting the demand into different users types, each with its own budget. In calculating this benefit in the project WSTORE2, lacking a specific socio-territorial analysis, it is estimated that, through the implementation of the basin and the inclusion of salinity-limited wetlands the area would become more attractive to bird species of Community interest. Therefore, it is estimated that, compared to the previous research, the percentage of users with higher budgets, interested in these areas due to the high natural value, wealth of fauna and observation (birdwatching) and scientific activities, would increase by one percentage point (the number of*

percentuale rispetto alla ricerca precedente (le presenze turistiche in zona, legate al turismo scientifico-culturale e di osservazione sale dal 5% al 6%). Da questa differenza percentuale di presenze appartenenti ad una comunità scientifico-culturale con una maggiore disponibilità a pagare (55 €/visita) si deduce un beneficio aggiuntivo di 26.658 €/anno;

- **capacità depurativa e di contrasto del cuneo salino**. La capacità depurativa degli ecosistemi sviluppati attorno al bacino di raccolta e l'ottimizzazione del sistema di circolazione ed utilizzo delle acque ha come effetto il contrasto della risalita del cuneo salino con un conseguente aumento della produttività dei territori agricoli adiacenti. Il valore di questa azione di contrasto può essere stimato attraverso l'aumento di produzione media ad ettaro che corrisponde ad un valore, per l'intera area interessata dal progetto, a 61.880 €;
- **minore compattamento del terreno e conseguente maggiore immagazzinamento di Carbonio nel suolo**. Il beneficio del minor compattamento del suolo si stima attraverso il calcolo dei mancati costi di lavorazione del terreno pari a 110 €/ha/anno e a 14.300 € per l'intera superficie interessata dal Progetto WSTORE2. Tali mancati costi esprimono anche una valutazione di minima di un'altra funzione economico-ambientale che è rappresentata dalla capacità del suolo di stoccare Carbonio in condizioni di maggiore stabilità della struttura e migliore capacità di ritenzione idrica, come è quella che viene a verificarsi con sistemi di microirrigazione che portano ad un abbassamento del cuneo salino;

- <u>riferiti all'attività di microirrigazione rispetto all'irrigazione mobile</u>
  - oltre al risparmio idrico che è stato conteggiato nell'analisi finanziaria, la microirrigazione permette un più efficiente utilizzo dell'energia con **minori emissioni di anidride carbonica**. Infatti l'irrigazione con tubo flessibile comporta un consumo di gasolio totale di 57.200 €, pari a 67.056 gCO_2 ad ettaro irrigato moltiplicati per 16 passaggi all'anno, contro i 4.671 gCO_2 ad ettaro ripetuti per otto cicli in un anno, prodotti dal consumo energetico della microirrigazione; si calcola pertanto un risparmio di 1.035.528 gCO_2 pari a 1,035528 tCO_2 che, considerando un valore per i crediti di anidride carbonica pari a 7,50 €/t (Rapporto GSE, II Trimestre 2015), danno un valore di 7,77 €/ha/anno per le minori emissioni di anidride carbonica, pari a 1.010 €/anno per l'area interessata dal Progetto WSTORE2;
- i ***benefici socio occupazionali***
  - formazione del personale traducibili in 1.500 €/persona/anno, calcolati attraverso la differenza di

tourists in the area, who would come for its culture, science and observation opportunities rises from 5% to 6%). From this difference in arrivals from the science-cultural community who have higher budgets (55 €/visit) we estimated an additional benefit of 26,658 €/year;

- ***Purification capacity and salt wedge counteraction**. The purification capacity of ecosystems developed around the basins and the optimization of the circulation system and water use counteract a return of the salt wedge with a consequent productivity increase by adjacent agricultural soils. The value of this contrast action can be estimated by the increase of average yield per hectare, which equals a value for the entire area covered by the project of € 61,880;*
- ***Less soil compaction and consequent greater carbon storage in the soil**. The benefit of the lower soil compaction is estimated by calculating the cost of missed tillage operations equal to 110 €/ha/year and € 14,300 for the entire area covered by the Project WSTORE2. These savings express also a minimum evaluation of another economic-environmental function, that is the ability of the soil to store carbon, thanks to a more stable structure and better water retention capacity, as occurs on the adoption of micro-irrigation systems which reduces the salt wedge;*

- *<u>Referred to the activity of micro-irrigation compared to mobile irrigation</u>*
  - *In addition to water saving that has been accounted in the financial analysis, micro-irrigation allows more efficient use of energy with **lower carbon dioxide emissions**. In fact, hose-reel irrigation consumes oil for € 57,200, amounting to 67,056 gCO_2 per irrigated hectare multiplied by 16 passages per year, compared to 4,671 gCO_2 per hectare repeated for eight cycles in a year produced by the consumption of energy for micro-irrigation; Therefore, we estimate savings of 1,035,528 gCO_2 equal to 1.035528 tCO_2 that, considering a value for carbon credits amounting to 7.50 €/t (GSE Report, second quarter 2015), give a value of 7.77 €/ha/year due to lower carbon dioxide emissions, equivalent to 1,010 €/year for the area covered by the Project WSTORE2;*
- *The* **socio-employment benefits**
  - *staff training translated into 1,500 €/person/year, calculated by the difference between the cost of an ordinary worker and a super specialized worker;*
  - *benefits of innovation and know-how, represented by the contribution of science and research and therefore estimated by the value of the contribu-*

costo di un operaio comune e un operaio specializzato super;

- benefici di innovazione e know how, rappresentati dall'apporto scientifico e di ricerca del progetto e pertanto calcolati attraverso il Valore di Costo dell'apporto scientifico di un consulente esperto esterno che ha costi di 40.000 €/anno;
- ricadute occupazionali locali legate allo sviluppo di nuovi mercati come ad esempio quello delle orticole (da stimare una volta valutate le possibilità territoriali di sviluppo di un mercato interno aziendale o di affitto dei terreni ad aziende orticole esterne di zona).

La Convenienza all'Investimento

Dall'analisi del flusso di cassa di costi e ricavi/benefici stimati come specificato sopra e dai valori degli indicatori di convenienza (Valore Attuale Netto - VAN, Saggio di Rentimento Interno - SRI e Tempo di Recupero del Capitale investito - TRCi) emerge che sussistono i valori in termini di fattibilità per la realizzazione delle attività di Progetto. Sia VAN che SRI risultano positivi fin dall'analisi finanziaria.
Per quanto riguarda il Tempi di Ritorno del Capitale Investito si ha un valore di circa 4 anni nel caso di analisi dei dati finanziari, mentre sul piano economico esteso, le attività di Progetto permettono di avere benefici socio-ambientali ed occupazionali tali da dimezzare a due anni il tempo di recupero dell'investimento.
In termini economici estesi infatti a fronte di un aumento dei soli costi di mantenimento degli standard ambientali prefissati, si hanno benefici ambientali legati all'aumento della biodiversità, del valore turistico-ricreativo, della capacità di contrasto del cuneo salino, del miglioramento della struttura del suolo con conseguente maggiore immagazzinamento di Carbonio e legati a risparmi in termini energetici e di uso delle risorse idriche. A questi benefici si sommano quelli socio occupazionali di formazione del personale, di innovazione, di diffusione del know how e di ricadute occupazionali sul territorio legate ad un eventuale sviluppo di nuovi mercati. Tali benefici pubblici, particolarmente significativi nel caso della gestione di Vallevecchia che ha tra gli obiettivi la tutela e la valorizzazione ambientale, hanno comunque anche per il privato una grossa valenza che si traduce nell'aumento del valore patrimoniale e d'uso del bene.

Uno strumento di analisi comparativa del sistema

Nell'ultimo decennio, la Commissione Europea ha elaborato alcuni documenti relativi all'integrazione delle problematiche ambientali nel contesto delle politiche agricole che hanno portato alle attuali politiche agricole comuni. In particolare, è emersa la necessità di avere degli indicatori affidabili per monitorare, misurare e valutare l'im-

tion of an external consultant expert with a cost of 40,000 €/year;

- *local impact on employment related to the development of new markets such as horticultural crops (to be estimated once we have examined the possibilities for potential territorial development of a local business market or renting land to horticultural companies from outside of the area).*

Investment Convenience

The analysis of the cash flow of costs and returns / benefits estimated as specified above and the values of the convenience indicators (VAN, TRCi SRI) show that t would be feasible to introduce the project. Both VAN and SRI received positive results after financial analysis.
From the analysis of financial data, the payback time of employed capital has a value of about 4 years, while regarding extended economic analysis the Project would bring socio-environmental benefits and employment, such as halving to two years the payback time.
In extended economic terms, a rise in the maintenance costs alone of the environmental standards would lead to environmental benefits such as the increase of biodiversity, tourism-recreation value, increased ability to counteract the salt wedge, the improvement of soil structure with associated carbon storage capability and related savings of energy and water use.
There would also be social and employment benefits, such as personnel training, innovation and know-how dissemination and the impact on employment in the area linked to a possible development of new markets. These public benefits, particularly significant for the management of Vallevecchia which has, among its objectives, environmental protection and promotion are also highly valuable to the private sector in terms of increased value and use of the asset.

Benchmarking Tool Manual

In the last decade the EU Commission produced several documents addressing the integration of environmental concerns into agricultural policy, which resulted in the current Common Agricultural Policy (CAP). The need emerged for reliable indicators to monitor, measure and evaluate the real impact of innovation within environmental sustainability.
WSTORE2 - Action 5 deals with the issue of assessing the performance of water management practices and drafting of best-management practices by benchmarking and examining the key factors behind the Vallevecchia' water management system.

patto reale delle innovazioni proposte per la sostenibilità dell'ambiente.
Nell'ambito dell'azione 5 di WSTORE2 sono state affrontate le problematiche connesse alla valutazione delle prestazioni di pratiche gestionali dell'acqua e di elaborare le migliori pratiche di gestione attraverso punti di riferimento e confronto dei fattori chiave del sistema di gestione delle acque dell'azienda pilota di Vallevecchia.
Per affrontare questa problematica, è stato seguito un processo comprendente 3 tappe:

1. Reperimento dati disponibili e monitoraggio
2. Identificazione di indicatori di prestazione
3. Definizione di criteri per gli elementi di riferimento

I criteri di riferimento, come pure gli strumenti dell'analisi di confronto, sono stati sviluppati sulla base dei risultati ottenuti nel corso del progetto europeo EU-FP7 SIRRIMED (grant agreement n° 245159).

Contesto

I principali scopi della gestione dell'acqua in ambiente rurale sono sicuramente quelli di soddisfare le richieste attuali e future di irrigazione per la produzione alimentare e dall'altra ridurre l'impatto sull'ambiente come chiedono i regolamenti europei e le politiche agricole comuni. Questo duplice scopo, ambizioso, potrebbe risultare difficile da raggiungere. I benefici ottenuti da una gestione migliore dell'acqua in termine di sicurezza alimentare (sociale) e maggiore reddito per unità di risorse (economico) sono evidenti, mentre dal punto di vista ambientale alcune problematiche rimangono da risolvere, non essendo ben definiti né i costi ambientali da prendere in considerazione né gli aspetti negativi e positivi (servizi dell'ecosistema) generati dalla nuova gestione. Per poter risolvere questa questione, ogni singola fase deve essere attentamente monitorata cercando il miglior compromesso tra innovazione, gestione e capacità di bilanciare necessità sociali, economiche ed ambientali. Questo deve consentire una coesistenza tra ambiente e società rurale ed uno sviluppo sostenibile di quest'ultimo in agroecosistemi critici ed ambienti produttivi, invece della sua semplice sopravvivenza.
Considerando ciò, gli strumenti più adatti per pianificare i miglioramenti richiesti nella gestione dell'acqua sono le prestazioni degli indicatori chiave e le tecniche di analisi comparativa. Lo scopo dell'analisi comparativa è la ricerca delle migliori pratiche per migliorare le prestazioni di organizzazioni, attraverso l'esperienza acquisita dalla gestione di organizzazioni simili e processi equivalenti. Le prestazioni degli indicatori chiave sono paragonate con dei target ben definiti: analizzando il loro grado di similitudine con gli obiettivi ambientali, economici e sociali precedentemente prestabiliti (analisi comparativa) è possibile rilevare quali sono le pratiche che portano ad una gestione sostenibile dell'irrigazione in agricoltura.
Gli indicatori sono dei costrutti statistici che supportano

To tackle these issues, a three-step process was followed:

1. *Available data scouting and monitoring*
2. *Identification of performance indicators*
3. *Definition of benchmarking criteria*

The benchmarking criteria, as well as the benchmarking tool, were developed starting from the results obtained in the frame of the EU-FP7 project SIRRIMED (grant agreement n° 245159).

Rationale

The main Water Governance goals in rural areas are undoubtedly to satisfy the present and future irrigation water requirements for food production while complying with the strict environmental constraints EU regulations and the Common Agricultural Policy (CAP) impose. This ambitious dual goal might be difficult to attain. The benefits provided by better water governance in terms of food security (social) and higher income per resource unit (economic) are evident, while from the environmental standpoint some issues remain unsolved, as neither the environmental costs to be considered nor the negative and positive externalities (ecosystem services) generated by this new form of management have been defined. In order to get out of this fix every single innovation step must be carefully evaluated to find the best mix of innovation, management, governance capable to balance social, economic and environmental needs. This must allow environment and rural society to co-exist and he latter to develop sustainably in critical agro-ecosystems and productive environment, instead of its current mere survival.
In light of this, the most suitable tools to plan the desired improvements in water governance are key performance indicators and benchmarking techniques. The benchmarking goal is seeking best practices in order to improve the performance of organizations, through experience gained from the assessment of similar organizations and equivalent processes. The key performance indicators are compared with defined target: by analyzing their degree of proximity with previously indicated environmental, economic, social objectives (benchmark) is possible to detect which are the practices that lead to the sustainable management of irrigated agriculture.
Indicators are statistical constructs that support decision-making, through benchmarking analysis, by revealing trends in data and subsequently, they can be used to analyze the results of policy actions or the effectiveness of implemented innovations. Indicators of sustainability seek to describe and measure key relationships between economic, social and environmental factors with sustainable development, with a balance between all three being considered the best option.
Successful performance indicators must be readily un-

i processi decisionali tramite analisi di elementi di riferimento rivelando le tendenze dei dati e successivamente, possono essere utilizzati per analizzare i risultati di azioni politiche o misurare l'efficacia di innovazioni attuate. Gli indicatori della sostenibilità cercano di descrivere e misurare relazioni chiave tra fattori economici, sociali ed ambientali con sviluppo sostenibile, considerato come migliore il bilanciamento tra tutte tre le dimensioni.
Gli indicatori con maggiore successo devono essere facilmente comprensibili, rappresentativi di politiche e problematiche ambientali chiave e capaci di illustrare un andamento nel tempo. Devono essere scientificamente validi, analiticamente corretti, misurabili e verificabili. Alcuni indicatori sono diretti e semplici misure, altri sono destinati ad esprimere effetti complessi. In tutti i casi, sono direttamente misurabili o calcolati da misurazioni di un numero di set di dati, o derivati da altre informazioni. Pertanto, gli indicatori sono basati su misure fisiche, chimiche, biologiche, sociali o economiche oppure risultati di modelli. La qualità ed affidabilità di un esercizio di analisi comparativa dipende dalla disponibilità di dati adeguati, rappresentativi e di buona qualità.
Al giorno d'oggi, nuovi criteri e strumenti devono essere applicati per supportare i gestori delle risorse idriche, agricoltori e responsabili politici valutando le relazioni tra gestione ed aspetti tecnologici. Analisi accurate delle opzioni con migliore applicazione sostenibile per l'azienda e per il livello distrettuale di irrigazione sono necessarie per migliorare la resilienza della gestione dell'acqua e l'irrigazione in agricoltura in aree con scarsa disponibilità di acqua e sono fondamentali per assicurare un uso saggio ed efficiente dell'acqua in futuro. Difatti, lo scopo non è solo quello di produrre nuove tecnologie di irrigazione e conoscenze, ma di valutare in modo obiettivo e focalizzare l'innovazione in modo da fornire ai consorzi di bonifica, agli agricoltori e ai responsabili politici delle soluzioni applicabili nell'ambito di una politica su misura "passo dopo passo".
Inoltre, gli indicatori devono coprire non solo aspetti quantitativi ma anche qualitativi. Gli indicatori di stato dovrebbero essere integrati da indicatori di flusso, i quali spiegano i cambiamenti per un insieme di vari tipi di ambienti naturali (ad esempio fertilità del suolo o disponibilità di acqua). In un quadro di valutazione della sostenibilità, l'efficienza degli indicatori sono destinati a fornire un collegamento tra l'input di investimenti naturali e l'output (Commissione europea 2001).

Analisi comparativa (Benchmarking)

La FAO/IPRID definisce analisi comparativa come "un processo sistematico per assicurare un continuo miglioramento tramite il confronto di norme interne ed esterne rilevanti e realizzabili e di standard".
L'analisi comparativa ebbe origine nel settore di attività d'impresa come mezzo per le aziende per migliorare le loro prestazioni rispetto a competitori chiave e per adotta-

derstandable, representative of key environmental policies and concerns, and capable of illustrating trends over time. They must be scientifically valid, analytically sound, measurable and verifiable. Some indicators are direct and simple measures, others are intended to describe complex effects. In any case, they are directly measurable or calculated from measurements of a number of data sets, or derived from other information. Therefore, indicators are based upon physical, chemical, biological, social or economic measurement or model results. The quality and reliability of a benchmarking exercise depend on the availability of adequate, representative, good quality data.
Nowadays, new criteria and tools must be introduced to support water managers, farmers and policy makers and the interdependences between management and technological must be assessed. Accurate analysis of the best applicable sustainable options, targeting the farm and the irrigation district level, are needed to increase the resilience of water governance and irrigated agriculture in water scarce areas and are essential to secure an efficient and wise water use in future. Thus, the challenge is not only to produce new irrigation technologies and knowledge but objectively evaluate and then focus on innovation to provide water agencies, farmers and policy makers with solutions applicable in the frame of a customized "step by step" policy.
In addition, indicators must cover not only quantitative and but also qualitative aspects. State indicators should be supplemented by Flow indicators, which explain the changes in the stocks of various types of natural capital (i.e. soil fertility or water availability). In a sustainability assessment framework, efficiency indicators are intended to provide the link between natural capital input and output (EU Commission, 2001).

Benchmarking

The FAO/IPRID defines Benchmarking as "a systematic process for securing continual improvement through comparison with relevant and achievable internal or external norms and standards*". Benchmarking originated in the corporate business sector as a means for companies to improve their performance relative to key competitors and to adopt best management practices thus enhancing their own performance. The overall aim of benchmarking is to improve the performance of an innovation as measured against its objectives.*
The benchmark of complex process flow can be done against ex ante or ex post results or indicators, or against fixed targets. The key of a benchmarking exercise is comparison, either internally with previous performance and desired future targets, or externally against similar situations. Therefore, benchmarking is mainly a management tool.
An important component of benchmarking is the identi-

re le migliori pratiche di gestione per incrementare così le proprie prestazioni.
Lo scopo complessivo degli elementi di riferimento è quello di migliorare le prestazioni di una innovazione misurata rispetto agli obiettivi. L'analisi di processi complessi può essere fatta con risultati o indicatori *ex ante* o *ex post*, oppure con targets prefissati. La chiave di un'analisi comparativa è il confronto, sia internamente con precedenti prestazioni e prefissati obiettivi futuri, oppure esternamente con situazioni simili. Pertanto, l'analisi di confronto è principalmente uno strumento di gestione.
Un'importante componente degli elementi di riferimento è l'identificazione e l'uso di analisi concordate. La definizione di analisi comparativa (Benchmark) data da Malano *et al*. (2004), citando il dizionario di Oxford, è la seguente: "Un'analisi comparativa è uno standard o punto di riferimento rispetto al quale elementi possono essere paragonati o valutati". **Obiettivi definiti** e **quantificazione del livello ottimale** dei servizi sono i punti di riferimento con cui confrontare e valutare le attuali prestazioni.
Il principale scopo per una nuova gestione dell'acqua è di migliorare il livello di fornitura del servizio agli utenti ed anche la produttività delle risorse idriche, pertanto consentire agli agricoltori di mantenere ed incrementare i livelli di produzione agricola cercando di evitare impatti negativi sull'ambiente. Nell'affrontare l'analisi comparativa per la gestione dell'acqua, è necessario tenere in considerazione i seguenti punti:

- Modifiche nella gestione dell'acqua comportano interazioni tra processi fisici, sociali, economici, politici, tecnici ed ambientali.
- Le prestazioni dei bacini idrici e dei distretti di irrigazione sono sito-specifici.
- La gestione dell'acqua opera in un ambiente di monopolio naturale.
- Spesso l'irrigazione della coltura non è l'uso più redditizio delle risorse idriche dal punto di vista economico, mentre è irremissibile quando si considera il contesto della società rurale.

Ci sono diversi tipi di elementi comparativi, come punto di partenza si deve distinguere il livello al quale i confronti sono effettuati:

- Punti di riferimento interni che restringono il confronto nel distretto di irrigazione dato o nel bacino di utenza, analizzando i processi locali ed i loro cambiamenti rispetto a punti di riferimento locali ben definiti. Questo esercizio risponde alla domanda "Sto facendo la cosa giusta?"
- Un punto di riferimento esterno permette la comparazione, ad esempio, tra distretti d'irrigazione facenti parte dello stesso bacino d'utenza, regione o area climatica, in modo da identificare e applicare le migliori pratiche gestionali di rilievo. Questo esercizio risponde alla domanda "Sto facendo la cosa giusta?"

fication and use of agreed benchmark. The benchmark definition given by Malano et al. *(2004), citing the Oxford Dictionary is as follows: "A benchmark is a standard or point of reference against which things can be compared or assessed".* **Defined targets** *and* **optimal quantified level** *of services are the benchmarks against which current performances can be compared and assessed.*
The main target of this new form of water management is to improve the level of service provision to water users and the water resources productivity, thereby enabling farmers to maintain or increase levels of agricultural production while avoiding negative environmental impacts. In approaching benchmarking for water governance, the following points need to be borne in mind:

- *Water governance modifications entail complex and interacting physical, social, economic, political, technical and environmental processes.*
- *Performances of water basins or irrigation districts are site specific.*
- *Water governance operates in a natural monopoly.*
- *Often crop irrigation is not the most profitable use of limited water resources from the economic standpoint, while irremissible when we consider the needs of rural society.*

There are different types of benchmarking, as a start we need to distinguish the level at which comparisons are made:

- *Internal benchmarking restricts comparisons to within a given irrigation district or catchment basin, analyzing the local processes and their changes against local defined benchmarks. This exercise answers the question "Am I doing things right?"*
- *External benchmarking makes comparisons between, e.g., irrigation districts in the same catchment basin, region or climatic area, in order to identify and apply relevant best management practices. This exercise answers the question "Am I doing the right things?"*
  Cornish (2005) in his literature survey found that the most common types of benchmarking are the following:
- *Strategic: addresses strategic decision making involving the analysis of the water agencies core activities and competencies aiming to identify new services or changes in the balance of activities.*
- *Performance: by establishing precise performance indicators, specific targets for improvements can be set and monitored. This type of benchmarking requires the identification and analysis of key processes in the governance scheme and the set up of ex ante and ex post datasets.*
- *Process: is the study of the key processes involved in the new water management. Comparisons may be*

Cornish (2005) nel suo sondaggio letterario trovò che i tipi più comuni di elementi di riferimento sono i seguenti:

- Strategici: rispondono a decisioni strategiche coinvolgendo l'analisi delle attività delle agenzie e delle loro competenze per identificare nuovi servizi o cambiamenti nel bilancio delle attività.
- Prestazione: specifici indicatori di prestazione e specifici obiettivi per ottenere un miglioramento possono essere definiti e monitorati. Questo tipo di elemento richiede l'identificazione e l'analisi di processi chiave nello schema di gestione e nella messa a punto di insieme di dati ex ante e ex post.
- Processo: è lo studio dei processi chiave implicati nella nuova gestione dell'acqua. I confronti possono essere fatti sia tra processi interni che esterni. Questo esercizio richiede un impegno enorme di tempo e di risorse.
- Diagnostico: è un ibrido tra prestazione e processo. Il livello di prestazione può essere determinato confrontando con pratiche di buona gestione già esistenti, risultati di modelli, ecc.
  Gli elementi diagnostici identificano i problemi delle aree ma non identificano necessariamente delle soluzioni.

L'analisi comparativa e la valutazione della prestazione sono collegate ma differiscono in alcuni punti. L'analisi comparativa è essenzialmente un'attività focalizzata esternamente. Lo scopo specifico è quello di identificare degli indicatori chiave e di trovare le migliori pratiche di gestione per un determinato distretto di irrigazione. Poi, questi costituiscono degli standard rispetto ai quali valutare le prestazioni. Il confronto può essere effettuato anche contro norme e regolamenti in corso (es. Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE, norme locali) valutando la conformità dell'attuale gestione con questi. Gli indicatori di prestazione sono specificatamente identificati per consentire il confronto, e per monitorare i progressi che portano alla chiusura del gap prestazionale identificato.
L'attività di analisi comparativa può aiutare le persone interessate alla gestione dell'acqua e gli agricoltori a migliorare il ritorno agli investimenti o a ridurre i costi operazionali, mentre l'analisi di prestazione dell'irrigazione può aiutare i responsabili politici a migliorare il livello del servizio di approvvigionamento e la produttività dell'acqua tramite una migliore gestione.

I fornitori di servizi e gli utilizzatori coinvolti nella gestione dell'acqua stanno rispondendo ad una varietà di fattori che comprendono:

- Incremento della competizione per l'uso dell'acqua, sia nel settore dell'irrigazione in agricoltura, che in altri settori, compreso gli usi ambientali delle risorse di acqua.
- Scarsità di acqua, inquinamento ed incremento della salinità nel suolo e nell'acqua sono strettamente collegati.
- Aumento della domanda di cibo per una popolazione in crescita associato ad una pressione sulla disponibilità

made internally or externally between processes. This exercise requires a huge commitment in time and resources.

- *Diagnostic: is a hybrid between performance and process benchmarking. The level of performance can be determined by comparing against existing best management practices, model results, etc. Diagnostic benchmarking identifies problem areas but does not necessarily identify a solution.*

Benchmarking and performance assessment are related but different in several ways. Benchmarking is essentially an externally focused activity. In benchmarking the specific aim is to identify key indicators and find best management practices for a given irrigation district. These then become standards against which to assess performances. Comparison can be carried out as well against norms and regulations in force (e.g. Water Framework Directive 2000/60/EC, local norms) assessing the compliance of the current management with them. Performance indicators are specifically identified to enable the comparison, and to monitor progress towards closing the identified performance gap.
The benchmarking activity can help water management stakeholders and farmers to improve return on investment or to reduce operational costs, while irrigation performance analysis can help policy makers to improve the level of service provision and water productivity through a better governance.

Service providers and users involved in water governance are responding to a variety of "drivers", including:

- *Increasing competition for water, both within the irrigated agriculture sector, and from other sectors, including environmental uses of water resources.*
- *Water scarcity, pollution and increasing soil and water salinity are closely related.*
- *Increasing demand to produce more food for a growing population coupled with the pressure on available water resources. This results in the "more crop per drop" initiative promoted by international agencies such as the International Water Management Institute (IWMI) and the FAO.*
- *Growing pressure to apply the CE 60/2000 art 9 dictates implementing in practice water pricing criteria reflecting the environmental cost of the resource thus stimulating actions towards higher productivity and efficiency of water use.*
- *Increasing need for accountability to both government and water users in respect of water resource use and price paid for water.*
- *Turnover and privatization of irrigation and drainage schemes to water users, leading to more transparent and accountable (to users) management practices.*

delle risorse idriche. Questo ha portato all'iniziativa "più coltura per ogni goccia d'acqua", promossa da agenzie internazionali come l'*International Water Management Institute* (IWMI) e la FAO.

- Pressione crescente nell'applicare il regolamento CE 60/2000 art. 9 mettendo in pratica i criteri di tariffazione dell'acqua che tengano conto del costo ambientale della risorsa e quindi stimolare azioni che portano ad una maggiore produttività ed efficienza dell'uso dell'acqua.
- Maggiore necessità di responsabilità sia del governo sia degli utilizzatori dell'acqua rispetto all'impiego delle risorse idriche ed al prezzo pagato per l'acqua.
- Il turnover e la privatizzazione degli schemi di irrigazione e di drenaggio per gli utenti dell'acqua, che porti ad una maggiore trasparenza e responsabilità (per gli utilizzatori) delle pratiche di gestione.
- Aumento dell'interesse da parte della comunità per l'uso delle risorse idriche in modo produttivo ed efficiente e della protezione dell'ambiente acquatico, biodiversità e della fauna (aviaria, anfibi, rettili).

Diversi fattori sono collegati ad un particolare bacino di utenza o distretto di irrigazione ed applicati in diverse situazioni, è cruciale sin dall'inizio di un programma di analisi comparativa identificare questi fattori chiave che sono responsabili dei cambiamenti nello schema della gestione dell'acqua a livello locale.

In un qualsiasi sistema, come un network di irrigazione, ci sono entrate, uscite e processi che generano degli effetti. Nel misurare le prestazioni, il principale interesse è l'efficienza del processo: unità di uscita (output) per unità di entrata (input) e gli effetti potenziali che l'uso delle risorse input o gli output potrebbero avere sull'ambiente, società, economia, ecc.
I tre domini della gestione dell'acqua che potrebbero essere di fondamentale interesse sono:

- Distribuzione del servizio: misurare l'adeguatezza della nuova gestione nel soddisfare la richiesta di acqua da parte degli utilizzatori (sistema operativo).
- Efficienza produttiva: misura l'efficienza con la quale l'agricoltura usa le risorse idriche nei processi produttivi.
- Prestazioni ambientali: misura l'impatto della nuova gestione sul suolo e sulle risorse idriche, così come sulla biodiversità e sui servizi degli ecosistemi.

Un fattore aggiuntivo, che necessita di essere considerato, è il confine dei domini (o situazione al contorno) che sono stati oggetto di valutazione comparativa. I confini si riferiscono ai confini fisici ed alla profondità o al dettagli con cui gli indicatori sono considerati. In generale, per analizzare i confini fisici sarà necessario un sistema idraulico indipendente.
Inoltre, molti degli studi sugli indicatori sostenibili sono intesi come indicatori che riflettono l'impatto/l'applicabilità

- *Increasing interest by the wider community in productive and efficient water resource use and the protection of aquatic environments, biodiversity and avian, amphibian and reptilian fauna.*

Different drivers relate to a particular catchment basin or irrigation district and apply in different situations, it is crucial at the outset of a benchmarking program to identify the key drivers that are forcing changes within the local water governance schemas.
In any system, such as an irrigation network, there are inputs, outputs and processes that generate impacts. In measuring performance, the main interest is about process efficiency: units of outputs per unit of input and potential impacts that the use of resources (inputs) or the outputs might have on the environment, society, economy, etc.
The three water management domains that could be of primary interest are:

- *Service delivery: measures the adequacy with which new governance meets water demand by users (operating system).*
- *Production efficiency: measures the efficiency with which irrigated agriculture uses water resources in production processes.*
- *Environmental performance: measures the impacts of the new governance on land, and water resources, as well as on biodiversity and ecosystem services.*

An additional factor, is the boundaries of the domains that are being benchmarked. The boundaries relate to the physical boundaries and to the depth or details the indicators are considered. In general, to benchmark the physical boundary there will be a hydraulically independent system.
Further, many of the sustainability indicator studies are intended to select indicators that reflect the impact/applicability of legislation in place, and are primarily for use by national/regional/local authorities. Although the need is evident, there are still no practical indicators that water authorities and farmers can use to achieve their goals by monitoring changes occurring within their irrigation district. These indicators would allow farmers and water authorities to assess and demonstrate that they are acting in a sustainable manner, making informed and responsible management decisions, being aware and taking responsibility for those decisions.

della legge in corso e sono principalmente per l'uso ad opera delle autorità nazionali/regionali/territoriali. Sebbene la necessità sia evidente, sono tuttora mancanti indicatori pratici che le autorità e gli agricoltori possano utilizzare per raggiungere i loro scopi monitorando i cambiamenti che avvengono nel loro comprensorio irriguo. Questi indicatori consentirebbero agli agricoltori ed alle autorità di valutare e dimostrare che agiscono in modo sostenibile, prendendo delle decisioni per una gestione conscia e responsabile, in quanto consapevoli di queste decisioni.

Strumenti per l'analisi comparativa (Benchmarking tool)

Tra le principali conclusioni derivanti da una vasta indagine di studi e dall'esperienza del progetto SIRRIMED è emersa la necessità di un adeguato numero di anni per personalizzare le prestazioni dell'analisi comparativa per una particolare area o per un fornitore di servizi. Il numero limitato di anni e di situazioni considerate nel corso del progetto WSTORE2 non saranno sufficienti per estendere l'analisi della prestazione al di là di una fase iniziale. Comunque, utilizzando un set di dati storici, quando e dove disponibili e con la possibilità di costruire uno scenario, un buon confronto tra gestioni innovative dell'acqua potrebbe essere possibile. Per questo gli esercizi di analisi comparativa forniranno sufficienti risultati per proporre delle pratiche di migliore gestione e per supportare nuove proposte di gestione dell'acqua attraverso una metodologia efficace dell'irrigazione con buone prestazioni.

Come per molti degli indicatori attualmente in uso (es. water footprint, ecc.), la mancanza di metodologia standardizzata e condivisa sta portando ad un abuso dell'impiego di indicatori. L'esercizio dell'analisi comparativa consente di definire il peso relativo tra parametri che potrebbero risultare arbitrari. Per rendere tale analisi paragonabile tra gli anni e tra località, la metodologia di calcolo necessita di essere non ambigua. Per questo motivo, CER ha sviluppato un pacchetto di applicazione basato sui risultati ottenuti dal progetto SIRRIMED. Lo strumento è fatto di cinque temi dedicati, i quali possono essere selezionati cliccando un pulsante sulla home page dello strumento di analisi comparativa. Questi temi implementati nello strumento di analisi comparativa di WSTORE2 sono i seguenti:

1. Uso dell'acqua
2. Produttività dell'acqua ed efficienza di utilizzo
3. Aspetti economici e finanziari
4. Aspetti socio-economici
5. Ambiente

Per ogni tema, è suggerito un gruppo di indicatori di prestazione. Gli utilizzatori possono selezionare l'indicatore che desiderano calcolare, iniziare l'input di dati ed avviare il calcolo ed il confronto. Gli indicatori sono calcolati come riportato nelle successive pagine dello strumento dell'analisi comparativa.

Benchmarking Tool

Among the main conclusions arising from a large survey of studies and from the SIRRIMED project experience there is the need of an adequate number of years to tailor performance benchmarking to a particular area or service provider. The limited number of years and situations covered by the WSTORE2 project will be not sufficient to extend the performance analysis beyond an initial phase. However, by using a historical dataset, wherever available, and by building a scenario, a good comparison among innovative water governance could be possible. That way the benchmarking exercises will provide enough results to propose best district management practices and to support the new water governance proposal through an effective methodology of irrigation performance benchmarking.

As for many of the indicators currently used (i.e. water footprint, etc.) the lack of standardized and agreed methodology is leading to the indicator being misused. Benchmarking exercises involve defining relative weight between parameters that could be arbitrary. To make benchmarking comparable among years and locations, calculation methodology need to be unambiguous. For that reason, CER developed an application package, based on the SIRRIMED project results. The tool is made of five dedicated themes, which can be selected clicking on a button on the Benchmarking Tool Home page. The themes implemented into the WSTORE2 benchmarking tool are as follows:

1. *Water use*
2. *Water productivity and use efficiency*
3. *Economic and financial*
4. *Socio-economic*
5. *Environmental*

For each theme, a group of performance indicators are suggested. Users can select the performance indicator they want to calculate, start data input, and run calculation and comparisons. Indicators are calculated as reported in the following Benchmarking Tool theme pages.

Uso dell'acqua

L'utilizzo dell'acqua collegato agli indicatori si focalizza sull'adeguato approvvigionamento idrico concesso nel comprensorio irriguo o nell'azienda. Il parametro "Efficienza di stoccaggio dell'acqua (SWE)" ha lo scopo di mettere in evidenza la capacità della nuova gestione di Vallevecchia di immagazzinare l'acqua piovana nel bacino di accumulo. L'acqua totale relativa e la fornitura irrigua vogliono valutare il grado di soddisfazione dell'uso dell'acqua per scopi agricoli concesso dal sistema automatico di gestione dell'acqua.

Water use

The water utilization related indicators focus on the adequacy of the water supply granted to the irrigation district or to the farm. The parameter "water-storage efficiency" indicates the capability of the Vallevecchia new governance to store rainwater into the storage basin. The relative total water and irrigation supply assess the degree of satisfaction of agricultural water needs granted by the automated water governance system.

Disponibilità Idrica Relativa / *Relative water supply (RWS)*	
Definizione / *Definition*	Quota del fabbisogno idrico delle colture soddisfatto dalla disponibilità idrica. *Amount of crop water requirement matched by total water supply.*
Unità / *Unit*	m^3 / m^3
Calcolo / *Calculation*	Disponibilità relativa d'acqua = Disponibilità idrica Totale / Fabbisogno idrico delle colture Dove: Disponibilità idrica Totale = Pioggia utile + Acqua derivata + Risalita capillare; Fabbisogno idrico della coltura = Evapotraspirazione potenziale ET della coltura *Relative water supply (RWS) = Total Water Supply / Crop Water Demand* *Where: Total water supply = Effective rainfall + Diverted water + Capillary rise; Crop water demand = Potential crop ET*

Disponibilità irrigua relativa / *Relative irrigation supply (RIS)*	
Definizione / *Definition*	Quota del fabbisogno idrico delle colture soddisfatto dalla disponibilità irrigua. *Amount of crop irrigation water requirement matched by irrigation supply.*
Unità / *Unit*	m^3 / m^3
Calcolo / *Calculation*	Disponibilità irrigua relativa = Disponibilità Irrigua / Fabbisogno idrico delle colture Dove: Disponibilità irrigua Totale = Acqua derivata (superficiale/sotterranea); Fabbisogno irriguo della coltura = Evapotraspirazione potenziale ET - (Pe + CR) *Relative irrigation supply (RIS) = Irrigation Water Supply / Crop Water Demand* *Where: Total irrigation supply = Diverted water (surface/groundwater); Crop irrigation demand = Potential crop ET – (Percolazione dovuta ad eccesso d'acqua Pe + Risalita capillare CR)*

Efficienza di stoccaggio dell'acqua / *Storage Water Efficiency (SWE)*	
Definizione / *Definition*	L'indice di efficienza di immagazzinamento dell'acqua aiuta a identificare se il livello di acqua immagazzinata è dovuto ad una scarsa disponibilità o ad altre cause. / *The index of storage water efficiency helps to identify if the low level of stored water is due to a low availability or to other causes.*
Unità / *Unit*	m^3 / m^3
Calcolo / *Calculation*	Efficienza di stoccaggio dell'acqua = Volume idrico immagazzinato / Volume idrico disponibile per l'immagazzinamento *Storage Water Efficiency (SWE) = Stored water volume / Available water volume for storing*

Produttività dell'acqua ed efficienza di utilizzo

Le misure di produzione dell'agricoltura irrigua sono cruciali per valutare l'efficacia delle recenti implementazioni tecnologiche, strategie ed infrastrutture. La prestazione in termini di produzione di biomassa secca può essere utilizzata anche per monitorare se le tecnologie già disponibili e la gestione sono impiegati in maniera corretta e redditizia. Tuttavia, confrontare diverse colture, in anni diversi, non è sempre un facile compito. Le difficoltà compaiono quando si paragonano misure che sono l'effetto complessivo di più di una variabile, come ad esempio metodi di irrigazione, strategie, clima, disponibilità di acqua discontinua, ecc. Nonostante la valutazione dell'efficienza dell'uso dell'acqua, l'azoto ed altri input tecnici e risorse naturali, siano alla base del calcolo della valutazione del ciclo vitale della col-

Water productivity and use efficiency

Measurements of production from irrigated agriculture are crucial to assess the effectiveness of recently implemented technologies, strategies, infrastructures. The performance in term of produced dry mass can be utilized as well to survey if the already available technologies or management are utilized in a correct and profitable way. However, comparing different crops, in different years, is not an easy task. The difficulties arise when comparing measurements which have the effect of more than one variable embedded in itself, e.g. irrigation methods and strategies, climate, intermittent water availability, etc. Although the assessment of the use efficiency of water, nitrogen and other technical inputs and natural resources are at the very basis of the calculation of the crop Life

tura (LCA) e del *water footprint*, consentono principalmente di ottimizzare l'uso delle risorse e la loro allocazione.

Cycle Assessment (LCA) and Water Footprint, it allows the use of resources and their allocation to be optimized.

Resa relativa / *Relative yield (CYR)*	
Definizione / *Definition*	Resa ottenuta normalizzata sulla resa potenziale locale. / *Measured yield normalized on the local potential yield.*
Unità / *Unit*	t ha^{-1} / t ha^{-1}
Calcolo / *Calculation*	Resa relativa = Resa reale della coltura / Resa potenziale della coltura Dove: Resa potenziale = ultimo quartile della media produttiva di lungo periodo (consigliata media di 10 anni) *Relative yield = Actual crop yield / Potential crop yield* *Where: Potential Crop Yield = upper quartile average of local production record (suggested 10 years record)*

Efficienza acqua utilizzata / *Water Use Efficiency (WUE)*	
Definizione / *Definition*	Efficienza calcolata dell'acqua distribuita. / *Calculated efficiency of the distributed water.*
Unità / *Unit*	kg DM/m^3
Calcolo / *Calculation*	Efficienza acqua utilizzata = Sostanza secca alla raccolta / Acqua distribuita *Water Use Efficiency = Harvested dry mass / Water distributed*

Efficienza azoto utilizzato / *Nitrogen Use Efficiency (NUE)*	
Definizione / *Definition*	Efficienza calcolata dell'azoto distribuito. / *Calculated efficiency of the supplied nitrogen.*
Unità / *Unit*	kg DM/kg N
Calcolo / *Calculation*	Efficienza azoto utilizzato = Sostanza secca alla raccolta / Azoto distribuito *Nitrogen Use Efficiency = Harvested dry mass / Nitrogen distributed*

Produttività relativa dell'acqua / *Relative water productivity (RWP)*	
Definizione / *Definition*	Massima produttività potenziale locale dell'acqua per unità di acqua distribuita. *Maximum potential water productivity in the area per unit of supplied water.*
Unità / *Unit*	t/m^3
Calcolo / *Calculation*	Produttività relativa dell'acqua = Produzione potenziale della coltura / Totale acqua distribuita *Relative water productivity = Potential crop production / Total water supplied*

Aspetti economici e finanziari

Ognuna delle parti coinvolte nel settore dell'agricoltura irrigua ha una diversa percezione della prestazione economica. I responsabili politici sono normalmente interessati ad un riscontro della sostenibilità dell'uso delle risorse dal territorio irriguo. I gestori dei sistemi irrigui sono maggiormente interessati alle risorse finanziarie disponibili e all'origine di questi fondi, mentre gli agricoltori sono maggiormente interessati ai guadagni della loro azienda. Per far quadrare tutti questi obiettivi, sono pertanto necessari distinti set di indicatori. Nel caso di una nuova infrastruttura, l'analisi del ritorno economico dell'investimento ed il recupero dei costi è molto importante. In molte altre situazioni, il calcolo dell'efficienza produttiva o l'efficienza della produzione economica potrebbe essere sufficiente per valutare la sostenibilità economica del processo.

Economic and Financial

Each of the stakeholders involved in the irrigated agriculture sector has a different perspective of economic performances. Policy makers are normally concerned with overall sustainable returns on resource use from the irrigated territory. Irrigation-system managers are most likely concerned with the financial resources available and the source of those funds, while farmers are mainly interested in the revenues of their farming enterprise. Therefore, to match all those objectives, a separate sets of indicators is required. When new infrastructure is introduced, the analysis of the gross return of investment and of the cost recovery ratio is very important. In many other situations the calculation of the production efficiency or of the economic production efficiency could be sufficient to assess the economic sustainability of the process.

Rendimento lordo degli investimenti / *Gross return on investment (ROI)*	
Definizione / *Definition*	Rendimento lordo dell'investimento nelle infrastrutture e tecnologie irrigue. *Gross return on investment in irrigation infrastructure technology.*
Unità / *Unit*	%
Calcolo / *Calculation*	Rendimento lordo dell'investimento* = {[Valore della produzione (€) – Costi di produzione (€)] / Costi d'investimenti nell'irrigazione (€)} × 100% * Definito come la differenza tra il rendimento lordo e netto, consiste nei costi di ammortamento dell'investimento nell'infrastruttura irrigua. *Gross return of investment** = {[Production value (€) - Production costs (€)] / Irrigation investment costs (€)]} × 100%* *** Defined as the difference between gross and net profitability, consists of the depreciation costs related to the investment in irrigation infrastructure.*

Efficienza produttiva / *Production Efficiency (PE)*	
Definizione / *Definition*	Valore produttivo del suolo o dell'acqua. / *Production value of land or water.*
Unità / *Unit*	kg/ha (valore della produzione per ettaro basato sulla resa o sulla resa equivalente in cerali per ettaro / *production value per hectare is based on yield or cereal equivalent yield per hectare*) kg/m³ (valore della produzione per m³ basato sulla resa o sulla resa equivalente in cereali per metro cubo di acqua utilizzata / *production value per m³ is based on yield or cereal equivalent yield per cubic metre water used*)
Calcolo / *Calculation*	Efficienza produttiva = $\frac{\text{Resa totale (kg)}}{\text{area irrigata (ha)}}$ oppure $\frac{\text{Resa totale (kg)}}{\text{acqua irrigua (m}^3\text{)}}$ *Productive efficiency* = $\frac{\textit{Total yield (kg)}}{\textit{irrigated area (ha)}}$ *or* $\frac{\textit{Total yield (kg)}}{\textit{irrigation water (m}^3\textit{)}}$

Efficienza economica / *Economic efficiency (EE)*	
Definizione / *Definition*	Valore produttivo del suolo o dell'acqua. / *Production value of land or water.*
Unità / *Unit*	€/ha (valore della produzione per ha basato sulla resa o sulla resa equivalente in cereali per ettaro / *production value per ha is based on yield or cereal equivalent yield per hectare*) €/m³ (valore della produzione per m³ basato sulla resa o sulla resa equivalente in cereali per metro cubo di acqua utilizzata / *production value per m³ is based on yield or cereal equivalent yield per cubic metre water used*)
Calcolo / *Calculation*	Efficienza produttiva economica* = $\frac{\text{Valore della produzione (€)}}{\text{area irrigata (ha)}}$ oppure $\frac{\text{Valore della produzione (€)}}{\text{acqua irrigua (m}^3\text{)}}$ * L'efficienza produttiva economica (€/m³) può essere confrontata con il prezzo pagato dall'agricoltore per l'acqua (€/m³) per testare la redditività dell'uso irriguo dell'acqua *Economic productive efficiency*** = $\frac{\textit{Production value (€)}}{\textit{irrigated area (ha)}}$ *or* $\frac{\textit{Production value (€)}}{\textit{irrigation water (m}^3\textit{)}}$ *** The economic productive efficiency of irrigation water use (€/m³) can be compared with the water price paid by farmers (€/m³) to test the profitability of irrigation water use.*

Tasso di recupero dei costi / *Cost recovery rate (CRR)*	
Definizione / *Definition*	Percentuale dei costi di fornitura dell'acqua irrigua del gestore del servizio recuperati con gli introiti del pagamento dell'acqua. *Extent to which irrigation water supply costs in irrigation district are recovered by revenues from water payments.*
Unità / *Unit*	%
Calcolo / *Calculation*	Percentuale recupero costi = Ricavi per la fornitura dell'acqua / Costi totali della fornitura d'acqua irrigua *Cost recovery rate (CRR) = Revenues from irrigation water supply / Total costs of irrigation water supply*

Aspetti socio-economici

L'impatto socio-economico di un bacino d'acqua ben gestito o di un distretto di irrigazione può essere importante. È sempre più evidente che i cambiamenti nella gestione agricola, indotti da ridotti accessi a risorse naturali importanti come l'acqua, possano cambiare irreversibilmente la società rurale. Viceversa, l'abuso delle risorse di acqua sta cambiando non solo il paesaggio ma anche la biodiversità e quindi il valore naturalistico e la funzionalità dell'ecosistema di fornire servizi di valore. Dal punto di vista sociale, in particolare i giovani sarebbero forzati ad abbandonare il loro paese per il ridotto margine di guadagno. Questa crisi inter-generazionale può essere sollevata da un agricoltura multidisciplinare, differenziano i prodotti agricoli e mettendo in evidenza i prodotti non materiali come i servizi turistico-ricreativi o la protezione dell'ambiente. Il contributo della società rurale al benessere della società globale e alla stabilità sociale tramite la creazione di lavoro nel distretto irriguo deve essere debitamente considerato.

Socio-Economic

The socio-economic impact of a well-managed water basin or irrigation district can be extremely important. It is becoming more and more evident that changes in agricultural management, induced by reduced access to key natural resources such as water, can irreversibly change rural society. Vice versa, the abuse of water resources is changing not only the landscape but also biodiversity, and, as a result, natural value and the ecosystem's capability to provide valuable services. From the social standpoint, young people, in particular, would be forced to abandon their hometowns due to excessively low incomes. This inter-generational crisis can be relieved by multi-tasking agriculture, differentiating farm products and putting more attention on immaterial ones such as services for tourists or conservation of the environment. The contribution of rural society to the wealth of wider society and to social stability through job creation in the irrigated district must be duly taken into account.

Ambiente

La modifica della gestione dell'acqua potrebbe essere favorevole o dannosa per la fauna aviaria e gli anfibi e rettili che vivono nelle pozze di acqua dolce e nei canali. Ol-

The Environment

Modification of water governance could be favourable or detrimental for the avian fauna populations, as well for the amphibian and reptiles living in the freshwater ponds and

tre a questo, l'irrigazione come progettata nel sistema di Vallevecchia non utilizza acqua in un ecosistema per fare crescere una coltura che non sarebbe in grado di crescere senza quest'apporto o che non sarebbe redditizia con solo acqua piovana, ma fa uso di acqua piovana localmente stoccata. I principali impatti ambientali, tra molti di questi, alcuni positivi ed altri negativi, riguardano la qualità dell'acqua, lo sfruttamento dell'acqua sotterranea e la salinizzazione del suolo. Gli indicatori di prestazione sotto elencati sono utili per monitorare e valutare l'impatto dell'agricoltura irrigua sulla sostenibilità a lungo termine del fragile agroecosistema di Vallevecchia.

canals. Beside that, irrigation as designed in the Vallevecchia system does not import water into an ecosystem to grow crops that would not grow without this imported water or that would not be profitable when only rainfed, but makes use of locally stored rainwater. The main environmental impacts, some positive other negative, are on water quality, groundwater over-exploitation and soil salinisation. The performance indicators listed below are intended to monitor and evaluate the impact of irrigated agriculture on the long term sustainability of the fragile Vallevecchia agro-ecosystem.

Profondità di falda relativa / *Relative groundwater depth (GDR)*	
Definizione / *Definition*	Profondità della falda in relazione al livello critico. *Groundwater depth related to the critical level.*
Unità / *Unit*	m / m
Calcolo / *Calculation*	Profondità relativa della falda = Profondità di falda reale / Profondità di falda critica *Relative groundwater depth = Actual groundwater depth / Critical groundwater depth*

Conducibilità elettrica relativa dell'acqua nel suolo / *Relative soil water EC ratio (ECR)*	
Definizione / *Definition*	EC del suolo o dell'acqua in relazione al livello critico. Il livello critico può dipendere dalla coltura. *Soil or water EC related to the critical level. The critical level can be crop dependent.*
Unità / *Unit*	dS/m / dS/m
Calcolo / *Calculation*	EC relativa = EC reale / EC critica *Relative EC ratio = Actual EC / Critical EC*

Indice di biodiversità della fauna d'acqua dolce / *Biodiversity index of freshwater fauna*	
Definizione / *Definition*	L'indice di biodiversità mostra l'andamento generale nell'area considerata. *Biodiversity index shows the overall biodiversity trends in the considered area.*
Unità / *Unit*	n / n
Calcolo / *Calculation*	Indice di biodiversità della fauna di acqua dolce = nr di specie monitorate al momento t_n / nr di specie monitorate al momento t_0 *Biodiversity index of freshwater environment fauna = nr. species monitored at t_n / nr. species monitored at t_0*

Indice di popolazione di *Aythya nyroca* / Aythya nyroca *population index*	
Definizione / *Definition*	L'indice mostra l'andamento della popolazione di *Aythya nyroca* nell'area. *Population index shows the trend of* Aythya nyroca *population in the area.*
Unità / *Unit*	n / n
Calcolo / *Calculation*	Indice della popolazione di *Aythya nyroca* = $\frac{(\text{Nr. contatti BrS} \times 2) + \text{Nr. contatti NBrS}}{(\text{Nr. contatti BrS}^{Pr} \times 2) + \text{Nr. contatti NBrS}^{Pr}}$ Dove: Nr. contatti BrS = numero dei contatti nella stagione riproduttiva al t_n; Nr. contatti NBrS = numero dei contatti nella stagione migratoria al t_n; Nr. contatti BrS^{Pr} = numero dei contatti nella stagione riproduttiva al t_0; Nr. contatti $NBrS^{Pr}$ = numero dei contatti nella stagione migratoria al t_0 *Population index of* Aythya nyroca = $\frac{(\text{Nr. contacts BrS} \times 2) + \text{Nr. contacts NBrS}}{(\text{Nr. contacts BrS}^{Pr} \times 2) + \text{Nr. contacts NBrS}^{Pr}}$ *Where: Nr. contacts BrS = number of contacts in Breeding season at t_n; Nr. contacts NBrS = number of contacts in migration season at t_n; Nr. contacts BrS^{Pr} = number of contacts in Breeding season at t_0; Nr. contacts $NBrS^{Pr}$ = number of contacts in migration season at t_0*

Indice di popolazione di *Aythya ferina* / Aythya ferina *population index*	
Definizione / *Definition*	L'indice mostra l'andamento della popolazione di *Aythya ferina* nell'area. *Population index shows the trend of* Aythya ferina *population in the area.*
Unità / *Unit*	n / n
Calcolo / *Calculation*	Indice della popolazione di *Aythya ferina* = $\frac{(\text{Nr. contatti BrS} \times 2) + \text{Nr. contatti NBrS}}{(\text{Nr. contatti BrS}^{Pr} \times 2) + \text{Nr. contatti NBrS}^{Pr}}$ Dove: Nr. contatti BrS = numero dei contatti nella stagione riproduttiva al t_n; Nr. contatti NBrS = numero dei contatti nella stagione migratoria al t_n; Nr. contatti BrS^{Pr} = numero dei contatti nella stagione riproduttiva al t_0; Nr. contatti $NBrS^{Pr}$ = numero dei contatti nella stagione migratoria al t_0 *Population index of* Aythya ferina = $\frac{(\text{Nr. contacts BrS} \times 2) + \text{Nr. contacts NBrS}}{(\text{Nr. contacts BrS}^{Pr} \times 2) + \text{Nr. contacts NBrS}^{Pr}}$ *Where: Nr. contacts BrS = number of contacts in Breeding season at t_n; Nr. contacts NBrS = number of contacts in migration season at t_n; Nr. contacts BrS^{Pr} = number of contacts in Breeding season at t_0; Nr. contacts $NBrS^{Pr}$ = number of contacts in migration season at t_0*

Indice di popolazione di *Anser anser* / Anser anser *population index*	
Definizione / *Definition*	L'indice mostra l'andamento della popolazione di *Anser anser* nell'area. *Population index shows the trend of* Anser anser *population in the area.*
Unità / *Unit*	n / n
Calcolo / *Calculation*	Indice della popolazione di *Anser anser* = $\frac{(\text{Nr. contatti BrS} \times 2) + \text{Nr. contatti NBrS}}{(\text{Nr. contatti BrS}^{Pr} \times 2) + \text{Nr. contatti NBrS}^{Pr}}$ Dove: Nr. contatti BrS = numero dei contatti nella stagione riproduttiva al t_n; Nr. contatti NBrS = numero dei contatti nella stagione migratoria al t_n; Nr. contatti BrS^{Pr} = numero dei contatti nella stagione riproduttiva al t_0; Nr. contatti $NBrS^{Pr}$ = numero dei contatti nella stagione migratoria al t_0 *Population index of* Anser anser = $\frac{(Nr.\ contacts\ BrS \times 2) + Nr.\ contacts\ NBrS}{(Nr.\ contacts\ BrS^{Pr} \times 2) + Nr.\ contacts\ NBrS^{Pr}}$ *Where: Nr. contacts BrS = number of contacts in Breeding season at t_n; Nr. contacts NBrS = number of contacts in migration season at t_n; Nr. contacts BrS^{Pr} = number of contacts in Breeding season at t_0; Nr. contacts $NBrS^{Pr}$ = number of contacts in migration season at t_0*

Indice di popolazione di *Emys orbicularis galloitalica* / Emys orbicularis galloitalica *population index*	
Definizione / *Definition*	L'indice mostra l'andamento della popolazione di *Emys orbicularis galloitalica* nell'area. *Population index shows the trend of* Emys orbicularis galloitalica *population in the area.*
Unità / *Unit*	n / n
Calcolo / *Calculation*	Indice della popolazione di *Emys orbicularis galloitalica* = $\frac{(\text{Nr. contatti BrS} \times 2) + \text{Nr. contatti NBrS}}{(\text{Nr. contatti BrS}^{Pr} \times 2) + \text{Nr. contatti NBrS}^{Pr}}$ Dove: Nr. contatti BrS = numero dei contatti nella stagione riproduttiva al t_n; Nr. contatti NBrS = numero dei contatti nella stagione migratoria al t_n; Nr. contatti BrS^{Pr} = numero dei contatti nella stagione riproduttiva al t_0; Nr. contatti $NBrS^{Pr}$ = numero dei contatti nella stagione migratoria al t_0 *Population index of* Emys orbicularis galloitalica = $\frac{(Nr.\ contacts\ BrS \times 2) + Nr.\ contacts\ NBrS}{(Nr.\ contacts\ BrS^{Pr} \times 2) + Nr.\ contacts\ NBrS^{Pr}}$ *Where: Nr. contacts BrS = number of contacts in Breeding season at t_n; Nr. contacts NBrS = number of contacts in migration season at t_n; Nr. contacts BrS^{Pr} = number of contacts in Breeding season at t_0; Nr. contacts $NBrS^{Pr}$ = number of contacts in migration season at t_0*

Indice di capacità di rimozione del sale / *Index of salt removal capability (ISRC)*	
Definizione / *Definition*	L'indice consente di stimare la quantità di sale allontanato dallo strato di terreno esplorato dalle radici. *The index allows to estimate the amount of salt removed from the rootzone.*
Unità / *Unit*	t/ton
Calcolo / *Calculation*	Sale allontanato = volume idrico (m^3) × Concentrazione salina (t/m^3) Il volume idrico è misurato alla sezione di chiusura del canale di drenaggio o della condotta. Si consiglia di effettuare misure a passo orario così come per la concentrazione salina. *Removed salt = Volume of water (m^3) × Salt conc. (t/m^3)* *The water volume is measured at the tail-end section of drainage ditch or pipeline. It should be measured at hourly step as well as salt concentration.*

Indice di riduzione potenziale della salinità / *Index of potential reduction of soil salinity (IPRS)*	
Definizione / *Definition*	L'indice consente di valutare l'impatto del sale allontanato sulla salinità dell'acqua nello strato di terreno esplorato dalle radici (profondità di 0,5 m). *The index allows assessing the impact of removed salt on soil-water salinity in the rootzone (depth 0.5 m).*
Unità / *Unit*	mS/cm
Calcolo / *Calculation*	Indice di riduzione potenziale della salinità = [Sale (g) / Vol. WrA (m^3)] × 640 Dove: Sale = quantità di sale allontanato dall'area di studio mediante drenaggio; Vol. WrA = contenuto d'acqua al 90% della capacità di campo in uno strato profondo 0,5 m all'interno dell'area di drenaggio. *Potential soil salinity reduction index = [Salt (gr.) / Vol. WrA (m^3)] × 640* *Where: Salt = amount of salt removed with drainage from study area; Vol. WrA = amount of water at 90% of field capacity in a layer of 0.5 m depth for drainage area.*

Input di dati ed analisi

Lo strumento dell'analisi comparativa non è collegato ad alcun database. Pertanto, gli utilizzatori devono inserire manualmente i valori dei parametri nel sistema. Quando i parametri inseriti sono dei dati secondari, cioè derivati da dati primari in seguito a calcoli specifici, il sistema consente di calcolarli applicando una formula standard evitando così errori nel confrontare scenari e località. Come esempio, in Figura 51 è mostrata l'opzione per calcolare la quantità di pioggia effettiva tramite l'equazione standard USDA. Quando i dati richiesti per calcolare l'equazione USDA sono inseriti, la cella collegata alla misura richiesta o ad altre quantità stimate di pioggia effettiva è evidenziata, e viceversa.
Il sistema offre la possibilità di selezionare dei parametri

Data input and analysis

The benchmarking tool is not linked directly to any database. Therefore, users are asked to manually input the parameters into the tool. When the input parameter is a secondary data, thus derived from other primary data by specific calculation, the tool makes it possible calculate it by applying a standard formula thus avoiding errors when scenarios or locations are compared. As an example, Figure 51 shows the option to calculate the amount of Effective Rainfall by means of the standard USDA equation. When the data required to calculate the USDA equation are inserted the input cell related to the measured or otherwise estimated amount of effective rainfall is darkened, and vice versa.
The tool sets a user specific benchmark for the perfor-

specifici da sottoporre al sistema di analisi o di utilizzare un valore internazionale condiviso in assenza di altre indicazioni, quando è disponibile dalla bibliografia. In ambedue i casi, l'utente deve inserire il valore da verificare in modo da consentire l'analisi.

mance indicator, or uses an internationally agreed value as default, when available from literature. In both cases, the user must input the benchmark value in order to allow the performances under analysis analysis to be benchmarked.

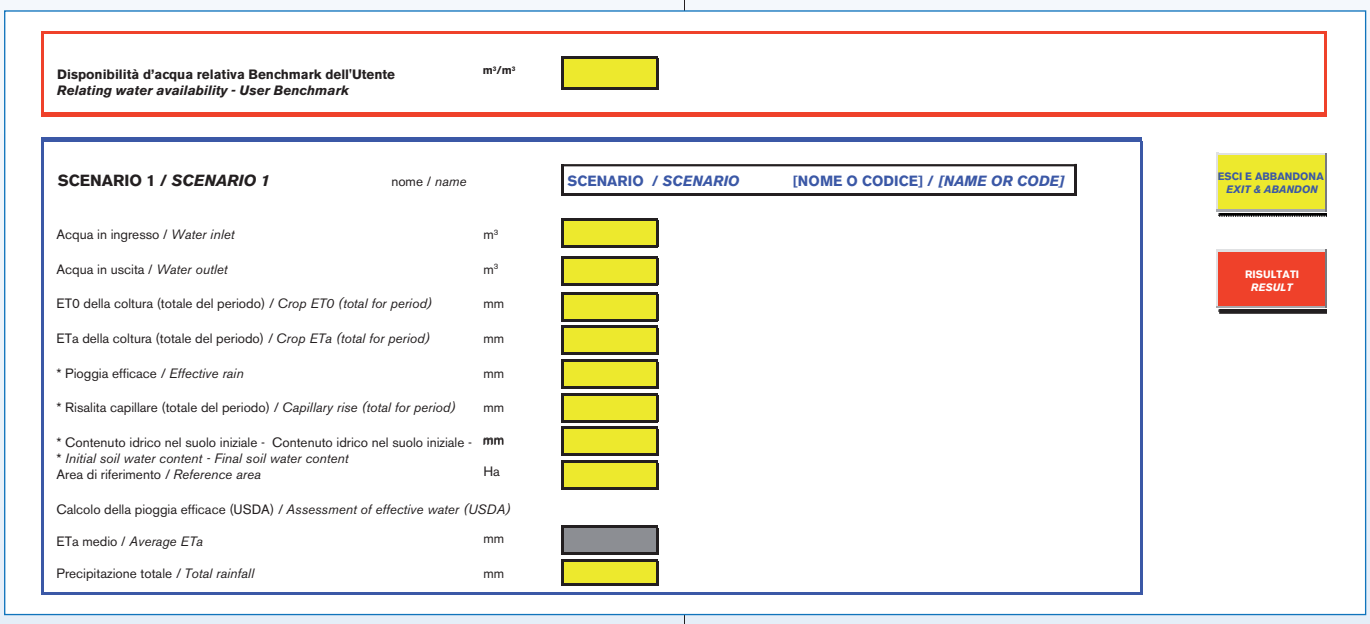


Figura 51. Pagina inserimento dati. Ogni parametro ha una pagina specifica di inserimento dati.

Figure 51. Input page. Each parameter have a specific input page.

Creazione di scenari o confronti multipli

Lo scopo dell'esercizio di analisi comparativa è quello di confrontare prestazioni di soluzioni alternative possibili. Il sistema permette di confrontare fino a cinque scenari o casi di studio o prove sperimentali, e di soppesare questi scenari su specifici parametri. La Figura 52 mostra la pagina di inserimento dei dati dello scenario.

Creating scenarios or multiple comparisons

The aim of the benchmarking exercise is to compare performances of alternative possible solutions. The tool allows a comparison of up to five scenarios or case studies or experimental treatments, and to weigh them on specific benchmarks. Figure 52 shows the scenario input page.

Figura 52. Pagina di inserimento dei dati dello scenario.

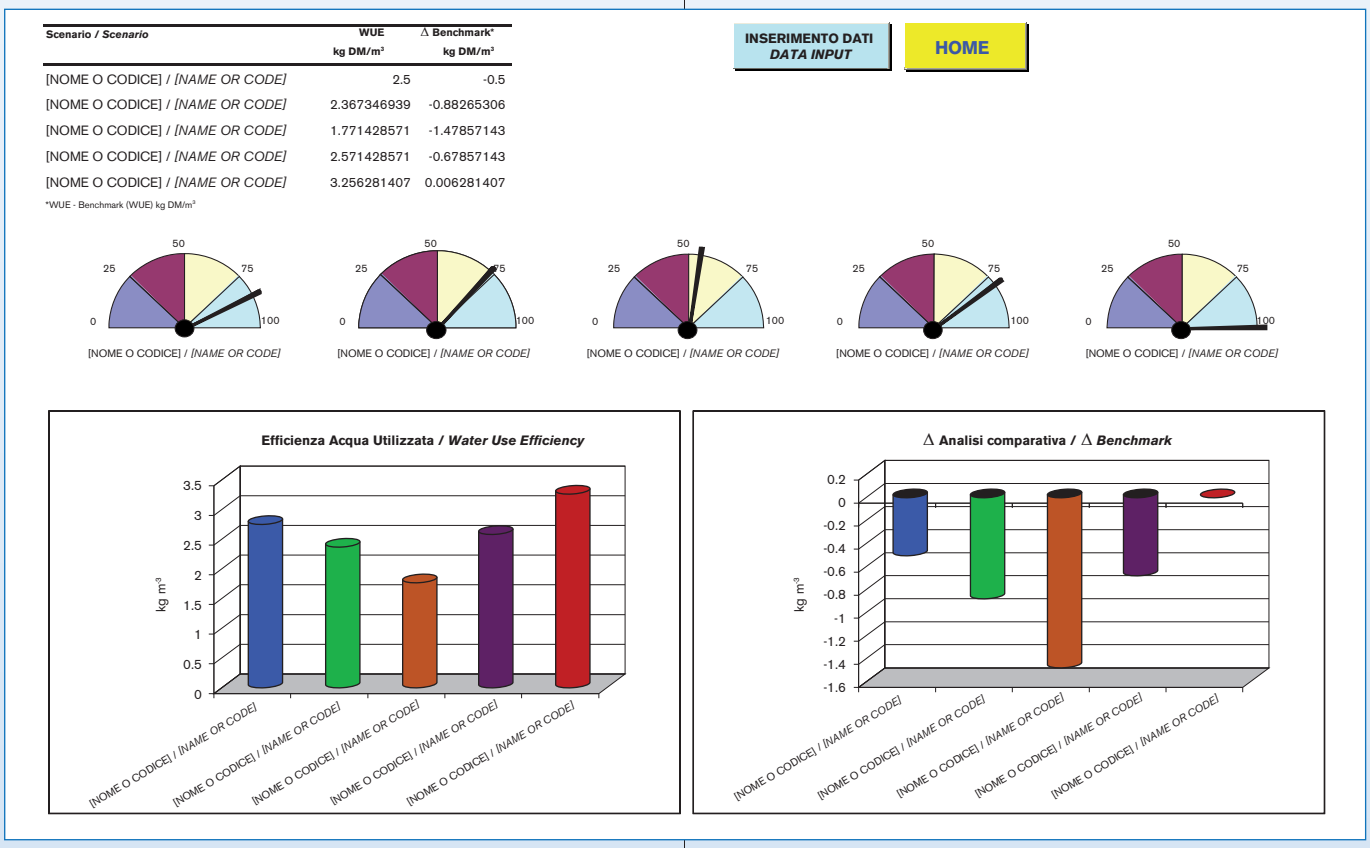
Figure 52. Scenario comparisons for a specific performance indicator.

Analisi della prestazione e risultati a confronto

Gli indicatori di prestazione calcolati sono riportati in una tabella come lo è per ogni scenario o come differenza rispetto al valore di riferimento.
Un insieme di grafici del tipo a lunetta offre la possibilità di avere un rapido confronto come anche una visione complessiva dell'impatto dello scenario. I risultati della prestazione sono raffigurati come percentuale di raggiungimento dello specifico valore. Il valore target è considerato il valore massimo, pertanto nessun impatto potrebbe essere più alto di 100% rispetto al valore target. Logicamente, quando è possibile superare il valore indicato, uno nuovo, più ambizioso, target può essere impostato.
I risultati riportati in tabella sono visualizzabili anche come istogrammi.

Performance analysis and Benchmarking results

Calculated performance indicators are reported in a table as they are for each scenario or as the delta from the target result (benchmark).
A set of fuel gauge graphs provides a quick comparison as well as an overview of the scenario's impact. Performance results are plotted as percentage of attainment of the specific benchmark. The target value is considered as the maximum, so no impact could be higher than 100% with respect to the benchmark. Logically, when it is possible to overcome the indicated benchmark, a new, more ambitious, target can be set.
The results reported in the table are shown as histograms as well.



Scenario / *Scenario*	WUE kg DM/m³	Δ Benchmark* kg DM/m³
[NOME O CODICE] / *[NAME OR CODE]*	2.5	-0.5
[NOME O CODICE] / *[NAME OR CODE]*	2.367346939	-0.88265306
[NOME O CODICE] / *[NAME OR CODE]*	1.771428571	-1.47857143
[NOME O CODICE] / *[NAME OR CODE]*	2.571428571	-0.67857143
[NOME O CODICE] / *[NAME OR CODE]*	3.256281407	0.006281407

*WUE - Benchmark (WUE) kg DM/m³

Figura 53. Risultati della prestazione e dell'analisi comparativa presentati in tabella, in grafico di tipo a lunetta ed in istogrammi.

Figure 53. Performance results and benchmarking shown as table, fuel gauge indicators and histograms.

Risultati dell'analisi comparativa e test dello strumento di analisi

La presente analisi comparativa intende dimostrare l'efficacia e l'auto-sostenibilità economica del caso di studio del sistema innovativo di gestione delle acque realizzato a Vallevecchia con WSTORE2.
Il sistema automatizzato si è mostrato in grado di selezionare e immagazzinare un quantitativo d'acqua maggiore con

Benchmarking Results and Tool Test

The present benchmarking exercise sets out to prove that the WSTORE2 innovative water management system implemented in the Vallevecchia case study is effective, and economically self-sustainable.
The automated system was able to select and store a higher amount of water with far lower salinity than it was before the project. Although the investment costs of the

un grado di salinità molto più basso di quanto accadesse prima dell'inizio del progetto. Sebbene i costi d'investimento siano stati importanti, i ricavi sono arrivati prima di quanto ci si aspettasse, in special modo se si considerano i benefici a favore all'ecosistema.
Il progetto di gestione delle acque ha reso possibile modificare le rotazioni agrarie, introducendo colture da reddito, notoriamente ad alto fabbisogno idrico, senza alcun effetto deleterio sull'ambiente: l'avifauna e le popolazioni di anfibi e rettili sono aumentate significativamente, rendendo il sito di Vallevecchia il più ricco in termini di specie e, in generale, di biodiversità all'interno di tutto il sistema lagunare veneto.
I risultati di seguito presentati, tratti dalla "Relazione pubblica dell'analisi comparativa del WSTORE2", illustrano alcuni degli esiti più apprezzabili ottenuti del progetto.

Uso dell'acqua

Il sistema automatizzato di governo dell'acqua e il relativo monitoraggio in tempo reale, in aggiunta alle campagne di monitoraggio dei terreni condotte dal LASA, permettono di valutare l'efficacia del nuovo sistema di gestione che seleziona e immagazzina le acque in base alla loro qualità. Inoltre, la disponibilità d'acqua ha permesso al nuovo sistema di gestione delle colture di sostenere la più redditizia rotazione testata dal progetto. L'analisi comparativa dell'efficienza di stoccaggio dell'acqua (SWE) nel bacino di accumulo è risultata di 0,81 (81%), oltre il già ottimistico valore di riferimento (0,75; 75%). La SWE nel suolo è risultata rispettivamente di 0,499 nel 2014 e 0,503 nel 2015. I risultati erano oltre il valore di riferimento in entrambi gli anni (0,30; 30%).

Produttività dell'acqua ed efficienza di utilizzo

La valutazione dell'impatto provocato dalle modifiche di gestione dell'acqua su larga scala, centinaia di ettari, così com'è accaduto nel caso del WSTORE2 a Vallevecchia, non è semplice. Ciononostante, la valutazione dell'efficienza di utilizzo di acqua, azoto e altri input tecnici e risorse naturali è basilare per il calcolo di altri importanti indicatori, determinati per chi prende le decisioni, come la valutazione del ciclo vitale della coltura (LCA) e l'impronta ecologica dell'acqua impiegata, ma consente principalmente di ottimizzare l'uso delle risorse e la loro allocazione.
Oltre agli indicatori di prestazione calcolati e all'analisi comparativa, un altro esito molto positivo del sistema innovativo di gestione dell'acqua WSTORE2 è stata la riduzione dell'8 % dei terreni improduttivi, denominati suoli ad alto tenore salino, e un contemporaneo incremento del 32% della produttività dei terreni sull'intera azienda.
Tra gli obiettivi del progetto WSTORE2 c'era l'incremento della produttività colturale. La resa relativa della coltura

infrastructures are high, the return of investment is shorter than expected, mainly when benefits generated by ecosystem services are taken into account.
The water management project made it possible to change the crop rotation by introducing cash crops, which are normally highly water demanding, without any detrimental effect on the environment: avian fauna and the amphibian and reptile population increased significantly making the site of Vallevecchia the richest in terms of species and overall biodiversity in the entire Venice lagoon system.
The following results, taken from the "WSTORE2 Benchmarking Public Report", illustrate some outstanding outcomes of the project.

Water use

The automated water governance system and the related real time monitoring, in addition to the field monitoring campaigns carried out by LASA, made it possible to assess the effectiveness of the new management system by selecting and storing water according to its quality. Furthermore, the water availability enabled the new crop management system to support the more profitable crop rotation tested by the project. The benchmarking of the Storage Water Efficiency (SWE) in the storage basin was 0.81 (81.0%), above the already optimistic benchmark (0.75, 75%). SWE in soil was 0.499 and 0.503 in 2014 and 2015 respectively. The results were above the benchmark both years (0.30, 30%).

Water productivity and use efficiency

It is no easy task to assess the impacts generated by changes in water management on a large scale, hundreds of hectares, and nor was it in the WSTORE2 Vallevecchia case study. Although the assessment of the use efficiency of water, nitrogen and other technical inputs and natural resources is at the very basis of the calculation of other important indicators, which are also the main drivers for decision makers, such as the crop Life Cycle Assessment (LCA) and Water Footprint, it allows the use of resources and their allocation to be optimized.
Besides the calculated performance indicators and benchmarking, a very positive outcome of the WSTORE2 innovative water management system was the reduction of 8.0% in unproductive agricultural land, namely heavy salinized soils, and a parallel increase of 32.0% in land productivity over the whole farm.
Among the WSTORE2 project targets there was an increase in crop productivity. The relative crop yield was calculated for the main staple crop (maize) and for the horticultural crops introduced by WSTORE2. Field crop yield increased over the benchmark set at 1.1 (110%). Horticultural crops gave similar results excluding fresh to-

(CYr) è stata calcolata per la principale coltura considerata (mais) e per le orticole introdotte con WSTORE2. La produzione della coltura in campo è aumentata oltre il punto di riferimento, posto a 1,1 (110%). Le colture orticole hanno dato risultati simili, se si escludono i pomodori da mensa e la patata. La produzione di questi ultimi non ha raggiunto gli stessi livelli registrati nel resto delle provincia di Venezia. In generale, il valore raggiunto dalle verdure da industria è stato di 1,69, significativamente più alto del punto di riferimento, mentre quelle destinate al mercato del fresco hanno raggiunto un valore di 1,12, coerente con l'obiettivo preposto.

matoes and potatoes. The production of these two crops did not reach the same level as the one recorded in in the rest of the province of Venice. In general, the figure for vegetable for processing was 1.69, significantly higher than the benchmark, while fresh market vegetables obtained a benchmarking of 1.12, in line with the target value.

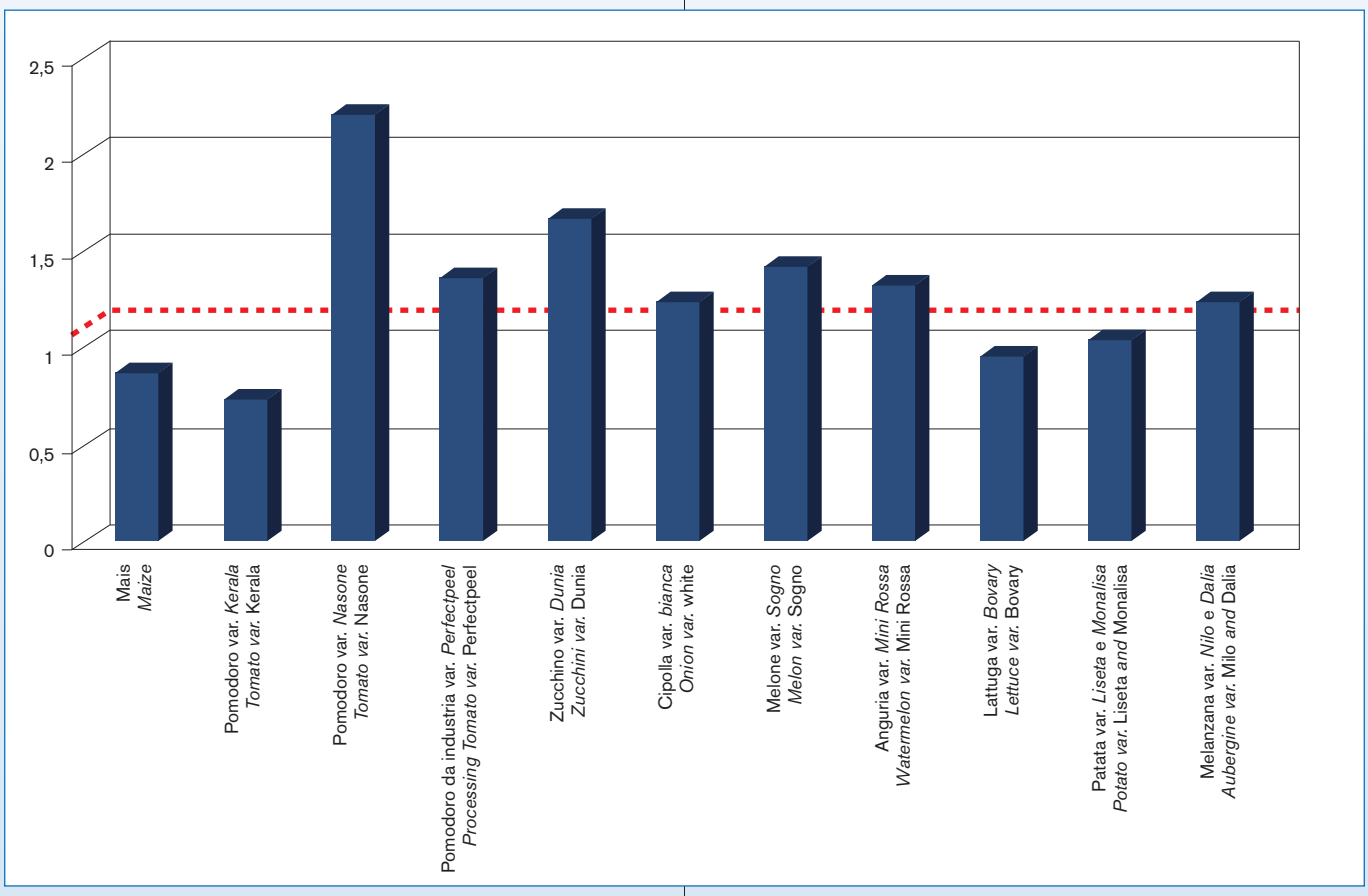


Figura 54. Rese relative della coltura (CYr).

Figure 54. CYr (relative Crop Yield).

In aggiunta, l'efficienza d'utilizzo dell'acqua in sostanza fresca per volume irriguo ($WUE_{FM,Irr}$) del mais irrigato è stata rispettivamente di 23,35 e di 14,92 kg m^{-3} nel 2014 e nel 2015. La $WUE_{FM,Irr}$ per la soia è stata nel 2015 di 4,86 kg m^{-3}. La prestazione del mais in termini di $WUE_{FM,Irr}$ è stata 4,03 e 2,57 volte più alta del valore di riferimento, mentre quella della soia di 4,8 volte maggiore rispetto al valore prefissato.

Moreover, the Water Use Efficiency of fresh matter per irrigation supply ($WUE_{FM,Irr}$) of irrigated maize was 23.35 and 14.92 kg m^{-3} respectively in 2014 and 2015. Soybean $WUE_{FM,Irr}$ in 2015 was 4.86 kg m^{-3}. Maize $WUE_{FM,Irr}$ performances were 4.03 and 2.57 times higher than the benchmark, while soya performance was 4.8 times higher than the target value.

Aspetti economici e finanziari

È stata condotta una vasta e dettagliata analisi economica. Generalmente, l'analisi comparativa economica intende fornire indici di semplice comprensione a coloro che pren-

Economic and Financial

An extended and detailed economic analysis has been carried out. Overall, the economic benchmarking intended to provide decision makers and end users with some friendly and understandable indexes. In this particular

dono le decisioni e agli utilizzatori finali. In questo caso particolare, il confronto tra valori di riferimento consente di comprendere l'ampiezza e l'importanza degli impatti, che spesso sono svariate volte più elevati rispetto agli obiettivi fissati dal progetto stesso.

L'indicatore di efficienza produttiva (PE) è basato sulla produzione cerale-equivalente (mais) ad ettaro, calcolata come resa del mais necessaria ad ottenere lo stesso margine lordo della coltura effettiva (orticola). Il calcolo è stato effettuato su una rotazione colturale composta per il 66% da cereali e per il 33% da colture da reddito (orticole). La PE nel 2014 è stata di 102 t ha^{-1} cerale-equivalente; nel 2015 la produzione cerale-equivalente è stata di 98 t ha^{-1}. Le PE si aggira su valori da 7,42 a 7,73 volte il punto di riferimento.

Anche l'indicatore di efficienza economica (EE) è basato sul margine lordo operativo cerale-equivalente (mais) ad ettaro, calcolato come reddito operativo della resa del mais (stimato come margine lordo, costi operativi tasse escluse) necessario a raggiungere il margine lordo dalla coltura effettiva (orticola). Il calcolo è stato effettuato su una rotazione colturale composta per il 66 % da cereali e per il 33% da colture da reddito (orticole). Nel 2014, l'EE è stata di 4.160,34 € ha^{-1} cereale-equivalenti; nel 2015 è stata di 4.028,34 € ha^{-1}. L'EE nei due anni considerati è stata in media 6,3 volte più alta rispetto al punto di riferimento.

Ambiente

Gli indicatori di prestazione ambientale sono stati costruiti appositamente per il caso di studio di Vallevecchia, sebbene si possano applicare ovunque. I risultati indicano chiaramente la buona riuscita del progetto nel tentativo di riconciliare l'agricoltura e l'ambiente , in un contesto molto complicato dal punto di vista produttivo e fragile da quello ambientale. Quasi tutti i parametri di riferimento scelti hanno dato risultati altamente positivi. In particolare, il quantitativo di sali rimosso dall'intero sistema Vallevecchia ben riassume gli impatti positivi. Il sistema di gestione delle acque ha dimostrato di ridurre efficacemente la salinità dei terreni agricoli. La quantità totale di sali rimossi dai campi è stata di 193,6 t nel 2014 e 111,9 t nel 2015. In media, la capacità di rimozione è di circa il 10% del totale della quantità di sali per canale di drenaggio, per una somma di circa il 50% della quantità totale dei sali drenati all'interno dei canali.

case, comparisons with benchmarks allowed us to understand the amplitude and importance of the impacts, which often are several times higher than the targets set by the project itself.

The Production Efficiency (PE) indicator is based on the cereal (maize) equivalent production per ha, calculated as the maize yield needed to obtain the gross margin produced by the actual crop (vegetable). The calculation was made for a crop rotation comprising 66% of cereals and 33% cash crops (horticulture). PE in 2014 was 102 t ha^{-1} cereal equivalent; in 2015 the cereal equivalent production was 98 t ha^{-1}. PE ranged from 7.42 to 7.73 times the benchmark.

Economic Efficiency is also based on the cereal (maize) equivalent operational gross margin per ha, calculated as the maize yield operational income (estimated as gross margin – operational costs not inclusive of taxes) needed to obtain the operational gross margin produced by the actual crop (vegetable). The calculation is made for a crop rotation comprising 66% cereals and 33% cash crops (horticulture). In 2014, EE was 4,160.34 € ha^{-1} cereal equivalent; in 2015 it was 4,028.34 € ha^{-1}. EE was on average 6.3 times higher than the benchmark in the two years considered.

Environmental

The environmental performance indicators were specifically built for the Vallevecchia case study, although they can be replicated elsewhere. The results provide a clear picture of the project's success in reconciling agriculture and environment in a very difficult production context and fragile environment. Nearly all the selected benchmarks were highly positive. In particular, the amount of salts removed from the Vallevecchia system sums up the positive impacts perfectly. The water management system proved to be effective at removing salts from agricultural land. The total amount of salts removed from the fields was 193.6 t in 2014 and 111.9 t in 2015. On average the removal capability is about 10% of the total amount of salts per drainage canal, summing up to about 50% of the total amount of salts drained into the canals.

Sale allontanato (t) / *Removed salts (t)*						
Anno / *Year*	**S1**	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**	**Tot**
2014	-19,3	-36,6	-51,1	-50,4	-36,2	-193,6
2015	-18,1	-21,4	-23,9	-28,6	-19,9	-111,9

Sale allontanato (%) / *Removed salts (%)*						
Anno / *Year*	**S1**	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**	**Avg**
2014	5,0	9,4	13,2	13,0	9,3	10,0
2015	8,1	9,6	10,7	12,8	9,0	10,1