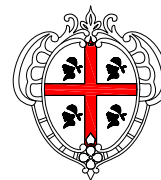


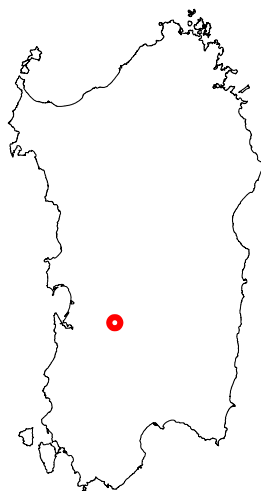


**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

Ente acque della Sardegna



**OPERE PER IL RIUTILIZZO DEI REFLUI DELL'IMPIANTO DI
DEPURAZIONE DI CURCURIS IN UN'AREA IRRIGUA NEL
COMPRENSORIO DELLA MARMILLA**



PROGETTO DEFINITIVO

Parte A - PARTE GENERALE
Studio Agronomico
Relazione illustrativa
Redatta dall'Agenzia LAORE

Allegato **A 5.1**

Redatto dal Servizio Studi

Progettisti

Ing. Francesco Caturano
Ing. Valter Pisano

Collaborazioni specialistiche

Ing. Francesca Barracu
Dott. Biol. Marcella Ferralis
Ing. Giorgio Ortu
Ing. Nicoletta Sale

Geologia

Dott. Geol. Maria Rita Lai

Collaborazione tecnica

Geom. Bruno Caredda
Geom. Pierpaolo Corona

Collaboratori

Geom. Luigi Usala
Geom. Luca Perra

Il Direttore Generale f.f.
Ing. Franco Ollargiu

Il Direttore del Servizio Studi
Ing. Dina Cadoni

Aggiornamento Aprile 2013

Opere per il riutilizzo dei reflui dell'impianto di depurazione di Curcuris in un'area irrigua nel comprensorio della Marmilla

*(Bando PO-FESR Sardegna 2007/2013 - Asse IV - Ambiente, attività naturale, culturale e turismo
– Linea di intervento 4.1.5.a "Azioni volte al risparmio idrico attraverso il riutilizzo delle acque reflue
depurate" FASE 1)*

COMUNE DI CURCURIS



ANALISI DEL CONTESTO SOCIO-ECONOMICO E RELAZIONE AGRONOMICA

Luglio 2012

COMUNE DI CURCURIS

Opere per il riutilizzo dei reflui dell'impianto di depurazione di Curcuris in un'area irrigua nel comprensorio della Marmilla

*(Bando PO-FESR Sardegna 2007/2013 - Asse IV - Ambiente, attività naturale, culturale e turismo
– Linea di intervento 4.1.5.a "Azioni volte al risparmio idrico attraverso il riutilizzo delle acque reflue
depurate" FASE 1)*

Laore Sardegna

Dipartimento Produzioni Vegetali

Servizio Colture Arboree e Ortofrutticole

[Direttore: Alessandro De Martini](#)

Relazione a cura di
Caterina Visani, Domenico Usai, Ignazio Serafino Urru

Hanno collaborato allo studio:
Antonio Meleddu, Giampiero Fanari.

Fotografie di Caterina Visani

Luglio 2012

SOMMARIO

SOMMARIO	1
Premessa.....	2
Il contesto territoriale	5
Analisi demografica e dell'uso del suolo	6
Inquadramento geografico del distretto irriguo di Curcuris	10
Il contesto socio-economico.....	11
Clima.....	14
Il problema idrico e la disponibilità delle risorse	17
Riutilizzo delle acque reflue	19
Le acque reflue in agricoltura	20
Interazione dell'acqua reflua con le coltivazioni.....	24
Effetti sulla corretta gestione dell' impianto di irrigazione	25
Fonti di approvvigionamento idrico locale e sistemi di distribuzione.....	27
Limitazioni di uso della risorsa.....	28
Attività informativa e rilevamento delle esigenze	34
Rilevamento delle esigenze.....	34
Attività di comunicazione	37
Norme di buona pratica agricola.....	38
Riutilizzo irriguo	38
Predisposizione del piano di fertilizzazione (PF)	38
Scenario attuale ed ipotesi di sviluppo.....	39
Scenario attuale.....	39
Ipotesi di sviluppo	42
Fabbisogni idrici colturali.....	44
Analisi previsionale sull'incremento di reddito (Produzione Lorda Vendibile – Reddito Netto)	49
Analisi dei conti economici delle principali colture	50
Conclusioni	60
Bibliografia	62

Premessa

La presente relazione è stata redatta in funzione del progetto di riutilizzo delle acque reflue provenienti dal depuratore consortile ubicato a sudest del Comune di Curcuris, in provincia di Oristano, nel quale confluiscono le acque reflue dei comuni di Curcuris, Ales, Albagiara, Curcuris, Gonnosnò, Figu (frazione di Gonnosnò), Escovedu (frazione di Usellus), Pau, Villaverde, e Zeppara (frazione di Ales). Il progetto è finanziato con fondi POR FESR 2007-2013 asse IV “Azioni volte al risparmio idrico attraverso il riutilizzo delle acque reflue depurate”.

Questo rapporto descrive i risultati dell’analisi agronomica e socio-economica, con l’illustrazione delle possibili strategie di sviluppo del settore cerealicolo e agro-zootecnico delle aziende ubicate nel comune di Curcuris a seguito alla fornitura di acqua irrigua depurata.

L’areale viene descritto nelle pagine successive e rappresentato cartograficamente negli allegati, mentre l’area potenzialmente irrigabile è stata delimitata in funzione dei volumi irrigui disponibili, quantificati dall’ENAS, e in funzione delle classi di suscettività all’uso dei suoli rilevato dall’Agenzia Agris.

Il progetto di recupero dei reflui civili per uso irriguo è stato valutato positivamente sia dall’amministrazione comunale di Curcuris che dagli imprenditori agricoli che operano nel territorio in quanto elemento promotore di sviluppo per gli effetti-leva che può innescare sul tessuto imprenditoriale-economico della zona interessata.

L’elaborazione del presente documento è il risultato della stesura di un protocollo d’intesa tra l’Agenzia LAORE Sardegna e l’ENAS, Ente Acque Sardegna, con il quale è stata concordata una collaborazione al fine di effettuare lo studio del territorio e per programmare e realizzare gli elaborati tecnici necessari per la definizione del progetto definitivo.

Il progetto è nato a seguito di una fase di studio e confronto politico e sociale, da cui è emersa, a livello locale e regionale, la consapevolezza e la necessità di sostenere il sistema produttivo locale e invertire le tendenze negative che affliggono le aree interne della Sardegna, quali i fenomeni di spopolamento, disoccupazione e indebolimento del tessuto imprenditoriale.

In questi anni inoltre è cresciuta la consapevolezza dell’importanza del recupero delle acque depurate per il loro utilizzo in agricoltura e l’adesione a questo bando testimonia

l'interesse che gli enti regionali hanno nei confronti del risparmio idrico, della tutela delle acque e dell'ambiente, e delle buone pratiche agricole.

L'agricoltura rappresenta tradizionalmente una componente fondamentale della realtà economica e produttiva dell'Alta Marmilla. In particolare il comparto agro-zootecnico e in minor misura quello cerealicolo rappresentano l'attività con maggiori potenzialità di sviluppo economico.



Riunione tecnico - informativa nel Comune di Curcuris

In questo contesto il progetto di fornitura di acqua irrigua attraverso un processo di depurazione può rappresentare un fattore significativo per determinare un processo di potenziamento, innovazione e riorganizzazione del comparto agricolo e dell'economia locale.

L'attrezzamento irriguo del Comune di Curcuris rientra comunque all'interno di un progetto più vasto di infrastrutturazione delle aree più vocate ad una agricoltura intensiva della Marmilla e si integra con altre azioni localmente in atto volte a diversificare l'economia agricola e valorizzare l'area nel suo complesso anche per opportunità turistiche e ricreative.

L'analisi effettuata nello studio generale evidenzia la necessità di sostenere lo sviluppo delle aree interne più periferiche, come già messo in luce negli studi relativi alla Marmilla fase 2, affinché si contribuisca a sostenere le richieste del territorio di conservare la propria identità e la propria capacità produttiva.

La presente relazione analizza il contesto socio-economico e le caratteristiche fisiche del territorio, al fine di descrivere l'attuale scenario produttivo sul quale sviluppare futuri scenari d'uso a seguito dell'attrezzamento irriguo. Ciò consente la valutazione sui possibili incremento di reddito, di occupazione e di sviluppo economico in generale, oltre che la fondamentale stima delle esigenze idriche totali e dei fabbisogni di punta nei periodi estivi.

L'agricoltura è oggetto di rinnovata attenzione a causa della crisi globale che coinvolge il crescente costo dell'energia, i prezzi di mercato mondiale, la limitatezza dei capitali

disponibili. Oltre alle difficoltà economiche a livello mondiale occorre considerare gli orientamenti della Politica Agricola Comune PAC che mentre richiede di aumentare la produzione per far fronte alla crescente domanda di materie prime agricole, contemporaneamente tende ad una politica di riduzione delle risorse finanziarie, risorse in parte legate a garantire la sostenibilità ambientale delle produzioni agricole attraverso le pratiche definibili come “Greening”.

L'irrigazione è quindi un potente fattore tecnico di sviluppo delle attività agro-zootecniche e apporta frequentemente innovazioni che incrementano ulteriormente la produttività agricola, stimolando la conduzione imprenditoriale dell'azienda agricola.

Il contesto territoriale

Lo studio prende in esame l'area pianeggiante situata ad est e a nord-est del centro abitato di Curcuris nell'alta Marmilla, comune che si trova in provincia di Oristano.

L'area interessata dal progetto si estende su circa 123 ettari considerati irrigabili per le loro caratteristiche, agricole e pedologiche. E' attraversata dalla strada provinciale n. 46 e dalla strada provinciale n. 72 per Gonnosnò.

Dal punto di vista geografico la zona è ubicata nella valle alluvionale del Rio Mannu, affluente del Riu Mogoro, che in questo tratto ha un andamento con direzione circa Nord-Sud. Si tratta di un corso d'acqua con spiccate caratteristiche ambientali in quanto dopo aver attraversato la pianura alluvionale del Campidano di Oristano sfocia nello stagno di S. Giovanni e quindi in quello di Marceddì, stagni che nel recente passato hanno mostrato forte sofferenza a causa della sensibilità ai processi di eutrofizzazione causati dalla presenza di nutrienti nelle acque. Il futuro assorbimento da parte delle colture di questi elementi nutritivi, in particolare azoto e fosforo, consentirà un maggior controllo di questi effetti indesiderati sui corsi d'acqua superficiali.

La metodologia di analisi agro-pedologica è stata finalizzata principalmente alla suscettività all'uso irriguo, conciliando le esigenze imprenditoriali agricole con l'inserimento ambientale in maniera tale da non degradare le risorse primarie non rinnovabili, quali acqua e suolo e da integrare l'opera nel contesto sociale ed economico del Comune di Curcuris. Le ipotesi produttive legate alla scelta di specifiche colture sono quindi derivate dalla classificazione attitudinale del suolo e dall'attuale sistema produttivo agricolo.

La classificazione della suscettività all'uso irriguo, quale elemento di una pianificazione agricola - territoriale consente, inoltre, di orientarsi nella progettazione degli interventi strutturali, nei costi di gestione e nell'ottimizzazione dei fattori della produzione; questo al fine di evitare errori di management per usi non corrispondenti alle capacità rilevate.

Lo studio sulla suscettività all'irrigazione ha evidenziato che il territorio interessato non presenta limitazioni sostanziali alla trasformazione irrigua. Infatti i suoli riconosciuti come idonei appartengono alle classi 2^a e 3^a delle classi di irrigabilità e occupano gran parte dell'area indagata.

Analisi demografica e dell'uso del suolo

Nel decennio 2000-2010, le dinamiche demografiche del comune di Curcuris, mostrano un trend negativo minimo dello 0,3% e inferiore al complesso dei comuni circostanti in cui il calo è stato in media del 5,7 %. L'amministrazione comunale ha cercato di far fronte alle difficoltà cercando di conciliare le esigenze dei cittadini, incentivando la loro permanenza nell'area, e vitalizzando la partecipazione alle scelte comunali.

In riferimento al settore agricolo, il principale limite è rappresentato dall'assenza del fattore produttivo acqua, mentre è incontrovertibile l'abilità e perizia tecnica e produttiva degli operatori (anche in riferimento alla pratica di coltivare con l'uso dell'acqua prelevata dal Rio Mannu), e la capacità imprenditoriale, acuita dalla scarsità di risorse. Altro fattore limitante è rappresentato dall'eccessivo frazionamento e dalla notevole polverizzazione delle proprietà agricole che grava pesantemente nella gestione aziendale comportando diseconomie e aggravio di costi.

Il rilancio dell'economia agricola del territorio è subordinato alla risoluzione di tali problematiche attraverso la trasformazione irrigua dell'area in esame.

A seguito della pubblicazione dei Risultati Provvisori del 6° Censimento Generale della Agricoltura e il confronto con i dati del precedente censimento del 2000, è stato possibile tracciare le dinamiche delle principali variabili oggetto di indagine statistica, indagine che vedrà nel 2012 la stesura definitiva con la pubblicazione della totalità dei parametri rilevati.

Le informazioni raccolte a livello provinciale e regionale si riferiscono al numero di aziende, alle superfici per tipologia di utilizzazione dei terreni, con il dettaglio delle coltivazioni, agli allevamenti, alla forma di conduzione, alla forma giuridica, al titolo di possesso, alla manodopera aziendale.

Caratteristiche demografiche dei Comuni della valle del Rio Mannu di Curcuris

COMUNE	Abitanti al 31/12/2000	Abitanti al 31/12/2010	Decremento demografico %
Albagiara	288	283	-1,74
Ales	1640	1512	-7,80
Curcuris	315	314	-0,32
Gonnosnò	900	808	-10,22
Pau	351	309	-11,96
Simala	402	358	-10,95
Usellus	945	868	-8,15
Villaverde	393	343	-12,72

Il quadro emergente ha fotografato una situazione di profondo cambiamento strutturale nell'agricoltura isolana, con una marcata contrazione del numero di aziende. Di seguito vengono elencate alcune caratteristiche strutturali dei comuni della valle del Rio Mannu.

Nella tabella che segue vengono riportati alcuni indicatori che descrivono l'andamento della popolazione nel decennio 2000-2010 per il comune di Curcuris.

Si nota che la popolazione residente è rimasta sostanzialmente la stessa con la perdita nel decennio di una sola unità. L'indice di vecchiaia che segnava un trend alla diminuzione registra invece una crescita negli ultimi due anni considerati, aumenta la popolazione straniera, mentre nel 2010 il tasso di emigrazione risulta maggiore di quello dell'immigrazione.

Comune di Curcuris. Indicatori della struttura e dinamica demografica. Anni 2000 -2010											
Anni	Popolazione residente	Indice di struttura popolazione attiva	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza giovanile	Indice di dipendenza senile	Incidenza popolazione straniera su popolazione residente	Tasso di natalità	Tasso di mortalità	Tasso di immigrazione	Tasso di emigrazione	Variazione demografica media % dell'ultimo quinquennio
2000	315	89,29	212,1	15,57	33,02		6,37	12,74	28,66	19,11	0,06
2001	318	87,39	197,3	17,79	35,1		6,31	12,62	18,93	6,31	0,51
2002	316	93,4	208,3	17,56	36,59		3,15	12,62	31,55	28,39	-0,13
2003	319	97,12	192,3	19,02	36,59	0,94	9,45	0	6,3	6,3	-0,25
2004	320	105,05	185,4	20,2	37,44	0,94	12,52	9,39	6,26	6,26	0,44
2005	319	104	187,5	19,61	36,76	0,94	3,12	12,5	31,25	25	0,25
2006	318	108,42	185,7	21,21	39,39	0,94	12,54	12,54	9,4	12,54	0
2007	322	113,83	188,1	20,9	39,3	0,93	6,25	3,12	12,5	3,12	0,38
2008	317	114,13	179,1	21,83	39,09	0,95	3,12	18,75	15,62	15,62	-0,13
2009	321	119,57	183,3	20,79	38,12	1,25	0	9,4	34,48	12,54	0,06
2010	314	131,4	202,6	19,1	38,69	1,59	3,15	12,6	12,6	25,2	-0,32
Fonte: ISTAT											

Caratteristiche territoriali dei Comuni della valle del Rio Mannu di Curcuris

Comune	Superficie in Ha	SAU	Percentuale di SAU sul territorio comunale	Superficie irrigua Ha	Percentuale del territorio comunale irrigabile
Albagiara	895	659	73,67	370	41,34
Ales	2165	1040,45	48,06	268	12,4
Curcuris	808	439,91	54,44	136	55,27
Gonnosnò	1545	893	57,86	695	44,98
Pau	1410	354	25,10		
Simala	1338	556,94	41,62	557	50,52
Usellus	3510	2552	72,71	668	19,03
Villaverde	1734	1564	80,19		

L'uso del suolo delle superfici di futura irrigazione, comprese nel comune di Curcuris, è tabellato nel prosieguo del paragrafo e illustrato cartograficamente nella Carta dell'Uso del Suolo (Allegato A 5.2).

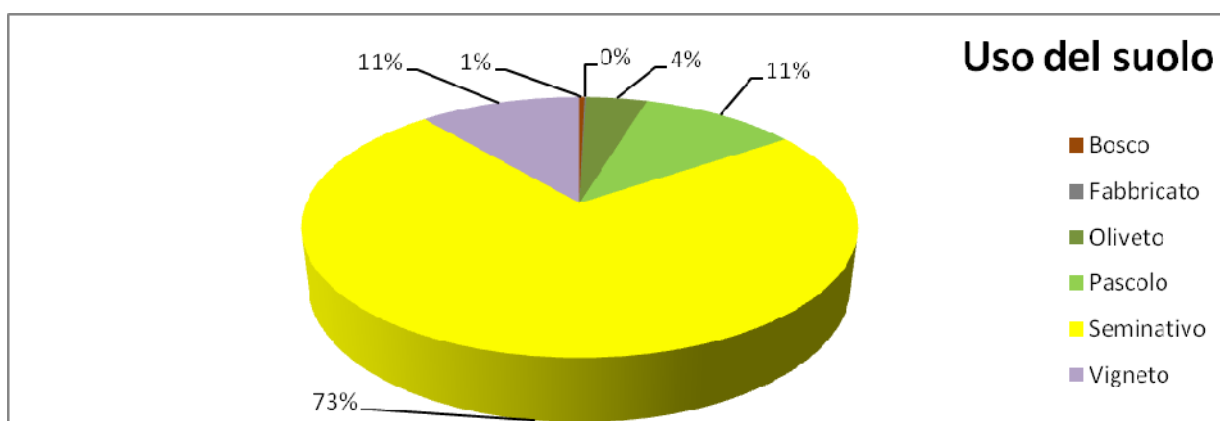
La zona oggetto dello studio si estende per oltre 120 ettari nella valle del Rio Mannu ad est e a nord-ovest rispetto all'abitato di Curcuris e presenta specifiche peculiarità ambientali ed agricole.

Il territorio è stato plasmato dalla presenza e dal lavoro dell'uomo, che ha

profondamente trasformato il paesaggio agricolo circostante ed ha profondamente inciso sui suoli ad elevato valore agricolo.

La tabella schematizza le superfici complessivamente interessate dalle diverse tipologie di uso del suolo agricolo.

USO_SUOLO	Superficie Ha
Bosco	0,43
Fabbricato	0,12
Oliveto	5,14
Pascolo	13,30
Seminativo	89,28
Vigneto	13,70



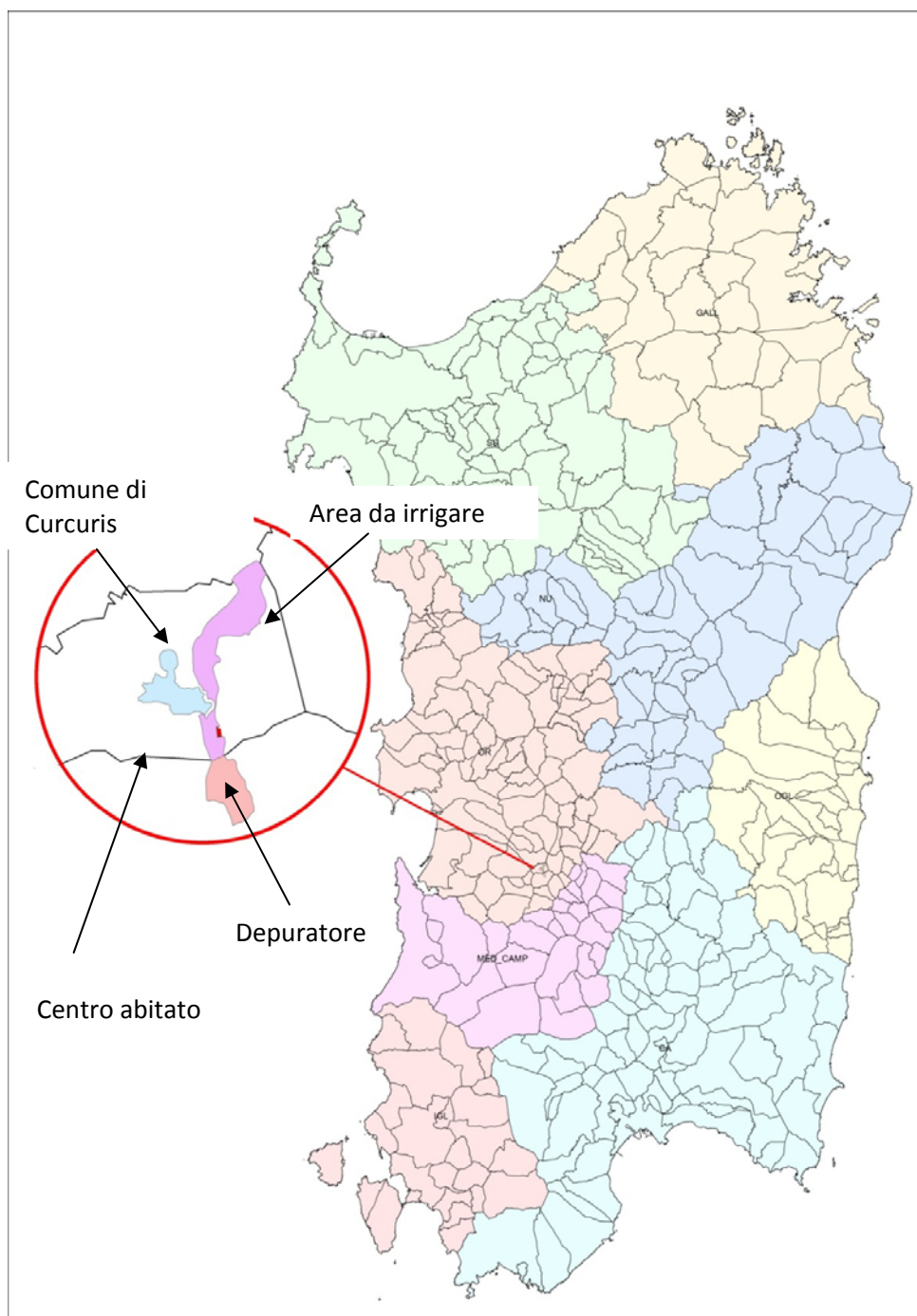
I valori rilevati mostrano una prevalenza dei terreni utilizzati a seminativo. Essi rappresentano oltre il 70% dell'intera area oggetto dello studio, sono in genere terreni soggetti a rotazioni delle colture, con periodi di riposo ed utilizzazione a pascolo, e periodi in cui vengono coltivati cereali (orzo, avena, sorgo, etc) ed erbai in asciutto per il bestiame. Le colture prevalenti nell'annata 2011-2012 sono rappresentate da erbai misti seguite da cereali destinati all'alimentazione degli animali. Le aziende sono prive di qualunque sistema di irrigazione e questo limita ulteriori specializzazioni.

Il prevalente sistema colturale è di tipo estensivo, con aziende in asciutto, sviluppate su ampie superfici, con ordinamento cerealicolo e zootecnico-foraggero, a basso livello di impiego di mezzi produttivi.

Queste aziende puntano sull'apporto di acqua non convenzionale rappresentata dalle acque reflue affinate del vicino depuratore di Curcuris per incrementare le rese unitarie dei prodotti da granella e degli erbai, per introdurre avvicendamenti colturali più favorevoli, per migliorare la qualità del foraggio prodotto in azienda e svincolarsi in parte

dall'acquisto sul mercato per l'approvvigionamento alimentare del bestiame

Inquadramento geografico del distretto irriquo di Curcuris



Il contesto socio-economico

Lo studio effettuato ha riguardato l'analisi della sostenibilità delle aziende cerealicole-zootecniche delle aree di futura irrigazione e la verifica della redditività, esaminando il ruolo che le suddette hanno nella manutenzione del territorio. Manutenzione che riguarda in senso ampio anche gli aspetti della socialità, delle relazioni, dello scambio di pratiche, dell'impegno delle donne a partecipare alla gestione dell'impresa agricola e la condivisione di destino, di mantenimento e cura della società rurale.

Sono stati quindi organizzati nella sede del Comune di Curcuris una serie di incontri tecnici e di confronto con gli agricoltori locali, al fine di diffondere le finalità dell'opera, raccogliere le obiezioni e le adesioni, con sopralluoghi in campo e presso il vicino depuratore. Queste occasioni pubbliche sono state uno strumento per contattare gli utenti, localizzare su carta i terreni da loro coltivati nella zona di futura irrigazione, e ascoltare le esigenze espresse inquadrando la natura dei problemi che si trovano a fronteggiare e l'ordine di priorità (in particolare tariffazione dell'acqua e rivendicazione di interventi compensativi mai effettuati).

Le informazioni riguardanti le caratteristiche, la gestione e l'organizzazione delle aziende sono state raccolte tra gennaio e maggio del 2012 tramite una scheda traccia di intervista.

Dal confronto con gli operatori disposti a fornire dati di produzione e di reddito è emersa una situazione di severa esposizione economica, facilmente prevedibile considerata la crisi congiunturale, con dati allarmanti per quanto attiene la produttività limitata e la scarsa redditività legata sia all'elevato costo degli investimenti zootecnici, sia alla non adeguata valorizzazione delle produzioni, in particolare del latte ovino venduto o conferito, considerati invece i costi di produzione. Stesso discorso anche per la produzione del grano per le aziende cerealicole che sostengono di coprire appena con la coltivazione del cereale i costi di produzione, e di continuare a coltivare grano unicamente per riuscire ad incassare il premio unico, istituito dalla PAC (Politica Agricola Comunitaria). Si tratta di un importo medio definito come un aiuto al reddito dell'agricoltore e calcolato sulle superfici storiche di coltivazione.

E' stato evidenziato che le imprese agro-zootecniche di Curcuris sono fortemente dipendenti dalla contrattazione relativa al prezzo del latte, prezzo che si augurano che perlomeno rimanga stabile, considerato il continuo trend al ribasso. Migliori risultati

economici potrebbero essere realizzati attraverso la produzione e vendita diretta dei prodotti trasformati ma il contesto di riferimento, l'esiguità delle superfici aziendali rende molto difficile realizzare questo tipo di impostazione di produzione e vendita.

Sono fortemente emerse le criticità legate all'autonomia foraggera, criticità che investono la gestione generale dell'impresa, il suo bilancio e la cura del territorio. La produzione foraggera è finalizzata a garantire una certa autonomia, ovvero l'equilibrio tra autoproduzione e il fabbisogno alimentare dei capi presenti in azienda nei diversi momenti dell'anno. Le aziende agro-zootecniche che operano nell'area non sono in grado di soddisfare con risorse proprie il fabbisogno alimentare dei capi di bestiame allevati.

Questo mancato equilibrio determina una condizione di inefficienza, in quanto le imprese sono costrette a notevoli esborsi per l'acquisto di foraggio e di mangimi.

Pertanto la possibilità di incrementare le produzioni aziendali con l'apporto delle irrigazioni, e quindi alleggerire l'esposizione nei confronti del mercato, rappresenta sicuramente un indicatore chiave per valutare il beneficio diretto determinato dalla presenza di acqua per l'irrigazione.

Sull'areale insistono circa una trentina di aziende delle quali solo una decina sono di dimensioni tali da essere considerate economicamente valide. Esiste una notevole polverizzazione e frammentazione che incide negativamente sulla conduzione imprenditoriale. Dalle interviste è comunque emerso che i piccoli appezzamenti che risultano dalle mappe catastali sono proprietà molto polverizzate che però sono in larga parte concesse in uso o affittate a parenti, attraverso simbolici canoni di affitto con contratti di lunghissima durata (30-40 anni), quindi di fatto si tratta di superfici accorpate ai fini di una conduzione unitaria. E' inoltre emersa la preoccupazione che un eventuale canone fisso a carico della proprietà, nella ipotetica futura tariffazione dell'acqua, possa incidere negativamente negli equilibri che si sono creati con la consuetudine tra parenti, e possa agire da ostacolo alla applicazione della iniziativa anziché agevolarla, dal momento che la parte proprietaria che non vive di agricoltura non è disposta a pagare quote per l'approvvigionamento idrico, né a farsi carico di incombenze tariffarie di alcun genere.

Si segnala nell'area la presenza di piccoli appezzamenti destinati alla coltivazione non specializzata della vite, per produzioni a consumo familiare. Tali colture sono marginali ai fini del presente intervento data la frammentazione delle superfici, e possono avvalersi della irrigazione solo utilizzando impianti di irrigazione sottochioma per evitare

il contatto diretto dell'acqua con le parti eduli della pianta. Altre superfici, alquanto frammentate sono destinate alla coltivazione dell'olivo, anch'esse destinate a produzioni familiari.

Clima

Il clima è uno dei fattori che incide maggiormente sullo sviluppo della vegetazione naturale ed è fortemente condizionante per le attività agricole. Infatti, la crescita ed il ciclo vitale delle piante è strettamente correlato alle caratteristiche dell'ambiente in cui vivono.

Per l'elaborazione dei dati relativi alle principali caratteristiche climatiche si è fatto riferimento alle stazioni di rilevamento climatico disponibili in quest'area che per distanza ed altitudine sono le più rappresentative del territorio.

Il clima è tipicamente mediterraneo, caratterizzato da temperature miti durante i mesi invernali, da elevate temperature nel periodo estivo e da una piovosità concentrata prevalentemente nei mesi autunno-primaverili e quasi assente nel periodo estivo, dove le rare precipitazioni si verificano a carattere temporalesco.

L'analisi climatica è stata elaborata dall'Arpas Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna tramite il servizio Servizio idrometeoclimatico che dispone di stazioni meteorologiche ubicate in prossimità del territorio oggetto dello studio. Le stazioni prese in considerazione sono le seguenti:

Stazioni meteorologiche Arpas

Nome	Ente	Località	Latitudine	Longitudine	UTM Est	UTM Nord	Quota s.l.m.	Dist. Mare
GUASILA	ARPAS	<i>Bangiu</i>	39° 31' 54" N	09° 02' 14" E	503199 m	4375854 m	242 m	35495 m
NURALLAO	ARPAS	<i>Perda Arrubia</i>	39° 48' 30" N	09° 03' 48" E	505425 m	4406550 m	380 m	43575 m
SAMASSI	ARPAS	<i>Gennaleo</i>	39° 31' 35" N	08° 55' 17" E	493250 m	4375290 m	100 m	37722 m
SARDARA (es-SAR)	ARPAS	<i>Nurateddu</i>	39° 36' 02" N	08° 51' 26" E	487741 m	4383509 m	197 m	33076 m

Per una maggior sintesi descrittiva si sono di seguito calcolate le medie interpolate fra le singole stazioni climatiche

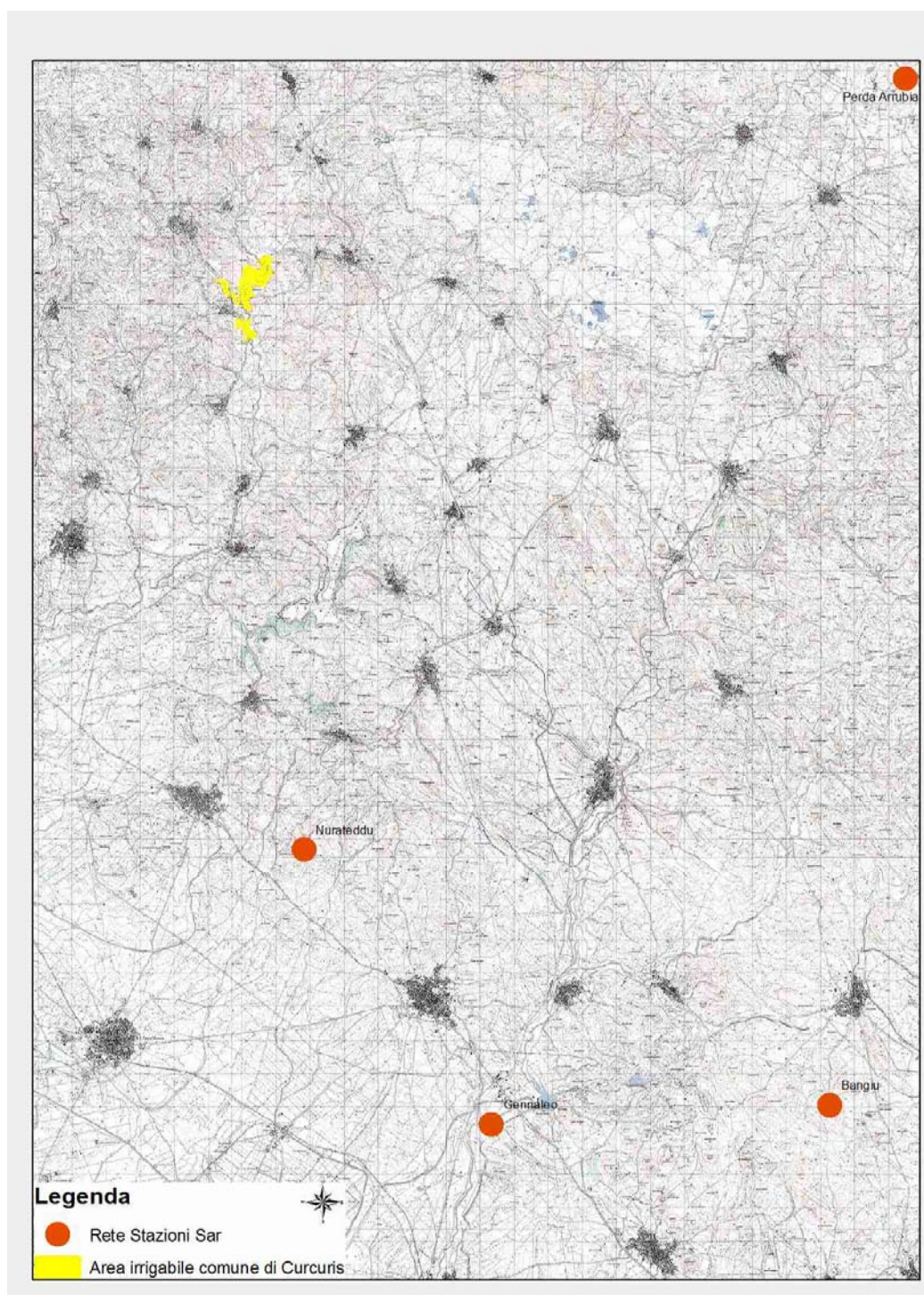
Temperature medie calcolata sulla media della 4 stazioni

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Min.	4,8	4,6	5,8	7,9	11,6	15,4	17,8	18,6	15,6	13,3	9,0	6,1
Max.	12,5	13,0	15,7	18,3	24,0	29,7	31,9	31,9	26,8	23,1	16,8	13,4
Media	8,6	8,8	10,7	13,1	17,8	22,6	24,8	25,3	21,2	18,2	12,9	9,7

Precipitazioni medie calcolata sulla media della 4 stazioni

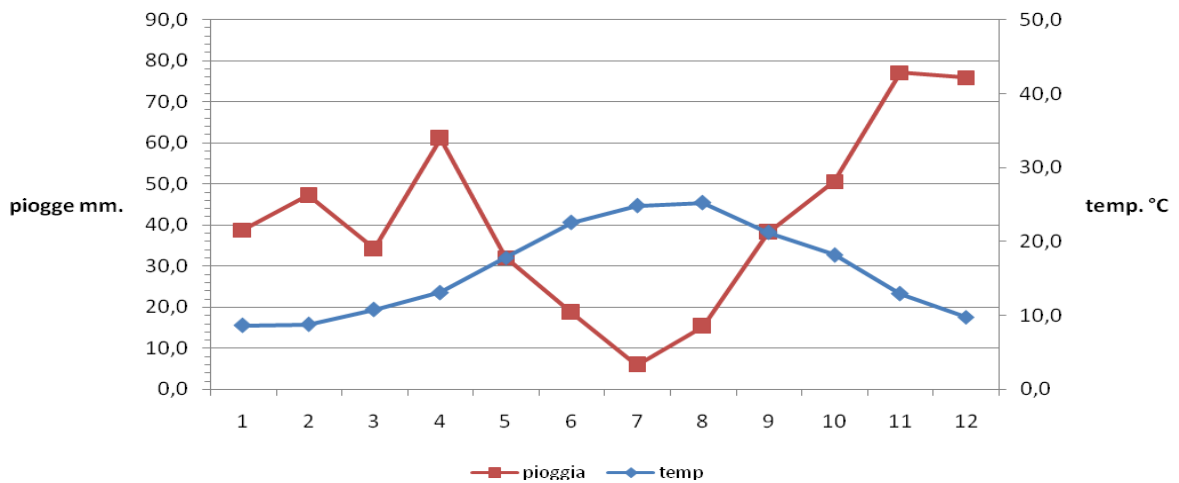
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Guasila	36,6	42,1	35,0	56,2	29,6	20,8	5,5	15,4	42,0	45,5	79,5	72,7
Nurallao	42,3	58,6	35,6	70,6	40,3	22,0	11,9	21,0	41,5	58,3	78,5	91,0
Samassi	34,4	47,0	29,7	57,9	27,4	13,5	2,3	11,3	30,0	46,2	72,9	65,6
Sardara (ex-SAR)	42,0	41,0	36,3	59,8	31,0	18,2	3,5	13,2	39,4	52,5	77,6	74,4
Media	38,8	47,2	34,2	61,1	32,1	18,6	5,8	15,2	38,2	50,6	77,1	75,9

Carta del distretto irriquo e delle stazioni meteorologiche



Una caratterizzazione geografica sintetica può essere definita con diversi indici e rappresentazioni grafiche sulla base dei dati termo-pluviometrici. Per semplicità si è utilizzato il “Diagramma termo-pluviometrico di Bagnouls e Gaussen”, il quale permette di definire come “mesi secchi” quelli durante i quali la precipitazione totale espressa in mm è minore del doppio della temperatura media espressa in °C. Nella figura seguente si riporta il diagramma elaborato sui dati di temperatura e pioggia media mensile

calcolate sulla media delle stazioni di riferimento. Nel diagramma il periodo secco è rappresentato dalla superficie delimitata dall'incrocio della curva delle precipitazioni medie mensili e la curva delle temperature medie mensili. Dal grafico è facilmente rilevabile il periodo "secco", che mediamente va da Maggio a Settembre, nel quale è maggiore la necessità di un apporto idrico per le coltivazioni.



Il problema idrico e la disponibilità delle risorse

Nella zona esaminata non esistono fonti convenzionali per l'approvvigionamento idrico destinabili all'irrigazione e solo alcune delle aziende zootecniche locali utilizzano acqua di pozzo per l'abbeveraggio del bestiame. Attualmente la possibilità di utilizzare risorse idriche provenienti da corsi d'acqua superficiali o da sorgenti sotterranee è molto limitata. Il Rio de Figu, o Rio Mannu, nei mesi estivi ha portate bassissime. Esistono due pozzi utilizzati in passato dal comune per l'acquedotto comunale ed oggi non più utilizzati a causa di portate molto limitate.

Alcuni agricoltori in passato si sono attrezzati per attingere acqua del Riu Mannu per provare a praticare coltivazioni in irriguo, ma sostenendo costi di energia molto elevati per il funzionamento della attrezzatura.

Tali soluzioni per l'approvvigionamento della risorsa idrica sono iniziative aziendali isolate determinate dalla necessità di incrementare i raccolti e soddisfare maggiormente le necessità dell'azienda agro-zootecnica, ovvero di intensificare l'investimento colturale di erbai e foraggere in generale.

Tali iniziative sono inoltre indicative della presenza di competenza tecnica, basata sull'esperienza, e di cultura dell'acqua in condizioni di scarsità di risorsa.

Queste soluzioni testimoniano l'urgente necessità dell'approvvigionamento idrico nonché il forte interesse che ruota intorno all'opzione di uso di acqua irrigua non convenzionale.

La possibilità di praticare l'attività agricola disponendo della risorsa acqua è fondamentale per questo territorio perchè contrasta il rischio di abbandono dell'attività e del luogo di vita che non offre dignitose opportunità di lavoro. Il valore intrinseco della infrastrutturazione irrigua va pertanto messo in relazione e confrontato con il valore di permanenza della popolazione o valore di esistenza.

La risorsa idrica è infatti essenziale per mantenere in vita i sistemi agricoli e ambientali senza i quali è a rischio la sopravvivenza del territorio e la competitività della filiera agroalimentare. Poiché l'agricoltura utilizza a sua volta questo bene per poi restituirlo all'ambiente e al territorio, svolgendo una funzione non solo economica ma soprattutto di tutela ambientale, occorre oggi concentrarsi sulle politiche da adottare e sulle azioni per contrastare il dispendio e la scarsità delle risorse idriche.

Tali azioni devono avere un'impostazione diversa dal passato: devono cioè scaturire da

una integrazione funzionale e da una stretta collaborazione tra i soggetti a diversi livelli decisionali.

Questo intervento è collocabile all'interno di una pianificazione di una corretta gestione e razionalizzazione degli usi, volta a rendere più efficienti le tecniche di irrigazione tradizionalmente in uso. In questo caso, per aumentare la quantità e l'efficienza nell'uso delle risorse idriche, si vuole ampliare la gamma di risorse idriche non convenzionali - come le acque reflue, che derivano dal recupero delle acque di scarico civile mediante un impianto di depurazione moderno ed efficiente come quello di Curcuris.

I risultati del lavoro potranno essere utilizzati dai tecnici dell'Agenzia Laore come strumento di supporto tecnico alla gestione dei fabbisogni irrigui ottimali calibrati sull'assetto colturale. Ciò al fine di contribuire alla corretta gestione del ciclo dell'acqua e finalizzare le attività agronomiche al risparmio e tutela della risorsa idrica, con la valutazione di colture e pratiche meno esigenti, potenziando la consulenza agronomica e il monitoraggio in campo.

Riutilizzo delle acque reflue

L'impiego irriguo dei reflui civili depurati rappresenta una opzione tecnicamente compatibile con la gestione agronomica dei sistemi colturali e con gli obiettivi relativi alla sicurezza alimentare ed alla salvaguardia ambientale.

Con il ri-uso viene assicurata una risorsa idrica anche in periodi di crisi in contesti caratterizzati da criticità negli approvvigionamenti, con discontinuità delle piogge e con fenomeni di cambiamento climatico. I vantaggi per l'agricoltura sono rappresentati dall'uso di un'acqua di qualità controllata, dall'incremento produttivo e qualitativo dei raccolti, dalla possibilità di utilizzare i nutrienti contenuti nei reflui, con riduzione della quantità di fertilizzanti minerali e quindi di risparmio economico per l'azienda.

La valorizzazione agronomica dei reflui depurati e la sottrazione dei nutrienti, ad opera delle colture, determina la riduzione degli scarichi con effetti positivi sulla qualità dei corpi idrici recettori. Le tecniche agronomiche adottate nella regolazione della irrigazione attraverso turni e volumi, la formulazione di piani di concimazione, la scelta degli impianti di filtraggio e di distribuzione delle acque, la scelta degli avvicendamenti e la gestione del suolo, possono rappresentare un modello organizzativo aziendale da utilizzare per la proposizione del ri-uso irriguo dei reflui civili depurati. Questa opzione è attualmente oggetto di rinnovata attenzione nelle aree caratterizzate da scarsità di risorsa idrica e affette da periodi di siccità prolungata. La disponibilità di volumi di acque depurate viene considerata una alternativa a basso costo all'acqua di irrigazione convenzionale, considerando che alcuni interventi locali non necessitano di costosi investimenti correlati alle infrastrutturazioni necessarie alla trasformazione irrigua di un comprensorio. La disponibilità di queste acque utilizzabili per l'irrigazione rende possibile una maggiore intensificazione colturale, offre nuove opportunità produttive, amplia la gamma di alternative e genera valore nei territori rurali periferici, nonostante le problematiche relative ai potenziali rischi sanitari e ambientali.

In genere il dibattito pubblico e la costruzione del consenso intorno alla iniziativa è un percorso reso faticoso dalla iniziale diffidenza nei confronti di risorse non convenzionali, delle quali si teme il potenziale di pericolosità, unito alla scarsa comprensione del fenomeno. Altro ostacolo è la difficoltà di computare i reali costi e benefici perchè non circoscrivibili alla sola agricoltura ma attribuibili ad una totalità di settori.

Il riuso delle acque reflue ha il potenziale di un miglioramento delle prestazioni ambientali rispetto al diretto sversamento nei corpi recettori, attraverso il rientro

dell'acqua nel ciclo idrologico, attraverso la possibilità di un ulteriore affinamento e recupero di nutrienti per le coltivazioni e attraverso la riduzione dei carichi inquinanti sui corpi recettori (Rio Mannu e Rio Mogoro). Viene attivato un sistema di protezione dell'ambiente, con un utilizzo sostenibile di risorsa scarsa, contrazione di inquinanti, riciclo di elementi di scarto, mentre nel contempo si incentivano lo sviluppo delle capacità locali e comportamenti premianti a beneficio dell'intera collettività. Questa pratica coinvolge molteplici aspetti correlati alle politiche di gestione del territorio che si riflettono sulla dimensione economica, sociale, agronomica, ambientale e istituzionale.

Dal punto di vista strettamente agronomico e nello specifico caso di applicazione, le acque reflue depurate possono incidere significativamente sulla locale attività agricola, dove è praticamente inesistente la risorsa idrica tradizionale e, virtualmente, i volumi utilizzabili consentono un corrispondente risparmio di acque qualitativamente più pregiate. E' necessario però valutare e controllare la possibilità di impatti ambientali e di rischi igienico-sanitari derivanti dall'impiego diffuso sul territorio di tali acque.

Il risparmio idrico e il riciclo delle acque reflue è previsto dalle normative nazionali e regionali quali il D. Lgs 152/2006 e il DM 185/ 2003 che impone che il riutilizzo, oltre che essere orientato al risparmio della risorsa, deve avvenire in condizioni di sicurezza ambientale, evitando alterazioni agli ecosistemi, al suolo e alle colture, senza rischi sanitari per le popolazioni. Si impongono pertanto attività di monitoraggio per la valutazione dei parametri fisico-chimici e microbiologici per la valutazione degli effetti ambientali, agronomici, pedologici del riutilizzo come previsto dall'art. 11 del DM 185/2003, poi ripreso dalla Direttiva Regionale 75/15 del 30/12/2008 che adotta misure che favoriscono il riutilizzo dei reflui depurati.

Le acque reflue in agricoltura

Il riutilizzo in agricoltura di acque depurate è una pratica diffusa da tempo in molte regioni di tutta l'area del mediterraneo ed è destinata a diffondersi sempre di più, vista la crescente necessità di risorse idriche. Inoltre, complice anche la significativa riduzione delle precipitazioni che si è verificata negli ultimi anni, consente di destinare l'acqua di migliore qualità ad usi più pregiati, come quello idropotabile, riducendo di conseguenza la competizione tra i vari settori per lo sfruttamento delle risorse idriche disponibili.

Il riutilizzo delle acque reflue in agricoltura è di grande importanza perché consente il recupero di risorse idriche che, adeguatamente depurate, possiedono idonee

caratteristiche chimiche e fisiche in relazione agli aspetti fondamentali per l'irrigazione delle colture, in particolare occorre prestare attenzione ai requisiti qualitativi tali da:

- tutelare la salute dell'operatore e del consumatore;
- soddisfare adeguatamente i fabbisogni della pianta;
- conservare la fertilità del suolo;
- salvaguardare l'impianto di irrigazione.

Dal punto di vista agronomico i problemi connessi alla corretta gestione dell'impianto di irrigazione sono legati ai fattori derivanti dalla qualità delle acque:

Parametri chimico fisici

pH. Si considerano ottimali acque il cui pH sia compreso all'interno dell'intervallo 6.0-8.5. Una reazione lontana della neutralità è indice di qualche anomalia come ad esempio la presenza di sostanze tossiche o un'eccessiva concentrazione in sali.

Ew_{25°C}°La conducibilità è il parametro fondamentale che fornisce informazioni sulla pressione osmotica esercitata dai sali presenti nell'acqua. I problemi derivanti dall'uso di acque salmastre sono fondamentalmente riconducibili a due ordini di inconvenienti: aumento della salinità del terreno con conseguente incremento del potenziale osmotico della soluzione circolante e crescente difficoltà di nutrizione idrica da parte delle colture e effetti di fitotossicità diretta nei confronti delle piante.

In linea generale sarebbe bene non utilizzare acque con valori di conducibilità elettrica superiori a 2,5 d. L'esame di questo parametro non è però di per sé sufficiente a caratterizzare l'attitudine all'uso irriguo di un'acqua ricca di sali; la conducibilità infatti non tiene conto della tipologia delle specie chimiche presenti che possono influenzare in maniera diversa i fenomeni di adsorbimento e desorbimento colloidale, che modulano la dispersione delle argille.

Il rapporto fra ioni monovalenti (Na^+ e bivalenti (Ca^{++} , Mg^+) è decisivo nel valutare eventuali rischi nell'uso di acque salmastre e per questo motivo è necessario procedere all'esame del SAR, Rapporto di Adsorbimento del sodio.

Cloruri. La presenza dei cloruri nelle acque è legata fondamentalmente alla dissociazione dei sali in esse contenuti. La pericolosità dei cloruri è comunque fortemente influenzata dalla sensibilità delle singola specie (risultano sensibili tutte le colture arboree, la fragola ed il tabacco) e dal metodo irriguo (meglio metodi per

scorrimento ed infiltrazione rispetto a quelli per aspersione).

Solfati. Valgono le stesse considerazioni già fatte per i cloruri. Per i solfati possono risultare particolarmente pericolose condizioni asfittiche e riducenti che favoriscono la loro trasformazione in solfuri. Inoltre solfuri e cloruri, in considerazione della loro facile dilavabilità possono compromettere la qualità delle acque sottosuperficiali in seguito a fenomeni di percolazione.

Fosfati. Non costituiscono, di norma, un limite all'utilizzo irriguo delle acque, ed anzi possono costituire un complemento utile alla nutrizione delle colture. I problemi possono derivare dal fatto che un'eccessiva dotazione in nutrienti evidenzia una condizione di possibile degrado del corpo idrico e costituisce una causa predisponente l'affermazione di processi di eutrofizzazione. L'origine dei fosfati nelle acque superficiali è spesso associata ai campi coltivati, ma spesso invece la presenza di tali nutrienti è da ricercare negli scarichi dei depuratori di insediamenti industriali e/o civili. Una eccessiva concentrazione di fosfati è indice di una insoddisfacente qualità e quindi prova dell'esistenza di fenomeni di contaminazione del sistema delle acque superficiali che può risultare particolarmente pericolosa all'interno del bacino idrografico di un corpo d'acqua con limitati scambi idrici all'esterno.

Infine condizioni predisponenti l'abnorme sviluppo di una vegetazione algale possono indirettamente costituire un problema per l'utilizzazione irrigua, creando problemi alla meccanica distributiva dell'acqua (intralcio al flusso idrico e al pescaggio delle pompe, intasamento degli erogatori, ecc.). Non è dunque facile stabilire un limite che tenga conto degli effetti che il contenuto in fosforo può determinare sulla qualità delle acque ad uso irriguo; a titolo indicativo si può fare riferimento al limite di 10 mg/L di P totale (pari a circa 30 mg/L espresso come fosfati) indicato da Giardini (2002) nell'ambito dei parametri inerenti lo "stato generale di salute" dell'acqua che possono originare limitazioni sulle modalità di distribuzione o comportare l'adozione di particolari accorgimenti.

Nitrati. Vale quanto detto per i fosfati. Per rifarsi al già citato "stato generale di salute" dell'acqua (Giardini, 2002) il valore discriminante è fissato pari a 40 mg/L di azoto totale (pari a circa 180 mg/L di nitrati, ma potrebbero essere presenti in soluzione anche altre forme azotate quali gli ioni ammonio e i nitriti).

Sodio. La misura della conduttività elettrica non è in grado di caratterizzare qualitativamente il tipo di salinità delle acque. Le diverse specie chimiche interessate possono invece influire, in maniera diversa nei fenomeni di adsorbimento e

desorbimento colloidale, nonché nei processi di dispersione delle argille e quindi di condizionamento della struttura del terreno. Particolare attenzione a questo riguardo va posta proprio al sodio che risulta, fra le basi di scambio, l'elemento in grado di provocare la maggiore destrutturazione degli aggregati terrosi, oltre a presentare un effetto tossico diretto sulle piante. In termini assoluti, per l'uso irriguo, la concentrazione di sodio sarebbe bene non superasse i 180 mg/L e, nel caso di metodi irrigui che comportano la bagnatura della vegetazione, tale limite dovrebbe essere ulteriormente ridotto

Potassio, Magnesio e Calcio. Il potassio, il magnesio e il calcio sono elementi importanti per la nutrizione delle piante ed il loro apporto al terreno non può essere considerato negativamente. In particolare il Ca ed il Mg sono importanti anche per bilanciare l'equilibrio cationico del terreno contrastando gli effetti del Na, per questo motivo la valutazione della pericolosità del sodio viene affidata, piuttosto che alla valutazione della singola concentrazione dell'elemento, ad un indice il SAR (Sodium Adsorption Ratio), che tiene simultaneamente conto della concentrazione dei tre elementi.

Valori elevati di SAR sono indice del rischio di progressiva sodicizzazione del terreno in seguito all'impiego dell'acqua irrigua. Valori così calcolati possono condurre ad una sottostima del problema in quanto non si tiene conto della precipitazione degli ioni Ca^{++} e Mg^{++} provocata dalla formazione di sali con gli ioni carbonato e bicarbonato; in questo modo gli ioni bivalenti essendo sottratti dal sistema non possono competere con il Na per l'adsorbimento sul complesso di scambio. Di conseguenza i valori di SAR così calcolati possono indicare condizioni di squilibrio a favore del sodio meno nette di quelle effettivamente esistenti nella realtà.

Attività biologica del suolo. L'attività microbica negli strati superficiali del suolo può essere alterata da condizioni negative di parametri come il pH, il sodio, la salinità, la tossicità da metalli, cloro. L'attività biologica del suolo può essere viceversa favorita dalla sostanza organica contenuta nelle acque reflue.

Alghe. I nitrati presenti nell'acqua destinata all'irrigazione possono causare proliferazione di alghe nei gocciolatoi e quindi la loro occlusione.

Batteri. La formazione di mucillagine batterica dipende dal contenuto di nutrienti, l'eccessiva carica batterica limita l'utilizzo dei sistemi a goccia.

Interazione dell'acqua reflua con le coltivazioni

L'utilizzo di acque reflue recuperate a fini irrigui è generalmente vantaggioso per le colture. Il contenuto di elementi nutritivi delle acque reflue risulta, infatti, interessante sia in termini di azoto e fosforo, che di sostanza organica.

L'apporto controllato di tali sostanze accresce la fertilità del suolo aumentando le produzioni colturali.

L'insorgere di effetti negativi sulle colture in seguito all'utilizzo di acque reflue avviene esclusivamente in condizioni di impiego improprio o di depurazione non adeguata. Tali effetti si traducono in un'alterazione della crescita vegetale, sia attraverso un'azione diretta che indiretta.

L'azione diretta può essere esercitata in due modi: attraverso la determinazione di condizioni di elevata pressione osmotica nel substrato e mediante la presenza di sostanze fitotossiche nell'acqua. Come già accennato, l'aumento della pressione osmotica porta ad un abbassamento del potenziale totale dell'acqua del terreno e, di conseguenza, la disponibilità idrica per la pianta si riduce. Generalmente le piante sono più sensibili a condizioni di elevata pressione osmotica durante gli stadi di germinazione e di primo sviluppo. Quando il fenomeno si manifesta in queste fasi, le piante possono subire forti alterazioni fino alla completa perdita del prodotto.

La presenza nelle acque reflue di agenti patogeni o di altre sostanze, pur non agendo in modo specifico sullo sviluppo della pianta, può influire sull'accettabilità del prodotto. Vi sono alcuni elementi, inoltre, che non provocano danni diretti al prodotto ma che possono

accumularvi fino a raggiungere livelli tossici per l'uomo.

Effetti negativi sulle colture possono derivare anche dalla presenza nell'acqua d'irrigazione di sostanze, come cloro e boro che, in quantità superiori ai limiti tollerati dalle colture, determinano fenomeni di tossicità, diminuzione della produttività, riduzione dell'assorbimento di acqua e di nutrienti da parte delle radici e, infine, compromissione delle caratteristiche organolettiche del prodotto.

Le caratteristiche qualitative dell'acqua possono agire anche indirettamente sulla crescita delle piante, mediante la modificazione delle proprietà del suolo.

Sostanze fitotossiche - Alcuni ioni presenti nelle acque reflue recuperate possono esercitare un'azione individuale sullo sviluppo delle colture. Gli ioni che svolgono questa azione sono sia quelli di elementi comuni che si trovano anche nelle acque di

irrigazione tradizionali che quelli prodotti dalle attività umane, tipici delle acque reflue.

Fra gli ioni tossici, vi sono i cosiddetti elementi in traccia, di cui alcuni possono essere essenziali, in piccole quantità, allo sviluppo. Molti di questi elementi hanno un'origine antropica e si trovano facilmente nelle acque di scarico, anche urbane.

Una volta immessi nel suolo, tali elementi possono perdere gradualmente tossicità oppure accumularsi, aggiungendosi alle quantità già presenti in esso.

Fra i principali elementi fitotossici si citano il **boro**, i **metalli pesanti**, i **cloruri**, i **bicarbonati**, i **solfati** e i **fluoruri**.

Il boro, presente in piccole concentrazioni nelle acque naturali, è un micronutriente essenziale alle piante. Tuttavia, al di sopra della concentrazione limite, diventa tossico e può causare danni alle colture. La tossicità da boro si manifesta, inizialmente su foglie vecchie, con ingiallimento, macchie clorotiche o disseccamento dei tessuti all'apice e ai margini del lembo fogliare.

Fra elementi fitotossici vi sono anche i **metalli pesanti**, la cui pericolosità varia a seconda della concentrazione nelle acque e del tipo di coltura. I metalli pesanti si trovano, nella maggior parte dei casi, in concentrazioni molto basse nelle acque reflue recuperate e tali da non provocare effetti sulle piante.

Per quanto riguarda i **cloruri**, un eccessivo accumulo nell'apparato fogliare può provocare degli effetti tossici. Il limite di tolleranza ai cloruri varia a seconda della specie vegetale, tipo di suolo e tipo di metodo irriguo. I limiti di legge escludono l'uso su qualsiasi tipo di suolo di acque con concentrazioni di cloruri superiori ai 600 mg/l, anche se concentrazioni superiori a 350 mg/l possono essere proibitive per colture più sensibili, irrigate per aspersione con applicazione soprachioma.

Pur non provocando fenomeni diretti di tossicità nelle piante, i bicarbonati e i solfati possono determinare, nel caso di irrigazione per aspersione nei periodi secchi, dei depositi bianchi sulle foglie ed i frutti, rendendoli meno appetibili al consumatore.

I depositi fogliari di bicarbonati e solfati, si formano anche a basse concentrazioni; inoltre a concentrazioni elevate formano dei precipitati che possono provocare problemi ai sistemi di aspersione ed alle colture.

Effetti sulla corretta gestione dell'impianto di irrigazione

Il riutilizzo delle acque reflue può essere condizionato, oltre che dagli aspetti connessi alla salute dell'uomo e alla tutela dell'ambiente, da certe caratteristiche di qualità che

possono causare danni alle infrastrutture e alle attrezzature.

Le infrastrutture maggiormente soggette al rischio di danneggiamento sono quelle dedicate allo stoccaggio, al trasporto e alla distribuzione, sia nell'impiego a scopo irriguo che industriale.

Tra le disfunzioni più frequenti si citano:

- sviluppo di biomasse;
- formazione di depositi;
- incrostazioni e intasamenti;
- corrosione.

Il rischio di incidenza e l'entità di tali disfunzioni dipendono dalla qualità delle acque reflue utilizzate, dalle modalità di distribuzione/erogazione e dai materiali costruttivi delle infrastrutture. Nelle applicazioni di tipo irriguo, il rischio di danneggiamento è maggiore quando si utilizzano attrezzature ad elevato livello tecnologico.

L'irrigazione a scorrimento, ad esempio, rappresenta il più basso livello tecnologico e di efficienza, ma offre la possibilità di utilizzare acque di qualità inferiore. Allo stesso modo, l'irrigazione per aspersione consente un aumento dell'efficienza ed è in grado di utilizzare comunque acque di qualità medio-bassa .

La microirrigazione è, al contrario, il metodo più avanzato, ma presenta lo svantaggio di richiedere un'elevata qualità delle acque, al fine di evitare il rischio d'intasamento degli erogatori. Dal punto di vista sanitario e agronomico, la microirrigazione presenta comunque il vantaggio di distribuire l'acqua localizzandola vicino alla pianta ed al suo apparato radicale e, quindi, lontana dalla parte epigea della pianta. Non risente inoltre dell'azione disperdente del vento e, quindi, non determina la formazione di aerosol.

I problemi di ostruzione sono dovuti alla precipitazione dei sali e alla presenza di solidi sospesi, alghe e batteri nelle acque reflue.

La presenza di solfuri, in particolare, provoca problemi di occlusione già a partire da concentrazioni pari a 0,1 mg/l; con concentrazioni pari a 2 mg/l è sconsigliato l'impiego di irrigazione a goccia.

Per quanto riguarda il ferro e il manganese, il rischio di occlusione è presente con concentrazioni superiori, rispettivamente a 0,1 e 0,2 mg/l; si sconsiglia l'uso di acque con concentrazioni superiori a 1,5 mg/l.

Per quanto riguarda i solidi sospesi, nel caso di microirrigazione il contenuto deve

essere pressoché nullo. Concentrazioni superiori a 50 mg/l rappresentano un fattore di rischio.

Un secondo ordine di problemi riguarda lo sviluppo di microrganismi sulle superfici delle attrezzature, dovuto alla presenza di nutrienti e sostanze organiche (BOD). Nel caso di impianti irrigui, la presenza di microrganismi può danneggiare i gocciolatori e inficiare il filtraggio.

Sono da evitare anche acque ad alto contenuto di silice, carbonati e bicarbonati di calcio, responsabili dei fenomeni di incrostazione. Per ridurre i danni è consigliabile utilizzare materiali come il PE e il bronzo, mentre sono meno resistenti il PVC e l'acciaio galvanizzato.

L'abbattimento degli agenti incrostanti si ottiene mediante l'utilizzo di sostanze chimiche o mediante sedimentazione. Molto spesso per aumentare la solubilità di questi composti vengono aggiunti alcuni acidi (solforico, cloridrico, citrico), gas, come biossido di carbonio e biossido di zolfo, e altri composti chimici, come i fosfati inorganici polimerici.

I principali agenti corrosivi per le parti metalliche sono i cloruri, i solfati, le proliferazioni di alghe e batteriche, la presenza di ferrobatteri e di zolfobatteri. Per ridurre la potenziale corrosione delle infrastrutture, in genere, si utilizzano sostanze inibitrici come i cromati, i fosfati, lo zinco e i polisilicati. L'alternativa all'aggiunta di sostanze chimiche è rappresentata dallo scambio ionico e dall'osmosi inversa, che presentano tuttavia costi elevati.

Fonti di approvvigionamento idrico locale e sistemi di distribuzione

Come detto nella zona non esistono fonti convenzionali per l'approvvigionamento idrico destinabile all'irrigazione. Nel recente passato alcuni imprenditori agricoli locali hanno fatto ricorso alle acque del Rio Mannu per incrementare le rese produttive e/o incrementare le unità foraggere prodotte in azienda. Per il prelievo veniva inoltrata regolare richiesta di concessione di acqua per uso irriguo al Genio Civile e la somministrazione alle colture (erba medica, sorgo, bietola da foraggio) veniva realizzata utilizzando attrezzature mobili da spostare frequentemente sulle superfici in funzione delle idroesigenze colturali.

Questa organizzazione richiedeva una notevole manodopera prestata prevalentemente da unità del nucleo familiare. Manodopera che è venuta meno per mancanza di prospettive di sviluppo aziendale e ricerca di opportunità lavorative fuori regione e in

settori extra-agricoli. Tale sottrazione di forza lavoro familiare ha costretto alcuni imprenditori, che da soli si sono fatti carico di continuare l'attività, a rinunciare a questa modesta fonte idrica a causa della faticosa gestione rappresentata dal lavoro di spostamento di tubi e irrigatori e costretto, almeno in un paio di casi, a rinunciare all'allevamento per mancanza di risorse e per dedicarsi esclusivamente alla produzione dei seminativi da rivendere poi nel mercato per l'alimentazione del bestiame, cercando di fronteggiare la crisi con i limitati mezzi a disposizione. La disponibilità di attrezzature fisse per la distribuzione idrica, resa possibile dall'attrezzamento irriguo, renderebbe possibile la gestione dell'irrigazione anche al singolo conduttore, migliorando le prospettive produttive, occupazionali e di incremento del reddito.

Il sistema di distribuzione dell'acqua utilizzabile in futuro dagli utenti locali è per asperione, comunemente detto "a pioggia", con caduta dall'alto sulle colture e sul suolo, realizzato da irrigatori alimentati da condotte in pressione, sistemi che richiedono energia per l'esercizio dell'impianto.

È il sistema irriguo più diffuso per le colture erbacee da pieno campo, con un valore di efficienza elevato del 75% - 80% anche se soggetto a sensibilità al vento con conseguenti perdite per evaporazione -in funzione della gittata e altezza di lancio - in caso di forte ventilazione.

È un sistema polivalente che si presta anche per la fertirrigazione e i trattamenti antiparassitari e erbicidi. Non richiede specifiche sistemazioni del terreno, si adatta a superfici di qualsiasi dimensione e pendenza e presenta il vantaggio di un basso investimento di capitale. L'intensità di pioggia artificiale che potrà essere erogata dipende dalle caratteristiche del terreno in particolare dalla capacità di assorbimento del suolo, con volumi da somministrare ad ogni intervento irriguo che bagnino solo lo spessore di terreno interessato dalle radici della coltura. Sarà inoltre necessario curare la polverizzare del getto per evitare l'azione battente, causa di danni alle colture e al suolo

Limitazioni di uso della risorsa

In un ipotetico scenario futuro il comparto irriguo non potrà svilupparsi, per ragioni tecniche ed economiche, esclusivamente attraverso il ricorso a risorse convenzionali, ma dovrà puntare alla diversificazione delle fonti di approvvigionamento, al riuso e riutilizzo delle risorse, al trattamento, alla pianificazione e ottimizzazione delle stesse, come del resto previsto dalla vigente normativa nazionale e dal V Programma Quadro dell'U.E. Parte A: Ambiente e Sviluppo Sostenibile.

Questo progetto mira al recupero, in prospettiva futura, di quantitativi di acque reflue attualmente non utilizzate e alla valorizzazione di prodotti di scarto, quali ad esempio i nutrienti per le colture contenuti nell'effluente.

Grazie al trattamento di affinamento delle acque reflue urbane, si ritiene di poter ottenere volumi idrici da destinare all'agricoltura, vicini ai luoghi di utilizzo, prontamente utilizzabili, nel rispetto dei parametri previsti e a costi sostenibili per l'agricoltura.

La qualità delle acque utilizzate incide in maniera sostanziale sia sulle produzioni agricole, sia sulla qualità dei suoli. Ne consegue che l'utilizzo di acque non convenzionali impone cautela per i rischi igienico-sanitari e per i danni più o meno permanenti che potrebbero manifestarsi sui suoli. Pertanto, nell'immediato, il piano di gestione in oggetto mira anche alla valutazione qualitativa delle acque riciclate per garantire la sostenibilità ambientale e socio-economica dell'utilizzo in campo agricolo.

Sulla base del confronto fra i risultati analitici delle acque reflue trattate con le tabelle di valutazione della qualità dell'acqua per l'agricoltura contenute all'interno del bollettino FAO – Irrigazione e drenaggio n. 29 del 1994 (R.S. Ayers, D.V. Westcot - Water quality for Agriculture), si può affermare che tutti i parametri chimico-fisici, microinquinanti inorganici, organici e batteriologici rientrano nei limiti di sicurezza affinché non ci siano effetti dannosi sul suolo e/o a carico delle colture agrarie ivi praticate (cereali autunno-vernini, prati polifiti, erbai, mais, erba medica, sorgo, ecc.).

GUIDELINES FOR INTERPRETATIONS OF WATER QUALITY FOR IRRIGATION¹

Potential Irrigation Problem	Units	Degree of Restriction on Use		
		None	Slight to Moderate	Severe
Salinity (affects crop water availability) <u>2</u>				
EC_w	dS/m	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
(or)				
TDS	mg/l	< 450	450 – 2000	> 2000
Infiltration (affects infiltration rate of water into the soil. Evaluate using EC _w and SAR together) <u>3</u>				
SAR = 0 – 3	and EC_w =	> 0.7	0.7 – 0.2	< 0.2
= 3 – 6	=	> 1.2	1.2 – 0.3	< 0.3
= 6 – 12	=	> 1.9	1.9 – 0.5	< 0.5
= 12 – 20	=	> 2.9	2.9 – 1.3	< 1.3
= 20 – 40	=	> 5.0	5.0 – 2.9	< 2.9
Specific Ion Toxicity (affects sensitive crops)				
Sodium (Na) <u>4</u>				
surface irrigation	SAR	< 3	3 – 9	> 9
sprinkler irrigation	me/l	< 3	> 3	
Chloride (Cl) <u>4</u>				
surface irrigation	me/l	< 4	4 – 10	> 10
sprinkler irrigation	me/l	< 3	> 3	
Boron (B) <u>5</u>	mg/l	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
Trace Elements (see Table 21)				

Miscellaneous Effects (affects susceptible crops)

Nitrogen (NO₃ - N) 6	mg/l	< 5	5 – 30	> 30
Bicarbonato (HCO₃) (overhead sprinkling only)	me/l	< 1.5	1.5 – 8.5	> 8.5
pH		Normal Range 6.5 – 8.4		

A titolo esemplificativo, si riportano le seguenti Tabelle A e B (proposta dalla FAO e modificata da autori vari) per la valutazione, dal punto di vista agronomico, delle principali limitazioni d'uso delle acque irrigue in generale, e pertanto valida anche in caso d'uso di acque reflue.

Tab. A Linee guida FAO per la qualità delle acque irrigue. (1985)

Problema potenziale				Nessuno	Moderato	Severo
				Effetti sul suolo		
Infiltrazione	SAR =	0-3,0	e EC _w *=	>0,7	0,7-0,2	<0,2
		3,0-6,0		>1,2	1,2-0,3	<0,3
		6,0-12,0		>1,9	1,9-0,5	<0,5
		12,0-20,0		>2,9	2,9-1,3	<1,3
		20,0-40,0		>5,0	5,0-2,9	<2,9
				Effetti sulle colture		
Salinità			EC _w =	<0,7	0,7-3,0	>3,0
Tossicità	Sodio		SAR	<3,0	3,0-9,0	>9,0
	Cloro		meq/l	>4,0	4,0-10,0	>10,0
	Boro		meq/l	<0,7	0,7-3,0	>3,0
pH	Range ottimale			6,5-8,4		
*EC _w =Conducibilità elettrica dell'acqua di irrigazione						

*EC_w=Conducibilità elettrica dell'acqua di irrigazione

Tab. B Modifiche alle Linee guida Fao per la qualità delle acque irrigue (AAVV; Arpa Sicilia, 2006)

Problema potenziale				Nessuno	Moderato	Severo
				Effetti sul suolo		
Infiltrazione	SAR = (mmole/l) ^{0.5}	0-3,0	e EC _w = (dSm ⁻¹)	>0,7	0,7-0,2	<0,2
		3,0-6,0		>1,2	1,2-0,3	<0,3
		6,0-12,0		>1,9	1,9-0,5	<0,5
		12,0-20,0		>2,9	2,9-1,3	<1,3
		20,0-40,0		>5,0	5,0-2,9	<2,9
		Effetti sulle colture				
		Salinità		EC _w =	<0,7	0,7-3,0
Tossicità						
Irrigazione superficiale	Sodio	SAR	<3,0	3,0-9,0	>9,0	
	Cloro	mg/l	<140	140-350	>350	
	Boro	mg/l	<0,7	0,7-3,0	>3,0	
Aspersione	Sodio	SAR	<70	>70		
	Cloro	mg/l	<100	>100		
	Boro	mg/l	<0,7	0,7-3,0	>3,0	
Soprachioma	Bicarbonato	mg/l	<90	90-500	>500	
	Cl ₂ residuo	mg/l	<1	1,0-5,0	>5	
	Azoto totale	mg/l	<5	5,0-30,0	>30	
Qualità della coltura/Protezione delle falde						
pH			<8,5	>8,5		

Nello specifico in tale tabella si riportano le valutazioni relative alla qualità dell'acqua in funzione del sistema irriguo utilizzato.

Per quanto riguarda i sistemi d'irrigazione da utilizzare in azienda (sistema per aspersione per le coltivazioni erbacee di pieno campo nella zona oggetto di intervento) si fa riferimento all'art. 10 della Direttiva regionale per il riutilizzo delle acque reflue depurate approvata con deliberazione della Giunta regionale n 75/15 del 30.12.2008, nella quale non si esclude prioritariamente nessun sistema irriguo ma lo si vincola alla tipologia di coltura e alla vicinanza a centri abitati.

Le acque potenzialmente contaminante, possono essere tossiche per le piante coltivate sia per assorbimento radicale e conseguente accumulo nei tessuti sia per contatto diretto con gli organi esterni dei vegetali. Inoltre gli inquinanti possono nel tempo accumularsi nel terreno con possibile conseguente perdita di fertilità e/o una inidoneità del terreno stesso alla produzione di derrate alimentari.

L'uso delle acque reflue depurate deve avvenire applicando il codice di buona pratica agricola che deve tenere conto della quantità d'acqua utilizzata, delle caratteristiche del suolo (infiltrazione, drenaggio), dei sistemi di irrigazione, del tipo di coltivazione, e delle pratiche di gestione.

Molti metalli (Fe, Cu, Zn, Mn, etc.) se presenti in elevata concentrazione possono esercitare effetti tossici, anche se sono micronutrienti essenziali per il metabolismo vegetale. A titolo indicativo si riporta la seguente tabella (fonte US Environmental Protection Agency - EPA) che indica i limiti di concentrazione per alcuni metalli per irrigazione a breve termine (ST) e a lungo termine (LT).

Limiti US-EPA per alcuni metalli nelle acque per uso agricolo

ELEMENTO	LT (mg/l)	ST (mg/l)	OSSERVAZIONI
Alluminio	5,0	20	Dannoso in suoli acidi, non dà tossicità se pH > 5,5
Arsenico	0,1	2,0	Il riso è molto sensibile (0,05 mg/L)
Boro	0,75	2,0	Micro-elemento essenziale, tossico per agrumi se > 1 mg/l
Cadmio	0,01	0,05	Si raccomandano limiti conservativi
Cromo	0,1	1,0	Si raccomandano limiti conservativi
Cobalto	0,05	5,0	In suoli neutri o alcalini è meno pericoloso
Ferro	5,0	20,0	Può innescare perdite di P e Mo
Manganese	0,2	10,0	Tossico anche a basse concentrazioni per molte colture
Molibdeno	0,01	0,05	Tossico per bestiame nutrito con foraggi da suoli ad alto Mo
Nickel	0,2	2,0	In suoli neutri o alcalini è meno pericoloso
Piombo	5,0	10,0	Può inibire la crescita cellulare
Rame	0,2	5,0	Tossico anche a basse concentrazioni per molte colture
Selenio	0,02	0,02	Come Rame e Molibdeno
Vanadio	0,1	1,0	Tossico anche a basse concentrazioni per molte colture
Zinco	2,0	10,0	Tossicità ridotta in suoli organici a tessitura fine

I nutrienti, azoto, fosforo, potassio, zinco, boro e zolfo, devono essere presenti

nell'acqua reflua depurata nelle corrette concentrazioni altrimenti possono danneggiare coltivazioni e ambiente. Il controllo sulle concentrazioni dei nitrati è fondamentale per ridurre la lisciviazione negli acquiferi, lisciviazione che rappresenta un potenziale rischio di inquinamento delle acque destinate al consumo umano.

Le concentrazioni nei reflui di sodio, cloruri, e boro -che si ritrova nelle acque di scarico in alte concentrazioni a causa dei detergenti- vanno sistematicamente controllate a causa della sensibilità di molte piante a queste sostanze.

Di seguito si riporta una tabella di valutazione della qualità dell'acqua all'uso irriguo.

Qualità dell'acqua irrigua, World Health Organization WHO, 2006

Parametro		Unità misura	Livello di restrizione nell'uso		
			nessuno	da lieve a moderato	severo
Salinità		dS/m	<0,7	0,7-3,0	3,0
TDS		mg/l	<450	450-2000	>2000
TSS		mg/l	<50	50-100	>100
SAR	0-3	meq/l	>0,7	0,7-0,2	<0,2
	3-6	meq/l	>1,2	1,2-0,3	<0,3
	6-12	meq/l	>1,9	1,9-0,5	<0,5
	12-20	meq/l	>2,9	2,9-1,3	<1,3
	20-40	meq/l	>5,0	5,0-2,9	<2,9
Na ⁺	irrigazione a pioggia	mg/l	<3	>3	
	irrigazione superficiale	mg/l	<3	3-9	>9
Cl ⁻	irrigazione a pioggia	mg/l	<3	>3	
	irrigazione superficiale	mg/l	<4	4-10	>10
Cl ₂	Residuo totale	mg/l	<1	1-5	>5
HCO ₃ ⁻		mg/l	<90	90-500	>500
Boro		mg/l	<0,7	0,7-3,0	>3,0
H ₂ S		mg/l	<0,5	0,5-2,0	>2,0
Fe	irrigazione a goccia	mg/l	<0,1	0,1-1,5	>1,5
Mn	irrigazione a goccia	mg/l	<0,1	0,1-1,5	>1,5
Azoto totale		mg/l	<5	5-30	>30
pH			6,5-8		

Le caratteristiche qualitative degli effluenti derivanti dagli impianti di depurazione sono generalmente idonee per gli usi agricoli, a meno che particolari scarichi nella rete fognaria non determinino una concentrazione al di sopra della sopportabilità dei suoli, ma in questo caso ci sarebbe un problema maggiore a monte.

Occorre un approccio pragmatico di gestione del rischio e non il tentativo infruttuoso di ridurre il rischio a zero attraverso impostazioni molto rigide, per questo motivo è importante la costruzione del consenso sociale, perché non si tratta unicamente di un aspetto tecnico ma di un intervento che comporta la gestione complessiva del territorio.

Un aspetto tecnico di rilevanza agronomica è il controllo dei volumi di adacquamento

somministrati dagli utenti in funzione della coltura e dello stato fenologico. Questi dati consentono di correlare gli incrementi produttivi quantitativi e qualitativi alla disponibilità dell'acqua e dei nutrienti in essa contenuti. La gestione della tecnica irrigua consente di mitigare il rischio di lisciviazione di nitrati migliorando l'efficienza distributiva, e adattando le quantità somministrate alla capacità di ritenzione idrica dello strato di suolo interessato alle radici. Ogni intervento irriguo deve portare il suolo ad un livello di umidità corrispondente alla Capacità di Campo

Per evitare ristagni e sprechi la durata dell'irrigazione deve essere teoricamente uguale al rapporto fra il volume di adacquamento e la velocità di infiltrazione dell'acqua nel terreno, parametro che sarà rilevato dall'Agris. Accumuli di acqua in superficie incrementano le perdite idriche per ruscellamento e per evaporazione e possono determinare anche danni alle colture.

Attività informativa e rilevamento delle esigenze

Rilevamento delle esigenze

Sono stati realizzati una serie di incontri tra tecnici, istituzioni e imprenditori agricoli ai quali hanno partecipato gli operatori locali, rappresentativi della ordinaria conduzione aziendale cerealicola-zootecnica dell'areale. Due imprenditori allevatori in particolare hanno partecipato assiduamente contribuendo ad analisi più approfondite e operando come canale di veicolazione di informazioni presso altri utenti. Entrambi conducono aziende di una quarantina di ettari di terreno e una quota parte del loro capitale fondiario ricade nell'area oggetto di intervento. Le loro indicazioni relative alla variazione degli ordinamenti produttivi conseguenti alla infrastrutturazione irrigua sono pertanto rappresentative dei futuri sistemi colturali .

I sistemi praticati attualmente sono di tipo estensivo, con colture autunno vernine e erbai misti di graminacee e leguminose (frumento, triticale, orzo, avena, loietto, trifoglio, favino, e altre essenze). Le esigenze idriche sono soddisfatte attraverso le precipitazioni atmosferiche e nell'epoca di coltivazione in genere non c'è carenza idrica. Viene però segnalato il susseguirsi di annate di siccità anche autunno/invernale con intensificazione nella frequenza di anomala distribuzione di piogge, che si verificano come precipitazioni violente e concentrate in un breve intervallo di tempo.

Le colture autunno-vernine potrebbero giovare della irrigazione di soccorso, pratica che nel caso del frumento evita il pericolo della "stretta" del grano, stress idrico conseguente ad ondate di calore e siccità (generalmente a maggio), che colpisce le coltivazioni cerealicole nella fase di granigione, compromettendone la produzione, oppure di provvidenziali irrigazioni alla semina in caso di carenza di precipitazioni atmosferiche nel periodo previsto.

La disponibilità di acqua irrigua permette una maggiore intensificazione colturale attraverso l'avvicendamento e l'introduzione di nuove colture (mais, medica, sorgo, trifoglio ladino, erbai estivi), con maggior numero di sfalci, maggiore produzione di granella, migliore pascolamento al fine di produrre in azienda quota parte delle unità foraggere destinate all'alimentazione del bestiame.

Infatti le urgenze per gli allevatori locali sono:

- il contenimento dei costi di produzione
- il miglioramento qualitativo del latte ovino.

Entrambi questi obiettivi potranno essere perseguiti grazie alla disponibilità di acqua irrigua (da segnalare quotazioni record a inizio luglio 2012 per il mais aumentato in un mese di oltre il 20%, straordinario rialzo dovuto alle elevate temperature e alla assenza di piogge)

Gli imprenditori presenti affermano infatti di sostenere costi tre volte più elevati rispetto ai concorrenti europei per la produzione del latte ovino, soprattutto a causa del totale delle uscite per l'alimentazione del bestiame, voce che incide per circa il 55% sul totale dei costi aziendali.

La produzione in azienda di unità foraggiere per l'alimentazione zootecnica resa possibile dall'acqua irrigua, diminuirebbe la necessità di ricorso al mercato per l'approvvigionamento alimentare del bestiame e viene riferito l'acquisto di alimenti (piselli) provenienti persino dalla Cina.

Inoltre la disponibilità di foraggio, la possibilità del pascolamento, il maggior periodo di copertura del suolo, consentirebbe il miglioramento della qualità del latte, qualità che spunterebbe un prezzo più elevato, essendo il latte ovino remunerato in base a una griglia prestabilita di valori parametrati.

Particolarmente sentita è la questione relativa al costo dell'acqua. E' stato più volte ribadito in tutti gli incontri che sono stati organizzati e nei contatti informali, che l'incertezza di non sapere quale sarà il costo per l'operatore è un vincolo che non consente di fare previsioni di bilancio aziendale. Si temono i costi che vengono applicati in altri areali serviti dall'irrigazione e si teme soprattutto la burocratizzazione da parte di un consorzio che dovrà amministrare la risorsa idrica.

Durante gli incontri è stato messo in evidenza che la tipologia di acque reflue, qualitativamente diversa da quanto normalmente distribuito dai consorzi, riduce il beneficio della presenza dell'acqua, limitando la scelta delle colture e/o i sistemi di distribuzione. Pertanto è stato auspicato che il costo finale dell'acqua per l'utente sia pari a zero, o fortemente agevolato, essendo il progetto "pilota" e non essendo il comune di Curcuris mai stato compensato per il sacrificio di ospitare nel proprio territorio il depuratore di acque reflue che serve anche altri 6 comuni limitrofi (Albagiara, Ales, Pau, Villaverde, Gonnosnò, Usellus). Viene infatti riferito che alcuni dei terreni migliori di Curcuris sono stati sottratti all'agricoltura e adibiti ad ospitare il depuratore, contro l'iniziale opposizione dei cittadini, e che mai alcun provvedimento è stato adottato per compensare la generosità della popolazione, che nel comune sentire,

avverte di essere stata più volte chiamata a dare senza però mai aver ricevuto alcuna compensazione.

Viene osservato che, per qualsiasi ipotesi minima di tariffazione, da imprenditori occorre conoscere preventivamente il costo del fattore produttivo acqua, al fine di formulare un giudizio di convenienza sull'uso irriguo dell'acqua reflua e valutare opportunamente le scelte colturali.

Il Comune ha proposto l'ipotesi di sopperire con personale proprio alla attuale assenza del Consorzio nella futura gestione di distribuzione dell'acqua irrigua.

Viene rilevato che la dinamica demografica di Curcuris, contrariamente ad altre zone interne della Sardegna, non ha registrato un calo significativo nel numero di abitanti, e che il settore agricolo ancora riveste un ruolo fondamentale nell'economia locale. Anche per questa ragione si sostiene l'esigenza di inglobare nell'intervento di fornitura d'acqua depurata anche le piccole superfici in maniera tale da non marginalizzare gli agricoltori part-time/hobbisti che integrano il bilancio familiare con produzioni proprie sopperendo in parte alle necessità alimentari.

Viene comunicata in generale la fatica quotidiana nel fronteggiare le emergenze economiche e climatiche al fine di far rimanere viva e vitale l'azienda, mentre la feroce crisi generale mette a dura prova i territori rurali periferici e marginali.

Gli incontri e i dibattiti hanno affrontato gli argomenti relativi alla gestione della risorsa acqua, alla programmazione del suo utilizzo e alle problematiche relative al tariffario attualmente applicato dai vari Consorzi.

Gli amministratori pubblici hanno sottolineato l'urgenza della infrastrutturazione irrigua in una economia prevalentemente agricola, che necessita di un rapido effetto leva per sostenere la competitività delle aziende agricole e per l'occupazione, al fine di rendere possibile la permanenza dei cittadini in un territorio che rischia di perdere attrattività per gli stessi residenti.

Si preme per una realizzazione in tempi brevi del progetto anche considerando che la fascia di età degli imprenditori con maggiori aspettative nei confronti della iniziativa è compresa tra i 35-45 anni, soggetti attivi con propensione al cambiamento e garanti del successo dell'opera e del suo contributo al territorio.

Desta forte preoccupazione la gestione della distribuzione dell'acqua da parte di un consorzio perché le esperienze dei territori limitrofi testimoniano la burocratizzazione e il notevole aggravio di costi che ostacola il concreto rientro economico. Il Consorzio di

Bonifica dell'Oristanese viene citato quale caso in cui tutti i proprietari dei terreni, indipendentemente dall'uso dell'acqua, sono gravati da costi fissi, improponibili da sostenere a causa della attuale crisi dell'agricoltura. Nel caso di Villamar, invece, solo una piccola percentuale di agricoltori utilizza le infrastrutture irrigue a causa di alti costi e bassi ricavi che non coprono i costi di produzione neanche di una coltura da sempre remunerativa come il carciofo.

Senza dubbio l'opera appare come una opportunità in grado di incidere positivamente nella cultura agricola profondamente radicata. Gli elementi critici dovrebbero però essere attentamente analizzati e valutati al fine di assicurare il buon esito del progetto.

L'analisi della locale situazione socio- economica e strutturale della agricoltura è stata inoltre approfondita attraverso le stime e valutazioni dei tecnici agronomi dell'agenzia Laore che operano e lavorano presso i centri considerati nel presente studio.

Attività di comunicazione

L'estensione dell'area e la dimensione locale è favorevole al successo della iniziativa. Con confini contenuti ciascun soggetto portatore di interesse può contribuire alle soluzioni da approntare localmente ed è più facile individuare le criticità rispetto ad aree geografiche eccessivamente grandi dove le dinamiche diventano non comprensibili per tutti i soggetti coinvolti. E' più facile individuare i probabili effetti leva in grado di innescare correlazioni sistemiche che apportano vantaggi e valore al sistema produttivo locale.

L'uso irriguo delle acque reflue è una pratica ampiamente diffusa in agricoltura e il principale limite a questo riutilizzo è condizionato prioritariamente dai parametri batteriologici e in seconda battuta dai parametri chimici da raggiungere nel processo di depurazione.

In generale il vantaggio agronomico è dato sia dalla disponibilità di una insperata fonte di approvvigionamento idrico, sia dall'apporto di nutrienti di scarto che il sistematico monitoraggio previsto rende utilizzabili in maniera efficiente perché si dispone di precise analisi per la redazione di piani di concimazione

La strategia per gestire il rischio igienico-sanitario per la salute umana si deve basare su metodi operativi multi-barriere che impediscano il flusso dei patogeni dalle acque reflue, dalle coltivazioni, dal suolo, dalle acque superficiali e sotterranee alla popolazione. Limiti assoluti molto restrittivi possono essere controproducenti; i patogeni non rappresentano necessariamente un rischio se sono adottate misure

idonee di protezione che riguardano il trattamento delle acque, la limitazione delle coltivazioni, le tecniche irrigue adottate e il controllo della esposizione umana.

Norme di buona pratica agricola

Il riutilizzo delle acque reflue deve avvenire in condizioni di sicurezza ambientale, evitando alterazioni agli ecosistemi, al suolo e alle colture, nonché i rischi igienico-sanitari per la popolazione esposta e comunque nel rispetto delle vigenti disposizioni in materia di sanità e di sicurezza e delle regole di buona prassi industriale e agricola.

Le principali prescrizioni e norme di buona pratica definite dalla normativa nazionale e regionale, da attuare nelle pratiche di riutilizzo delle acque reflue sono di seguito descritte.

Riutilizzo irriguo

Occorre osservare le norme che dettano le zone di rispetto dei pozzi per la captazione di acque sotterranee ad uso acquedottistico e potabile.

Nel caso di colture destinate al consumo alimentare dovranno essere utilizzati metodi irrigui che riducano al minimo il contatto dell'acqua reflua depurata con le parti eduli.

L'utilizzo irriguo delle acque reflue recuperate per colture agricole è subordinato al rispetto del Codice di buona pratica agricola di cui al Decreto del Ministro delle Politiche Agricole del 19 aprile 1999, n. 86. Gli apporti di azoto forniti dalla acque reflue recuperate concorrono al raggiungimento dei carichi massimi ammissibili previsti dalla legislazione regionale, e alla determinazione dell'equilibrio tra il fabbisogno di azoto delle colture e l'apporto di azoto proveniente dal terreno e dalla fertilizzazione.

Predisposizione del piano di fertilizzazione (PF)

Al fine di prevenire l'inquinamento derivante dall'abbondanza dei nitrati occorre predisporre il piano di fertilizzazione. Il PF è il documento con il quale in funzione delle caratteristiche del suolo, del clima, delle colture previste, della loro produzione attesa determina quantità, tempi e modalità di distribuzione dei fertilizzanti.

Il piano di fertilizzazione fornisce le indicazioni sulle dosi di fertilizzante da somministrare, sulle epoche di somministrazione, sulle modalità di distribuzione.

Il PF si deve basare sul bilancio dell'azoto, sia pure in forma semplificata.

Dose di fertilizzante da applicare = (fabbisogni colturali) - (apporti naturali di N) + (immobilizzazioni e dispersioni di N).

Scenario attuale ed ipotesi di sviluppo

Parlare di scenari futuri sembrerebbe inappropriato vista la piccola estensione della superficie interessata, ma è un modo per formulare una strategia che inglobi fattori economici, tecnologici e ambientali interagenti con i fattori politici e sociali. Nello specifico per scenario si intende la descrizione del futuro stato del sistema produttivo locale agricolo-ambientale.

Scenario attuale

L'indagine sull'uso del suolo effettuata nella primavera 2011, ha rilevato la situazione colturale illustrata nella tabella.

Uso suolo	Superficie Ha	%
Bosco	0,43	0,35
Fabbricato	0,13	0,1
Oliveto	5,15	4,22
Pascolo	13,30	10,9
Seminativo	89,29	73,19
Vigneto	13,71	11,23
	122,00	100

Il rilievo di dettaglio è stato eseguito su un'area delimitata dalle indicazioni pedologiche riferite alla capacità d'uso del suolo.

I terreni indicati nella carta come seminativi hanno una destinazione d'uso prevalentemente a colture cerealicole e foraggere; esse caratterizzano fortemente l'ordinamento produttivo dell'area. Si denota l'assenza di colture la cui produttività e redditività è fortemente dipendente dall'apporto di acqua e dalle dimensioni aziendali. Nel contesto attuale gli ordinamenti esistenti sono conseguenza delle limitazioni derivanti dalla mancanza della risorsa idrica e dalla situazione contingente del mercato.

Le coltivazioni arboree della vite e dell'olivo si estendono su pochi areali e sono tradizionalmente praticate per i bisogni familiari, mentre le ortive conservano una valenza molto marginale e sempre orientata all'autoconsumo.

Dalle informazioni della Carta dei Suoli e dalle tabelle elaborate dall'Agenzia Agris si sono effettuati i calcoli relativi alle aree maggiormente suscettibili per le principali colture. Per la definizione delle superfici ottimali si è tenuto conto delle aree classificate

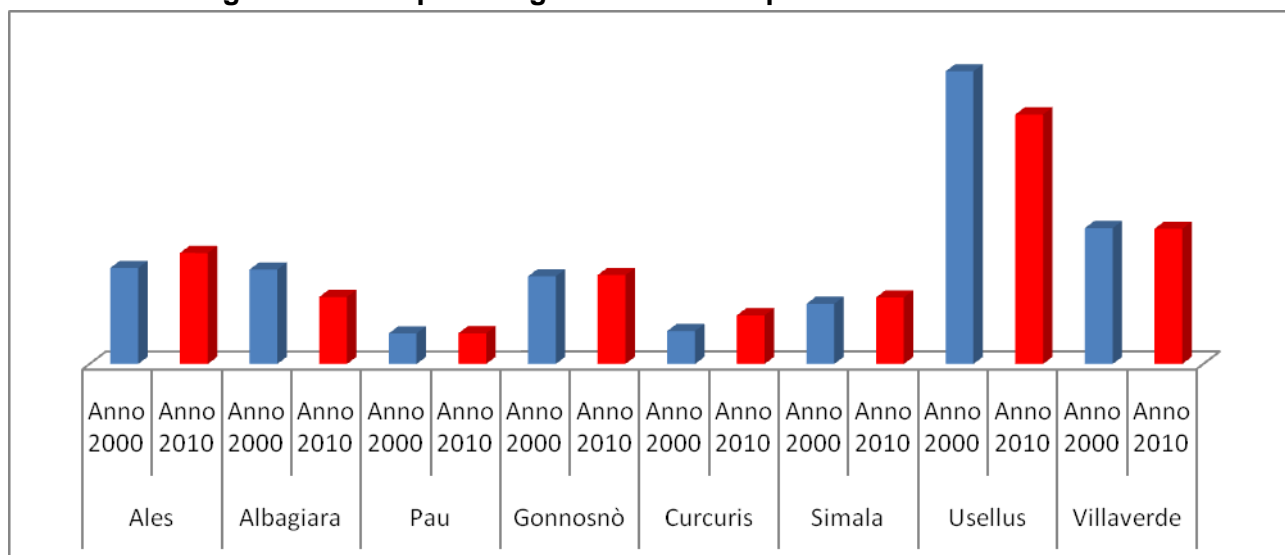
nelle classi di irrigabilità 2° e 3° e l'80% delle aree nelle classi 4-2 nella carta della suscettività per le diverse colture.

I dati statistici riportati nelle pagine seguenti derivano dagli annali demografici Istat e dal censimento Istat dell'agricoltura del 2000 e da dati in possesso dell'Agenzia Laore.

Caratteristiche delle superfici agricole nei Comuni della valle del Rio Mannu di Curcuris

COMUNE		Seminativi	Colture arboree	Vigneti	Orti	Pascoli	SAU	TOTALE
Ales	Anno 2000	491,79	132,86	4,79	12,49	468,6	1110,53	1.110,53
	Anno 2010	350,8	74,24	13,67	2,7	613,34	1040,45	1.283,69
Albagiara	Anno 2000	675,28	52,14	7,6	3,62	212,83	940,25	1.091,97
	Anno 2010	321	40	10	1,7	304	659	775,00
Pau	Anno 2000	173,3	55,01	17	1,3	173,53	342	353,00
	Anno 2010	168	31	17	0	133,1	325,4	355,00
Gonnosnò	Anno 2000	511,84	83,83	33,49	3,24	380,96	1013,36	1.013,36
	Anno 2010	546	81	15	3	261	893	1.028,00
Curcuris	Anno 2000	200,43	33,97	11,95	0,38	134,21	380,94	380,94
	Anno 2010	302	47	9	1	88	439	563,00
Simala	Anno 2000	467,73	60,65	9,01	2,58	156	695,97	695,97
	Anno 2010	372,24	48,33	9,91	2,26	134,11	556,94	769,43
Usellus	Anno 2000	1342,01	109,89	32,68	3,17	548,44	2216,71	3.384,54
	Anno 2010	1002,96	77,7	12,88	3,28	1468,92	2552,23	2.885,49
Villaverde	Anno 2000	228,77	47,99	8	1,8	209,18	765	1.571,50
	Anno 2010	293	49	8	1	857	1193	1.564,00
TOTALE	Anno 2000	6837,07	1421,78	519,49	105,09	2603,36	11486,79	9601,81
	Anno 2010	5729,93	1093,93	317,51	25,77	2649,26	9508,26	9223,61

Differenza degli ettari di Superfici agricole utilizzate per comune tra il 2000 ed il 2010



Numero di capi di bestiame nel distretto negli anni 2000 e 2010

		Bovini	Equini	Ovini	Caprini	Suini	Avicoli	Conigli
Curcuris	Anno 2000			1.161		30		
	Anno 2010	0	2	2524	0	28	10	0

Numero di aziende zootecniche nel comune di Curcuris

		Bovini	Equini	Ovini	Caprini	Suini	Avicoli
Curcuris	Anno 2000					2	
	Anno 2010	0	2	6	0	2	1

I possibili scenari di sviluppo rurale dovrebbero mirare a una maggiore equità sociale e contemporaneamente tutelare il paesaggio agricolo assecondando la vocazionalità del territorio e selezionando colture e sistemi produttivi meno esigenti di input esterni ai fini di una maggiore sostenibilità sia ambientale che economica. Le aree rurali dovrebbero pertanto essere considerate come centrali per le politiche produttive e alimentari di medio e lungo periodo. Si tratta di sostenere e premiare chi vive e lavora in aree periferiche e lontane dai grandi centri urbani, perché le produzioni agricole che si realizzano in aree marginali, dove l'abbandono delle campagne presenta costi economici, sociali e ambientali per la comunità ed è sovente causa di dissesti idrogeologici, svolgono un fondamentale ruolo di custodia e presidio del territorio contribuendo alla produzione di Beni Pubblici Agricoli e Ambientali oggetto di enfasi della politica della PAC.

L'attrezzamento irriguo dell'area determinerà sicuramente un cambiamento degli

scenari e degli ordinamenti colturali aziendali, così come scaturito anche dall'indagine conoscitiva svolta con interviste agli operatori agricoli direttamente interessati. Sulla base dell'evoluzione degli ordinamenti colturali in altri comprensori irrigui, in funzione delle caratteristiche geopedologiche e climatiche dell'area, degli orientamenti aziendali prevalenti e delle tendenze del mercato, si è ipotizzato uno scenario futuro con incremento delle superfici destinate alle colture foraggere o cerealicole per uso zootecnico.

Per rilanciare il fondamentale ruolo dell'agricoltura nelle aree periferiche è necessario fornire infrastrutture idonee per una moderna agricoltura, fornendo strumenti e risorse, tra le quali l'acqua irrigua, che consentono una conduzione imprenditoriale dell'azienda. La possibilità di esercitare con perizia l'attività agricola contribuisce a conferire un ruolo sociale all'agricoltore che sia gratificante e tale che la professione sia riconosciuta e apprezzata.

Tale iniziativa permette di offrire opportunità di reddito adeguato ai soggetti che desiderano continuare l'impresa agricola. Un ruolo politico e istituzionale significativo dovrebbe agire sul fronte della promozione delle reti di agricoltori e soggetti della filiera alimentare al fine di evitare l'isolamento che talvolta caratterizza il lavoro agricolo e costituisce un importante fattore deterrente. Dovrebbe, inoltre, creare le condizioni per una promozione attiva della formazione dei giovani agricoltori favorendo da un lato il trasferimento delle conoscenze tra generazioni e dall'altro lo scambio di conoscenze e esperienze operate dagli stessi agricoltori per migliorare la conoscenza, la competitività, e l'innovazione.

Inoltre occorre facilitare l'avvio di nuove imprese condotte da giovani, semplificando e velocizzando le pratiche burocratiche e fornire assistenza tecnica professionale sulla gestione tecnica e amministrativa.

Ipotesi di sviluppo

Questo scenario si basa principalmente sull'evidenza che nella situazione attuale gran parte del territorio, è direttamente o indirettamente funzionale alla azienda agro-zootecnica. Gli agricoltori/allevatori intendono consolidare la propria attività e stimano conveniente continuare il medesimo indirizzo produttivo anche in seguito all'infrastrutturazione irrigua, intensificando l'indirizzo cerealicolo e foraggero-zootecnico. L'introduzione di nuove essenze foraggere in irriguo come il mais, trifogli, erba medica, sorgo ed erbai estivi da utilizzare per l'alimentazione degli animali e per la costituzione di scorte aziendali, può contribuire in modo consistente alla riduzione dei

costi di produzione aumentando l'efficienza foraggera e aumentando la convenienza economica dell'impresa zootecnica. Tale scelta è giustificata, a livello aziendale, dalla considerazione che tali colture consentirebbero un incremento della produzione diretta di scorte alimentari evitando il ricorso all'acquisto dei mangimi sul mercato. Inoltre in considerazione di una tradizione ormai consolidata, tale orientamento potrebbe rappresentare un'opportunità di mercato delle aziende agricole, con l'incremento della fornitura di cereali e foraggi alle imprese zootecniche limitrofe e regionali, che attualmente importano dalla penisola e da paesi esteri più del 50% del fabbisogno.

Sulla base di queste considerazioni si riportano di seguito, nel calcolo dei fabbisogni idrici, uno schema di uso del suolo, della superficie oggetto d'intervento, in condizioni di disponibilità idrica abbondanti per il periodo invernale e limitate alle capacità produttive dell'impianto di trattamento dei reflui urbani per il periodo estivo.

Fabbisogni idrici colturali

Il Servizio idrometeorologico dell'ARPAS ha elaborato i dati relativi all'evapotraspirazione sulla base dei dati di ciascuna stazione climatica, su questi dati sono state fatte le elaborazioni delle esigenze idriche delle singole colture, da cui sono stati ricavati i dati del fabbisogno idrico complessivo richiesto dal territorio su cui verrà installata l'infrastruttura irrigua.

Il metodo utilizzato per la stima dell'evapotraspirazione potenziale, denominata anche evapotraspirazione di riferimento ed indicata con ET_0 , è quello di Hargreaves-Samani, noto come il metodo della radiazione solare stimata. Si tratta di un metodo basato sulla temperatura e che quindi non richiede la conoscenza di altre variabili meteorologiche.

Il metodo consente di stimare la radiazione globale solare (R_g), dato non sempre disponibile, a partire dalla radiazione solare extraterrestre (vale a dire quella che giunge su un'ipotetica superficie posta al di fuori dell'atmosfera) e dall'escursione termica del mese considerato (differenza tra la temperatura massima media e quella minima del mese). L'equazione per la stima dell'evapotraspirazione potenziale con il metodo di Hargreaves e Samani può essere così scritta:

$$ET_0 = 0,0023 \frac{R_a}{\lambda} \sqrt{T_d} (T + 17,8)$$

in cui:

ET_0 - evapotraspirazione potenziale [mm]

R_a - radiazione solare extraterrestre [$MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$]

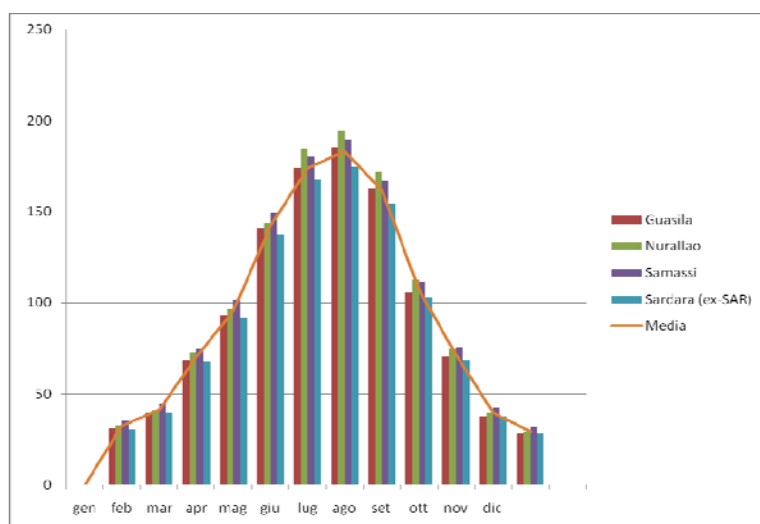
T - temperatura media mensile [$^{\circ}C$]

T_d - escursione termica mensile [$^{\circ}C$]

λ - calore latente di vaporizzazione [$MJ\ kg^{-1}$]

Evapotraspirazione potenziale (mm ET_o) media (secondo il metodo di Hargreaves-Samani) del 1995-2007

Mese	Guasila	Nurallao	Samassi	Sardara (ex-SAR)	Media
gen	31,0	32,5	35,0	30,7	32,2
feb	39,9	41,5	44,3	39,3	41,2
mar	68,6	72,6	74,5	67,5	70,2
apr	93,0	96,7	101,1	91,8	95,3
mag	141,0	143,7	149,2	137,1	142,5
giu	174,1	184,7	180,1	167,2	173,8
lug	184,9	194,5	189,3	174,8	183,0
ago	162,8	171,6	166,8	154,3	161,3
set	105,9	112,3	111,8	102,7	106,8
ott	70,2	74,7	75,4	68,3	71,3
nov	38,0	40,0	42,4	37,5	39,3
dic	28,1	29,3	31,8	28,1	29,4



Andamento dell'evapotraspirazione potenziale (ET_o) media

Il fabbisogno d'acqua della coltura (Crop Water Requirement) è la quantità d'acqua necessaria per sopperire alle perdite d'acqua per evapotraspirazione di una coltura, senza malattie, che cresce in campi di grandi dimensioni, in condizioni del suolo ottimali (comprendendo nelle condizioni del suolo il contenuto di umidità e la fertilità) e che raggiunge la massima produzione possibile nell'ambiente di crescita considerato.

Nelle elaborazioni dei fabbisogni idrici colturali, si è tenuto conto delle variazioni climatiche avvenute negli ultimi 10 anni in cui si è avuta una diminuzione della piovosità nei mesi invernali e si è considerata la possibilità di utilizzare l'irrigazione anche nel periodo dicembre-marzo per i cereali e gli erbai autunno vernini.

L'evapotraspirazione effettiva ETR - sulla base dei dati forniti sull'evapotraspirazione

media giornaliera (ET0) calcolata dal Servizio idrometeorologico è stato poi calcolato il consumo idrico delle singole colture come riportato nelle tabelle allegate di seguito tenendo conto dei coefficienti colturali (Kc) proposti dalla FAO¹

Ai fini della progettazione delle infrastrutture di distribuzione idrica si riporta il calcolo delle esigenze idriche (ETR) medie (mc) su base decennale per la stagione irrigua estiva dal mese di aprile a settembre.

Mese	Mais	Cereali	Medica	Erbai Estivi	Erbai Invernali	Vite	Olivo	Frutteti
Gennaio	0	0	0	0	340	0	0	0
Febbraio	0	0	0	0	420	0	0	0
Marzo	0	498	0	0	800	0	0	199
Aprile 1 dec	0	214	85	85	0	64	128	85
Aprile 2 dec	64	214	192	192	0	64	128	85
Aprile 3 dec	64	214	85	85	0	64	128	85
Mag 1 dec	114	0	360	360	0	189	208	189
Mag 2 dec	114	0	360	360	0	189	208	189
Mag 3 dec	250	0	375	375	0	208	229	208
Giu 1 dec	303	0	202	202	0	303	252	303
Giu 2 dec	404	0	480	480	0	303	252	303
Giu 3 dec	404	0	480	480	0	303	252	303
Lug 1 dec	618	0	464	464	0	361	232	464
Lug 2 dec	618	0	206	206	0	361	232	464
Lug 3 dec	618	0	538	538	0	397	255	510
Ago 1 dec	567	0	449	449	0	331	213	425
Ago 2 dec	567	0	425	425	0	331	213	331
Ago 3 dec	312	0	208	208	0	312	234	364
Sett 1 dec	165	0	261	261	0	110	151	124
Sett 2 dec	83	0	261	261	0	110	151	124
Sett 3 dec	0	0	248	248	0	0	151	124
Ottobre	0	0	0	0	713	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	390	0	0	0
Dicembre	0	0	0	0	340	0	0	0
TOTALI	5264	1139	5679	5679	3003	3999	3619	4880

Nella tabella precedente viene calcolata la stima dei fabbisogni idrici totali delle diverse colture per l'area interessata dal progetto di infrastrutturazione irrigua in base ai dati climatici elaborati dall'ARPAS e considerando la possibilità di utilizzare l'irrigazione

¹ Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith - Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - Irrigation and drainage paper 56 - FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1998

anche nel periodo invernale. Tale estendimento della stagione irrigua è basato sulla considerazione che negli ultimi 10 anni sono avvenute delle variazioni climatiche in cui si è avuta una diminuzione della piovosità nei mesi invernali come evidenziato nel precedente paragrafo relativo all'inquadramento climatico dell'area.

Si riporta di seguito uno stralcio tratto da uno studio sulle variazioni di piovosità del Progetto finalizzato di ricerca "Climagri – Cambiamenti climatici e agricoltura"

"Sulla base dei dati sperimentali, si può dunque affermare che il quadro climatico complessivo relativo a quest'ultimo trentennio si manifesta, rispetto all'andamento secolare precedente e relativamente alla stagione presa in esame, favorevole al manifestarsi sempre più frequente di lunghi periodi di tempo con assenza di precipitazioni, fornendo un ulteriore contributo a quelle caratteristiche di "siccità" che per altre vie e per altri aspetti sono già state messe in luce o, comunque, vengono ipotizzate come conseguenza degli impatti climatici delle attività antropiche."

Nelle tabelle successive viene calcolata la stima dei fabbisogni idrici totali delle diverse colture per l'area interessata dal progetto di infrastrutturazione irrigua in base alla previsione delle superfici destinate alle diverse colture in uno scenario di prevalente utilizzazione zootecnica del territorio e quindi considerando che la maggior parte delle superfici utilizzabili saranno destinate alla produzioni di foraggi o erbai per l'alimentazione del bestiame.

Le superfici irrigate delle due tabelle scaturiscono dalla considerazione che nel periodo invernale, grazie anche alla notevole disponibilità idrica, tutta la superficie potenzialmente irrigabile (di 120 ettari) possa essere coltivata in gran parte con erbai autunno vernini, che in parte sono intercalari al mais ed in parte sostituire superfici attualmente pascolate. Tale presupposto è avvalorato anche dal fatto che le aziende possono con un semplice intervento di soccorso garantire delle scorte alimentari per il gregge abbassando sensibilmente i costi di produzione.

Stima delle esigenze idriche totali in un'ipotesi di prevalente sviluppo della zootecnia.							
Mesi invernali (Ottobre - Marzo)							
Coltura	Esigenza colturale [mc/ha]	Superficie [ha]	Correzione superficie (0.80x0.80) [ha]	Percentuale superficie irrigata	Superficie effettivamente irrigata [ha]	Esigenza idrica totale [mc]	Esigenza idrica media mensile [mc/mese]
Mais	0	0,0	0	0%	0,0	0	0
Cereali	498	23,0	14,72	100%	14,7	7.331	1.222
Medica	0	25,0	16	0%	0,0	0	0
Erbai inv.	3.003	60,0	38,4	100%	38,4	115.315	19.219
Vite	0	4,0	2,56	0%	0,0	0	0
Olivo	0	4,0	2,56	0%	0,0	0	0
Frutteto	199	4,0	2,56	80%	2,0	408	68
TOTALE		120,0	76,8		55,2	123.053	20.509

Nel periodo estivo la superficie irrigata è limitata a 90 ettari, causa la carenza di disponibilità nei periodi di massima richiesta idrica (totale mensile - mc 55.000) e considerato le esigenze di gestione aziendale espresse dagli allevatori interessati.

Stima delle esigenze idriche totali in un'ipotesi di prevalente sviluppo della zootecnia.									
Mesi estivi (Aprile - Settembre)									
Coltura	Esigenza colturale [mc/ha]	Superficie [ha]	Correzione superficie (0.80x0.80) [ha]	Percentuale superficie irrigata	Superficie effettivamente irrigata [ha]	Esigenza idrica totale [mc]	Esigenza idrica mese di luglio [mc/ha]	Esigenza idrica totale mese di luglio [m]	Esigenza idrica giornaliera mese di luglio [mc/ha]
Mais	5.264	10,0	6,4	100%	6,4	33.690	1.854	11.866	383
Cereali	642	23,0	14,7	100%	14,7	9.436	0	0	0
Medica	5.679	25,0	16,0	100%	16,0	90.864	1.208	19.328	623
Erbai estivi	7.216	20,0	12,8	100%	12,8	92.365	1.597	20.442	659
Vite	3.999	4,0	2,6	40%	1,0	4.095	1.118	1.145	37
Olivo	3.619	4,0	2,6	40%	1,0	3.706	718	735	24
Frutteto	4.680	4,0	2,6	40%	1,0	4.792	1.437	1.471	47
TOTALE		90,0	57,6		53,0	238.947		54.987	1774

Analisi previsionale sull'incremento di reddito (Produzione Lorda Vendibile – Reddito Netto)

La valutazione dell'impatto della trasformazione irrigua del territorio della Marmilla del Sarcidano e del Mandrolisai parte da un'analisi economica riferita alla situazione colturale attuale in asciutto rilevata in campo, sulla quale è stata successivamente impostata ed elaborata una stima della PLV colturale e della redditività complessiva degli ordinamenti colturali irrigui proposti.

Di seguito sono riportate le schede con la stima dei conti economici relativi alle principali colture attualmente praticate o di nuova introduzione, sulla base dei risultati dello studio di suscettività d'uso dei suoli elaborato dall'Agenzia AGRIS. L'elaborazione dei dati economici colturali è stata effettuata con un'analisi dei costi dei mezzi e dei fattori produttivi reperiti da indagini tecniche dirette e da tabelle della CCIAA, aggiornati all'aprile-maggio 2011.

Analisi dei conti economici delle principali colture

CEREALI						
ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA' DEI CEREALI DA GRANELLA RIFERITO AD UN ETTARO IN TERRENO IN CLASSE 2 DELLA LAND SUITABILITY PER FRUMENTO						
Conduzione in economia con salariati e macchine contoterzi						
	Produzione asciutto Q.li	Produzione irriguo Q.li	PREZZO PRODUZIONE €/q.le	Costo salario giornaliero €/gg	CONTI IN ASCIUTTO	CONTI IN IRRIGUO
(Sv) Spese varie: mezzi tecnici e lavorazioni					valori in €/ha	valori in €/ha
Concimi					€ 230,00	€ 230,00
Semente					€ 120,00	€ 120,00
Diserbanti					€ 80,00	€ 80,00
Preparazione terreno, semina e diserbo					€ 320,00	€ 320,00
Concimazione e diserbo					€ 60,00	€ 60,00
raccolta					€ 100,00	€ 100,00
TOTALE Spese varie					€ 910,00	€ 910,00
(Im) Altri costi						
Canone irrigazione consortile					€ 0,00	€ 155,00
Contributi bonifica					€ 45,00	€ 45,00
(Bf) Beneficio fondiario - affitto					€ 200,00	€ 250,00
(Sa) Manodopera - Salari gg.				€ 65,00	€ 0,00	€ 0,00
(I) Interesse capitale di anticipazione						
4/12 x 6% (Sv+Im+Sa)					€ 23,10	€ 27,20
(St) Spese gestione 2% P.L.V.					€ 28,00	€ 28,00
Contributo						
totale altre spese						
TOTALE Spese					€ 1.206,10	€ 1.415,20
P.L.V.	40	50	35,00		€ 1.400,00	€ 1.750,00
(P.N.) Prodotto Netto/Tornaconto					€ 193,90	€ 334,80
Prezzi medi alla produzione e all'ingrosso rilevati nella provincia di Cagliari e Medio Campidano dalla C.C.I.A.A. anno 2011						

ERBAIO ESTIVO						
ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA' DI UN ERBAIO RIFERITO AD UN ETTARO IN TERRENO IN CLASSE DI LAND SUITABILITY PER ERBAI = 2						
	Produzione asciutto Q.li	Produzione irriguo Q.li	PREZZO PRODUZIONE €/q.le	Costo salario giornaliero €/gg	CONTI IN ASCIUTTO	CONTI IN IRRIGUO
(Sv) Spese varie: per acquisti di materiali					valori in €/ha	valori in €/ha
Concimi					€ 180,00	€ 200,00
Preparazione terreno e semina					€ 220,00	€ 220,00
Semente					€ 80,00	€ 80,00
Sfalcio e raccolta					€ 85,00	€ 120,00
TOTALE Spese varie					€ 565,00	€ 620,00
(Im) Imposte e tasse						
Contributi bonifica					€ 0,00	€ 190,00
(Bf) Beneficio fondiario - affitto					€ 150,00	€ 200,00
Manodopera €/gg				€ 65	€ 0,00	€ 0,00
(I) Interesse capitale agrario					€ 0,00	€ 0,00
4/12 x 6% (Sv+Im+Sa)					€ 11,30	€ 16,20
(St) Spese gestione 2% P.L.V.					€ 19,20	€ 28,80
TOTALE Spese					€ 745,50	€ 1.055,00
P.L.V. Q.li 250	60	90	16,00		€ 960,00	€ 1.440,00
(P.N.) Prodotto Netto					€ 214,50	€ 385,00
Prezzi medi alla produzione e all'ingrosso rilevati da indagine diretta nella provincia del Medio Campidano e dati della C.C.I.A.A. anno 2011						

ERBAIO INVERNALE						
ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA' DI UN ERBAIO RIFERITO AD UN ETTARO IN TERRENO IN CLASSE DI LAND SUITABILITY PER ERBAI = 2						
	Produzione asciutto Q.li	Produzione irriguo Q.li	PREZZO PRODUZIONE €/q.le	Costo salario giornaliero €/gg	CONTI IN ASCIUTTO	CONTI IN IRRIGUO
(Sv) Spese varie: per acquisti di materiali					valori in €/ha	valori in €/ha
Concimi					€ 180,00	€ 200,00
Preparazione terreno e semina					€ 220,00	€ 220,00
Semente					€ 80,00	€ 80,00
Sfalcio e raccolta					€ 85,00	€ 120,00
TOTALE Spese varie					€ 565,00	€ 620,00
(Im) Imposte e tasse						
Contributi bonifica					€ 0,00	€ 190,00
(Bf) Beneficio fondiario - affitto					€ 150,00	€ 200,00
Manodopera €/gg				€ 65	€ 65,00	€ 65,00
(I) Interesse capitale agrario					€ 0,00	€ 0,00
4/12 x 6% (Sv+Im+Sa)					€ 11,30	€ 16,20
(St) Spese gestione 2% P.L.V.					€ 19,20	€ 28,80
TOTALE Spese					€ 810,50	€ 1.120,00
P.L.V. Q.li 250	60	90	16		€ 960,00	€ 1.440,00
(P.N.) Prodotto Netto					€ 149,50	€ 320,00
Prezzi medi alla produzione e all'ingrosso rilevati da indagine diretta nella provincia del Medio Campidano e dati della C.C.I.A.A. anno 2011						

OLIVO DA OLIO							
ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA' DI UN OLIVETO RIFERITO AD UN ETTARO IN TERRENO IN CLASSE SI LAND SUITABILITY PER OLIVETO = 2							
Conduzione in economia con salariati e macchine contoterzi							
	Giornate lavorative	Produzione asciutto Q.li	Produzione irriguo Q.li	PREZZO PRODUZIONE €/q.le	Costo salario giornaliero €/gg	CONTI IN ASCIUTTO	CONTI IN IRRIGUO
(Sv) Spese varie: mezzi tecnici e lavorazioni							
Concimi						€ 80,00	€ 150,00
Antiparassitari						€ 50,00	€ 90,00
Trattamenti						€ 90,00	€ 130,00
Lavorazioni e sarchiature						€ 200,00	€ 250,00
Impianto irriguo (ammortamento)						€ 0,00	€ 150,00
Raccolta						€ 160,00	€ 200,00
TOTALE Spese varie						€ 160,00	€ 200,00
(Im) Imposte e tasse							
Contributi previdenziali gg. 30	30	35			18,50	€ 555,00	€ 555,00
Canone irrigazione e contributi bonifica						€ 0,00	€ 320,00
(Bf) Beneficio fondiario-affitto						€ 150,00	€ 300,00
(Sa) manodopera (operaz.coltur. irrigazione) gg. 30	30	35			42,5	€ 0,00	€ 1.275,00
(I) Interesse capitale agrario 4/12 x 6% (Sv+Im+Sa)						€ 14,30	€ 47,00
(St) Spese gestione 2% P.L.V.						€ 48,00	€ 90,00
TOTALE Spese						€ 927,30	€ 2.787,00
P.L.V. Q.li 250		40	75	60,00		€ 2.400,00	€ 4.500,00
(P.N.) Prodotto Netto/Tornaconto						€1.472,70	€1.713,00
Prezzi medi alla produzione e all'ingrosso rilevati nella provincia di Cagliari e Medio Campidano dalla C.C.I.A.A. anno 2011							

ERBA MEDICA Costi I° Anno				
ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA' DELL'ERBA MEDICA RIFERITO AD UN ETTARO IN TERRENO IN CLASSE 2 DELLA LAND SUITABILITY PER ERBA MEDICA				
Conduzione in economia con salariati e macchine contoterzi				
	Produzione irriguo Q.li	PREZZO PRODUZIONE €/q.le	Costo salario giornaliero €/gg	CONTI IN IRRIGUO
				I° Anno
(Sv) Spese varie per acquisti e servizi				
Concimi				€ 400,00
Semente + diserbo				€ 180,00
Lavorazioni del terreno e semina				€ 275,00
Sfalcio e raccolta foraggio (€ 3,5 X 100 Q.LI)				€ 350,00
Impianto di irrigazione (ammortamento)				€ 150,00
Totale Spese varie				€ 1.355,00
(Im) Imposte e tasse				
Canone irrigazione Consortile				€ 275,00
Contributi bonifica				€ 45,00
(Bf) Beneficio fondiario - affitto				€ 250,00
(Sa) Manodopera irrigazione gg. 2,5			€ 65,00	€ 162,50
(I) Interesse capitale agrario				
4/12 x 6% (Sv+Im+Sa)				€ 41,75
(St) Spese gestione 2% P.L.V.				€ 35,00
TOTALE Spese				€ 2.164,25
P.L.V.				
Fieno	100	€ 17,50		€ 1.750,00
Totale P.L.V.				€ 1.750,00
(P.N.) Prodotto Netto/Tornaconto				-€ 414,25
Prezzi medi alla produzione e all'ingrosso rilevati nella provincia di Cagliari e Medio Campidano dalla C.C.I.A.A. anno 2011				

ERBA MEDICA Costi 2° - 3° - 4° Anno				
ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA' DELL'ERBA MEDICA RIFERITO AD UN ETTARO IN TERRENO IN CLASSE 2 DELLA LAND SUITABILITY PER ERBA MEDICA				
Conduzione in economia con salariati e macchine contoterzi				
	Produzione irriguo Q.li	PREZZO PRODUZIONE €/q.le	Costo salario giornaliero €/gg	CONTI IN IRRIGUO
2° - 3° - 4° Anno				
(Sv) Spese varie per acquisti e servizi				
Concimi				€ 150,00
Semente + diserbo				€ 0,00
Lavorazioni del terreno e semina				€ 0,00
Sfalcio e raccolta foraggio (€ 3,5 X 150 Q.LI)				€ 525,00
Impianto di irrigazione (ammortamento)				€ 150,00
Totale Spese varie				€ 825,00
(Im) Imposte e tasse				
Canone irrigazione Consortile				€ 300,00
Contributi bonifica				€ 45,00
(Bf) Beneficio fondiario - affitto				€ 250,00
(Sa) Manodopera irrigazione gg. 2,5			€ 65,00	€ 162,50
(I) Interesse capitale agrario				
4/12 x 6% (Sv+Im+Sa)				€ 31,65
(St) Spese gestione 2% P.L.V.				€ 52,50
TOTALE Spese				€ 1.666,65
P.L.V.				
Fieno	150	€ 17,50		€ 2.625,00
Totale P.L.V.				€ 2.625,00
(P.N.) Prodotto Netto/Tornaconto				€ 958,35
Prezzi medi alla produzione e all'ingrosso rilevati da indagine diretta nella provincia del Medio Campidano e da dati C.C.I.A.A. anno 2011				

MAIS								
ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA' DEL MAIS RIFERITO AD UN ETTARO IN TERRENO IN CLASSE 2 DELLA LAND SUITABILITY PER MAIS								
Conduzione in economia con salariati e macchine contoterzi								
	Manodopera irrigazione	Produzione granella Q.li	Produzione silomais Q.li	PREZZO PRODUZIONE GRANELLA €/q.le	PREZZO PRODUZIONE SILOMAIS €/q.le	Costo salario giornali ero €/gg	COSTO E VALORE PRODUZIONE GRANELLA	COSTO E VALORE PRODUZIONE SILOMAIS
(Sv) Spese varie: mezzi tecnici e lavorazioni								
Concimi							€ 350,00	€ 350,00
Semente							€ 140,00	€ 140,00
Antiparassitari e diserbanti							€ 80,00	€ 80,00
Lavorazioni e preparazione terreno							€ 300,00	€ 275,00
Semina, diserbo e tratt. antiparass.							€ 90,00	€ 90,00
raccolta							€ 160,00	€ 250,00
Impianto di irrigazione (ammortamento)							€ 150,00	€ 150,00
TOTALE Spese varie							€ 1.270,00	€ 1.335,00
(Im)Altri costi								
Canone irrigazione consortile							€ 275,00	€ 275,00
Contributi bonifica							€ 45,00	€ 45,00
(Bf) Beneficio fondiario - affitto							€ 250,00	€ 250,00
(Sa) Manodopera irrigazione e fertilizz. gg.2	€ 2,00					€ 65,00	€ 130,00	€ 130,00
(I) Interesse capitale di anticipazione								
4/12 x 6% (Sv+Im+Sa)							€ 44,40	€ 45,70
(St) Spese gestione 2% P.L.V.							€ 51,30	€ 48,00
totale altre spese								
TOTALE Spese							€ 2.065,70	€ 2.128,70
P.L.V.	95	95	600	€ 27,00	€ 4,00		€ 2.565,00	€ 2.400,00
(P.N.) Prodotto Netto/Tornaconto							€ 499,30	€ 271,30
Prezzi medi alla produzione e all'ingrosso rilevati da indagine diretta nella provincia del Medio Campidano anno 2011								

VITE						
ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA' DELLA VITE RIFERITO AD UN ETTARO IN CLASSE 2 DELLA LAND SUITABILITY PER LA VITE						
Condizione in economia con salariati e macchine contoterzi						
	Produzione asciutto Q.li	Produzione irriguo Q.li	PREZZO PRODUZIONE €/q.le	Costo salario giornaliero €/gg	CONTI IN ASCIUTTO	CONTI IN IRRIGUO
(Sv) Spese varie: per acquisti di materiali						
Concimi					€ 150,00	€ 180,00
Antiparassitari					€ 450,00	€ 250,00
Trattamenti					€ 350,00	€ 200,00
Lavorazioni e sarchiature					€ 300,00	€ 300,00
Impianto irriguo (ammortamento)					€ 0,00	€ 150,00
Raccolta					€ 320,00	€ 320,00
TOTALE Spese varie					€ 1.570,00	€ 1.400,00
(Im) Imposte e tasse						
Contributi previdenziali €/gg 30				18,50	€ 555,00	€ 555,00
Canone irrigazione e contributi bonifica					€ 0,00	€ 320,00
(Bf) Beneficio fondiario-affitto					€ 500,00	€ 600,00
(Sa) manodopera (operaz.coltur. irrigazione) €/gg 30				42,60	€ 1.278,00	€ 1.278,00
(I) Interesse capitale agrario						
4/12 x 6% (Sv+Im+Sa)					€ 68,06	€ 71,06
(St) Spese gestione 2% P.L.V.					€ 91,00	€ 143,00
TOTALE Spese					€ 4.062,06	€ 4.367,06
P.L.V.	70	110	€ 65,00		€ 4.550,00	€ 7.150,00
(P.N.) Prodotto Netto/Tornaconto					€ 487,94	€ 2.782,94
Prezzi medi alla produzione e all'ingrosso rilevati nella provincia di Cagliari e Medio Campidano dalla C.C.I.A.A. anno 2011						

Nelle tabelle seguenti sono riportate le stime dei valori in € della PLV (Produzione Lorda Vendibile) e della redditività RN (Reddito Netto) delle colture nella situazione attuale e nell'ipotesi produttiva successiva alla trasformazione irrigua.

Riguardo allo scenario zootecnico-foraggero si premette che la valutazione della PLV e della redditività delle colture è stata stimata esclusivamente valutando il valore di mercato delle produzioni foraggere e cerealicole destinate all'alimentazione del bestiame.

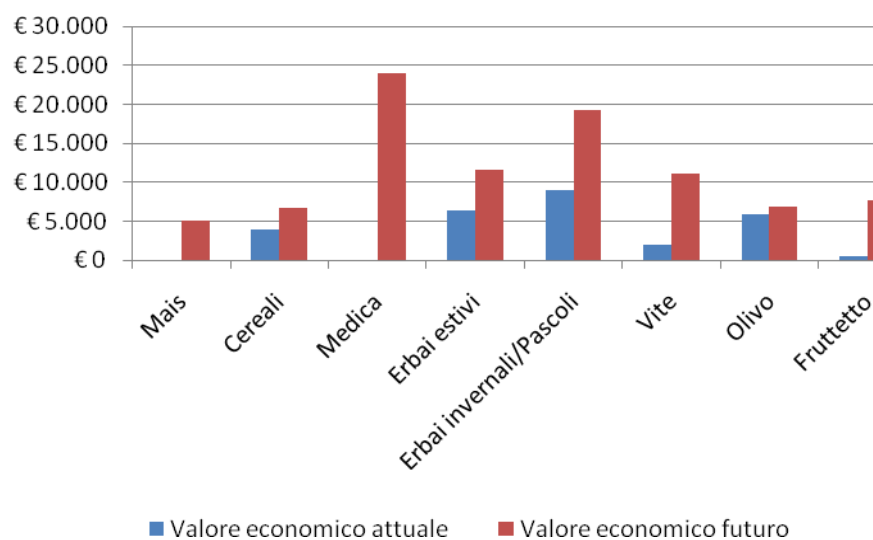
In realtà occorre scorporare nell'area la coesistenza di due tipologie aziendali: le aziende senza allevamento orientate alla produzione foraggera per il mercato alle quali la stima può essere riferita, e le aziende con allevamento (ovino, caprino, bovino) che trasformano direttamente, attraverso gli animali, le produzioni vegetali in carne e latte per il mercato.

Queste ultime potranno abbassare fortemente la dipendenza extra - aziendale di alimenti realizzando delle importanti economie nei costi di produzione ed incrementando ulteriormente la redditività aziendale.

Stima dell'incremento economico dell'agricoltura in seguito all'irrigazione in un'ipotesi di prevalente sviluppo della zootecnia

Coltura	Ipotesi futura superficie ha	Superficie attuale ha	Valore economico attuale	Valore economico futuro	Aumento di valore
Mais	10	0	€ 0	€ 4.993	€ 4.993
Cereali	20	39,7	€ 3.878	€ 6.696	€ 2.818
Medica	25	5	€ 0	€ 23.950	€ 23.950
Erbai estivi	30	0	€ 6.435	€ 11.550	€ 5.115
Erbai invernali/Pascoli	60	60	€ 8.970	€ 19.200	€ 10.230
Vite	4	14,63	€ 1.948	€ 11.132	€ 9.184
Olivo	4	5,82	€ 5.891	€ 6.852	€ 961
Fruttetto	4	0	€ 464	€ 7.760	€ 7.296
TOTALE			€ 27.586	€ 92.133	€ 64.547

Nella tabella si tiene conto del fatto che grazie alla disponibilità d'acqua gran parte della superficie aziendale destinata al pascolo e la parte più fertile in cui è possibile effettuare due cicli colturali, intercalando il mais (aprile – settembre) con un erbaio invernale (ottobre marzo), consentono un incremento del reddito complessivo.



INCREMENTO DELLA PLV TOTALE NEL TERRITORIO DELLA MARMILLA IN SEGUITO ALL'INFRASTRUTTURAZIONE IRRIGUA

Conclusioni

L'infrastrutturazione e l'irrigazione razionale di un comprensorio, deve avvenire attraverso l'adozione di un modello irriguo sostenibile e compatibile con la salvaguardia, la tutela e il miglioramento della qualità ambientale.

In base a tali presupposti l'analisi effettuata ha seguito principalmente due linee guida:

- verifica del grado di condivisione e sostegno del progetto da parte delle popolazioni interessate;
- ricerca dell'interesse generale, affinché l'irrigazione si risolva effettivamente in una accresciuta redditività dei terreni irrigati parallelamente ad azioni a difesa del reddito degli agricoltori.

La trasformazione irrigua esige una accurata indagine e una progettazione che incorpori il coinvolgimento attivo delle comunità e di tutta l'economia locale. Il prodotto di tale impostazione deve garantire una gestione e un governo delle acque ed ancor di più nel caso di utilizzo di acque reflue riciclate, che ampli il concetto di utente non più circoscritto ai soli agricoltori che irrigano, ma esteso all'insieme dei soggetti operanti nel complessivo sistema economico.

La gestione dei costi rappresenta la priorità nella attuale congiuntura, che vede al ribasso la remunerazione del latte, tanto che gli allevatori si augurano perlomeno il blocco di una ulteriore riduzione del prezzo del latte. Per gli agricoltori-allevatori i foraggi coltivati in azienda sono una alternativa indispensabile per contenere i costi di produzione e ridurre così gli acquisti sul mercato. Le locali condizioni pedologiche e climatiche condizionano i sistemi colturali dell'areale considerato, infatti gli ordinamenti produttivi praticati dipendono direttamente dalle irregolari precipitazioni meteoriche concentrate prevalentemente nei mesi autunnali e primaverili. Per le aziende zootecniche questo comporta la forte dipendenza dalla ciclica disponibilità foraggera per il sostentamento del bestiame aziendale.

Nei mesi invernali ed estivi la disponibilità alimentare prodotta in azienda è quantitativamente e qualitativamente di scarsa entità -erbe secche, residui di coltivazioni -; in tali periodi si registra un rallentamento nelle produzioni lattiero-caseari e nei ritmi di accrescimento degli animali, che poi incrementano nuovamente nelle stagioni più favorevoli.

Il miglioramento dell'economia aziendale locale si determina pertanto con interventi

finalizzati ad aumentare la disponibilità foraggera prodotta in azienda congiuntamente all'innalzamento dello standard qualitativo delle razioni alimentari degli allevamenti. La possibilità di usufruire dell'apporto della irrigazione con acque reflue depurate, seppure con limitazioni d'uso, consente di incrementare i parametri di qualità e quantità delle essenze foraggere contribuendo al contenimento dei costi aziendali, alla stabilizzazione dei redditi e alla tutela dei livelli occupazionali.

Gli obiettivi chiave di innalzamento qualitativo e quantitativo delle produzioni, miglioramento dell'economia aziendale, salvaguardia dei livelli occupazionali e stabilizzazione dei redditi può essere perseguito attraverso un intervento strategico di:

- realizzazione di strutture irrigue da acque civili depurate da distribuire a livello aziendale ai fini della irrigazione di erbai primaverili-estivi ad elevata produttività e in generale alla introduzione di essenze foraggere che svincolino dalla forte dipendenza dal mercato per l'approvvigionamento foraggero;
- miglioramento delle superfici destinate agli erbai intercalari, ai prati-pascolo, e tutte le superfici pascolative;
- adozione di razionali tecniche di coltivazione delle foraggere resa possibile dalla disponibilità di risorsa idrica;
- introduzione nella gamma delle essenze coltivate di specie e varietà cerealicolo- foraggere capaci di valorizzare le specifiche condizioni climatiche e pedologiche locali;
- impiego di opportune tecniche per la raccolta e conservazione dei foraggi (fienagione, insilamento, o consumo diretto ecc.

La presenza di acqua per l'irrigazione consente l'introduzione nel ciclo colturale di due specie foraggere a semina primaverile-estiva, quali il mais e il sorgo da foraggio, con la possibilità di ottenere elevate produzioni di foraggio verde e l'incremento delle superfici coltivate ad erba medica e degli erbai estivi.

La validità dell'infrastrutturazione irrigua dell'area è confermata anche dal punto di vista economico-occupazionale, infatti le ipotesi produttive nei vari ordinamenti aziendali prospettano condizioni favorevoli per gli incrementi di reddito delle imprese che rendono positivo il giudizio di convenienza sull'opera.

Bibliografia

Stefano Fabiani (a cura di) Il monitoraggio della qualità delle acque negli invasi a destinazione irrigua nelle regioni meridionali INEA, Roma, 2009.

Bonati G., Liberati C., Uso irriguo dell'acqua e principali implicazioni di natura ambientale, INEA, Roma, 2007.

AAVV , Linee guida per l'utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e delle acque reflue da aziende agroalimentari, APAT, Roma, 2007

Tavolo tecnico interagenziale, Gestione sostenibile delle risorse idriche Monitoraggio degli effetti ambientali, agronomici, e pedologici del riutilizzo in agricoltura delle acque reflue depurate, ARPA -Sicilia, 2006.

N.I. Faruqui, and L. Raschid-Sally Wastewater use in irrigated agriculture : confronting the livelihood and environmental realities edited by C.A. Scott, 2004, London.

Landi S., Baroncelli P., *L'acqua irrigua: campionamento, analisi chimico-fisiche e interpretazione dei risultati*, in "Uso razionale delle risorse nel florovivaismo: l'acqua", ARSIA, Firenze, 2004

AAVV, Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence, Well Study, 2000,

AAVV, Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage, paper 56 , FAO, Roma, 1998.

AAVV, *Microelementi in agricoltura* , Edagricole, 1992, Bologna.

Panero M. Salinità del terreno, dei fertilizzanti e delle acque di irrigazione, REDA, Roma, 1987.

Piano d'ambito del Servizio Idrico Integrato – *Piano di riutilizzo delle acque reflue recuperate* – Sistema Depurativo Area Nord - ATO, Authority dei Servizi, Provincia di Rimini

SAR Regione Sardegna Irrigare. *Opuscolo divulgativo per l'ottimizzazione della pratica irrigua* <http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/miscellanea/irrigare.pdf>