



Domenico Galvano  
Giovanni Quaranta

Antonino Granata  
Nicola Scarpisi

## **Lotta alla desertificazione e gestione sostenibile dei sistemi agroforestali**

L'esperienza del Progetto WALL

## Collana Studi e Ricerche dell'ARPA Sicilia - Vol. 8

### Lotta alla desertificazione e gestione sostenibile dei sistemi agroforestali L'esperienza del Progetto WALL



ARPA – Agenzia Regionale  
per la Protezione dell'Ambiente  
Regione Siciliana

Corso Calatafimi 217/219  
(Albergo delle Povere)  
90129 Palermo  
Tel. + 039 091 6563582  
Fax + 039 091 6574146  
E-mail: arpa@arpa.sicilia.it



*Ministero degli Affari Esteri*



*Ministero dello Sviluppo Economico*

#### **AUTORI**

Domenico GALVANO, ARPA Sicilia (capp. 2, 3 e 4)  
Antonino GRANATA, ARPA Sicilia (capp. 2, 3, 4 e 5)  
Nicola SCARPISI (cap. 5)  
Giovanni QUARANTA, Di.T.Ec, Dipartimento Tecnico Economico  
per la gestione del Territorio Agricolo e Forestale,  
Università degli Studi della Basilicata (cap. 6)

#### *Contributi del Gruppo di lavoro di ARPA Sicilia sull'Attività 5 del "Progetto WALL"*

Domenico GALVANO  
Antonino GRANATA  
Francesco LANDINO  
Virginia PALUMBO  
Nicola SCARPISI

*La presente pubblicazione è realizzata nell'ambito del PI R.I.S.M.E.D.  
finanziato dall'APQ Mediterraneo  
in attuazione del "Programma di sostegno alla Cooperazione Regionale"  
con fondi dello Stato e delle Regioni italiane.*

*La presente pubblicazione riflette solo le opinioni degli autori  
e l'OICS non è in alcun modo responsabile dell'uso che potrebbe essere fatto.*

Domenico Galvano  
Giovanni Quaranta

Antonino Granata  
Nicola Scarpisi

# **Lotta alla desertificazione e gestione sostenibile dei sistemi agroforestali**

L'esperienza del Progetto WALL

Collana Studi e Ricerche dell'ARPA Sicilia

SR



Il monitoraggio dei fenomeni di desertificazione è una delle attività che ARPA Sicilia porta avanti con un importante lavoro di ricerca rivolto a incoraggiare e sostenere la conoscenza scientifica per la conservazione e la valorizzazione delle risorse idriche e del suolo.

Questo nuovo volume della collana "Studi e Ricerche" illustra in maniera organica le attività realizzate nell'ambito del progetto WALL (Water And Land Legacy) – finanziato con fondi CIPE nell'ambito del "Programma di sostegno alla Cooperazione Regionale – APQ Paesi della sponda sud del Mediterraneo" – che ha visto l'implementazione di un complesso di iniziative pilota sviluppate in Italia e in Tunisia per contrastare la desertificazione e per un migliore utilizzo delle risorse idriche e del suolo su scala locale.

La collaborazione tra le regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania e Sicilia e con il Ministero dell'Agricoltura e dell'Ambiente della Tunisia, *partner* in questo progetto, ha permesso la condivisione di metodologie finalizzate al miglior utilizzo della risorsa idrica e al monitoraggio dei fenomeni di desertificazione nel bacino del Mediterraneo. E' stata altresì un'occasione di scambio importante di esperienze e di buone pratiche, per la conoscenza e la comprensione delle cause di desertificazione alla scala di bacino e per la definizione delle metodologie di monitoraggio per la gestione sostenibile dei sistemi agroforestali nelle aree maggiormente interessate.

Un lavoro di ricerca di grande interesse scientifico che ha visto ARPA sviluppare una serie di esperienze per la conoscenza dei fenomeni in questione e che ha evidenziato la necessità di intervenire per contrastare la desertificazione proprio attraverso l'uso combinato di tecniche agronomiche sostenibili ed interventi estensivi di conservazione del suolo.

Questa esperienza applica in modo organizzato metodi e modelli per affrontare la sfida della lotta alla desertificazione che nei prossimi anni interesserà sempre di più anche il bacino del Mediterraneo.

Ing. Salvatore Cocina  
*Commissario Straordinario di ARPA Sicilia*



# SR

## 1 - Premessa

---

Il progetto WALL (Water And Land Legacy), finanziato nell'ambito del "Programma di sostegno alla Cooperazione Regionale – APQ Paesi della sponda sud del Mediterraneo" con fondi CIPE, prevede un complesso di azioni sviluppate in Italia e in Tunisia per la lotta alla desertificazione per indirizzare verso l'uso efficiente delle risorse idriche e del suolo con l'utilizzo di tecniche locali.

Le attività tecniche principali previste nel progetto sono:

- Azioni per la costituzione del "Laboratorio Interregionale Sperimentale per lo Sviluppo Sostenibile nel Mediterraneo";
- Scambi di esperienze e buone pratiche tra operatori italiani e tunisini riferite al "Sistema delle Conoscenze Tradizionali nel settore della lotta alla desertificazione";
- Trasferimento di metodologie storiche nel miglior utilizzo della risorsa idrica;
- Realizzazione di un'iniziativa pilota in Sicilia finalizzata al monitoraggio dei fenomeni di desertificazione alla scala locale (di bacino idrografico) e puntuale (di azienda agricola);
- Elaborazione di uno studio di impatto sulla ricarica artificiale con acque reflue trattate degli acquiferi di Capo Bon (siti di Korba e Oued Souhil);
- Studio sulla possibilità di messa in pratica di dispositivi di ricarica (bacini di infiltrazione, condotte di trasporto acqua, etc.) e studi sugli effetti revisionali della ricarica sul comportamento della falda della costa orientale di Cap Bon attraverso le acque convenzionali dalla diga del Nord (Gov. Nabeul) e di Sisseb (Gov. Kairouan).

L'attuazione delle attività è stata curata da Enti italiani delle regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania e Sicilia e inoltre ha visto l'impegno del Ministero dell'Agricoltura e dell'Ambiente della Tunisia.

Nell'ambito del "progetto pilota Sicilia" ARPA ha sviluppato una serie di esperienze per la conoscenza dei fenomeni di desertificazione alla scala di bacino per la gestione sostenibile dei sistemi agroforestali nelle aree maggiormente interessate dai fenomeni e per la definizione di sistemi di monitoraggio e di supporto alle decisioni.

Nel presente lavoro sono riportati i principali risultati dell'attività svolta (capp. 2, 3, 4 e 5).

Si sono definite delle metodologie per la pianificazione degli interventi di lotta alla desertificazione che hanno evidenziato la necessità d'intervenire con l'utilizzo combinato di tecniche agronomiche sostenibili e di interventi estensivi di conservazione del suolo.

Nell'attuazione di tali interventi risulta essenziale il coinvolgimento di tutti gli attori locali e a tal fine è fondamentale lo sviluppo di processi partecipativi.

A tal proposito nell'ambito del progetto WALL il Di.T.Ec, Dipartimento Tecnico Economico per la gestione del Territorio Agricolo e Forestale, Università degli Studi della Basilicata, ha elaborato una rassegna delle principali tecniche partecipative i cui risultati sono riportati nel cap. 6.



## 2 - Ipotesi metodologica

SR

L'ipotesi di lavoro prende le mosse dalla valutazione della sensibilità alla desertificazione con l'utilizzo della metodologia MEDALUS a scala di bacino nella prospettiva di un utilizzo della stessa come strumento di monitoraggio.

La conoscenza delle criticità e fragilità del sistema ambientale pone la questione di individuare interventi e politiche di gestione sostenibili e a tal fine si sono definiti dei sistemi di supporto alle decisioni per la valutazione degli aspetti multicriteriali del problema e per l'analisi comparativa delle strategie decisionali alternative per pianificare gli interventi di mitigazione più idonei.

I sistemi di supporto alle decisioni denominati DSS (*Decision Support Systems*) sono strumenti di supporto al *problem solving*, che forniscono elementi utili a prendere un determinato tipo di decisione, articolati in fasi e basati su processi interattivi e ricorsivi. Strumenti, quindi, di programmazione e di gestione in quanto sono orientati a risolvere una serie specifica di problematiche.

Tali sistemi si fondano, per buona parte, sulle tecniche della ricerca operativa, sui sistemi esperti, sull'analisi multidimensionale e sui modelli di simulazione.

L'obiettivo del DSS "*Desertificazione*" sarà quello di supportare alle differenti scale spaziali e temporali la gestione dei processi territoriali complessi basata sulla valutazione delle risposte del territorio agli stress indotti da fattori antropici e naturali.

Il DSS è costituito da una serie di elementi tra loro integrati quali:

- Insieme di modelli concettuali;
- Procedure;
- Integrazione con GIS.

Il Sistema di supporto alle decisioni è stato sperimentato per orientare le decisioni per la gestione sostenibile dei sistemi agroforestali nelle zone maggiormente sensibili alla desertificazione con riferimento a due tematiche che assumono particolare rilevanza nel contesto regionale:

- la mitigazione dei processi di erosione idrometeorica;
- la gestione sostenibile delle risorse idriche.

Il primo aspetto è stato approfondito nel bacino del fiume Imera Meridionale con l'utilizzo di modelli di valutazione dell'erosione "USLE tipe".

Il secondo aspetto è stato affrontato nel bacino del fiume Irminio con riferimento alla gestione delle risorse idriche destinate all'utilizzo agricolo in condizioni di crisi.



# 3 - Presentazione metodologia MEDALUS

---

### 3.1 Premessa

La desertificazione è una forma di degradazione del suolo nella quale si verifica la riduzione o la perdita della produttività biologica ed economica della terra dovuta sia a cause naturali che antropiche.

La Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione e alla Siccità (UNCCD) definisce la desertificazione come: *"il degrado del territorio nelle zone aride, semi-aride e sub-umide secche attribuite a varie cause, fra le quali variazioni climatiche ed attività umane"*.

La Comunicazione 179/2002 definisce la desertificazione come una forma di degrado *"risultato di condizioni climatiche (siccità, aridità, e regimi di precipitazioni irregolari e intensi) e di attività umane (deforestazione, pascolamento eccessivo, deterioramento della struttura suolo)"* che causa l'incapacità dello stesso di assicurare le proprie funzioni.

Come evidenziato nel corso delle attività di ricerca e di studio portate avanti negli ultimi decenni a livello internazionale, il fenomeno della desertificazione in ambiente mediterraneo è un processo complesso determinato dalla concomitanza di fattori climatici, litologici, vegetazionali e di gestione del territorio. Per tale ragione la valutazione nel tempo dei fenomeni di desertificazione di un territorio può svolgersi solo attraverso il monitoraggio dei molteplici fattori che lo determinano e quindi attraverso un monitoraggio integrato delle diverse matrici ambientali coinvolte nel processo e avvalendosi di strumenti metodologici capaci di trasformare i dati raccolti con le attività di monitoraggio in informazioni sul grado di vulnerabilità alla desertificazione del territorio e quindi in strumenti di supporto alle decisioni.

## 3.2 La metodologia MEDALUS

Per la valutazione delle aree sensibili alla desertificazione si è fatto riferimento alla metodologia messa a punto nel "Progetto MEDALUS II" che si basa sull'identificazione di Aree Ambientali Sensitive (ESAs) tramite un approccio multifattoriale basato sia sulla conoscenza generale sia su quella locale dei processi ambientali in atto sia di origine antropica che naturale (agenti biologici, geodinamici o climatici).

La metodologia proposta individua alcuni importanti indicatori di desertificazione, integrandoli in un sistema uniforme su scala regionale e definisce, secondo un approccio multidisciplinare, 4 classi d'indicatori di desertificazione afferenti alle seguenti categorie:

- Suolo (6 indicatori);
- Clima (3 indicatori);
- Vegetazione (4 indicatori);
- Gestione del territorio (2 indicatori).

Attraverso i primi tre indici si ottiene un quadro dello stato delle condizioni ambientali, mentre l'ultimo indice esprime una valutazione della pressione esercitata dalle attività antropiche; dalla media dei quattro indici si determina l'indice ESA di sensibilità ambientale.

La metodologia è basata sulla classificazione di ciascun indice di qualità ottenuto come media geometrica degli indicatori ambientali ed antropogenici disponibili. Tali indicatori vengono quantificati assegnando ad ognuno di essi un punteggio in relazione alla sua influenza sui processi di desertificazione. La metodologia prevede l'elaborazione di 4 Indici di Qualità a partire dalle variabili alle quali è attribuito un valore numerico sulla base della maggiore o minore influenza sul processo della desertificazione. Si ottengono così tramite media geometrica dei vari strati informativi:

1. Indice di Qualità del Suolo

$$SQL = (\text{tessitura} * \text{roccia madre} * \text{pietrosità superficiale} * \text{profondità} * \text{pendenza} * \text{drenaggio})^{1/6}$$

2. Indice di Qualità del Clima

$$CQI = (\text{piovosità} * \text{aridità} * \text{esposizione dei versanti})^{1/3}$$

3. Indice di Qualità della Vegetazione

$$VQI = (\text{rischio d'incendio} * \text{protezione erosione} * \text{resistenza alla siccità} * \text{copertura vegetale})^{1/4}$$

4. Indice di Qualità di Gestione

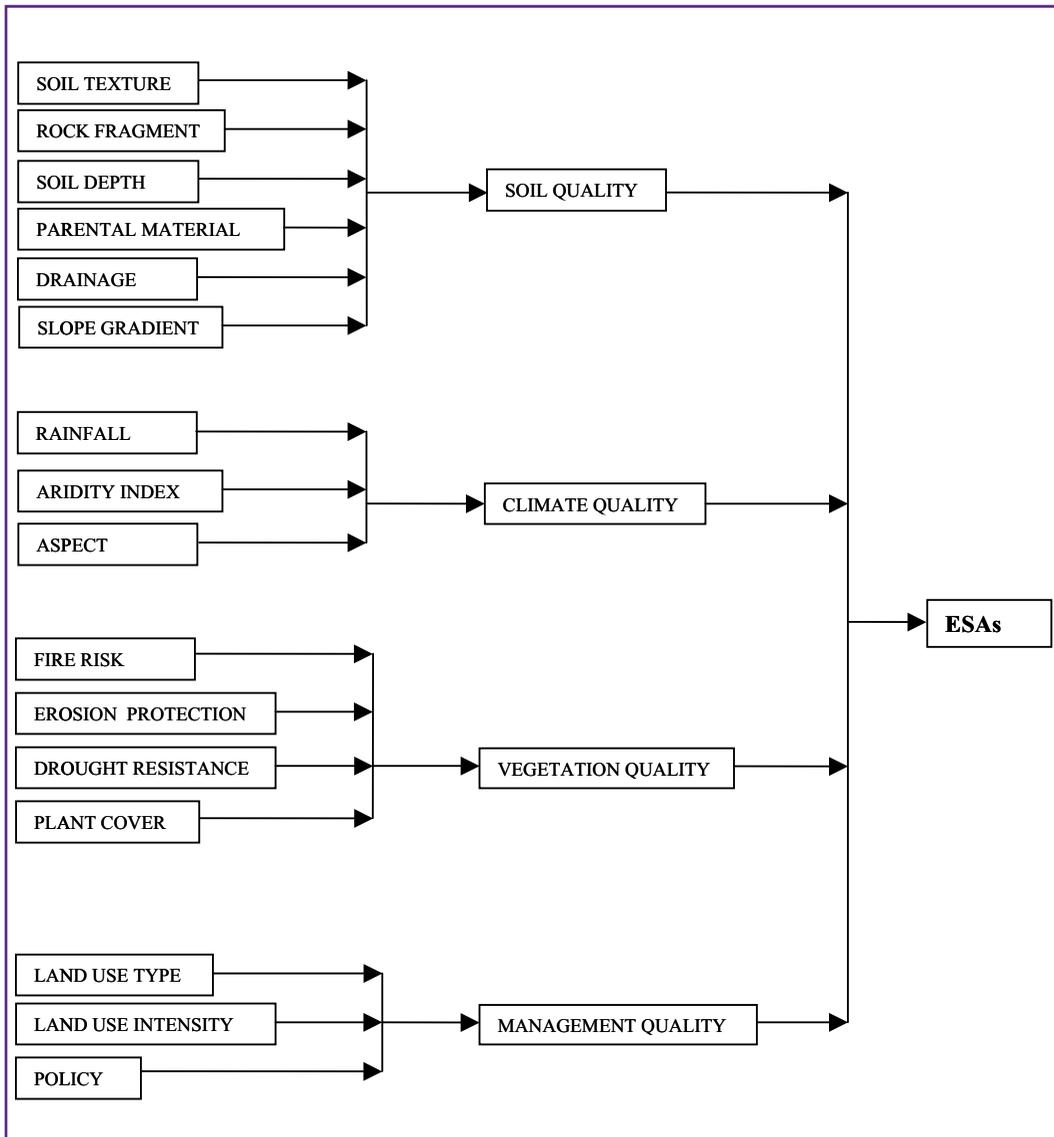
$$MQI = (\text{intensità di utilizzo del territorio} * \text{politiche applicate})^{1/2}$$

Dalla combinazione, tramite media geometrica, dei quattro indici si ottiene l'indice sintetico ESAI (Environmental Sensitive Areas Index):

$$ESAI = (SQI * CQI * VQI * MQI)^{1/4}$$

Il risultato sintetico viene collocato all'interno di una delle seguenti quattro classi di sensibilità alla desertificazione:

1. *ESAs critiche*: aree già altamente degradate a causa di una precedente gestione errata e che rappresentano una minaccia per l'ambiente delle aree circostanti;
2. *ESAs fragili*: aree in cui qualsiasi cambiamento che alteri il delicato equilibrio tra risorse naturali e attività umane può portare alla desertificazione. Per esempio, l'impatto del previsto cambiamento climatico causato dall'effetto serra probabilmente determinerà una riduzione del potenziale biologico causato dalla siccità provocando la perdita della copertura vegetale in molte aree, che saranno soggette ad una maggiore erosione, e diventeranno di Tipo A. Un cambiamento nell'uso del suolo, per esempio uno spostamento verso la coltivazione di cereali su suoli sensibili, potrebbe produrre un immediato aumento del deflusso e dell'erosione, e forse l'inquinamento a valle da parte di pesticidi e fertilizzanti.
3. *ESAs potenziali*: aree a rischio di desertificazione solo in previsione di significativi cambiamenti climatici o di particolari combinazioni d'uso del territorio; se una particolare utilizzazione del suolo è praticata con criteri gestionali non corretti si potranno creare seri problemi, per esempio lo scorrimento di pesticidi lungo la pendice e deposito a valle dei principi attivi nocivi alla vegetazione. Questo tipo è meno severo del precedente, ma ciò nonostante è necessario attuare una pianificazione delle aree.
4. *Aree non affette*: aree profonde o molto profonde, pianeggianti, ben drenate, e con tessitura grossolana o suoli con particelle più fini, soggette a condizioni semi-aride o con condizioni climatiche più umide, indipendentemente della loro copertura vegetale sono considerate come aree non soggette a desertificazione o comunque soggetti al lento processo di *degradazione* e comunque stabili.



Parameters used for the definition and mapping of the ESAs to desertification

### **3.3 L'applicazione della metodologia a scala regionale**

La Regione Siciliana ha proceduto a redigere la Carta della sensibilità alla desertificazione in Sicilia applicando il metodo MEDALUS (ESA) prima descritto.

La redazione della Carta è stata effettuata da un gruppo interdisciplinare cui ha partecipato anche ARPA Sicilia.

L'applicazione del modello MEDALUS a scala regionale, per l'individuazione delle aree sensibili alla desertificazione, ha reso necessaria una serie di lievi modifiche per identificare i corretti indicatori da utilizzare in base alla natura e disponibilità delle banche dati esistenti.

E' stato inoltre necessario apportare alcune adeguate modifiche nell'applicazione della metodologia ESAs alla Sicilia.

Le caratteristiche pedologiche, climatiche, di uso del suolo, nonché la disponibilità di dati, hanno imposto, in alcuni casi, delle scelte metodologiche differenti rispetto al modello originale.

Il set di indicatori utilizzato è riportato nella Tabella 3.1.

<b>LAYER</b>	<b>INDICATORI</b>	<b>CARTA</b>
<b>SUOLO</b>	Litologia	Carta dell'Indice di Qualità del Suolo <b>SQI</b>
	Pietrosità	
	Profondità del suolo	
	Pendenza	
	Drenaggio	
	Tessitura del suolo	
<b>CLIMA</b>	Esposizione dei versanti	Carta dell'Indice di Qualità del Clima <b>CQI</b>
	Erosività delle precipitazioni	
	Indice di aridità	
	Stagionalità delle precipitazioni	
<b>VEGETAZIONE</b>	Rischio d'incendio	Carta dell'Indice di Qualità della Vegetazione <b>VQI</b>
	Protezione dall'erosione	
	Resistenza alla siccità	
	Grado di copertura vegetale	
<b>GESTIONE</b>	Politiche di protezione	Carta dell'Indice di Qualità della Gestione <b>MQI</b>
	Intensità dell'uso del suolo	
	Indice di Pressione antropica	

Tabella 3.1

*Indicatori utilizzati nella redazione della Carta della sensibilità alla desertificazione della Regione Siciliana*

Nel seguito si riporta lo stralcio della Carta della sensibilità alla desertificazione del bacino del fiume Imera Meridionale (Figura 3.1) e fiume Irminio (Figura 3.2). Nella Carta derivata come stralcio della Carta regionale sono individuate le 4 classi di sensibilità.

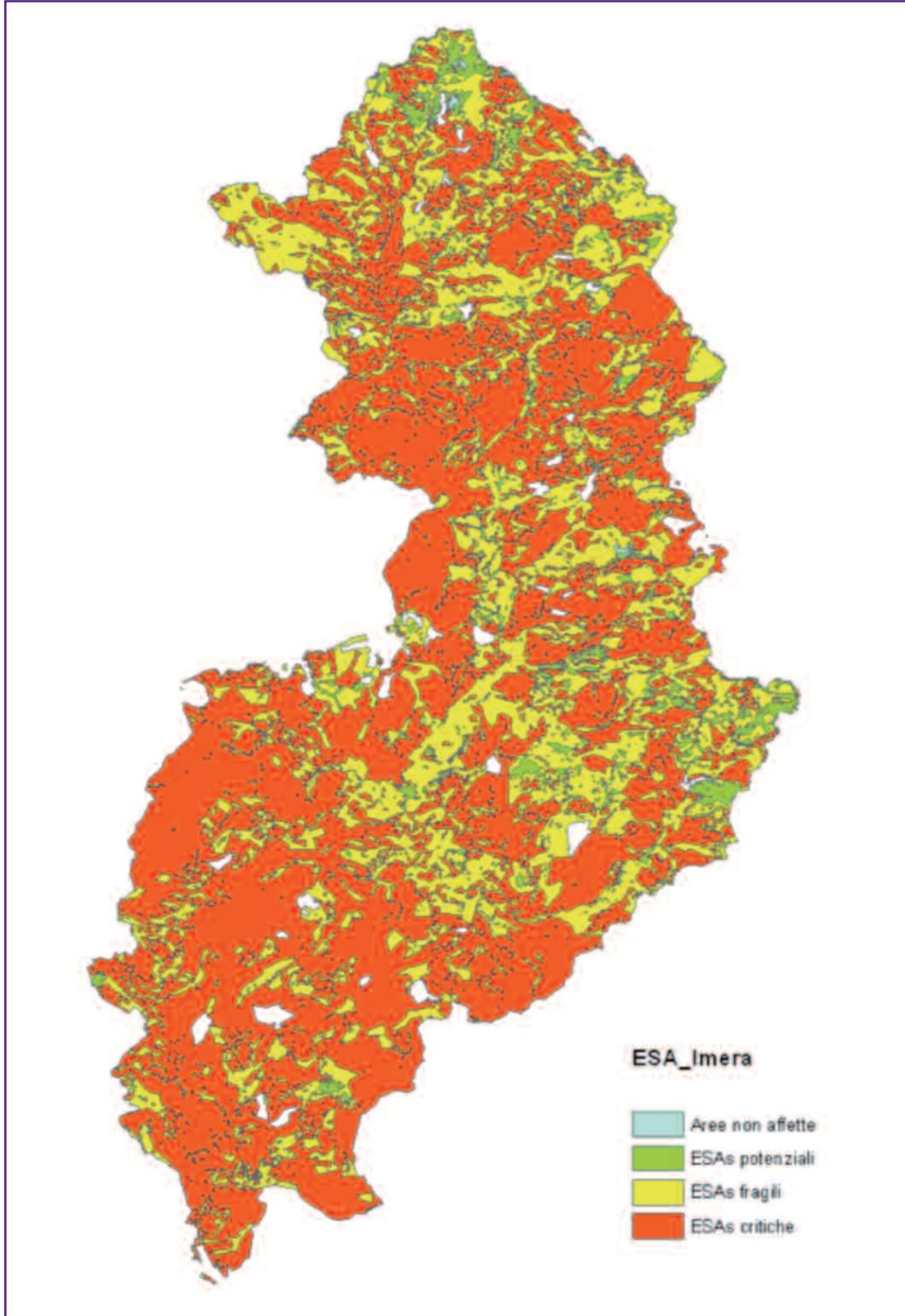


Figura 3.1  
Carta della sensibilità alla desertificazione del bacino del fiume Imera Meridionale

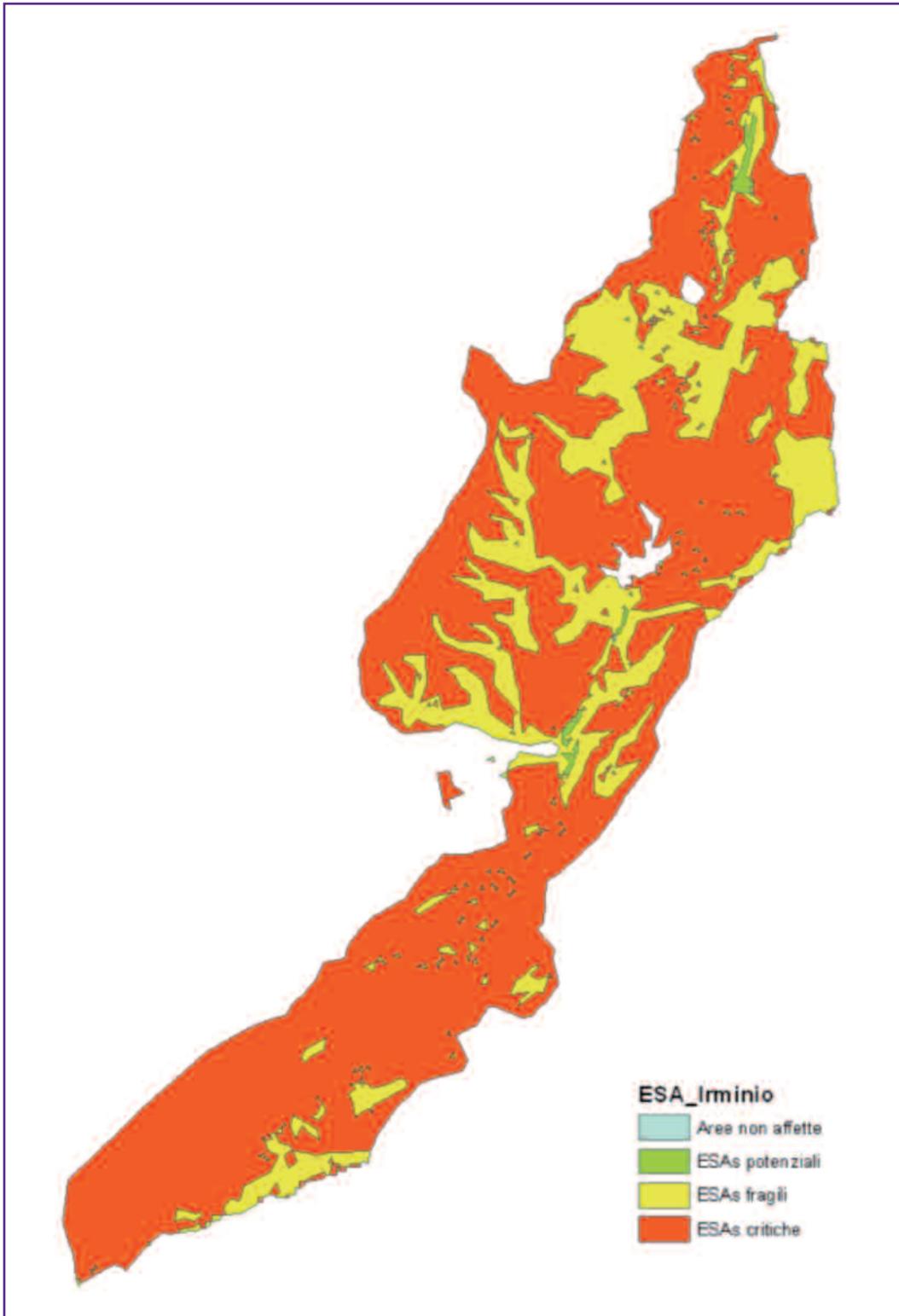


Figura 3.2  
Carta della sensibilità alla desertificazione del bacino del fiume Irmínio

### 3.4 Bibliografia

Comitato Nazionale Per La Lotta Alla Desertificazione, *Comunicazione nazionale alla Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta contro la desertificazione nei paesi gravemente colpiti dalla siccità e/o desertificazione, con particolare urgenza in Africa (UNCCD)*, 1998

Kosmas C., Ferrara A., Briasouli H., Imeson A., (1999). Methodology for mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification. In *The MEDALUS project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification*. Edited by: C. Kosmas, M. Kirkby, N. Geeson. European Union 18882, 1999

Comunicazione della Commissione CE/COM (2002) 179 "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo", 2002

Regione Siciliana - Assessorato del Territorio e dell'Ambiente, "Approvazione della Carta della sensibilità alla desertificazione in Sicilia", D.A. 11 aprile 2011





## 4 - Il sistema di supporto alle decisioni nel contrasto dei fenomeni erosivi

SR

---

## 4.1 Premessa

La degradazione fisica del suolo ad opera degli agenti atmosferici rappresenta un problema rilevante. Il fenomeno dell'erosione è responsabile del continuo rimodellamento della superficie terrestre e può essere definito come il processo fisico di distacco, trasporto e sedimentazione delle particelle di terreno ad opera degli agenti atmosferici.

In ecosistemi non alterati l'erosione costituisce un fenomeno naturale, mentre un'accelerazione di tale processo, dovuto a perturbazioni di natura antropogenica, può determinare un degrado progressivo della fertilità dei suoli e quindi della loro produttività potenziale. In particolare, la riduzione della produttività del suolo ad opera del processo erosivo è dovuta alla riduzione della sostanza organica, alla rimozione dei nutrienti, alla minore ritenzione idrica, nonché, ad un degrado strutturale.

L'erosione è un processo complesso influenzato da numerosi fattori quali il clima, la tipologia del suolo, la morfologia del paesaggio, l'idrologia, la copertura vegetale, le colture, nonché i sistemi di lavorazione e di coltivazione condotti nell'area in esame. Tali fattori sono tra loro correlati ed in grado di determinare, in differente misura, l'entità del processo erosivo e le sue variazioni nello spazio e nel tempo.

Il rischio d'erosione è un rischio idrogeologico tipicamente evolutivo che si manifesta, sovente, come conseguenza di cattive pratiche agricole, in aree intrinsecamente fragili. In tempi più o meno rapidi, in funzione dell'intensità del fenomeno erosivo e della predisposizione del territorio, si possono presentare danni, talora irreversibili.

A livello locale, le principali conseguenze dell'erosione accelerata sono la riduzione delle caratteristiche di fertilità, di permeabilità e della capacità di trattenere l'acqua da parte del suolo, fino ad arrivare a fenomeni di desertificazione vera e propria.

A scala di bacino e di regione l'erosione del suolo è da mettere in relazione con:

- il peggioramento delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici;
- l'eutrofizzazione delle acque;
- l'incremento del rischio idraulico di piene;
- l'innescò dei processi di dissesto dei versanti sia superficiali che profondi;
- l'interrimento degli invasi e degli alvei di pianura;
- pesanti conseguenze sulla vita animale e vegetale nelle acque.

Se ne deduce l'importanza dello studio del monitoraggio del fenomeno erosivo al fine di fornire indicazioni utili sia a prevenire tale fenomeno nelle zone a rischio, o impedirne

l'aggravarsi, sia per dare indicazioni relativamente alla sistemazione dei terreni in erosione.

L'individuazione delle aree a rischio erosione, elemento conoscitivo essenziale può essere effettuata con il ricorso e l'utilizzo combinato di modelli previsionali e sistemi GIS. L'utilizzo combinato dei due strumenti costituisce un sistema di supporto alle decisioni per l'individuazione e la pianificazione degli interventi più idonei per contrastare i fenomeni di degrado.

## 4.2 I sistemi GIS

Uno degli approcci più efficaci per affrontare problematiche relative agli studi ambientali, nella pianificazione territoriale e nella gestione delle risorse naturali, consiste nell'impiego di un GIS come strumento di supporto.

Non esiste una definizione univoca di *Geographic Information System* (GIS). I sistemi informatici (GIS) sono strumenti che consentono il trattamento di dati spaziali e di informazioni ad essi collegati. Tali informazioni sono generalmente riferite a porzioni della superficie terrestre ed utilizzate per fare analisi e gestire il territorio.

Un GIS integra dati, ricerche, analisi statistiche e permette di effettuare analisi geografiche e realizzare tabelle, documenti e mappe. In termini generali, un GIS può essere definito come un insieme organizzato di *hardware*, *software* e dati geografici utilizzati per acquisire, memorizzare, aggiornare, manipolare, analizzare e visualizzare in modo efficiente un'informazione che sia geograficamente referenziata.

Indipendentemente dalla definizione, un GIS permette di integrare operazioni comuni di un *database*, quali interrogazioni ed analisi statistiche, con i vantaggi unici offerti dalla possibilità di visualizzazione e di analisi geografica offerti da una mappa. Tali capacità distinguono i GIS da altri sistemi informativi e ne fanno uno strumento di grande valore rivolto a un'ampia gamma di utenti pubblici e privati che hanno la necessità di visualizzare e analizzare informazioni, spiegare eventi, prevedere esiti e risultati, pianificare strategie.

Queste possibilità, che contraddistinguono un GIS, fanno sì che sia uno strumento fondamentale, per esempio, per la previsione nel tempo e nello spazio delle risorse presenti in un territorio, per l'individuazione delle aree soggette a rischio e, di conseguenza, per un confronto tra le svariate strategie di protezione. La possibilità di quantificare gli errori, che influiscono sulla precisione dei risultati dell'analisi, consente di ottenere ottimi risultati in termini di qualità e affidabilità del dato ricavato.

## 4.3 I modelli di erosione

La valutazione della perdita di suolo a causa dell'erosione idrica in un dato arco temporale nonché la possibilità di stimare quali fattori intervengano nel complesso fenomeno erosivo presumono l'utilizzo di apposite modellistica scientifica con conseguente riscontro sperimentale in apposite parcelle piane. La modellistica presente sull'argomento si basa sia su un approccio empirico (tipo schema semplificato dell'*Universal Soil Loss Equation*, USLE, di *Wischmeier e Smith [1978]*), sia su un approccio puramente "fisico" che riporta i fenomeni elementari dell'erosione *interrill*, *rill* e *gully* [*Morgan, Nearing, 2000*] e sia su un'ipotesi mista alle precedenti [*Ferro, 2002*].

Le formule empiriche non sempre considerano le interrelazioni tra i differenti fattori che regolano il fenomeno dell'erosione e possono non essere applicabili in contesti reali diversi da quelli facenti parte del *database* che serve per dedurre il modello stesso.

I modelli a base fisica potranno essere applicati anche in contesti molto differenti [*Beven, 1989*], tuttavia utilizzano le equazioni proprie della fisica di piccola scala (puntuale o quasi-puntuale) dei sistemi omogenei [*Ferro, 1999*]. Nel corso delle applicazioni occorre, pertanto, assumere che tali equazioni siano applicabili alla scala della *mesh* di calcolo utilizzata, impiegando i valori di griglia per ciascun parametro che in esse si riscontra. Inoltre la maggiore complessità legata alla stima dei numerosi parametri presenti nelle diverse equazioni è spesso non commisurata all'incremento di accuratezza nella stima dell'erosione che dovrebbe ottenersi rispetto a modelli apparentemente più semplici [*Risse et al., 1993*].

Nella schematizzazione del processo erosivo è utilizzata la suddivisione del "contributo areale" in due componenti. La prima, la componente *interrill*, traduce in termini matematici il fenomeno fisico di distacco di particelle solide di terreno ad opera della precipitazione e del trasporto delle stesse ad opera di una corrente (*overland flow*) di contenuto tirante idrico e quindi incapace di esercitare un'azione erosiva diffusa sull'intera superficie ruscellante. La seconda componente, denominata *erosione rill*, afferisce invece al trasporto praticato dalla corrente che si muove all'interno di precisi canali di deflusso o solchi, delle particelle solide distaccate dalle aree *interrill* ed eventualmente dalle stesse pareti dei *rill*. Generalmente parcelle di dimensione dell'ordine delle centinaia di m<sup>2</sup> devono essere utilizzate per la misura dell'erosione *rill* ed *interrill* mentre microparcelle di dimensioni più contenute (poche centinaia di cm<sup>2</sup>) si adottano nello studio della sola componente *interrill* [*Morgan, 1986*].

Lo schema che viene adottato nell'*Universal Soil Loss Equation* (USLE) [*Wischmeier, Smith, 1978*] consente una stima dei valori di perdita di suolo da parcelle piane di ter-

reno (dimensioni dell'ordine delle centinaia di  $m^2$ ) senza operare alcuna distinzione tra le due componenti del contributo areale.

Infatti la USLE effettua la stima di perdita di suolo prendendo in considerazione il fattore di erodibilità dei suoli  $K_e$ , che esprime in termini quantitativi la tendenza del terreno ad essere eroso, del fattore di aggressività della pioggia  $R_e$ , che mostra in termini numerici l'attitudine che ha la precipitazione ed il deflusso superficiale di distaccare e trasportare le particelle di terreno, e di ulteriori quattro fattori adimensionali, significativi degli effetti della geometria delle parcelle, del sistema colturale adottato e di eventuali pratiche antierosive. Il calcolo di  $K_e$  [Wischmeier et al., 1971] si fonda principalmente su dati di tipo statico, come la composizione granulometrica del suolo, peraltro poco suscettibile di variazioni nello spazio, poiché le informazioni qualitative sulla struttura e la permeabilità influiscono meno sulla determinazione finale del fattore di erodibilità.

La procedura di Wischmeier et al. [1971] non prende in considerazione la notevole variabilità spaziale e temporale della suscettibilità del suolo all'erosione idrica. Il nomogramma di Wischmeier et al. [1971] è stato, inoltre, desunto prendendo come riferimento un database che presentava poche informazioni relative ai suoli argillosi, particolarmente presenti, invece, nei territori siciliani. La disponibilità di misure di perdita di suolo da parcelle tipo Wischmeier consente quindi, tramite il ricorso ad una tecnica di tipo indiretto che prevede il calcolo dei diversi fattori che figurano nella USLE, di calcolare il fattore di erodibilità del suolo e di valutare come questo varia temporalmente e spazialmente all'interno del campione disponibile di dati storici.

I modelli *process oriented* differenziano, invece, la componente di tipo *rill* da quella di tipo *interrill*. Nel modello WEPP [Flanagan, Nearing, 1995], [Nearing et al., 1990], l'erosione *interrill*  $D_i$ , espressa in  $[kg\ m^{-2}\ s^{-1}]$  cioè in termini di suolo perso nell'unità di tempo, è funzione oltre che dell'intensità della precipitazione, della pendenza dell'area e dall'azione di copertura della vegetazione, ed anche di una costante di erodibilità *interrill* specifica del tipo di suolo preso in considerazione. Inoltre, anche la costante di erodibilità *interrill* si potrà ricavare indirettamente tramite misure di erosione da parcelle di limitata dimensione longitudinale, in cui è impedita la formazione di canali di deflusso.

Le misure di erodibilità di qualsiasi tipo sono, innanzitutto, affette da una variabilità di tipo naturale [Nearing et al., 1999] molto significativa nel caso di eventi erosivi limitati, ed è imputabile fondamentalmente alla variabilità spaziale di fattori locali come la scabrezza ed il contenuto idrico iniziale. L'erodibilità sarà, poi, legata anche ad una variabilità dipendente dalla tecnica di misura adottata [Bagarello, Ferro, 1998], che è dovuta agli errori di misura della grandezza da monitorare ed anche alla rappresentatività dei campioni utilizzati per descrivere le proprietà della sospensione che perviene al sistema di accumulo (volume liquido defluito e carico solido ad esso associato), nel caso in cui i deflussi complessivi risultino particolarmente rilevanti e non sia possibile, o conveniente, prelevarli integralmente per la determinazione in laboratorio del peso delle particelle solide intercettate.

È importante, infine, puntualizzare come l'idonea conoscenza dei differenti fattori che condizionano la variabilità spaziale e temporale delle misure effettuate, rappresenta un passo fondamentale. Infatti, al fine di valutare l'attendibilità di un qualsiasi modello previsionale, occorre sempre capire se le differenze tra i valori stimati e quelli misurati della grandezza rientrano nel naturale campo di variabilità delle stesse misure [Morgan, Nearing, 2000].

## 4.4 La valutazione dell'erosione nel bacino dell'Imera Meridionale con modelli RUSLE

Il modello USLE rappresenta una delle metodologie più utilizzate tra i modelli di erosione del suolo. Si tratta di un modello parametrico su base empirica che fornisce una stima della perdita annua di suolo causata dall'erosione idrica superficiale in parcelle omogenee per dimensione, caratterizzate in base al tipo e all'uso del suolo, ai fattori topografici, alle tecniche di gestione ed all'aggressività delle precipitazioni.

Tale modello è stato modificato dando origine alla cosiddetta equazione RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*) che si basa sugli stessi principi empirici della USLE, ma introduce alcuni nuovi parametri che permettono un miglior adattamento del modello anche su terreni morfologicamente complessi, estendendone l'applicazione al livello di bacino idrografico.

In generale i modelli USLE e RUSLE possono essere definiti come un set di equazioni matematiche che, opportunamente combinate, forniscono un valore medio del tasso di perdita di suolo, dovuto ad erosione laminare e *rill erosion*, fenomeni determinati dall'impatto della pioggia al suolo e dal deflusso superficiale.

Tali fattori possono variare in maniera considerevole intorno ai loro valori medi a seconda dell'evento, ma gli effetti di queste fluttuazioni tendono ad annullarsi nel lungo periodo.

L'equazione alla base del modello USLE-RUSLE è la seguente:

$$A = R * K * LS * C * P$$

dove:

A = erosione potenziale [ $t \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ ];

R = fattore di erosività della pioggia [ $MJ \text{ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ ];

K = fattore di erodibilità del suolo [ $t \text{ ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ];

LS = fattore topografico o *slope length factor* [-];

C = sistemi di coltivazione e gestione [-];

P = pratiche di controllo dell'erosione [-].

Tali parametri risultano tutti fortemente incidenti sull'entità del processo di erosione.

Il prodotto tra i fattori elencati escluso R (erosività della pioggia) fornisce una misura della resistenza dell'ambiente all'erosione.

Il fattore R è influenzato da intensità e durata delle precipitazioni, ovvero dall'energia cinetica della pioggia che può trasformarsi in energia meccanica all'impatto con la superficie.

Per quanto riguarda il fattore P (coefficiente adimensionale stimato, variabile tra 0 e 1), nell'area di studio è stato considerato cautelativamente pari a "1".

Le attività svolte sono finalizzate alla redazione di una Carta del rischio erosione a scala di bacino definendo le procedure per la redazione, le scale territoriali d'indagine e di rilievo delle informazioni necessarie, l'implementazione di un sistema informativo per la pianificazione degli interventi e misure di gestione del suolo e per la definizione di aree prioritarie d'intervento.

Le attività svolte sono:

- Individuazione del bacino;
- Definizione dei modelli di valutazione e delle informazioni e dati da rilevare;
- Definizione delle procedure di acquisizione e di elaborazione;
- Applicazione del modello;
- Elaborazione e restituzione delle mappe del rischio erosione.

Gli strati informativi di *input* al modello sono quelli necessari per la valutazione dei fattori della USLE.

Per quanto riguarda le modalità e le procedure di acquisizione e le scale territoriali d'indagine e di rilievo delle informazioni queste sono state definite tenendo conto delle seguenti considerazioni.

La prima riguarda la dimensione territoriale del bacino dell'Imera Meridionale pari a circa 2.000 kmq.

La seconda è relativa alla scelta di definire la Carta del rischio erosione quale strumento di supporto alle decisioni. In tal senso nell'ottica di un utilizzo esportabile a tutto il territorio regionale andrebbe temperato l'approfondimento relativo al livello dettaglio con l'agilità e celerità delle procedure e la reperibilità dei dati per tutto il territorio.

La terza è strettamente connessa all'utilizzo del SIT che si basa sulla rappresentazione delle informazioni territoriali secondo uno schema *raster* di tipo matriciale. Nello schema *raster* il territorio viene suddiviso in celle quadrate di fissata dimensione e le informazioni di tipo numerico e gli attributi vengono memorizzati ed elaborati secondo lo schema matriciale.

Alla luce delle considerazioni esposte si è optato in questa fase di utilizzare come base informativa del SIT gli strati informativi esistenti attualmente.

I risultati così ottenuti costituiranno un primo livello di riferimento in base al quale valutare l'opportunità di approfondimenti in relazione alla scala d'indagine e al dettaglio dei risultati.

## 4.4.1 Calcolo dei parametri

### 4.4.1.1 Fattore "R"

Il fattore  $R$  sintetizza l'influenza del clima sulla perdita di suolo, attraverso la valutazione degli effetti provocati dalla pioggia battente su un suolo erodibile.

Il calcolo di  $R$  secondo le procedure indicate da Wischmeier si presenta alquanto complesso e non sempre sono disponibili sufficienti dati pluviografici.

Sono stati pertanto sviluppati metodi semplificati basati sul riconoscimento, all'interno di una regione climaticamente omogenea, di una correlazione tra i valori di  $R$  calcolati secondo le procedure originali e grandezze climatiche facilmente reperibili.

Per il territorio siciliano il fattore  $R$  risulta correlato linearmente al prodotto delle intensità delle piogge di durata 1, 6 e 24 ore e tempo di ritorno 2 anni, rispettivamente indicate  $I_{1,2}$ ,  $I_{6,2}$ ,  $I_{24,2}$ , mediante la seguente relazione (Ferro et al. 1991):

$$R = 183,8 + 1,396 * I_{1,2} * I_{6,2} * I_{24,2}$$

Per il calcolo di  $R$  si è quindi utilizzata la formula sopraccitata.

### 4.4.1.2 Fattore "K"

Il fattore  $K$  della USLE è stato definito da Wischmeier e Smith come perdita di suolo media annua. Esso dipende dalle caratteristiche del suolo quali tessitura, percentuale di limo argilla e sostanza organica.

La determinazione spaziale del fattore erodibilità è stata effettuata avvalendosi dei risultati dello studio appositamente svolto nell'ambito di un precedente progetto di ricerca sviluppato in sinergia con l'Università degli Studi di Palermo. In tale attività di ricerca è stato predisposto un apposito piano di campionamento che ha previsto il prelievo di 228 campioni, uniformemente distribuiti sulla superficie del bacino. Per ciascun punto di campionamento, la procedura di Wischmeier et al. [1971] prevede la determinazione della curva granulometrica, la misura del carbonio organico totale TOC e le stime dell'indice di permeabilità PP e dell'indice di struttura SS secondo apposite procedure.

Il valore di  $K$ , definito per ciascun punto e ricavato attraverso l'indagine, ha permesso la realizzazione della distribuzione spaziale di  $K$ .

#### 4.4.1.3 Il fattore topografico "LS"

Il fattore *LS* prende in considerazione la lunghezza *L* e la pendenza *S* del versante, in quanto l'entità dei processi erosivi è influenzata dalla concomitanza dei due fattori.

Per quanto concerne il calcolo dei fattori *L* ed *S* e la redazione dei relativi strati informativi sono state utilizzate diverse funzioni del software *ARCGIS 9.2*.

In particolare, tali fattori sono stati calcolati mediante l'utilizzo di un modello digitale del terreno (DEM) con risoluzione di 40 m, inerente il territorio della regione Sicilia.

Il DEM è stato inizialmente corretto dalla presenza di eventuali imperfezioni (*sink*) per le aree depresse circondate da quote altimetriche più elevate.

La tecnica utilizzata per la stima dei parametri *L* ed *S* è quella proposta da *Mitasova et al. (2001, da sito "targetstars": metodo "Single flow" per il calcolo del flow accumulation)* secondo la quale:

$$LS = (\text{FlowAccumulation} * \text{CellSize} / 22.13)^{0.4} * ((\sin(\text{Slope} * 0.01745) / 0.0896) 1.4)^{1.4}$$

dove "*Flow Accumulation*" e "*slope*" rappresentano ulteriori strati informativi di tipo *raster*.

Il primo strato reca informazioni circa l'accumulo del flusso, mentre il secondo riguarda la pendenza del suolo.

Infine "*cell size*" indica la risoluzione (o passo di griglia). Per l'applicazione dell'equazione sopra riportata, si è pertanto dovuto procedere alla realizzazione di tali strati informativi attraverso le funzionalità del software *ARCGIS 9.2*. Successivamente, ulteriori operazioni di calcolo in ambiente GIS, hanno restituito lo strato informativo di tipo *raster* relativo ai parametri *L* ed *S*.

#### 4.4.1.4 Il fattore di uso del suolo "C"

Per la redazione dello strato tematico relativo al parametro *C* (coefficiente adimensionale stimato, variabile tra 0 e 1) è stata utilizzata la classificazione *Corine* dell'uso del suolo della Regione Sicilia. A livello comunitario, il programma *Corine* è stato istituito nel 1985 allo scopo di raccogliere, coordinare e garantire l'uniformità dei dati sullo stato dell'ambiente nell'intera Europa.

Il criterio gerarchico che caratterizza il sistema di nomenclatura *CLC2000* è quello utilizzato nelle classificazioni dei tipi di copertura e d'uso del suolo: esso consente, infatti, di dettagliare progressivamente le categorie sfruttando il diverso grado di risoluzione a terra delle fonti d'informazione. Al contempo quest'approccio si presta bene ad essere utilizzato ai diversi livelli di pianificazione. Da tale fonte sono state individuate 13 differenti tipologie di uso/copertura del suolo, ad ognuna delle quali è stato attribuito un valore di *C* in accordo con i dati di letteratura.

La Carta dei valori di erosione calcolati è riportata nella Figura 4.1.

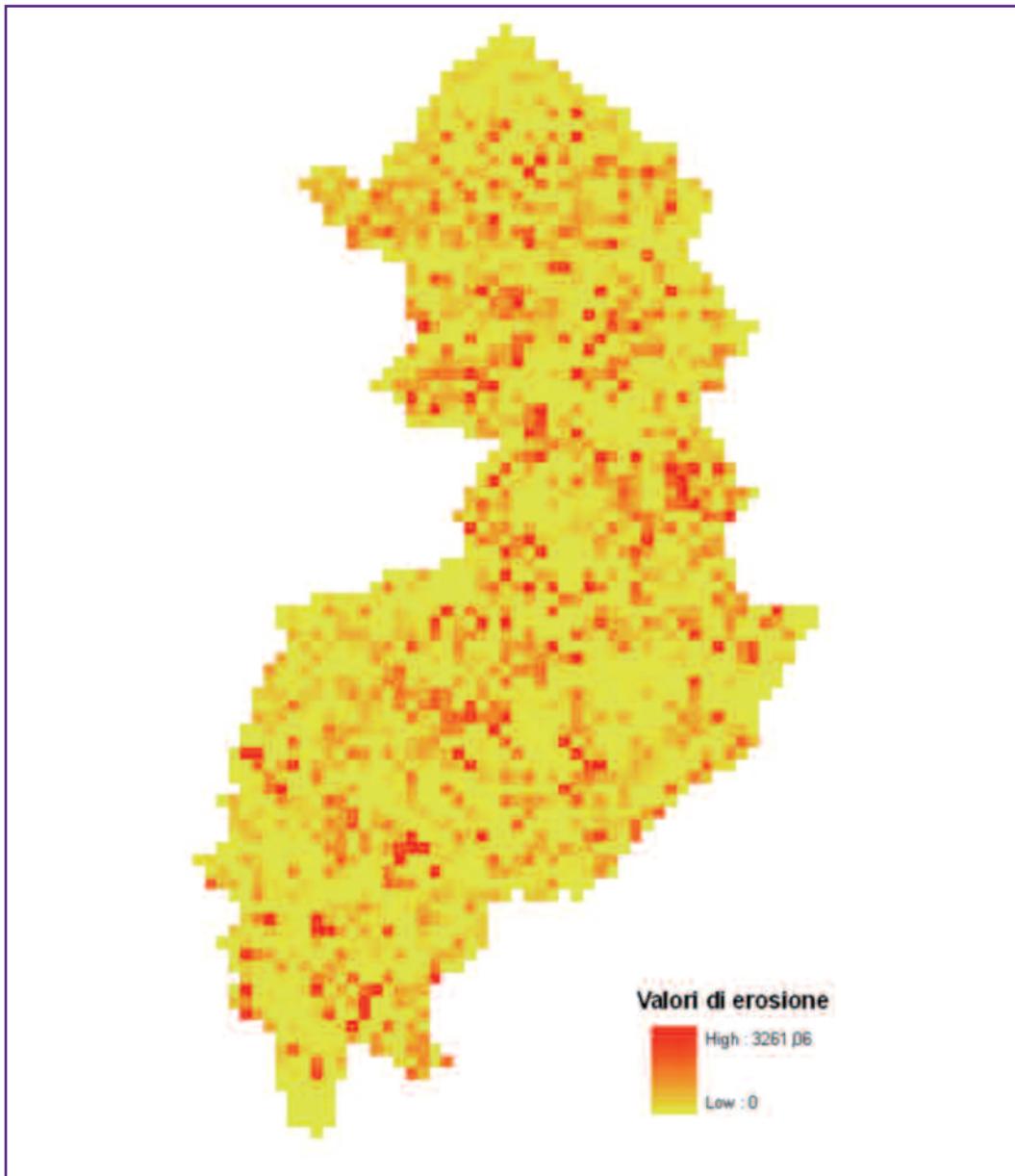


Figura 4.1  
Carta dei valori di erosione (formula RUSLE). Valori in  $t\ ha^{-1}\ anno^{-1}$

## 4.5 Il rischio erosione nel bacino dell'Imera Meridionale

### 4.5.1 Erosione tollerabile nel bacino dell'Imera Meridionale

Al fine di procedere alla valutazione del rischio erosione si è proceduto con un approfondimento tecnico in funzione delle definizioni di tollerabilità e quindi del rischio legato all'uso del suolo. Inizialmente si sono definite le differenti classi d'uso del suolo, mediante le quali si è proceduto ad una valutazione dell'erosione. In seguito si sono definite le aree nelle quali l'erosione superava quella tollerabile.

A tal proposito è stata presa in considerazione la classificazione proposta dall'Istituto sperimentale per lo studio e la Difesa del Suolo di Firenze riportata nella pubblicazione APAT curata Centro Tematico Nazionale Territorio e Suolo "Elementi di progettazione della rete nazionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali versione aggiornata sulla base delle indicazioni contenute nella strategia tematica del suolo dell'Unione Europea" (ottobre 2004).

Nella tabella seguente sono riportati i valori di erosione tollerabile rivisitati alla luce delle specificità d'uso del suolo del bacino oggetto di studio (Tabella 4.1).

**Tabella 4.1**

CLASSIFICAZIONE USO DEL SUOLO/EROSIONE TOLLERABILE

<b>Ecosistema</b>	<b>Uso del suolo</b>	<b>Erosione tollerabile [t ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup>]</b>
<b>Urbano</b>	Urbano	0,0
<b>Aree agricole</b>	Seminativi	3,0
	Vigneti	3,0
	Frutteti industriali	3,0
	Oliveti industriali	2,5
	Zone miste a seminativi e colture permanenti	2,0
	Sistemi agricoli misti, agricoli e naturali	1,5
	<b>Aree naturali</b>	Foreste
Praterie naturali	0,5	
Macchia mediterranea	0,5	
Aree forestali in evoluzione	0,5	

E' stata quindi elaborata una Carta delle aree a rischio erosione intendendo con ciò quelle aree i cui valori di erosione stimati risultano superiori ai valori di erosione tollerabile riportati nella tabella sopra indicata. La Carta del rischio erosione è riportata nella figura seguente.

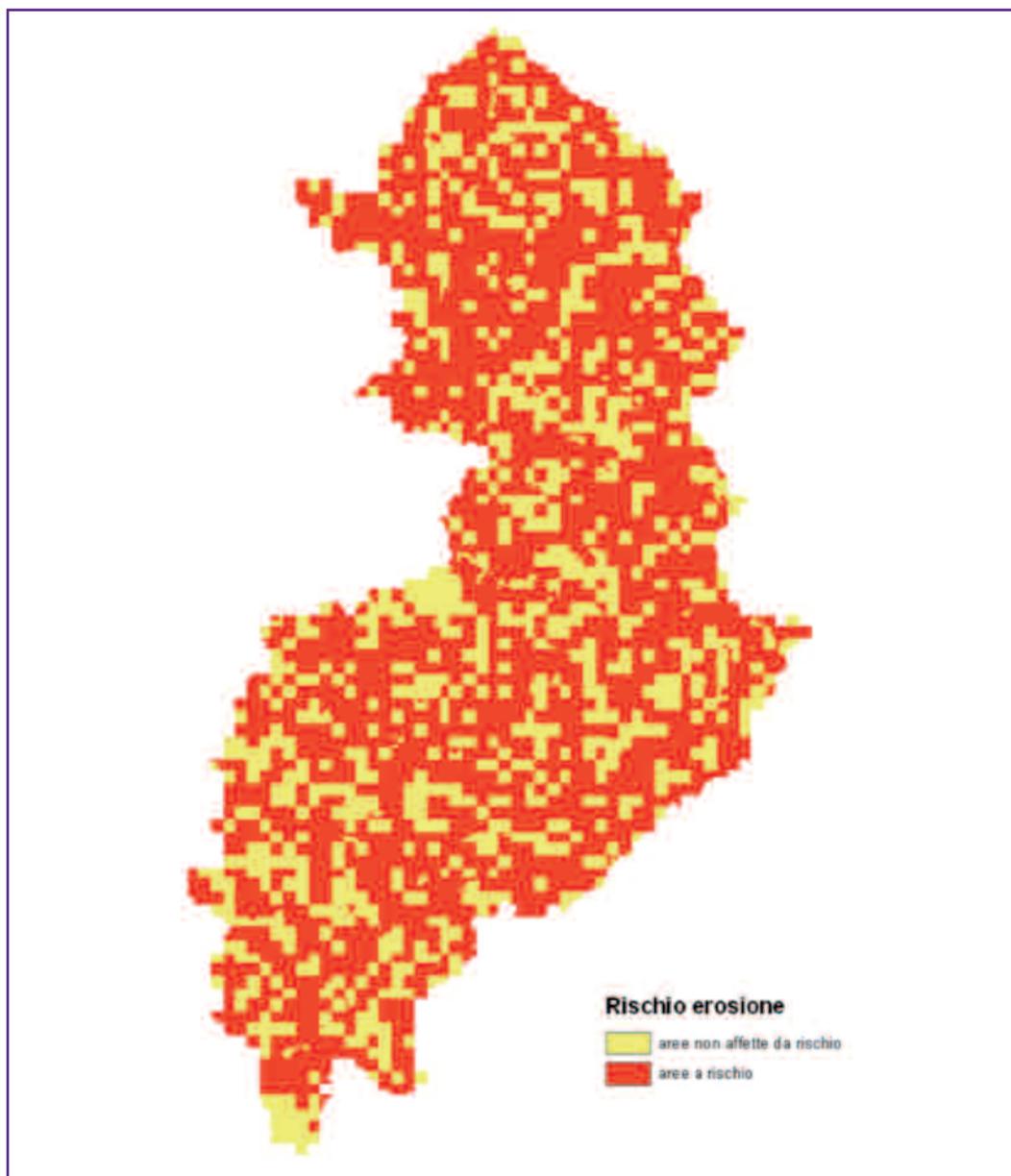
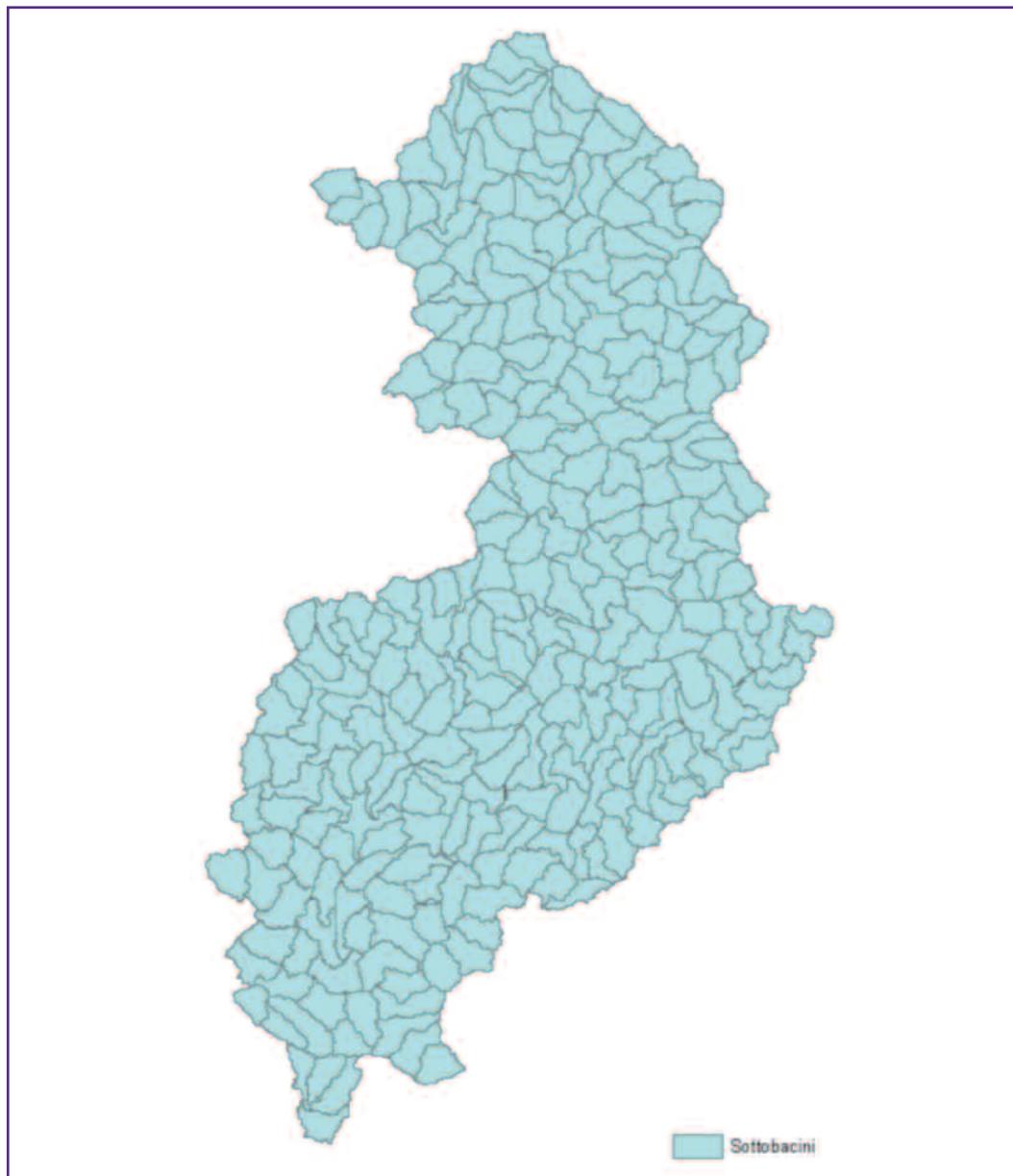


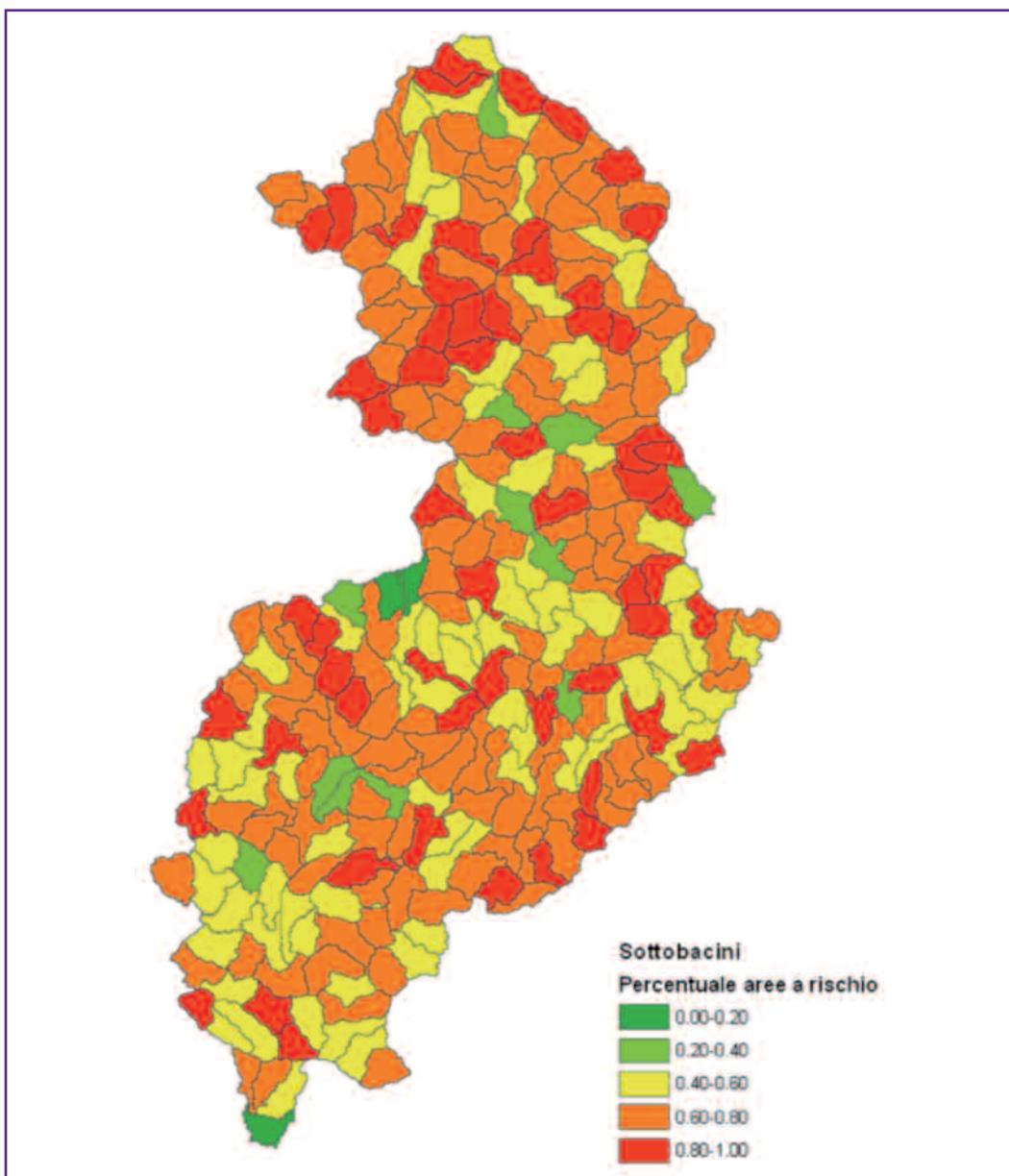
Figura 4.2  
Carta del rischio erosione nel bacino dell'Imera Meridionale

Successivamente, il bacino del fiume Imera è stato quindi suddiviso in 278 bacini con estensione inferiore a 10 kmq (Figura 4.3).



**Figura 4.3**  
*Sottobacini dell'Imera Meridionale*

Per ciascuno dei sottobacini, poi, è stata calcolata la percentuale di area che si presenta a rischio, che si riporta nella figura seguente.



**Figura 4.4**  
*Aree con valori di erosione non tollerabile*

Tale indicatore può essere utilizzato per pianificare gli interventi, procedendo secondo priorità legate alla gravità del fenomeno e all'estensione dello stesso in ciascun sottobacino.

Nella pianificazione occorre, ovviamente, individuare anche le tipologie d'intervento e la loro ubicazione. Nel paragrafo 4.6 verranno descritti i criteri e le principali tipologie d'intervento.

## 4.5.2 Quadro complessivo

Di seguito, si riporta un quadro di insieme relativo alle superfici delle classi di uso del suolo presenti nel bacino dell'Imera Meridionale. Nelle tabelle e nelle elaborazioni grafiche seguenti si riportano i dati sull'erosione tollerabile, le superfici delle zone a rischio erosione e la ripartizione percentuale delle zone a rischio. In generale, come si nota, la percentuale delle zone a rischio supera per tutte le classi di uso del suolo il 60% del totale destinato all'uso medesimo.

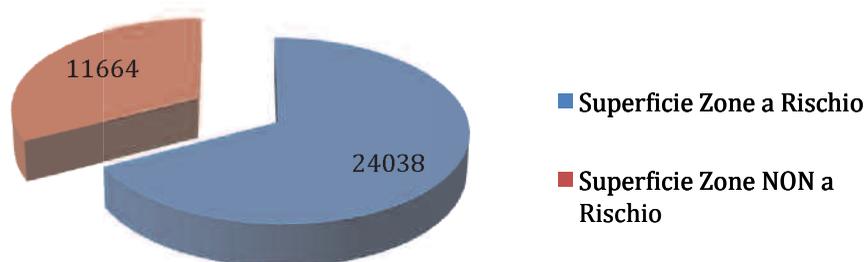
**Tabella 4.2**

EROSIONE TOLLERABILE PARI A 0,5 (T HA<sup>-1</sup> ANNO<sup>-1</sup>)

	Legenda Corine	Uso del suolo	Superficie totale della classe Corine [ha]	Superficie Zone a Rischio [ha]	Percentuale complessiva delle Zone a Rischio [ha]
<b>Aree naturali</b>	311	Boschi di latifoglie	3.413		
	312	Boschi di conifere	2.682		
	313	Boschi misti	418		
	321	Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota	18.441		
	323	Aree a vegetazione sclerofilla	9.828		
	324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	920	24.038	67,33%
<b>Totale</b>			<b>35.702</b>	<b>24.038</b>	

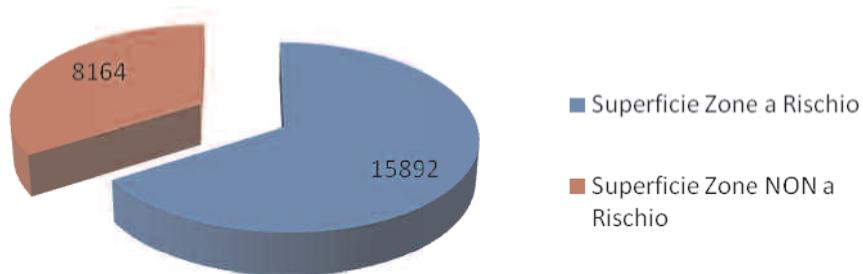
**Grafico 4.1**

INCIDENZA DELLE SUPERFICI A RISCHIO EROSIONE PER VALORI DI EROSIONE TOLLERABILE PARI A 0,5 (T HA<sup>-1</sup> ANNO<sup>-1</sup>)



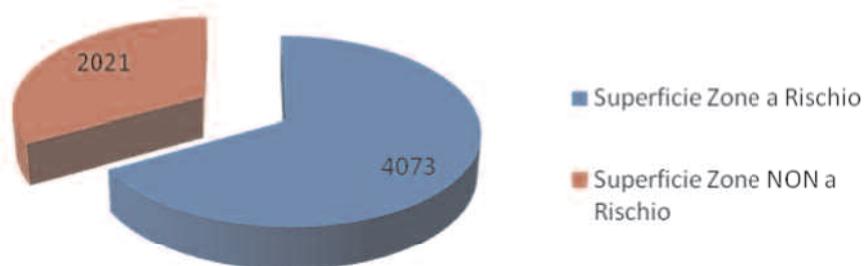
**Tabella 4.3**EROSIONE TOLLERABILE PARI A 1,5 (T HA<sup>-1</sup> ANNO<sup>-1</sup>)

Ecosistema	Legenda Corine	Uso del suolo	Superficie totale della classe Corine [ha]	Superficie Zone a Rischio [ha]	Percentuale complessiva delle Zone a rischio [ha]
Zone agricole eterogenee	242	Sistemi colturali e particellari complessi	9.989		
	243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	14.067	15.892	66,06%
<b>Totale</b>			<b>24.056</b>	<b>15.892</b>	

**Grafico 4.2**INCIDENZA DELLE SUPERFICI A RISCHIO EROSIONE PER VALORI DI EROSIONE TOLLERABILE PARI A 1,5 (T HA<sup>-1</sup> ANNO<sup>-1</sup>)

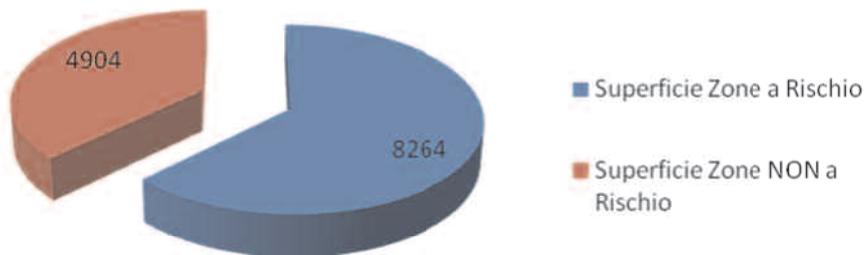
**Tabella 4.4**EROSIONE TOLLERABILE PARI A 2 ( $T \text{ HA}^{-1} \text{ ANNO}^{-1}$ )

Ecosistema	Legenda <i>Corine</i>	Uso del suolo	Superficie totale della classe <i>Corine</i> [ha]	Superficie Zone a Rischio [ha]	Percentuale complessiva delle Zone a Rischio [ha]
<b>Zone agricole eterogenee</b>	241	Culture annuali associate a colture permanenti	6.094	4.073	66,84%
<b>Totale</b>			<b>6.094</b>	<b>4.073</b>	

**Grafico 4.3**INCIDENZA DELLE SUPERFICI A RISCHIO EROSIONE PER VALORI DI EROSIONE TOLLERABILE PARI A 2 ( $T \text{ HA}^{-1} \text{ ANNO}^{-1}$ )

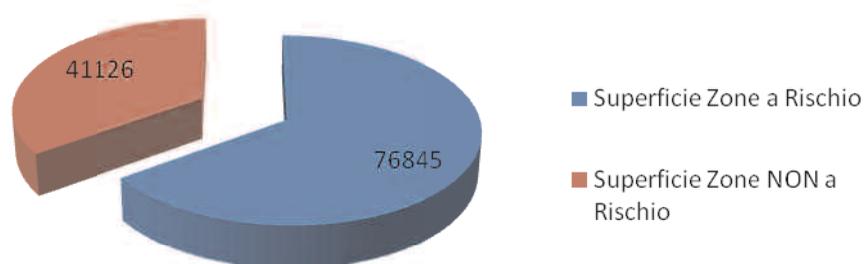
**Tabella 4.5**EROSIONE TOLLERABILE PARI A 2,5 (T HA<sup>-1</sup> ANNO<sup>-1</sup>)

Ecosistema	Legenda <i>Corine</i>	Uso del suolo	Superficie totale della classe <i>Corine</i> [ha]	Superficie Zone a Rischio [ha]	Percentuale complessiva delle Zone a rischio [ha]
<b>Colture permanenti</b>	223	Oliveti	13.168	8.264	62,76%
<b>Totale</b>			<b>13.168</b>	<b>8.264</b>	

**Grafico 4.4**INCIDENZA DELLE SUPERFICI A RISCHIO EROSIONE PER VALORI DI EROSIONE TOLLERABILE PARI A 2,5 (T HA<sup>-1</sup> ANNO<sup>-1</sup>)

**Tabella 4.6**EROSIONE TOLLERABILE PARI A 3 (T HA<sup>-1</sup> ANNO<sup>-1</sup>)

Ecosistema	Legenda Corine	Uso del suolo	Superficie totale della classe Corine [ha]	Superficie Zone a Rischio [ha]	Percentuale complessiva delle Zone a Rischio [ha]
Seminativi, vigneti e frutteti	211	Seminativi in aree non irrigue	111.269		
	221	Vigneti	6.055		
	222	Frutteti e frutti minori	647	76.845	65,14%
<b>Totale</b>			<b>117.971</b>	<b>76.845</b>	

**Grafico 4.5**INCIDENZA DELLE SUPERFICI A RISCHIO EROSIONE PER VALORI DI EROSIONE TOLLERABILE PARI A 2,5 (T HA<sup>-1</sup> ANNO<sup>-1</sup>)

### 4.5.3 Classi d'uso maggiormente significative

Nel corso dello studio di seguito illustrato si è proceduto allo studio delle seguenti quattro classi di uso del suolo "Corine Land Cover 2006", maggiormente significative nel territorio dell'Imera Meridionale.

Con riferimento ai seminativi si ritrovano la "Classe 2.1.1.: *Seminativi in aree non irrigue*". Trattasi di zone arate con regolarità e nella maggior parte dei casi sottoposte a rotazione colturale. In esse si ritrovano colture cerealicole, leguminose di pieno campo, foraggere, colture industriali, etc. Vi appartengono anche piante aromatiche, officinali, in vivaio, orticole in pieno campo e protette.

Tra le colture permanenti legnose si annovera la "Classe 2.2.1.: *Vigneti*" (superfici allevate a vite) e la "Classe 2.2.3.: *Oliveti*" (superfici allevate con olivo ivi comprese la coltura mista olivo-vite).

In ultimo, nelle zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea, si annoverano la "Classe 3.2.1.: *Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota*". Sono, per lo più, aree coltivate a foraggio ma con modeste produzioni, spesso allocate in aree accidentate, quali zone rocciose, etc. e senza generalmente, la presenza di delimitazione delle particelle tramite muretti, recinzioni o siepi.

## 4.6 Rassegna degli interventi

### 4.6.1 Tecniche di gestione agricola sostenibile per le classi d'uso più significative del bacino dell'Imera Meridionale

#### 4.6.1.1 Premessa

Le misure di gestione colturale di seguito riportate per le classi d'uso del suolo rappresentative dell'Imera Meridionale sono tratte, principalmente, dalle indicazioni fornite dalla disciplina del regime di condizionalità di cui alla normativa comunitaria, nazionale e regionale vigente in materia.

La valutazione del rischio erosione si è evoluta nel progetto "Desertlinks", il quale ha messo in atto una metodologia in grado di fornire a diversi utenti la possibilità di identificare laddove il fenomeno della desertificazione diviene una problematica seria, attraverso un'attenta valutazione delle criticità complessive tali da meglio comprendere il processo medesimo. Infatti l'area dell'Europa mediterranea è estremamente variegata e caratterizzata da differenti usi del suolo, che comportano un altrettanto variegato sfruttamento delle risorse naturali e quindi differenti regimi di gestione. Pertanto, a ognuno di questi, si può ricollegare un determinato rischio desertificazione comprendendo, con tale termine, la vulnerabilità e la sensibilità del suolo ad un ulteriore degradamento in conseguenza di specificità del terreno, socio-economiche e gestionali praticate in un dato contesto pedoclimatico. Il metodo, tramite i valori di diversi indicatori, consente di determinare tale rischio per gli usi del suolo maggiormente rappresentativi nell'area mediterranea (es.: cereali, olivo, pascolo, vite, etc.).

#### 4.6.1.2 Seminativo

Al fine di mantenere un sufficiente tenore di sostanza organica nel suolo preservando, nel contempo, flora e fauna selvatica è d'obbligo provvedere ad una appropriata gestione dei residui colturali. Pertanto si raccomanda di non praticare la bruciatura dei residui colturali provenienti dalla trebbiatura. Tale pratica potrebbe essere effettuata soltanto a decorrere del nuovo ciclo colturale rispettando la normativa antincendio vigente. Inol-

tre si raccomandano, alternativamente, le seguenti: la pratica del sovescio, la coltivazione di leguminose con il loro successivo interrimento, la coltivazione di foraggiere con leguminose e graminacee sottoposti a pascolo o a sfalcio con interrimento dei residui colturali. Sempre nell'ambito di una corretta gestione agricola si consiglia, inoltre, il pascolamento della superficie trebbiata oppure la realizzazione di fasce parafuoco o la lavorazione della superficie medesima. Va, infine, opportunamente presa in considerazione anche la letamazione o altri interventi di concimazione organica.

Discorso a parte merita la tematica dell'avvicendamento colturale. La monosuccessione cerealicola nel tempo può avere effetti negativi sulla fertilità dei suoli a causa dei fenomeni di "stanchezza del terreno" da cui derivano diminuzione della sostanza organica e peggioramento della struttura dello stesso. Pertanto si sconsiglia la coltivazione di specie cerealicole sullo stesso appezzamento di terreno nei due o più anni che seguono. Al seminativo dovrà comunque seguire una leguminosa, un periodo di maggese vestito oppure una rotazione con ortive di pieno campo (ad esempio: melone, pomodoro, patata).

Per quanto attiene le lavorazioni del suolo il mantenimento della struttura dello stesso passerà tramite un uso corretto delle macchine agricole. Si raccomanda, pertanto, l'esecuzione delle lavorazioni del terreno secondo le linee di livello ed in idonee condizioni di umidità (stato di tempera) evitando, in tal modo, sia fenomeni di erosione superficiale che l'insorgere di fenomeni che riducano l'efficienza del sistema di macro e microporosità del terreno.

Inoltre, con riferimento alla gestione delle infestanti, si suggerisce di limitare la pratica del diserbo in pre-emergenza a particolari condizioni di necessità.

Infine, come mostrato negli studi sulla desertificazione derivanti dagli approfondimenti territoriali della metodologia di Kosmas effettuati nell'isola di Lesvos (Grecia), si deduce che per mitigare tale fenomeno di degrado del suolo nelle aree cerealicole di collina andranno ridotte le superfici delle parcelle coltivate (meglio se inferiori all'ettaro).

### **4.6.1.3 Vigneto**

La qualità di un suolo coltivato a vite è funzione anche di una corretta gestione dell'avvicendamento colturale. I suoli coltivati a vite, infatti, dovranno essere fatti "riposare" per circa 4-5 anni (e più se si sono manifestate virosi) onde evitare fenomeni di "stanchezza" del suolo, specialmente evidenti in terreni argillosi. Si consiglia, quindi, durante questo periodo di coltivare il terreno con essenze erbacee arate nel periodo estivo.

In Sicilia il rischio di erosione del suolo nei vigneti è elevato per distribuzione e intensità degli eventi piovosi ed in particolare con pendenze superiori al 5%, valore quest'ultimo su cui si ritrova circa il 60% dei vigneti siciliani. La maggior parte dei fenomeni erosivi si riscontra in terreni gestiti con metodi convenzionali, senza la presenza di una copertura erbacea. Mediamente si calcola che i terreni inerbiti presentano una diminuzione di terreno eroso fino al 72% rispetto ai terreni gestiti con metodi convenzionali. Pertanto, si consiglia la pratica dell'inerbimento nell'interfila ed almeno in file alterne, meglio se effettuato temporaneamente tramite leguminose da sovesciare in primavera.

A tal fine, si suggerisce l'impiego di specie azotofissatrici quali veccia, favino e trifoglio che ben si adattano al clima mediterraneo. Queste essenze erbacee miglioreranno la struttura del suolo (al fine di evitare la compattazione) e la conservazione dell'acqua grazie al loro apparato radicale, consentendo anche un importante apporto di nutrienti per la microflora e fauna terricola.

Tuttavia, qualora le condizioni topografiche risultassero ostili, per esempio per affioramenti di roccia madre, in sostituzione della pratica del sovescio si potrà procedere ad un adeguato apporto di ammendante organico nell'interfilare.

Premessa l'importanza delle tecniche colturali finalizzate al mantenimento di un equilibrato sviluppo vegetativo anche secondo l'ordinarietà delle differenti zone viticole siciliane, si raccomandano interventi di potatura invernale e l'eliminazione della vegetazione pluriennale infestante che possa causare danno alle piante stesse.

Per quanto attiene le lavorazioni del suolo, queste andranno eseguite secondo le linee di livello e in idonee condizioni di umidità (stato di tempera) evitandole, quindi, allorché il terreno è eccessivamente asciutto o umido. Così facendo, si potranno scongiurare sia fenomeni di erosione superficiale che l'insorgere di fenomeni che riducano l'efficienza del sistema di macro e microporosità del terreno. Il mantenimento della struttura del terreno dipende, infatti, anche da un uso corretto delle macchine agricole. Si raccomanda, pertanto, per l'esecuzione delle lavorazioni del terreno di evitare l'impiego della sola fresa poiché si insorgerebbe in un peggioramento della struttura del suolo con conseguente formazione di suola di lavorazione (specie nei suoli argillosi) con riflessi negativi in termini di sofferenza dell'apparato radicale della vite. Eventuali scerbature, praticate nel periodo estivo in funzione dell'andamento climatico, potranno, inoltre, limitare le perdite idriche per evaporazione.

E' d'obbligo, poi, un approfondimento sulla problematica dell'utilizzo delle macchine agricole per le lavorazioni del suolo nei vigneti delle pendici terrazzate a forte declività, situazione orografica che è comune ad alcuni territori siciliani quali le isole minori, l'Etna, i Nebrodi, etc. Occorre precisare come occorra garantire l'accessibilità dei siti agricoli dai mezzi meccanici senza tuttavia danneggiare gli eventuali manufatti presenti a tutela e salvaguardia del luogo (muretti a secco in primis, etc.). Ne consegue, pertanto, come in tale situazione si debbano impiegare macchine agricole di peso ridotto visto il minor peso portante dei muretti in questione. Andrà, inoltre, limitato l'impiego di macchinari quali la zappatrice rotativa preferendo, ad esempio, attrezzi discissori come il coltivatore. Inoltre, con riferimento alla forma di allevamento particolarmente adatta sarà quella tradizionale ad alberello, altresì positivamente valente da un punto di vista di impatto paesaggistico.

In presenza di strati di argille salmastre o di strati particolarmente ricchi in calcaree è consigliata l'aratura a due strati praticata con un *ripper* a circa un metro di profondità e scasso a circa 50 cm.

In condizioni di elevata aridità l'eccessiva fresatura può comportare la degradazione dell'humus così come, in opposte condizioni, arature profonde possono determinare fenomeni di compattazione del suolo. In un terreno poco profondo meglio un'aratura ad inizio primavera, successivamente fresatura dalla primavera all'autunno e l'utilizzo di materiale vegetale pacciamante (ad esempio paglia, pezzi di cortecchia, etc.) ed inerbimento con coltura perenne.

#### 4.6.1.4 Oliveto

Per quanto attiene le lavorazioni del suolo il mantenimento della struttura dello stesso passerà tramite un uso corretto delle macchine agricole. Si raccomanda, pertanto, l'esecuzione delle lavorazioni del terreno secondo le linee di livello ed in idonee condizioni di umidità (stato di tempera) evitando, in tal modo, sia fenomeni di erosione superficiale che l'insorgere di fenomeni che riducano l'efficienza del sistema di macro e microporosità del terreno.

Premessa l'importanza delle tecniche colturali finalizzate al mantenimento di un equilibrato sviluppo vegetativo, tenendo anche conto dell'ordinarietà delle differenti zone olivicole siciliane, si raccomanda un intervento di potatura (almeno ogni 5 anni), l'eliminazione di erbe infestanti tali da danneggiare le piante e la spollonatura degli ulivi almeno ogni tre anni.

Si specifica, poi, che ai sensi della vigente normativa sussiste il divieto di estirpazione delle piante di olivo, fatte salve specifiche deleghe.

Infine, come mostrato negli studi sulla desertificazione derivanti dagli approfondimenti territoriali della metodologia di Kosmas effettuati nell'isola di Lesvos (Grecia), si deduce che per mitigare tale fenomeno di degrado del suolo nelle aree olivicole collinari occorrerà:

- aumentare la copertura del suolo con l'inerbimento;
- limitare il pascolamento sotto le piantagioni;
- effettuare, nei terreni terrazzati, la manutenzione ed il consolidamento di eventuali muretti a secco danneggiati onde evitarne il collasso con conseguenti gravi fenomeni erosivi;
- aumentare il periodo di esistenza dell'uso del suolo olivicolo, poiché ciò comporta un effetto cumulativo sulla difesa del degrado del suolo;
- limitare al minimo le lavorazioni del terreno;
- praticare l'olivicoltura su un numero elevato di parcelle e quindi non a carattere intensivo.

#### 4.6.1.5 Aree a pascolo naturale

Per prevenire i fenomeni erosivi occorrerà assicurare una minima copertura del suolo. Per gli ex seminativi non più in produzione e che mostrano evidenti fenomeni erosivi (rigagnoli) allorquando non vi siano sistemazioni, bisognerà garantire una copertura vegetale durante tutto l'anno. Per tutti i terreni con evidenti fenomeni di erosione andrà, comunque, garantita una copertura vegetale nel periodo autunno-vernino-primaverile o, in alternativa, praticare al posto dell'aratura una discissura o ripuntatura, oppure una minima lavorazione con erpice o tiller, o, infine, mantenere sul suolo i residui colturali. Tuttavia, si possono considerare delle eccezioni se, per esempio, tali territori ricadono in aree ad elevata naturalità, etc.

Inoltre, per la finalità di garantire un minimo livello di protezione delle superfici a pascolo permanente andranno tutelati i pascoli permanenti impedendone la riduzione della superficie stessa, la conversione ad altri usi e limitando le lavorazioni del terreno esclusivamente alle pratiche connesse al rinnovo ed al infittimento del cotico erboso ed allo sgrondo delle acque superficiali in eccesso attraverso piccoli canali in terra. Relativamente, poi, alla densità di bestiame il carico massimo di bestiame non dovrà comunque

superare 4 UBA per ettaro di superficie, mentre il carico minimo non dovrà scendere sotto 0,2 UBA/Ha/anno. Se, inoltre, si risconteranno situazioni di pascoli degradati al fine di arricchire il cotico erboso bisognerà sfalciare il pascolo almeno ogni 3 anni.

Infine, come mostrato negli studi sulla desertificazione derivanti dagli approfondimenti territoriali della metodologia di Kosmas effettuati nell'isola di Lesvos (Grecia), si deduce che per mitigare tale fenomeno di degrado del suolo nelle aree a pascolo collinari occorrerà:

- aumentare il periodo di esistenza dell'uso del suolo a pascolo, poiché ciò comporta un effetto cumulativo sulla difesa del degrado del suolo;
- applicare misure di controllo della pastorizia, quali ad esempio la recinzione per spostare gli animali da una parte all'altra e limitare lo sfruttamento del pascolo;
- limitare il ricorso all'affitto del terreno poiché, spesso, con tale tipologia di contratto agrario l'intento è quello di sfruttare al massimo le potenzialità del pascolo in un determinato arco temporale attuando, pertanto, un tipo di pastorizia poco sostenibile da un punto di vista ambientale. Meglio una proprietà del terreno caratterizzata da specifiche e adeguate regolamentazioni.

## 4.6.2 Gli interventi di sistemazione

### 4.6.2.1 Premessa

Le misure di sistemazione del suolo di seguito illustrate sono tratte, principalmente, dalle indicazioni fornite dalla disciplina del regime di condizionalità di cui alla normativa comunitaria, nazionale e regionale vigente in materia.

### 4.6.2.2 Le sistemazioni del terreno

La protezione del suolo dipende anche dal mantenimento dei **terrazzamenti** esistenti, magari delimitati a valle da un muretto a secco o da una scarpata inerbita. Essi andranno anche resi efficienti nel drenaggio e controllati dall'eccessiva presenza di erbe infestanti, ripristinando eventuali parti danneggiate.

L'impiego delle **gabbionate** in un dato contesto rurale è reso necessario laddove si registrano esigenze di stabilizzazione dei pendii in presenza di fenomeni di dissesto. Si dovranno prevedere soluzioni volumetriche tali da assecondare le condizioni orografiche dei suoli integrandole con eventuali inerbimenti e/o piantumazioni. A tal fine, andranno impiegate specie tipiche del paesaggio della zona oggetto di intervento rispettando gli equilibri volumetrici e cromatici. Inoltre, se in corso d'opera si realizzeranno movimenti di terreno si dovranno riutilizzare i materiali di risulta per la costruzione di manufatti. Le opere di difesa da caduta massi (reti di protezione) saranno realizzate prevedendo l'inerbimento delle superfici del pendio stabilizzate dopo lo scivolamento del materiale racchiuso dalle reti medesime.

Relativamente ai **muri di contenimento e di sostegno** essi saranno di norma costruiti in pietra e, se in cemento, questi andranno rivestiti con pietra locale nel rispetto delle tradizioni costruttive tipiche della zona. Sono preferibili manufatti di piccole dimensioni con configurazione a scarpa sistemati con terre o su pendenze maggiori con terre armate, geotessuti e reti di nylon. Se di altezza maggiore ai tre metri si preferiranno muri gradonati a più livelli, interponendo nelle fasce intermedie specie arbustive del luogo. Infine, così come specificato per le gabbionate, se in corso d'opera si realizzeranno movimenti di terreno si dovranno riutilizzare i materiali di risulta per la costruzione di manufatti.

Anche la valorizzazione dell'**arboricoltura ornamentale** andrà tutelata attraverso scelte che tutelino gli habitat naturali ed incentivino la biodiversità, assicurando dal punto di vista spaziale e cromatico, i caratteri peculiari di un territorio. A tal fine si potrà, pertanto, procedere alla realizzazione di corridoi connettivi naturali, di barriere antirumore in prossimità della viabilità, di filari per il miglioramento del microclima nei percorsi pedonali salvaguardando, altresì, le aree ridotte che presentino particolari alberature. All'occorrenza potrà essere praticata la sostituzione dei rimboschimenti a latifoglie esotiche (che conferiscono "artificialità" al paesaggio siciliano) con specie autoctone tipiche dei luoghi.

Per quanto attiene le misure di protezione del suolo dall'erosione, con particolare riferimento alla "**gestione minima delle terre**", si raccomanda di realizzare **solchi acquai** (con distanza tra loro di almeno 80 cm) a carattere temporaneo e tali da raccogliere l'acqua piovana. In questo modo la velocità della stessa sarà tale da non compromettere la funzionalità del solco medesimo permettendo, nel contempo, il convogliamento dell'acqua nei collettori e negli alvei naturali. Se, tuttavia, la pendenza è tale da minacciare la stabilità meccanica nel passaggio si potranno realizzare fasce inerbite (di larghezza minima di 5 metri e con una distanza massima tra le stesse di 60 metri) finalizzate al contenimento dei fenomeni erosivi. Si potrà derogare alla realizzazione dei solchi acquai nei terreni stabilmente occupati da vegetazione (naturale o agraria). I solchi acquai temporanei saranno particolarmente adatti nei terreni in pendenza con evidenti fenomeni di erosione con incisione diffusa (rigagnoli) senza alcuna sistemazione. Particolare cura andrà, poi, posta alla gestione e al mantenimento della rete idraulica aziendale (scoline e canali collettori) per assicurare un migliore sgrondo delle acque.

Infine, per quanto riguarda l'impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica queste, com'è noto, utilizzano piante vive negli interventi antierosivi e di consolidamento in genere in abbinamento con altri materiali (paglia, legno, pietrame, reti metalliche, biostuoie, geotessuti, etc.). Le **tecniche tradizionali di ingegneria naturalistica** riguardano sia gli interventi cosiddetti di copertura (semina di specie erbacee per proteggere i versanti dall'erosione) e sia gli interventi di stabilizzazione (opere di consolidamento per il tramite dell'azione legante degli apparati radicali e la sottrazione dell'acqua mediante traspirazione) che possono essere utilizzati per contrastare i fenomeni erosivi e che possono essere considerati come una evoluzione di tecniche tradizionali.

Tra gli interventi di copertura si annoverano: la *semina* (spargimento manuale di miscele di sementi certificate, su superfici destinate alla rivegetazione) e la *piantagione di*

*arbusti* (messa a dimora di giovani arbusti autoctoni in zolla o in vasetto, di produzione vivaistica).

Tra gli interventi di stabilizzazione si ricordano: la *viminata viva* (verghe di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa, intrecciate attorno a paletti di legno), la *fascinata viva* (messa a dimora di fascine vive di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa all'interno di un solco, adeguatamente assicurate con picchetti etc.); la *gradonata viva* (scavo di gradoni o terrazzamenti a file parallele su pendii con messa a dimora all'interno del gradone di ramaglia di piante legnose con capacità di riproduzione vegetativa e/o piante radicate di latifoglie e successiva copertura con materiale proveniente dagli scavi superiori); la *cordonata viva* (messa a dimora di talee e ramaglia di salici all'interno di uno scavo e poggianti su un tronco posto sul margine esterno dello scavo); la *palizzata viva* (struttura costituita dalla sovrapposizione di file di tronchi disposti orizzontalmente, sorretti da tronchi verticali infissi nel substrato, alternate a materiale vegetale vivo).

#### 4.6.2.3 Tutela dei manufatti agricoli

La tutela del paesaggio regionale passa per la tutela di tutto quel complesso di manufatti rurali tipici di un dato territorio agricolo. Saranno, pertanto, ammissibili opere di manutenzione che rispettino la tipicità dei manufatti medesimi e le caratteristiche tipologiche e funzionali dello stesso.

**Nuove realizzazioni** dovranno, eventualmente, prevedere l'impiego di tecniche e materiali tipici della tradizione locale, al fine di inserirsi in armonia con il paesaggio; meglio se trattasi di strutture da mantenere nel tempo ed a carattere semplice, ispirate al rispetto dell'ambiente ed alla sicurezza. I **muretti a secco** (interpoderali e di confine) andranno preservati curando, per esempio, il drenaggio ed il rinverdimento nelle sconnesse oppure riconfigurati all'immagine originaria qualora modificati inopportuno. La necessità a compiere questi interventi specifici potrebbe, tra l'altro, portare al mantenimento della figura costruttiva tradizionale del "*murasiccaro*" che utilizzerà materiali e metodi dei luoghi. Molte delle considerazioni espresse valgono anche per le **recinzioni**. Queste andranno armonicamente inserite nel paesaggio attraverso una semplificazione delle forme e partiture, una scelta di colori neutri e di tipologie conformi all'impiego agricolo, evitando del tutto l'impiego di filo spinato. Andranno, ove possibili, seguiti i segni naturali evidenziando scorci paesaggistici o emergenze monumentali di pregio. Gli **abbeveratoi** e le **fontane** potranno, altresì, essere ripristinati nella loro configurazione originale e inseriti nella tradizione del territorio di appartenenza.

#### 4.6.2.4 I sistemi di gestione delle acque

Si potranno eseguire interventi a carattere conservativo sulla **rete irrigua storica** cercando di non alterare le caratteristiche originali delle opere stesse e di consentire la continuità fisica e percettiva con gli insediamenti agricoli inizialmente serviti dalla rete prevedendo, laddove necessario, opere di ingegneria naturalistica al fine di consolidare le sponde ed operare un riequilibrio di fauna e flora. La conservazione di tali manufatti sarà auspicabile anche qualora l'impianto irriguo, per eccessiva vetustà, non fosse più possibile da utilizzare ma pur sempre importante al fine di garantire il carattere di tipicità della zona rurale. Le nuove canalizzazioni si inseriranno, ad integrazione delle reti idriche già esistenti, in un aggiornato contesto di sviluppo dell'attività agricola. I **manufatti storici dell'approvvigionamento idrico** (come pozzi, cisterne, vasche, torri piezometriche, condotte a vista, etc.) dovranno essere interessati esclusivamente ad interventi di manutenzione che non alterino le caratteristiche tipologiche, funzionali e tecniche procedendo, se non è possibile il loro riutilizzo, ad interventi a carattere conservativo. Nuovi manufatti si potranno realizzare a partire dalle tecniche costruttive tradizionali cercando di non perturbare la valenza paesaggistica del territorio e limitando movimenti di terre e di rocce che, qualora effettuati, dovranno prevedere il riutilizzo dei materiali di risulta per la costruzione di manufatti finalizzati al recupero dell'assetto originario della zona.

#### 4.6.2.5 Opere funzionali ai sistemi lacustri e fluviali

Con riferimento alle **opere di recupero naturale e salvaguardia dei corsi fluviali**, ad eccezione di motivazioni relative alla tutela della salute pubblica, è vietato modificare larghezza e configurazione degli alvei naturali e delle golene dei corsi d'acqua, incluso gli alvei non attivi. Per questi ultimi, qualora a regime torrentizio, si potrà controllare il potere energetico degli stessi assecondandone i flussi idrici. Saranno, inoltre, possibili gli interventi di manutenzione e sistemazione naturale, la decementificazione delle sponde, le azioni di recupero degli originari letti, dei percorsi e dei profili. Si dovranno spostare i materiali di risulta presenti nelle aree prossime ai corsi d'acqua, ponendo particolare cura all'effettuazione delle opere di inerbimento e di piantumazione di essenze arbustive tipiche dei luoghi al fine di controllare la regolazione idrica. Andrà, poi, effettuato un risanamento dei terreni posti a monte del letto fluviale tramite azioni di forestazione ed inerbimenti per potere aumentare la capacità di ritenuta idrica limitando, in tal modo, la perdita dei materiali di risulta. Si dovrà, anche, impedire lo sfruttamento delle rive a pascolo per evitare la repentina distruzione del manto vegetale. Si auspicheranno, altresì, azioni volte al ripristino delle associazioni vegetazionali ripariali (caratterizzate da massima molteplicità ecologica) finalizzate anche alla depurazione delle acque ed alla mitigazione delle originarie velocità di deflusso delle stesse limitando, nel contempo, la conseguente azione erosiva. Per limitare i fenomeni di esondazione, poi, bisognerà porre una particolare cura anche ai rami fluviali non attivi. Infine, andrà attuata la riduzione

degli alvei esclusivamente alle opere di bonifica e il pendio delle sponde dovrà impedire la produzione di forti impatti percettivi.

Per le **opere di recupero naturale e salvaguardia dei laghi naturali** occorrerà procedere partendo dalla tutela degli stessi nel mantenimento dell'equilibrio climatico, floreale e faunistico della zona. Andrà quindi assicurata la corretta regimazione idrica, vietando le attività di cava di ghiaia e sabbia e le pratiche agro-silvocolturali non compatibili prediligendo, se necessario, interventi di sistemazione delle rive attraverso la bioingegneria e con l'impiego di materiale vivo in associazione con legno, pietra e terra. Indispensabile appare, inoltre, il mantenimento e il ripristino dei profili naturali delle rive e della vegetazione di sponda, viste le importanti funzioni ambientali da queste svolte e già in precedenza espresse.

Nelle aree a maggiore antropizzazione **laghi ed invasi artificiali** potranno anche essere realizzati operando un'attenta valutazione del loro inserimento nel dato contesto di riferimento. Sarà bene limitare le opere di movimento terra ed i disboscamenti apportando una trasformazione che sia, nel complesso, ecosostenibile. Saranno preferite configurazioni non strettamente geometriche, al fine di assecondare le condizioni orografiche del territorio sfruttando, al meglio, avvallamenti e pendii naturali. Si ammetteranno interventi di ingegneria naturalistica nella sistemazione delle rive purché definiti con superfici regolari e tramite l'impiego di materiale vivo in associazione con legno, pietra e terra. Andranno, poi, pianificate azioni di ripristino ecologico tramite la piantumazione di un'abbondante vegetazione spondale, da scegliere fra le varie specie autoctone e con caratteristiche spiccate di diversità.

Anche la **sentieristica al servizio di fiumi e laghi** dovrà essere resa funzionale al fine di distribuire la pressione antropica su aree più vaste e quindi ridurre l'impatto antropico negativo sull'ecosistema fluviale e lacustre. Si prediligeranno le azioni di riadattamento della sentieristica storica preesistente finalizzata a ricomporre unità a percorsi interrotti, ad esempio, da manufatti agricoli, etc. e partendo da questa rete si potrà allargare la trama sentieristica inserendola armonicamente nel paesaggio di una determinata zona e con particolare riferimento agli ambiti di riva. L'accesso dovrà essere lontano dalle zone a maggiore valenza ecologica tutelando le stesse attraverso siepi e bordure.

Con gli stessi accorgimenti della sentieristica di campagna, quella al servizio dei fiumi e dei laghi dovrà essere sistemata con fondo naturale, pietrisco rullato o in macadam, prevedendo interventi di riqualificazione delle aree poste ai lati del tracciato viario tramite inerbimenti e piantumazione di specie arboree e arbustive tipiche della zona. Si realizzeranno, in tal modo, opportune soluzioni di continuità delle alberature e delle macchie arbustive, che consentiranno un miglioramento della qualità della percezione dei punti di vista del paesaggio.

#### 4.6.2.6 Viabilità rurale ed elementi caratteristici di un paesaggio

Allo scopo di recuperare la fruizione della complessiva **sentieristica rurale** si potranno attuare azioni di manutenzione tali da ripristinare la viabilità tra le zone di differente valenza naturalistica conservando, nel contempo, gli elementi tipici complementari della sentieristica storica. Potranno, altresì, realizzarsi interventi di riqualificazione delle aree laterali rispetto all'asse viario attraverso l'impiego di collocazione di essenze vegetali autoctone della zona. Auspicabile sarà il ripristino della pavimentazione di origine e, se non ne è possibile il recupero, questa dovrà essere sistemata con fondo naturale, pietrisco rullato o in macadam. In caso di elevate pendenze si potranno realizzare pavimentazioni in selciato o in spacco di basole o in acciottolato. Nei restanti casi sarà idonea una pavimentazione stradale che adotti il sistema costruttivo delle vecchie strade di campagna create negli anni '50. Un minor impatto si realizzerà impiegando misto bitumato a grossa granulometria su un sottofondo rullato di *tout-venant* di cava. Il manto stradale così ottenuto apparirà di colore grigiastro, a composizione prevalente di pietrisco stabilizzato e legato, tale da poter tollerare anche un traffico veicolare pesante. Il materiale degli scavi dovrà essere spostato con attenzione, evitando l'espianto di alberi ad alto fusto e ponendo in essere azioni di riqualificazione delle aree ai lati della viabilità che prevedano, anche, l'infittimento lungo i bordi con essenze vegetali compatibili con il paesaggio della zona.

In linea generale, i complessivi **elementi caratteristici di un paesaggio** andranno protetti allo scopo di mantenere la qualità dei suoli evitando, così, il deterioramento degli habitat naturali. Da tutelare, pertanto, i muretti a secco, le siepi, gli stagni e gli alberi isolati o in gruppo laddove presentino caratteri di permanenza e di tipicità, nel rispetto delle norme di attuazione del Piano Paesistico Regionale vigente. Si potranno estirpare specie arbustive e arboree per motivi fitosanitari o qualora invasive o non autoctone.

## 4.7 Tipologie degli interventi

L'impiego dei modelli di erosione in sinergia con i sistemi GIS ha permesso di sviluppare un sistema di supporto alle decisioni tale da orientare la scelta sulle differenti priorità e tipologie di intervento. Nello specifico, l'ipotesi di lavoro sviluppata nel presente studio ha consentito di discriminare nel territorio dell'Imera Meridionale le zone a rischio erosione in funzione delle possibili tipologie di intervento da mettere in atto alla luce del tipo di evidente dissesto rilevato. Le priorità di intervento si ricaveranno sulla base della percentuale di erosione. Tali zone sono state classificate in:

- **Tipologie di intervento con opere di sistemazione del terreno e tecniche di ingegneria naturalistica.**

Trattasi di zone caratterizzate da situazioni agro-pedologiche per cui il rischio erosione va mitigato attuando oculati interventi di sistemazione del terreno quanto più "sostenibili" da un punto di vista ambientale. Nei casi di maggior impatto appare necessario l'impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica.

- **Tipologie di intervento con azioni correttive sulla gestione agricola.**

Trattasi di zone caratterizzate da situazioni agro-pedologiche per cui il rischio erosione va mitigato attuando interventi mirati ad una correzione della gestione agricola orientata verso pratiche di salvaguardia e protezione della risorsa "suolo".

- **Tipologie di intervento misto.**

Trattasi di zone caratterizzate da situazioni agro-pedologiche di tipo misto per cui il rischio erosione va mitigato attuando sia oculati interventi di sistemazione del terreno quanto più "sostenibili" da un punto di vista ambientale e sia attuando interventi mirati ad una correzione della gestione agricola orientata verso pratiche di salvaguardia e protezione della risorsa "suolo".

## 4.8 Conclusioni

Come dimostra l'attività finora esposta, la prevenzione ed il contenimento del degrado del suolo causato dai processi erosivi può trovare un efficace strumento di contrasto sia mediante l'utilizzo mirato di tecniche agronomiche sostenibili e già determinate nel vigente regime di condizionalità e sia tramite idonee opere di sistemazione del terreno.

Una volta definite le caratteristiche idrologiche e climatiche di un determinato bacino (unitamente a quelle agronomiche e pedologiche), un utilizzo ottimale di tali tecniche sarà possibile orientando gli interventi nelle aree in cui il fattore antropico/agronomico risulta maggiormente influente il fenomeno stesso. Per discriminare questa maggiore influenza ecco che il sistema di supporto alle decisioni – costituito dalla modellistica RUSLE da un lato e dalla valutazione della sensibilità alla desertificazione esplicitata anche tramite l'impiego di sistemi di georeferenziazione, in sinergia con le nuove applicazioni internet, dall'altro – potrà indirizzare efficacemente gli interventi di mitigazione del fenomeno erosivo.

Pertanto, nel proseguimento complessivo dell'attività sarà opportuno affinare la valutazione dei fenomeni di erosione – anche puntuali – nelle differenti classi d'uso del suolo maggiormente rappresentative del bacino studiato. Sarà, inoltre, auspicabile trovare nei sottobacini a maggior rischio erosivo una correlazione positiva e quanto mai evidente tra fattore antropico ed agronomico e sensibilità alla desertificazione. In tal modo, in un'ottica di prevenzione e protezione dal fenomeno erosivo si potrà scegliere dove intervenire, con quale intervento e con che priorità in una visione di pianificazione a scala di bacino e di sub-bacini prioritari di intervento. A tal fine, il sistema di supporto alle decisioni sperimentato consentirà di scegliere le svariate priorità e modalità di intervento da porre in essere, a partire dalla tipologia di dissesto evidenziata.

## 4.9 Bibliografia

APAT, CTN\_TES – TES-T-MAN-03-02 "Elementi di progettazione della rete nazionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali. Versione aggiornata sulla base delle indicazioni contenute nella strategia tematica del suolo dell'Unione Europea (Ottobre 2004)"

Bagarello V., Ferro V., *Calibrating Storage Tanks For Soil Erosion Measurement From Plots*, *Earth Surface Processes And Landforms* (1998), Vol. 23, 1151-1170

Beven K., *Changing ideas in hydrology – The case of a physically-based models*, *Journal of Hydrology* (1989), Vol. 105, 157-172

Brown L.R. (1984). *Conserving soils, State of the World*, Brown L.R. ed., Norton, New York, 53-75

Burrough P.A., McDonnell R.A., (1998). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press

D.M. 22 dicembre 2009 n. 30125, *Disciplina del regime di condizionalità ai sensi del regolamento (CE) n. 73/2009 e delle riduzioni ed esclusioni per inadempienze dei beneficiari dei pagamenti diretti e dei programmi di sviluppo rurale*

DISforME Project – Sito web: <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/>

Ferro V., *La sistemazione dei bacini idrografici*, Mc Graw Hill (2002), 676 pp.

Ferro V., *Problematiche inerenti la modellazione e la misura dell'erosione e della produzione di sedimenti*, Seminario "Monitoraggio e Modellazione dei Processi Idrologici", Palermo, Ottobre 1999, 80 pp.

Flanagan D.C., Nearing M.A., *USDA-Water Erosion Prediction Project: technical documentation*, NSERL Report no. 10. Natl. Soil Erosion Res. Lab., West Lafayette (1995), In.

Mabutt J.A. (1984). *A new global assessment of the status and trends of desertification*, *Environmental Conservation*, 11, 103, 1984

Morgan R.P.C., *Soil erosion and conservation*, Longman Scientific & Tecnical (1986), London

Mitasova H., J. Hofierka, M. Zlocha, R.L. Iverson. (1996). *Modeling topographic potential for erosion and deposition using GIS*. *Int. Journal of Geographical Information Science*, 10 (5), 629-641

Mitasova et al.(2001). Sito web: [http://www.targetstars.org/ricerca\\_ex\\_isafa/ri-selvitalia43/ASP/Erosione/helpErosione.htm](http://www.targetstars.org/ricerca_ex_isafa/ri-selvitalia43/ASP/Erosione/helpErosione.htm) (metodo "Single flow" per il calcolo del flow accumulation)

Morgan R.P.C., Nearing M.A., *Soil erosion models: present and future*, Proc. "Third International Congress of the European Society for Soil Conservation", J.L. Rubio, S. Asins, V. Andreu, J.M. de Paz and E. Gimeno editors 28 March-1 April (2000), Valencia (Spain), Key Notes Volume, 145-164

Nearing M.A., L.J. Lane, E.E. Alberts, J.M. Laflen, *Prediction technology for soil erosion by water: status and research needs*. Soil.Sci.Soc.Am.J. (1990), Vol. 54, 1702-1711

Nearing M.A., Govers G., Norton L.D., *Variability in soil erosion data from replicated plots*, Soil Science Society of America Journal (1999), Vol. 63, 1829-1835

Nearing M.A., *Evaluating soil erosion models using measured plot data: accounting for variability on the data*, Earth Surface Processes and Landforms (2000), Vol. 25, 1035-1043

Regione Lazio, "Manuale di Ingegneria Naturalistica - Volume 3: Sistemazione dei versanti" (2003)

Regione Siciliana, *Decreto regionale della Condizionalità della PAC per l'anno 2010*, D.D.G. 135 del 19/02/2010

Regione Siciliana – Assessorato Agricoltura e Foreste, *Normale Buona Pratica Agricola*

Regione Siciliana – Assessorato Agricoltura e Foreste, "Linee Guida per una vitivinicoltura di qualità" (2006)

Risse L.M., Nearing M.A., Nicks A.D., Laflen J.M., *Assessment of Error in the Universal Soil Loss Equation*, Soil Science Soc. of Am. J. (1993), Vol. 57, 825-833

Trioli G.; Hofmann U. (2009): *ORWINE: Codice di buone pratiche per la viticoltura e l'enologia biologica*

Università degli Studi, Dipartimento ITAF, *Meccanizzazione di vigneti su pendici terrazzate a forte declività nell'isola di Pantelleria*

Wischmeier W.H., Johnson C., Cross B., *A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites*, Journal of Soil and Water Conservation (1971), Vol. 26 may-june, 189-193

Wischmeier W.H., D.D. Smith. (1978). *Predicting rainfall erosion losses – A guide for conservation planning*. In: *Agriculture Hand – book 537*, USDA



## **5 - Il sistema di supporto alle decisioni nella gestione delle risorse idriche**

---

SR

## 5.1 Introduzione

Nell'ambito delle attività di ricerca multidisciplinari, volte a contrastare e/o a mitigare i processi di desertificazione, un ruolo importante deve essere attribuito alle tematiche relative ad una corretta gestione delle risorse idriche, finalizzata al controllo ed alla conservazione quantitativa e qualitativa della risorsa. Il degrado qualitativo e quantitativo delle acque costituisce, infatti, una seria problematica ambientale laddove l'approvvigionamento idrico per usi civili, agricoli e industriali, deve fare affidamento allo sfruttamento di queste risorse.

Le pressioni di tipo antropico, legate anche alle attività produttive e ai loro impatti (lo scarico incontrollato di reflui di varia origine, l'irrorazione di sostanze chimiche per trattamenti antiparassitari e concimazioni, il sovrasfruttamento delle acque sotterranee, i fenomeni d'intrusione di acqua marina, etc.) possono produrre un degrado quali quantitativo di questa risorsa, rendendola inadatta ai vari usi ed in particolare a quelli più pregiati (idropotabili e ambientali).

In tal senso il degrado delle risorse idriche di un territorio, influenzando negativamente sugli ambienti naturali e sulla crescita socioeconomica dell'area, costituisce un fondamentale indicatore dei processi di desertificazione, intesi nell'accezione più generale di degrado del territorio derivante da diversi fattori, comprese le variazioni climatiche e l'impatto antropico.

La necessità di individuare degli indicatori di qualità ambientale è una delle priorità evidenziate dalla Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione lo strumento necessario per supportare operativamente un largo spettro di attività, quali la stima, la valutazione e la rappresentazione cartografica delle dimensioni del fenomeno, nonché per individuarne le cause, quantificarne gli impatti, giustificare la spesa per gli interventi di mitigazione, monitorare l'efficacia degli interventi stessi.

Il presente lavoro illustra i primi risultati dell'applicazione di un modello di gestione delle risorse idriche come sistema di supporto alle scelte orientate alla gestione sostenibile in un'ottica di mitigazione dei fenomeni di desertificazione, a scala di bacino idrografico in ambiente mediterraneo, partendo da un caso di studio in un bacino campione della Sicilia. I criteri di scelta dell'area pilota, individuata nel bacino del fiume Irmínio, sono stati dettati dall'esigenza di soddisfare alcune peculiarità quali: presenza di corpi idrici superficiali (fiumi, canali, dighe, etc.), agglomerati urbani e attività produttive, che generano quindi usi competitivi della risorsa idrica.

L'applicazione è stata sperimentata nel bacino del fiume Irmínio che presenta, secondo la valutazione della sensibilità alla desertificazione effettuata con l'indice ESA, delle criticità rispetto ai fenomeni di desertificazione. Nel seguito verrà quindi effettuata una sintetica descrizione del bacino.

## 5.2 Il quadro conoscitivo

### 5.2.1 Identificazione del bacino

Il bacino del fiume Irmínio si estende per circa 254 km<sup>2</sup> e ricade nel versante meridionale della Sicilia, interessando il territorio della provincia di Ragusa. In esso ricadono i centri abitati di Giarratana e Ragusa. Confina ad ovest con il bacino del fiume Ippari e con alcuni bacini minori, a nord con il bacino del fiume Acate a nord-est con il bacino del fiume Anapo ad est con il bacino del fiume Tellaro. L'altitudine del bacino del fiume Irmínio varia da un valore minimo pari a 0 m.s.m ad un valore massimo di 986 m.s.m. Le quote più alte del bacino si riscontrano nei territori comunali di Ragusa e di Giarratana, l'orografia è qui caratterizzata dal tipico paesaggio dell'altopiano ibleo.

In direzione sud la fisiografia degrada, passando da fascia "collinare" a pianura costiera, la zona collinare ricade nelle ultime propaggini del comune ragusano e in parte nel territorio di Modica; la zona pianeggiante ricade nel territorio comunale di Scicli.

Il bacino idrografico del fiume Irmínio risulta costituito essenzialmente da calcari organogeni e biodetritici e calcareniti di facies neritica e di piattaforma del Miocene medio-inferiore. Alcuni modesti affioramenti argillosi e limitati depositi alluvionali si rinvergono nella Piana di Giarratana. Nella parte meridionale del bacino adiacente alla zona costiera si riscontra la presenza di accumuli detritici ed alluvionali e fluviolacustri (Olocene).

Il fiume Irmínio, corso d'acqua a regime permanente, nasce alle pendici di monte Lauro a circa 986 m s.l.m. Il fiume attraversa da nord a sud-ovest tutto l'altopiano ibleo, profondamente incassato e dopo un percorso di circa 58,6 km sfocia nel Canale di Sicilia in località Torre Giardinelli (RG).

Il fiume Irmínio riceve numerosi corsi d'acqua tra cui il torrente Gria, il torrente Cava Volpe, il torrente Mastratto e il torrente Cava S. Leonardo.

Il fiume Irmínio ha sempre destato un notevole interesse naturalistico e paesaggistico che ha condotto nel 1985 alla istituzione della riserva naturale "macchia foresta del fiume Irmínio", la quale si estende per circa 135 ha in prossimità della foce. La foce del fiume Irmínio presenta un tipico habitat dunale (ginepro coccolone) con lembi di macchia foresta nelle zone più interne. La componente animale è rappresentata da una fauna tipicamente limicola con presenza di testuggine palustre, folaga e gallinella d'acqua.

Il fiume Irmínio attraversa oltre la "Riserva Naturale Macchia Foresta del fiume Irmínio" anche i SIC "Alto corso del fiume Irmínio" e "Foce del fiume Irmínio".

## 5.3 Caratterizzazione del bacino

### 5.3.1 Caratterizzazione climatica

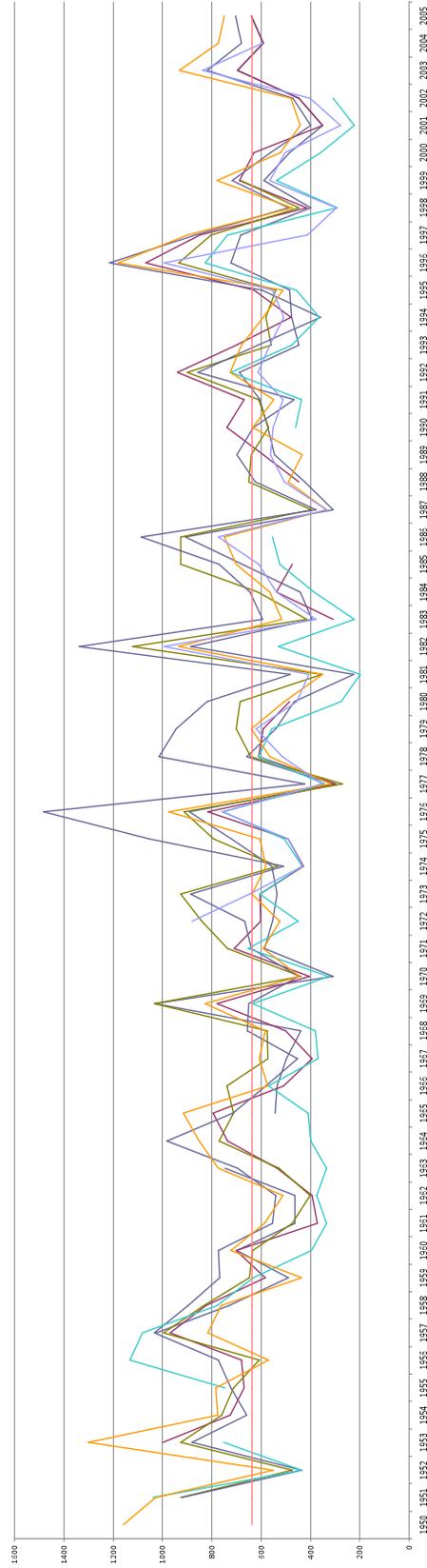
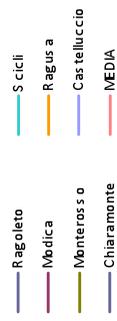
Da un punto di vista climatico, secondo l'Indice di aridità di De Martonne, la zona settentrionale del bacino presenta un clima temperato caldo, mentre le restanti zone un clima semiarido. Nel complesso, infatti, il clima risulta abbastanza variegato, con zone in cui si riscontra un clima termo-mediterraneo secco che tende a divenire termo-mediterraneo sub-umido nelle zone più interne. La parte settentrionale del bacino presenta un clima di tipo mesomediterraneo sub-umido.

Lo studio delle precipitazioni e delle temperature è stato condotto sulla base dei dati pubblicati dall'Osservatorio delle acque della Regione Siciliana.

Per quanto riguarda i dati di temperatura essi riguardano i valori massimi minimi e medi delle stazioni di Zappulla, Vittoria, Monterosso, Ragoletto Ragusa e Modica.

Per quanto riguarda i dati pluviometrici sono stati acquisiti ed elaborati i dati di pioggia giornalieri del periodo 1950-2005 relativi alle seguenti stazioni: Ragoletto, Modica, Monterosso, Chiamonte, Scicli, Ragusa e Castelluccio. Nel grafico seguente sono riportati i valori di piovosità annua di ciascuna delle stazioni indicate e il valore medio del periodo.

**Grafico 5.1**  
PRECIPITAZIONI ANNUE DEL PERIODO 1950-2004



## 5.4 Uso del territorio

### 5.4.1 Insediamenti urbani

Lo studio della caratterizzazione socio-economica è stato condotto al fine di fornire una sintesi sulla pressione antropica derivante dalle attività economiche e dalle presenze insediative nel bacino. Si è proceduto, quindi, all'analisi della popolazione residente e fluttuante e allo studio degli impatti significativi esercitati dall'attività industriale, agricola e zootecnica sullo stato delle acque superficiali.

Il bacino dell'Irminio comprende dal punto di vista amministrativo parte dei territori delle province di Ragusa e Siracusa. I comuni i cui territori ricadono in parte nel bacino per la provincia di Ragusa sono Scicli, Monterosso Almo, Giarratana, Modica e parte dello stesso territorio del comune di Ragusa; mentre per la provincia di Siracusa solo parte del territorio del comune di Buscemi.

### 5.4.2 Attività industriali

La presenza di industrie all'interno del bacino è concentrata nel territorio ragusano. L'industria metallurgica e quella alimentare occupano una posizione di rilievo rispetto alle altre attività produttive comunque presenti. Tra queste si segnalano la lavorazione dei materiali non metallici, l'industria meccanica, tessile e manifatturiera.

### 5.4.3 Attività agricole e zootecniche

Altre fonti di inquinamento sono rappresentate dalle attività agricole e zootecniche. Per quanto riguarda la produzione di vegetali la responsabilità dell'inquinamento idrico è da imputarsi alla penetrazione nel suolo di fertilizzanti, pesticidi e fitofarmaci; per quanto con-

cerne la zootecnia il riferimento è ai residui metabolici provenienti dall'allevamento di animali terrestri quali equini, bovini, suini, ovini, caprini ed avicoli.

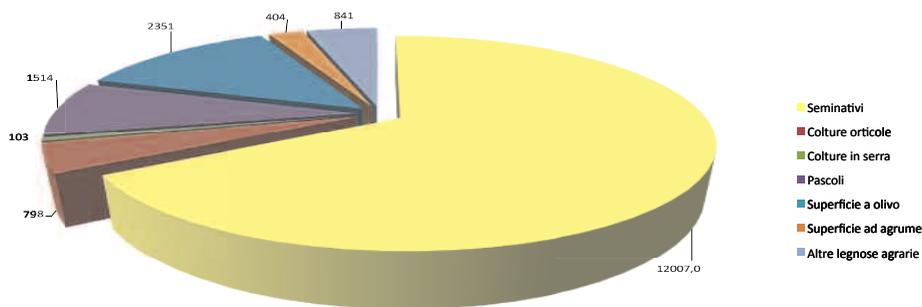
Dall'elaborazione dei dati tratti dalla Carta dell'uso del suolo (Regione Siciliana Assessorato Territorio e Ambiente) ed attraverso l'elaborazione di dati ISTAT relativi alle variazioni dell'uso del suolo agricolo e forestale risulta che la maggiore parte della superficie è coperta da territorio agricolo.

La superficie del bacino del fiume Irmínio destinata a usi rurali ammonta a 20.012 ettari, la SAU che raggruppa le superfici occupate da seminativi, coltivazioni, prati permanenti e pascoli ammonta a 18.199 ettari.

Come si evince dal grafico sotto riportato (Grafico 5.2) la coltura predominante nel bacino è il seminativo, che copre circa 12.000 ettari, le serre si localizzano nella zona costiera. Altre colture presenti sono gli oliveti (2.351 ettari) e altre legnose agrarie (841 ettari). Nella parte alta del bacino e in località Cozzo Strepinozza si localizzano i pascoli (1.514 ettari).

### Grafico 5.2

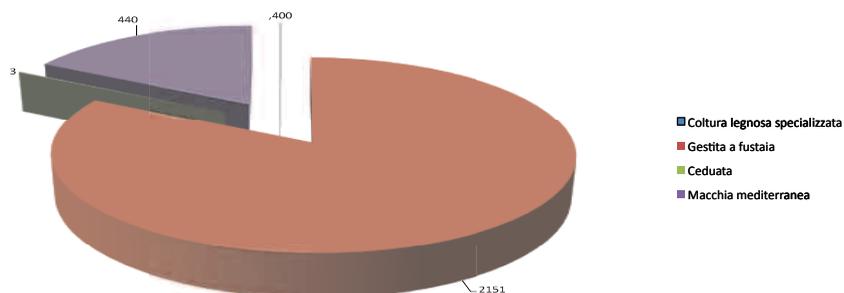
SUPERFICI AGRICOLE PRESENTI NEL BACINO DEL FIUME IRMINIO ESPRESSE IN ETTARI



Di minore consistenza rispetto alla superficie agricola, risulta la copertura boscata nel complesso costituita, come si evince dal grafico sotto riportato (Grafico 5.3), principalmente da boschi a fustaia (83%) per un valore di circa 2.150 ettari. La restante superficie è quasi interamente coperta da macchia mediterranea (17%) per un valore di circa 440 ettari.

### Grafico 5.3

SUPERFICI BOSCHIVE PRESENTI NEL BACINO DEL FIUME IRMINIO ESPRESSE IN ETTARI



## 5.5 Caratterizzazione geologica del bacino del fiume Irmínio

### 5.5.1 Inquadramento geografico e geomorfologico

Il bacino idrografico del fiume Irmínio, ricadente nel settore sud-orientale del versante meridionale della Sicilia, si estende per 254,55 km<sup>2</sup>, interessando prevalentemente il territorio della provincia di Ragusa con i comuni di Monterosso Almo, Giarratana, Chiaramonte Gulfi, Ragusa e Scicli, e secondariamente il territorio della provincia di Siracusa, con i comuni di Buccheri e Buscemi.

Esso confina con i bacini idrografici del fiume Acate-Dirillo a nord-ovest, fiume Anapo a nord-est, fiume Tellaro ad est, fiume Scicli e torrente Modica a sud-est, fiume Ippari ad ovest e con l'area territoriale compresa tra il fiume Ippari ed il fiume Irmínio a sud-ovest.

L'assetto fisiografico e morfologico del bacino, contraddistinto da una forma stretta ed allungata con direzione preferenziale di allungamento NNE-SSW e da caratteristiche morfologiche eterogenee, è strettamente connesso non soltanto alle caratteristiche geologiche dei terreni su cui si imposta, ma anche alla tettonica post-miocenica che caratterizza l'intera area iblea in cui ricade il bacino. Procedendo da monte verso valle la morfologia del bacino è, infatti, caratterizzata nel settore più settentrionale (nei pressi di Monte Lauro) da rilievi tabulari tipici dell'altopiano ibleo impostati sulle vulcaniti basiche plioceniche e incisi dalle valli moderatamente ripide dell'Irmínio; nel settore centro-settentrionale (nei pressi dell'abitato di Giarratana) da rilievi collinari dolci impostati sui terreni marnosi della Formazione Tellaro e caratterizzati da incisioni fluviali poco accentuate; nel settore centrale (nei pressi del comune di Ragusa) da versanti aspri e scoscesi ed incisioni profonde e strette (le cosiddette "cave") che si impostano sulle successioni calcaree della Formazione Ragusa; nel settore meridionale (nei pressi della foce del fiume) da versanti meno acclivi ed incisioni meno profonde che si impostano principalmente sui litotipi calcarei della Formazione Ragusa e secondariamente sulle marne della Formazione Tellaro (Regione Siciliana - Assessorato Territorio e Ambiente, 2005; Università di Catania - Istituto di geologia e Geofisica e CNR - GNDICI, 1989, 1990, 1993, 1997).

Lungo la zona costiera si alternano morfotipi a coste basse rocciose e piane costiere o piane alluvionali con spiagge sabbiose bordate da residui di cordoni dunali in zone litoranee fortemente antropizzate.

### 5.5.2 Assetto tettonico-strutturale

Dal punto di vista tettonico-strutturale il territorio del bacino del fiume Irmínio ricade all'interno dell'area dell'avampaese ibleo, un alto strutturale tipo "horst" di natura calcarea che costituisce il settore più settentrionale dell'avampaese africano, interessato da grandi lineamenti strutturali legati ad una tettonica distensiva. Tali lineamenti strutturali delimitano l'avampaese ibleo ad ovest e nord-ovest dalla "falda di Gela" attraverso un sistema di faglie "a gradinata" orientate secondo la direzione NE-SW, a sud-est dalla "Scarpata di Malta", attraverso un altro sistema di faglie "a gradinata" orientate secondo la direzione NNE-SSW. Il regime tettonico distensivo ha determinato nell'altopiano ibleo la formazione di faglie dirette verticali e sub-verticali secondo tre principali sistemi aventi rispettivamente orientamento NE-SW, NNE-SSW e WNW-ESE (Rigo e Cortesini, 1961; Di Grande e Grasso, 1977; Grasso et al., 1979). I sistemi di faglie orientati secondo le direzioni NE-SW e NNE-SSW costituiscono i sistemi principali che delimitano l'horst calcareo ibleo ad ovest dall'avanfossa Gela-Catania con l'allineamento Comiso-Chiaramonte, e ad est dalla depressione di Ispica-Capo Passero con l'allineamento Pozzallo-Ispica-Rosolini (Figura 5.1). I sistemi principali di faglie, intersecandosi con sistemi secondari orientati in direzioni sub-parallele a quelle principali, determinano la formazione di numerosi elementi strutturali minori del tipo "horst" e "graben" (Kafka e Kirkbride, 1959).

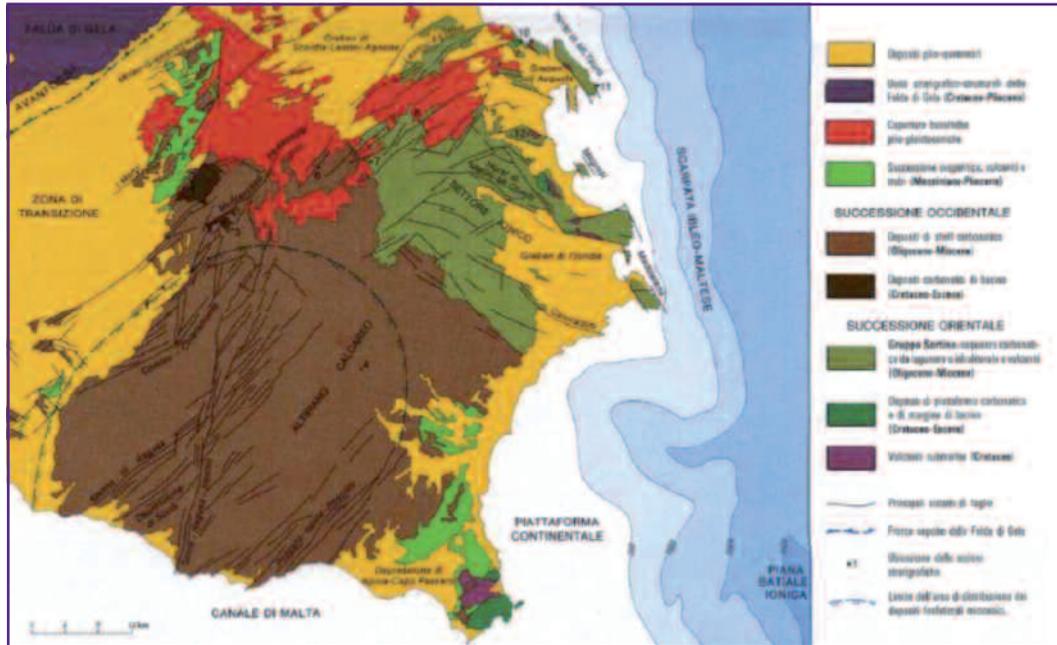


Figura 5.1

Schema stratigrafico-strutturale dell'altopiano ibleo (Fonte: Regione Siciliana-Presidenza, Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipt. Protezione Civile, Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche e la Tutela delle Acque in Sicilia, 2007)

### 5.5.3 Caratteristiche litostratigrafiche

Dal punto di vista litostratigrafico, nel territorio del bacino del fiume Irminio si succedono dall'alto verso il basso le seguenti unità (Regione Siciliana - Assessorato Territorio e Ambiente, 2005; Università di Catania - Istituto di geologia e Geofisica e CNR - GNDCI, 1989, 1990, 1993, 1997; ISPRA - Servizio Geologico d'Italia, 2010; Regione Siciliana - Assessorato dei Beni Culturali e dell'Identità Siciliana - Dipt. Reg. dei beni culturali e della identità siciliana, 2011):

- **Spiagge attuali e depositi eolici (Olocene):** sabbie fini, di colore giallo a composizione prevalentemente quarzosa e secondariamente carbonatica, che compongono le spiagge ed i cordoni dunali residui della zona costiera.
- **Alluvioni fluviali (Olocene):** materiali alluvionali, composti da ciottoli carbonatici in matrice sabbioso-limoso, che affiorano lungo i fondovalle e gli alvei del fiume Irminio e dei suoi affluenti.
- **Detrito di falda (Pleistocene superiore - Olocene):** materiale detritico, costituito da breccie con clasti carbonatici in matrice sabbiosa carbonatica, che affiora prevalentemente ai fianchi dell'alveo del fiume Irminio.

- **Depositi palustri (Pleistocene superiore):** depositi composti da argille e limi bruno-giallastri con livelli di torba e, localmente, rari resti di invertebrati, che affiorano nei pressi dell'abitato di Frigintini (comune di Ragusa) e di Masseria Trefiletti (comune di Monterosso Almo).
- **Alluvioni fluviali terrazzate (Pleistocene medio – Olocene):** depositi composti da ciottoli carbonatici arrotondati in matrice detritica sabbiosa di colore generalmente rossastro.
- **Depositi terrazzati marini (Pleistocene superiore):** depositi affioranti prevalentemente nei pressi della foce del fiume Irminio e costituiti da sabbie carbonatiche di colore bianco-giallastro o da conglomerati a clasti carbonatici di forma appiattita immersi in matrice sabbiosa.
- **Calcareni del Pleistocene inferiore:** si tratta di calcareniti di colore bianco-giallastro che giacciono in discordanza sulla Formazione dei Trubi e che affiorano lungo il versante orientale del fiume Irminio in prossimità del tratto terminale.
- **Vulcaniti basiche (Pliocene superiore):** prodotti del vulcanismo alcalino-basaltico associato al regime tettonico distensivo dell'altopiano ibleo, che affiorano nella zona di Monte Lauro e sono costituiti dal basso verso l'alto da prodotti di eruzione sottomarina (jaloclastiti, breccie vulcano-clastiche, breccie a "pillow" in matrice vulcano-clastica) e da prodotti di eruzione subaerea (colate di lava ed in misura minore prodotti piroclastici).
- **Breccie calcaree (Pliocene superiore):** si tratta di breccie calcaree e limi continentali che affiorano nell'alta valle del bacino del fiume Irminio.
- **Vulcanoclastiti, pillow-breccia e colate laviche sottomarine basiche (Tortoniano superiore):** vulcaniti basiche aventi caratteristiche e spessori eterogenei ed affioranti nei pressi di Monterosso Almo e a nord di Giarratana.
- **Formazione Tellaro (Serravalliano – Messiniano inferiore):** si tratta di marne debolmente stratificate di colore grigio-azzurro al taglio fresco e bruno-giallastro in condizioni alterate, che sono in contatto stratigrafico di continuità di sedimentazione con la sottostante Formazione Ragusa (Membro Irminio). Sebbene il limite superiore di questa formazione sia il Tortoniano Superiore, si riscontrano spesso nella sua parte sommitale affioramenti di marne calcaree giallastre stratificate che costituiscono la prosecuzione fino al Messiniano inferiore della Formazione Tellaro; tali affioramenti si rinvergono in lembi piuttosto estesi nel versante meridionale del Monte Lauro, nell'alta valle del fiume Irminio (nei pressi dell'abitato di Giarratana), e lungo i versanti del tratto più meridionale del bacino.
- **Formazione Ragusa – Membro Irminio (Aquitano – Langhiano inferiore):** successione carbonatica costituita, nella parte inferiore, da banchi di spessore fino a 10 m di calcareniti e calciruditi bianco-grigiastre separati da sottili livelli marnoso-sabbiosi, nella parte mediana da un'alternanza di livelli decimetrici (30-60 cm) di calcareniti grigiastre e di calcari marnosi e nella parte superiore da marne biancastre alternate a strati calcareo-marnosi. La successione raggiunge spessori di circa 60 m. Nel territorio del bacino dell'Irminio affiorano prevalentemente i termini della parte mediana della successione carbonatica del Membro Irminio.

- **Formazione Ragusa – Membro Leonardo (Oligocene superiore):** alternanza di livelli decimetrici (30-100 cm) di calcisiltiti biancastre e livelli da centimetrici a decimetrici (5-20 cm) di marne e calcari marnosi biancastri. La successione, che raggiunge spessori di circa 100 m, affiora principalmente lungo la valle del fiume Irmínio da Ragusa a Cozzo Streppenosa.
- **Formazione Amerillo (Eocene medio):** costituita da calcilutiti marnose di colore bianco crema a frattura concoide, contenenti lenti di selce bruna, che raggiunge spessori di circa 40 m ed affiora in prossimità di Cozzo Streppenosa.

Nell'ambito del bacino del fiume Irmínio le unità litostratigrafiche maggiormente rappresentate risultano essere quelle oligo-mioceniche della Formazione Ragusa e della Formazione Tellaro, i cui affioramenti occupano la maggior parte della superficie dell'intero bacino, mentre le unità plio-pleistoceniche, cioè le vulcaniti basiche del Pliocene superiore e le calcareniti ed i depositi terrazzati marini del Pleistocene, affiorano in lembi ridotti all'interno del bacino idrografico rispettivamente lungo la parte più settentrionale le prime e lungo quella più meridionale le seconde.

#### 5.5.4 Il sistema delle utilizzazioni irrigue e stima dei fabbisogni

Il bacino ha un'estensione pari a 25.500 ha, di cui il 71% è rappresentato da superficie agricola utile (circa 18.200 ha). Come già espresso, la coltura predominante è il seminativo. E' significativa nella zona costiera la presenza di colture in serra. Si segnalano, altresì gli oliveti, altre legnose agrarie e, nella parte alta del bacino e in località Cozzo Strepinozza, i pascoli.

Soltanto il 16% della superficie coltivata viene di fatto irrigata, circa 3.266 ha, dei quali circa 2.285 ha con reti collettive. Il bacino, infatti, rientra nel territorio afferente al Consorzio di Bonifica 8 di Ragusa, comprensorio irriguo "Scicli" comparto irriguo "Mussillo-Castelluccio" e "Giumarra", attrezzato ed irrigato per circa 2.285 ha. La restante parte, circa 981 ha sono terreni irrigati con risorse private sotterranee.

Per il bacino in esame, si è proceduto ad una valutazione dei volumi idrici per l'irrigazione delle aree gestite con le risorse consortili (se presenti) e dei volumi stimati per l'irrigazione delle superfici irrigue oasistiche; la componente consortile ha un approvvigionamento dagli invasi di origine superficiale, quella oasistica è alimentata da risorse sotterranee in genere non identificate in maniera puntuale.

Le fonti di approvvigionamento consortili sono rappresentate da acque sotterranee costituite dai Pozzi gravina, Dammusi e Arizza e dalle sorgenti Giumarra, Mussillo, Mangiagesso e da acque superficiali costituite da:

- presa acqua Castelluccio sul fiume Irmínio,
- presa acqua fluente Donnalucata sul fiume Irmínio,
- invaso Santa Rosalia. Il serbatoio è utilizzato a scopo irriguo dai territori dei comuni di Ragusa e Scicli, e ad uso potabile dagli insediamenti rurali situati nei comuni di Modica e Ragusa. Poco a valle del corpo diga è stato realizzato un potabilizzatore.

## 5.6 Il modello di gestione delle risorse idriche

### 5.6.1 Generalità

La gestione e pianificazione della risorsa idrica a scala di bacino necessita innanzitutto dell'identificazione della migliore soluzione di utilizzo delle acque legata alle caratteristiche specifiche dell'area in esame (suolo, agricoltura, infrastrutture, vincoli ...).

La pianificazione richiede quindi una conoscenza complessiva sul bacino, che si origina da studi specifici di settore, organizzata nell'ambito di uno strumento capace di sostenere analisi integrate.

Si è pertanto utilizzato il modello MIKE BASIN, sviluppato dal DHI per la simulazione dell'intero ciclo idrologico, specializzato nella rappresentazione e gestione di dati informativi sulle reti idrografiche e relative interconnessioni con fattori antropici.

Il codice MIKE BASIN consente la gestione di dati informativi sulle reti idrografiche e delle relative interconnessioni con fattori antropici e può essere considerato come un vero e proprio strumento di supporto decisionale per la gestione delle risorse idriche, per l'applicazione-verifica di azioni di gestione dei deflussi.

Il modello di bilancio idrologico costruito con il codice MIKE BASIN simula il comportamento "artificiale" del corso d'acqua considerando tutte le componenti relative ai deflussi idrologici "naturali" e alle derivazioni idriche con o senza successive restituzioni in alveo.

Consente, in particolare, di inglobare in un'analisi integrata anche diversi aspetti che traggono origine da studi di dettaglio e di essere di supporto nelle decisioni riguardanti ad esempio lo "sviluppo sostenibile" nel caso di risorse idriche limitate a causa di utilizzi competitivi o non compatibili, tenendo in conto le fissate priorità d'uso, le caratteristiche proprie del territorio (ad es. urbano o rurale) in esame ed i vincoli di natura socio-economica.

La formulazione del bilancio idrico a scala di bacino discende dall'analisi:

- della dinamica di generazione dei deflussi superficiali nel bacino montano;
- dei processi di ricarica e di deflusso sotterraneo nel sistema acquifero di pianura, (tenendo conto delle derivazioni per vari usi da corsi d'acqua e tramite pozzi);
- delle regolazioni;
- di ulteriori fattori di origine antropica.

### 5.6.2 L'applicazione del modello al fiume Irminio

Tale analisi viene condotta mediante l'applicazione di un sistema di modelli numerici di simulazione tarati su elementi conoscitivi, in parte derivati da misure dirette delle principali componenti in gioco.

Il modello descritto è stato applicato al bacino del fiume Irminio per valutare l'andamento dei deflussi superficiali in funzione delle utilizzazioni delle stesse.

L'analisi delle utilizzazioni ha evidenziato che le acque del fiume sono prevalentemente utilizzate per usi irrigui attraverso due derivazioni (derivazione Castelluccio e una traversa in prossimità della foce) e l'invaso Santa Rosalia.

Quest'ultimo destina una modesta parte dei volumi invasati all'uso potabile.

Sono stati quindi valutati due diversi scenari il primo è quello relativo alle condizioni naturali e cioè in assenza di qualsiasi derivazione e regolazione dei deflussi superficiali, il secondo è quello in cui si prevede l'utilizzo delle risorse con la presenza dell'invaso Santa Rosalia e le due derivazioni.

Il confronto consente di valutare le alterazioni prodotte sul regime naturale del fiume e inoltre la presenza di periodi in cui vi possono essere criticità dovute a deficit ovvero a insufficienza delle risorse rispetto alle utilizzazioni.

L'attività si è basata sul quadro conoscitivo effettuato e i cui risultati sono riportati nel documento.

La prima fase preparatoria delle simulazioni è consistita nel ricostruire, a partire dal modello digitale del terreno, il bacino idrografico ed il reticolo principale ed a caratterizzare le utenze e l'invaso.

Successivamente, si è proceduto a valutare i contributi unitari dei deflussi relativi ai tre sottobacini in cui è stato suddiviso l'intero bacino ai fini delle successive valutazioni.

A tal fine si è reso necessario – non disponendo di sufficienti misure di deflussi – ricostruire i deflussi a partire dagli afflussi meteorici, secondo procedure classiche dell'idrologia tecnica.

Per tale scopo si è utilizzato un modello idrologico integrato nel software MIKE11. Tale modulo denominato "RR" (*Rainfall Runoff*) si avvale di un modello tipo "lumped" a più serbatoi denominato "NAM".

Per la calibrazione dei parametri si è proceduto a ricostruire l'andamento dei deflussi con il modello NAM sul bacino del fiume Tellaro che è stato ritenuto idrologicamente simile in base alle valutazioni climatiche, geologiche e di uso del suolo.

Successivamente, i parametri di calibrazione sono stati utilizzati nel modello per valutare i deflussi giornalieri nei tre sottobacini in cui è stato suddiviso il bacino del fiume Irminio.

La ricostruzione dei deflussi giornalieri è stata effettuata per il periodo 1961-2004, anche se per le successive simulazioni in MIKE BASIN si è utilizzato il periodo 1984-2004.

Si è al momento scelto di utilizzare i valori medi giornalieri del ventennio considerato.

- Sono stati quindi valutati diversi scenari con riferimento alle seguenti condizioni:
- condizione relativa all'anno medio: sono stati considerati i deflussi giornalieri relativi alla mediana dei deflussi giornalieri ricostruiti del ventennio 1984-2004;
  - condizioni relative ad anno siccitoso: sono stati considerati i deflussi giornalieri relativi al quartile del ventennio dei deflussi giornalieri ricostruiti 1984-2004;
  - condizione dinamica in cui è stata effettuata la simulazione pluriennale nel periodo 2000-2004.

Per ciascuna condizione, sono stati valutati i diversi scenari che hanno considerato le condizioni naturali, in assenza cioè di derivazioni e dell'invaso, e diverse regole di derivazione e di gestione dei volumi invasati dalla diga Santa Rosalia.

In seguito, è stata eseguita la simulazione considerando le derivazioni presenti sul fiume, secondo l'indagine effettuata nel corso della redazione del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia. Si sono individuate due derivazioni: una detta Castelluccio ed una traversa in prossimità della foce. Tali derivazioni alimentano le utenze irrigue del Consorzio di bonifica di Ragusa che servono alcuni distretti irrigui del consorzio medesimo.

Le caratteristiche delle due derivazioni sono state dedotte dal piano di gestione citato.

L'altro importante elemento di pressione sul regime del fiume Irmínio è rappresentato dall'invaso Santa Rosalia. Le caratteristiche dell'invaso e le informazioni sulla gestione delle risorse regolate sono anch'esse tratte dal Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia.

Il sistema complessivo delle utenze utilizzato per la simulazione è riportato nella figura seguente.

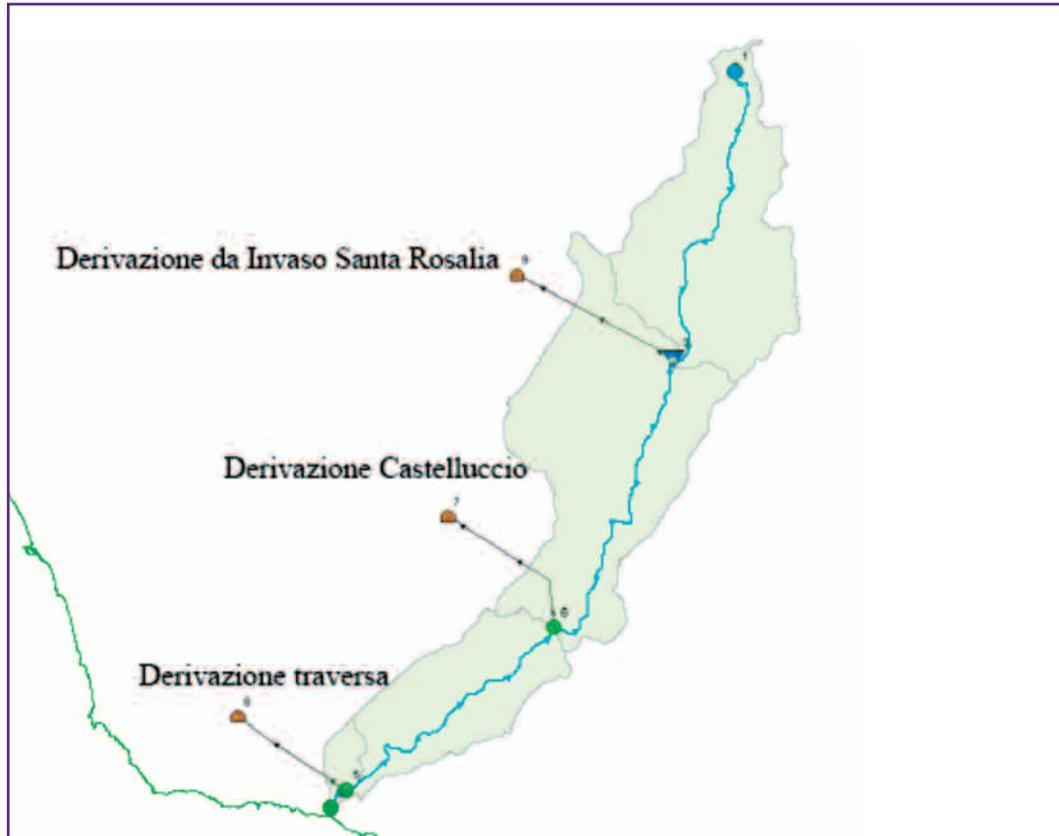


Figura 5.2  
*Fiume Irminio: sistema complessivo delle utenze*

Le valutazioni dei deflussi giornalieri sono state effettuate nelle stesse sezioni d'interesse ove sono state fatte le simulazioni in condizioni naturali. Tali sezioni sono ubicate a valle delle due derivazioni ad acqua fluente e dell'invaso.

## 5.7 Conclusioni

Il lavoro svolto consente una prima valutazione dell'impatto antropico indotto sul regime delle acque superficiali e di avviare la valutazione di scenari diversi in funzione dell'evoluzione dei cambiamenti climatici che possono rendere il sistema di utilizzazioni non compatibile con una strategia di gestione delle risorse sostenibile e di mitigazione degli effetti di desertificazione.

Sono state, così, valutate le criticità derivanti dalla possibilità di garantire le utenze irrigue, il deflusso minimo vitale e sono stati individuati i periodi di completa assenza di deflussi.

Sono stati, in particolare, valutati i periodi in cui l'utilizzo irriguo effettuato secondo le previsioni del gestore potrebbe non garantire la presenza in alveo del deflusso minimo vitale.

Sono stati pertanto definiti valori di rilascio controllato dalla diga Santa Rosalia che potrebbero garantire la sostenibilità delle utilizzazioni e la presenza in alveo del deflusso minimo vitale.

Le simulazioni hanno, infatti, evidenziato la possibilità di mitigare gli effetti della scarsità della risorsa nei periodi di crisi con un'oculata gestione dei rilasci a valle della diga unitamente a una gestione delle derivazioni irrigue che tenga conto nelle situazioni di deficit di limitare gli effetti sulla produzione agricola.

Lo strumento modellistico integrato con basi informative aggiornate consente al decisore di poter valutare e scegliere le opzioni di utilizzo delle risorse in un'ottica di gestione sostenibile basate sull'attuazione tra gli attori locali di regole condivise.

## 5.8 Bibliografia

Digrande A. - Grasso M. & Romeo M. (1977) - *Stratigrafia dei terreni affioranti nei dintorni di Ragusa*. Riv. It. Pal., 83 (1)

Grasso M. - Lentini F., Lombardo G. & Scamarda G. (1979) - *Distribuzione delle facies cretaceo-mioceniche lungo l'allineamento Augusta - M. Lauro (Sicilia Sud-Orientale)*. Boll. Soc. Geol. It., 98

ISPRA – Servizio Geologico d'Italia, Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 273 "Caltagirone", 1885

ISPRA – Servizio Geologico d'Italia, Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 276 "Modica", 1885

ISPRA – Servizio Geologico d'Italia, Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 in formato vettoriale su <http://sgi.isprambiente.it/>, 2010

Kafka e Kirkbride (1959) - *The Ragusa Oil Field, Sicily*. V World Petr. Congr., Proc., Geol. E Geoph., Sect, I, pp.233-257

Regione Siciliana - Assessorato Territorio e Ambiente - Dipt. Territorio e Ambiente - Servizio 4 "Assetto del Territorio e difesa del suolo", Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Bacini Idrografici del F. Irminio e del T. di Modica ed area intermedia, Palermo, 2005

Regione Siciliana - Assessorato Territorio e Ambiente - Dipt. Territorio e Ambiente - Servizio 4 "Assetto del Territorio e difesa del suolo", Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Bacino Idrografico del F. Tellaro, Palermo

Università di Catania - Istituto di Geologia e Geofisica, CNR - GNDCI, Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipt. Della Protezione Civile, Carta della vulnerabilità delle falde idriche in scala 1:50.000 - Settore Nord-Occidentale Ibleo (Sicilia S.E.), 1997

Università di Catania - Istituto di Geologia e Geofisica, CNR - GNDCI, Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipt. Della Protezione Civile, Carta della vulnerabilità delle falde idriche in scala 1:50.000 - Settore Nord-Orientale Ibleo (Sicilia S.E.), 1989

Università di Catania - Istituto di Geologia e Geofisica, CNR - GNDCI, Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipt. Della Protezione Civile, Carta della vulnerabilità delle falde idriche in scala 1:50.000 - Settore Sud-Orientale Ibleo (Sicilia S.E.), 1990

Università di Catania - Istituto di Geologia e Geofisica, CNR - GNDCI, Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipt. Della Protezione Civile, Carta della vulnerabilità delle falde idriche in scala 1:50.000 – Settore Sud-Occidentale Ibleo (Sicilia S.E.), 1993

Regione Siciliana - Assessorato dei Beni Culturali e dell'Identità Siciliana - Dipt. Reg. dei beni culturali e della identità siciliana, Piano Paesaggistico dell'Ambito 15 "Pianure costiere di Licata e Gela", Ambito 16 "Colline di Caltagirone e Vittoria" e Ambito 17 "Area dei rilievi e del tavolato Ibleo" del Piano Territoriale Paesistico Regionale, 2011. (<http://bca.regione.sicilia.it/ptpr/main/index.htm>)

Regione Siciliana - Presidenza, Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipt. Della Protezione Civile, Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche e la Tutela delle Acque in Sicilia, Piano di Tutela delle Acque della Sicilia - Bacino Idrogeologico dei Monti Iblei, Palermo, 2007

Rigo M. & Cortesini A. (1961) - *Contributo alla conoscenza strutturale della Sicilia sud-orientale*. Boll. Serv. Geol. It., 81



## 6 - Rassegna dei metodi partecipativi

SR

## 6.1 Rassegna dei metodi partecipativi

Nell'ambito del progetto WALL, Water And Land Legacy, sono state implementate azioni inerenti lo sviluppo dei processi partecipativi tra gli attori locali. Nell'ambito di tali attività, il Di.T.Ec, Dipartimento Tecnico Economico per la gestione del Territorio Agricolo e Forestale, Università degli Studi della Basilicata, ha elaborato una rassegna delle principali tecniche partecipative applicate a livello europeo, allo scopo di individuare le metodologie più idonee per il coinvolgimento degli *stakeholder* locali nella gestione delle risorse idriche.

A seconda delle problematiche e dello stadio delle stesse, l'attività di analisi delle tecniche partecipative ha consentito l'identificazione di differenti metodologie.

Nella fase preliminare, quando è necessario individuare i possibili interlocutori e capire quali sono i temi su cui lavorare, le metodologie più utilizzate sono le seguenti.

- *Outreach* (Wates, 2000). Tale tecnica consiste nell'andare "sul campo" a incontrare gruppi di interesse locali e singole persone, nel proprio ambiente e secondo i propri tempi, per discutere di varie questioni e per ascoltare i loro suggerimenti. Si può trattare di conversazioni informali, poco strutturate, non necessariamente capaci di rigorose analisi scientifiche. Spesso forniscono un livello di verità e di comprensione (dei problemi) che può mancare in forme di consultazione più ufficiali e strutturate. Gli strumenti e le modalità dell'*outreach* sono assai varie: distribuzione di materiale informativo; articoli su giornali locali, spot informativi su radio e tv; interventi informativi e di scambio mirati nell'ambito di riunioni di specifici gruppi; attivazione di punti di riferimento in loco.
- Animazione territoriale. Con il termine animazione territoriale si intendono una serie di azioni volte ad incrementare il grado di sensibilizzazione e di partecipazione degli attori locali intorno a problemi comuni e strategie che interessano l'area di appartenenza. L'animazione, il perseguimento di strategie "a rete" e la capacità di *networking* con i soggetti locali rappresentano le componenti essenziali nei progetti di sviluppo e valorizzazione delle risorse locali. Le iniziative poste in essere dalle strategie di animazione territoriale sono pertanto volte allo sviluppo delle conoscenze, alla valorizzazione del capitale umano e al miglioramento di reti di relazioni in contesti territoriali definiti.
- Ricerca-Azione Partecipata (Lewin, 1951). Il termine si riferisce ad un modello di ricerca che collega la ricerca stessa al cambiamento e miglioramento dei sistemi sociali

con i quali viene in contatto. Nel momento stesso in cui si conosce la realtà, si opera per modificarla. Il coinvolgimento e la partecipazione nella Ricerca-Azione da parte degli *stakeholder* della comunità, che sono riconosciuti non solo come portatori di interessi ma anche di risorse umane e strumentali, fa sì che la comunità stessa pratichi collettivamente un'attività, un cambiamento sulla realtà che si cerca di conoscere.

- *Focus group*. Un *focus group* è una forma di ricerca qualitativa, in cui un gruppo di persone è interrogato riguardo all'atteggiamento personale nei confronti di un tema specifico. Le domande sono fatte in un gruppo interattivo, in cui i partecipanti sono liberi di comunicare con altri membri del gruppo. Il *focus group* nasce originariamente come tecnica usata nella ricerca sociale per poter arrivare a comprendere gli atteggiamenti, i comportamenti e i significati degli attori riguardo un certo tema d'analisi (il *focus*): compito del ricercatore è favorire la discussione e dirigerla verso i temi ritenuti più interessanti per l'oggetto di studio. Attraverso questa tecnica basata molto sulla libertà di espressione dei membri del gruppo può accadere spesso che emergano aspetti del tema dibattuto non ancora considerati dallo studioso.
- *Brainstorming* (*Osborn, 1957*). Il *brainstorming* consiste in una tecnica creativa finalizzata a far emergere nuove idee, in un clima in cui ogni partecipante è tenuto ad esprimere il proprio pensiero, senza pregiudizi o critiche preventive. Le sedute di *brainstorming* riguardano solo gli ultimi due momenti all'interno di una processualità che comprende:
  - a. la definizione e la scomposizione del problema, e quindi l'identificazione e la distinzione delle parti di esso che richiedono un intervento di tipo creativo rispetto a quelle che richiedono interventi decisionali; la raccolta delle informazioni inerenti al problema;
  - b. la produzione delle idee nuove, ovvero la parte illuminativa del processo;
  - c. la decisione e la valutazione delle idee.

La fase intermedia del processo di coinvolgimento degli *stakeholder* locali nei processi di gestione integrata del territorio deve favorire un'interazione costruttiva tra i partecipanti. Alcuni metodi analizzati hanno l'obiettivo di indurre i partecipanti a formulare ipotesi sul futuro: si tratta dei metodi basati sulla costruzione di scenari. Altri metodi incoraggiano la comunità a capire i problemi e scegliere tra soluzioni alternative in modo intuitivo: si tratta dei metodi basati sulla simulazione.

Dall'analisi di questo gruppo di metodologie, sono state individuate le tecniche più diffuse.

- EASW, European Awareness Scenario Workshop (<http://cordis.europa.eu/easw>). L'EASW è stato ufficialmente adottato nel corso del 1994 dalla Direzione Ambiente della Commissione Europea, nell'ambito delle politiche volte a promuovere l'innovazione sostenibile in Europa. E' un metodo che consente di promuovere il dibattito e la partecipazione. E' particolarmente efficace in contesti locali, in cui è estremamente semplice associare ai problemi chi ha la responsabilità di risolverli. E' stato inizialmente sperimentato in campo ambientale, è un utile strumento per promuovere il passaggio a modelli di sviluppo sostenibile condivisi e basati su un uso più attento delle risorse. Un EASW serve a stimolare la partecipazione democratica nelle scelte legate al miglioramento delle condizioni di vita nelle comunità. Consente ai partecipanti di scambiarsi informazioni, discutere i temi ed i processi che governano lo sviluppo tecnologico e l'impatto delle tecnologie sull'ambiente naturale e sociale, stimolandone la capacità di identificare e pianificare soluzioni concrete ai problemi esistenti. La metodologia EASW si è rivelata particolarmente adatta a:
  - incoraggiare il dialogo e la partecipazione delle diverse componenti della società;
  - creare una relazione equilibrata tra ambiente, tecnologia e società;
  - consentire un sviluppo sostenibile nel rispetto dei bisogni e delle aspirazioni dei membri di una comunità locale.
- *Action planning*. L'*Action planning* è uno strumento utilizzato per individuare i problemi e le necessità di un particolare territorio attraverso il coinvolgimento della comunità locale. Questa metodologia rappresenta una valida alternativa alla discussione di tipo assembleare in quanto favorisce il coinvolgimento di tutti i partecipanti e consente ad ognuno di esprimere le proprie idee in maniera anonima e libera. Questa metodologia si articola in diverse fasi: inizialmente vengono rivolte a tutti i partecipanti delle domande di carattere generale in merito all'ambito territoriale in esame e si procede all'elenco degli aspetti positivi e negativi di tale contesto, in modo da ricostruire un quadro aggiornato della situazione; successivamente si invitano gli abitanti ad esprimere delle previsioni relative ai cambiamenti programmati nel prossimo futuro. La fase conclusiva rappresenta l'obiettivo principale di questa metodologia, in quanto mira alla definizione di alcuni principi guida volti ad assicurare una conclusione propositiva e costruttiva del processo e ad allontanare eventuali esiti inconcludenti.

L'ultimo stadio del processo partecipativo, particolarmente utile per affrontare conflitti espliciti, riguarda i metodi per trattare i conflitti e aiutare le parti in causa a superarli.

I conflitti possono essere risolti perseguendo due strade possibili: la negoziazione e la discussione. Con la prima strada le parti cercano di raggiungere un accordo adeguando le loro pretese a quelle della propria controparte e scambiandosi qualcosa. Con la seconda strada le parti cercano di raggiungere un punto di vista comune, chiarendo le loro posizioni mediante argomenti e modificandole in seguito agli argomenti che vengono presentati dagli altri.

Di seguito si descrivono brevemente le principali tecniche di risoluzione dei conflitti analizzate:

- Negoziazione distributiva e negoziazione integrativa (*Fisher, Ury, 1981*). Nella negoziazione distributiva le parti concorrono alla distribuzione di una somma fissa in valore. Si tratta di una negoziazione a somma zero: il guadagno di una parte avviene alle spese dell'altra. Nella negoziazione integrativa le parti coinvolte vanno alla ricerca di una mediazione che possa rappresentare un vantaggio per entrambe. In questo caso il gioco non è più a somma zero, ma "a somma variabile", perché gli interessi in campo sono molteplici e il grado di soddisfazione di entrambi è dato dalle possibili priorità differenti.
- *Conflict spectrum*. Il *conflict spectrum* consiste nel creare una forma di dialogo tra le persone che consenta di capire le posizioni assunte dagli altri ed avere un'idea precisa sul numero di persone che condividono certe opinioni.
- Analisi multicriteri. L'analisi multicriteri si utilizza nei casi in cui esistono soluzioni alternative predefinite tra cui scegliere. Essa presenta il vantaggio di strutturare il percorso in tappe prestabilite e di offrire a tutti i partecipanti la possibilità di esprimersi. Se i partecipanti riescono ad accordarsi sui criteri da utilizzare, dovranno poi semplicemente prendere atto delle conseguenze, ossia dell'ordinamento delle alternative che, in base a quelle premesse, verrà prodotto dall'analisi multicriteri. I metodi di analisi a multicriteri generalmente si suddividono in cinque principali fasi:
  1. la definizione di una o più matrici di valutazione;
  2. la normalizzazione della o delle matrici di valutazione;
  3. l'assegnazione di "pesi";
  4. il calcolo degli ordinamenti;
  5. l'analisi di sensitività.

## 6.2 Alcuni casi studio in Italia

Due esempi importanti dell'applicazione del processo partecipativo nell'ambito della gestione delle risorse idriche sono rappresentati dai progetti RIADE e DESERTNET I e II. I risultati conseguiti nell'ambito di tali progetti di ricerca sono relativi all'analisi delle tipologie di fenomeni di desertificazione, alla loro caratterizzazione mediante identificazione delle aree e dei parametri fisici, storici e strutturali, e al coinvolgimento delle comunità locali interessate al fenomeno.

Il Progetto RIADE "Ricerca integrata per l'applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla desertificazione" (<http://www.enea.it>) ha sviluppato un sistema informativo integrato e tecnologicamente innovativo per il monitoraggio dei processi di desertificazione localizzati in aree del Mezzogiorno d'Italia, in grado di contribuire alla determinazione dei rapporti di causa-effetto nei fenomeni in esame e di promuovere interventi di salvaguardia del territorio.

Le regioni che più soffrono per i processi di desertificazione in Italia, selezionate per il progetto, sono: Sicilia, Sardegna, Basilicata, Puglia. In queste regioni sono state scelte come aree di studio i bacini del fiume Anapo nel Siracusano e del fiume Imera Meridionale (Salso) in provincia di Agrigento, l'area della Nurra, nella provincia di Sassari, e una vasta area che si estende dalla parte nord-occidentale della Puglia fino all'estremità meridionale della Basilicata (dall'Alto Tavoliere alle Murge fino alla Media e Bassa Val d'Agri). In tali aree, dopo uno studio preliminare, sono state formulate ipotesi di interventi di mitigazione dei fenomeni di desertificazione, attraverso un approccio partecipativo dei cittadini, dell'amministrazione comunale e delle parti sociali. Il lavoro è stato realizzato sulla base della metodologia EASW (European Awareness Scenario Workshop) ed è stato certificato da un National Monitor della rete europea per la pubblicazione nel sito CORDIS dell'Unione Europea.

I progetti DESERTNET I e DESERTNET (<http://www.desertnet.org>) sono relativi allo studio, al monitoraggio ed alla gestione sostenibile delle aree a rischio desertificazione nel bacino mediterraneo. Nell'ambito dei progetti è stata realizzata una razionalizzazione delle informazioni e delle esperienze tecnico-scientifiche acquisite ed elaborate per tutte le aree a rischio che sono state individuate nell'ambito dei programmi regionali e nazionali per contribuire alla realizzazione di un sistema omogeneo per lo scambio dei dati e delle informazioni per il controllo dei processi di desertificazione.

L'obiettivo generale è stato la realizzazione di una piattaforma per un sistema comune di servizi nel quadro dell'implementazione delle politiche nazionali e comunitarie di lotta contro la desertificazione, come previsto dalla Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla Siccità ed alla Desertificazione (UNCCD), e di gestione sostenibile delle risorse territoriali (in particolare il suolo e le acque).

I laboratori EASW implementati nei progetti DESERTNET rappresentano un ulteriore studio ed indagine per la definizione della partecipazione del cittadino nella lotta contro la desertificazione. La fase preparatoria al laboratorio è stata l'elaborazione di uno scenario Zero, in cui sono state evidenziate le principali criticità e le principali prospettive di sviluppo. A partire dallo scenario Zero sono stati elaborati 4 scenari futuri, che rappresentano delle possibili alternative per il futuro. Tali scenari sono stati di supporto ai partecipanti per stimolare le loro idee e costruire il loro scenario, evidenziando soluzioni di tipo tecnologico o organizzative e basate sull'aggregazione o su soluzioni individuali (*Iannetta, Borrelli, Casali, Bastiani, Bettarelli, Venerucci, 2004*)

Il successo europeo della metodologia EASW, che ne ha determinato una ampia diffusione, risiede nel reale coinvolgimento degli attori locali alle scelte decisionali ed in come, a partire da punti di vista ed interessi diversi, si costruiscono obiettivi e strategie condivise. I soggetti coinvolti sono chiamati a lavorare secondo regole fissate e metodologicamente strutturate.

Il fine è la costruzione di un programma orientato all'azione, la cui realizzazione non è di sola responsabilità del governo locale, ma riguarda l'attuazione del principio di sussidiarietà, coinvolgendo tutti i soggetti, ognuno secondo le proprie responsabilità e risorse, anche attraverso la promozione di *network* locali.

## 6.3 Bibliografia

<http://cordis.europa.eu/easw/>

<http://www.enea.it/it>

<http://www.fondazionemedes.it/>

<http://www.desertnet.org/>

Bobbio L., *A più voci. Amministrazioni pubbliche, imprese, associazioni e cittadini nei processi decisionali inclusivi*, Cantieri – Analisi e strumenti per l'innovazione, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, 2004

Fisher R., Ury W., *Getting To Yes - Negotiating Agreement Without Giving In*, Penguin Group, 1981

Iannetta M., Borrelli G., Casali O., Bastiani M., Bettarelli M., Venerucci V., *Esperienze di partecipazione del cittadino nella lotta contro la desertificazione: il caso di Alghero*, Rapporto Enea (2004)

Lewin K. *Field theory in social science; selected theoretical papers*, D. Cartwright (ed.). New York: Harper & Row, 1951

Osborn A. F., *Applied imagination: principles and procedures of creative thinking*, Scribner's Sons, New York, 1957

Wates N., *Community Planning Handbook*, Londra, Earthscan, 2000



<b>1. PREMESSA</b> .....	7
<b>2. IPOTESI METODOLOGICA</b> .....	11
<b>3. PRESENTAZIONE METODOLOGIA MEDALUS</b> .....	15
3.1 Premessa .....	16
3.2 La metodologia MEDALUS .....	17
3.3 L'applicazione della metodologia a scala regionale .....	20
3.4 Bibliografia .....	24
<b>4. IL SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI NEL CONTRASTO DEI FENOMENI EROSIVI</b> .....	27
4.1 Premessa .....	28
4.2 I sistemi GIS .....	30
4.3 I modelli di erosione .....	31
4.4 La valutazione dell'erosione nel bacino dell'Imera Meridionale con modelli RUSLE .....	33
4.4.1 Calcolo dei parametri .....	35
4.4.1.1 Fattore "R" .....	35
4.4.1.2 Fattore "K" .....	35
4.4.1.3 Il fattore topografico "LS" .....	36
4.4.1.4 Il fattore di uso del suolo "C" .....	36
4.5 Il rischio erosione nel bacino dell'Imera Meridionale .....	38
4.5.1 Erosione tollerabile nel bacino dell'Imera Meridionale .....	38
4.5.2 Quadro complessivo .....	42
4.5.3 Classi d'uso maggiormente significative .....	47

4.6	Rassegna degli interventi .....	48
4.6.1	Tecniche di gestione agricola sostenibile per le classi d'uso più significative del bacino dell'Imera Meridionale .....	48
4.6.1.1	Premessa .....	48
4.6.1.2	Seminativo .....	48
4.6.1.3	Vigneto .....	49
4.6.1.4	Oliveto .....	51
4.6.1.5	Aree a pascolo naturale .....	51
4.6.2	Gli interventi di sistemazione .....	52
4.6.2.1	Premessa .....	52
4.6.2.2	Le sistemazioni del terreno .....	52
4.6.2.3	Tutela dei manufatti agricoli .....	54
4.6.2.4	I sistemi di gestione delle acque .....	55
4.6.2.5	Opere funzionali ai sistemi lacustri e fluviali .....	55
4.6.2.6	Viabilità rurale ed elementi caratteristici di un paesaggio .....	57
4.7	Tipologie degli interventi .....	58
4.8	Conclusioni .....	59
4.9	Bibliografia .....	60
<b>5. IL SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI NELLA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE .....</b>		<b>63</b>
5.1	Introduzione .....	64
5.2	Il quadro conoscitivo .....	65
5.2.1	Identificazione del bacino .....	65
5.3	Caratterizzazione del bacino .....	66
5.3.1	Caratterizzazione climatica .....	66
5.4	Uso del territorio .....	68
5.4.1	Insedimenti urbani .....	68
5.4.2	Attività industriali .....	68
5.4.3	Attività agricole e zootecniche .....	68

5.5	Caratterizzazione geologica del bacino del fiume Irminio .....	70
5.5.1	Inquadramento geografico e geomorfologico .....	70
5.5.2	Assetto tettonico-strutturale .....	71
5.5.3	Caratteristiche litostratigrafiche .....	72
5.5.4	Il sistema delle utilizzazioni irrigue e stima dei fabbisogni .....	74
5.6	Il modello di gestione delle risorse idriche .....	75
5.6.1	Generalità .....	75
5.6.2	L'applicazione del modello al fiume Irminio .....	76
5.7	Conclusioni .....	79
5.8	Bibliografia .....	80
<b>6</b>	<b>RASSEGNA DEI METODI PARTECIPATIVI .....</b>	<b>83</b>
6.1	Rassegna dei metodi partecipativi .....	84
6.2	Alcuni casi studio in Italia .....	88
6.3	Bibliografia .....	90

*Realizzazione grafica e Dtp*  
Pierrestampa - Roma

*Stampa*  
Seristampa - Palermo

Finito di stampare nel settembre 2011

*Con questo nuovo volume della collana "Studi e Ricerche", ARPA Sicilia illustra in maniera organica le attività e le metodologie attuate per il monitoraggio dei fenomeni di desertificazione e per la gestione sostenibile dei sistemi agroforestali.*

*Un importante lavoro di ricerca rivolto a incoraggiare e sostenere la conoscenza scientifica e per fare il punto sulla situazione attuale rivolta verso un uso più efficiente di tecniche locali per l'utilizzo delle risorse idriche e del suolo.*

*Una ricerca preziosa, fino a oggi inesistente, che ha evidenziato la necessità di intervenire per contrastare la desertificazione proprio attraverso l'uso combinato di tecniche agronomiche sostenibili e interventi estensivi di conservazione del suolo.*

*Lo studio, oggetto di questa pubblicazione, fa parte del progetto denominato WALL (Water And Land Legacy), finanziato nell'ambito del "Programma di sostegno alla Cooperazione Regionale - APQ Paesi della sponda sud del Mediterraneo". Il progetto di ricerca, che prevede l'implementazione di un complesso di iniziative pilota sviluppate in Italia e in Tunisia per contrastare la desertificazione e per un migliore utilizzo delle risorse idriche e del suolo su scala locale, ha previsto il coinvolgimento delle regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria e Campania e del Ministero dell'Agricoltura e dell'Ambiente della Tunisia. Una collaborazione essenziale che ha permesso uno scambio importante di esperienze e di buone pratiche riferite al "Sistema delle Conoscenze Tradizionali" nel settore della lotta alla desertificazione e per il trasferimento di metodologie storiche.*

*Nell'ambito del progetto di ricerca, gli operatori italiani e tunisini hanno, quindi, contribuito alla conoscenza e alla comprensione delle cause di desertificazione alla scala di bacino e alla definizione delle metodologie per la gestione sostenibile dei sistemi agroforestali nelle aree maggiormente interessate e di precisazione dei sistemi di monitoraggio e di supporto alle decisioni. Un lavoro di ricerca di grande interesse scientifico che autorizza a presentare rilevanti dati specifici sulla ricarica artificiale delle acque reflue trattate degli acquiferi di "Capo Bon" (siti di Korba e Qued Souhil) e sulla possibilità di messa in pratica di dispositivi di ricarica dei bacini della costa orientale di "Cap Bon" attraverso le acque convenzionali dalla diga del Nord (Gov. Nabeul) e di Sisseb (Gov. Kairouan).*

*A tal proposito, proprio nell'ambito del progetto WALL, il Di.TEc (Dipartimento Tecnico Economico per la Gestione del Territorio Agricolo e Forestale - Università degli Studi della Basilicata), è stata elaborata una rassegna delle principali tecniche partecipative, i cui risultati sono riportati nel VI capitolo. Questo volume riveste, quindi, una notevole importanza in quanto permette lo studio e la definizione di interventi e di metodologie essenziali per la lotta alla desertificazione e per la gestione sostenibile dei sistemi agroforestali, contribuendo ad approfondire le conoscenze tradizionali sullo stato dell'arte e per implementare azioni efficaci e di supporto rivolte alla costituzione di un "Laboratorio Interregionale Sperimentale per lo sviluppo Sostenibile nel Mediterraneo".*

**Progetto WALL (Water and Land Legacy) - PI R.I.S.M.E.D. -  
APQ Paesi della sponda Sud del Mediterraneo,  
in attuazione del "Programma di sostegno alla Cooperazione Regionale"**

Lotta alla desertificazione e gestione sostenibile dei sistemi agroforestali.  
L'esperienza del Progetto WALL

Collana di Studi e Ricerche  
dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente - Sicilia